



E. Kramer

E. Kramer¹, B.P. Robra², W. Walther³, M. Heners³

Vertikale Wurzelfrakturen an endodontisch behandelten Zähnen

- eine Kohortenstudie

Ziel: Identifizierung von Risikofaktoren bezogen auf vertikale Wurzelfrakturen (VRF) in einer zahnärztlichen Praxis.

Methode: Über einen Zeitraum von 8,75 Jahren wurde der klinische Erfolg endodontisch behandelter Zähne subsequent dokumentiert. Aus einer Grundgesamtheit von 762 Zähnen bei 508 Patienten wurden 422 Zähne bei 422 Patienten selektiert (1 Zahn pro Patient). Die Wurzelkanäle wurden nach der Apikale-Box-Technik aufbereitet und mit der Standardtechnik gefüllt (Tronstad 1991). Als Zielereignis wurde der vollständige Zahnverlust durch VRF definiert. Mit Hilfe des Kaplan-Meier-Verfahrens und der Cox-Proportional Hazard Regression wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von klinischen Parametern berechnet.

Ergebnis: 24 Zähne von 422 Zähnen (5,7 %) wurden auf Grund einer VRF entfernt. Der Median der Beobachtungszeit bis VRF lag bei 48 Monaten. Die Überlebenswahrscheinlichkeit bezogen auf VRF sank in 7 Jahren auf 0,87 ($\pm 0,04$). Bei Patienten älter als 50 Jahre und bei Zähnen mit Wurzelkanalauflbereitung und -füllung in einer Sitzung war die Überlebenswahrscheinlichkeit signifikant verringert ($p=0,031$ bzw. $p=0,018$). 7 der 24 VRF traten nach Revision einer Wurzelfüllung auf.

Schlussfolgerung: Das Risiko für VRF ist stark zeitabhängig mit einer Häufung zwischen dem 3. und 5. Jahr der Nachbeobachtung. Risikofaktoren sind Alter der Patienten und Zeitpunkt der Wurzelfüllung, während VRF unabhängig vom Zahntyp und der Verwendung von Wurzelstiften auftritt.

Schlüsselwörter: vertikale Wurzelfraktur, Überlebenswahrscheinlichkeit, Wurzelbehandlung, Wurzelstift

Vertical root fractures in endodontically treated teeth - a cohort study

Aim: Evaluation the pattern of tooth failure in a german dental office due to vertical root fractures (VRF).

Methodology: A subsequent documentation of the clinical success of endodontically treated teeth has been performed over a period of 8.75 years. All root canals were treated with the apical-box-technique and filled with the standard technique (Tronstad 1991). 422 teeth in 422 patients from a pool of 762 teeth from 508 patients fulfilled the selection criteria (first treated tooth per patient). The criterion for failure was extraction of the tooth caused by VRF. Kaplan-Meier (KM) survival estimator and Cox-Proportional Hazard regression were calculated to identify potential risk factors for VRF. **Results:** 24 of 422 teeth were lost due to VRF (5,7 %) with a median survival time of 48 months. The result of KM survival probability was 0,87 ($\pm 0,04$) after 7 years. Patients older than 50 years and patients who undertook immediate root canal obturation were identified with KM and Cox regression as being independent risk factors. 7 of the 24 teeth with VRF happened after re-treatment of a root filled tooth.

Conclusions: The risk of VRF is time dependent with a cumulation between the 3rd and 5th year of follow up. The risk of VRF were influenced of age over 50 years and time of root filling treatment, but not by tooth type or the use of root canal posts.

Keywords: vertical root fracture, survival rate, root canal treatment, root canal posts

¹ Zahnarztpraxis E. Kramer, Norden

² Institut für Sozialmedizin und Gesundheitsökonomie, Magdeburg,

³ Akademie für Zahnärztliche Fortbildung Karlsruhe

1 • Einführung

Das Auftreten von Komplikationen nach endodontischer Behandlung ist für den praktizierenden Zahnarzt ein regelmäßiges aber unerfreuliches Ereignis. Das klinische Erscheinungsbild einer vertikalen Wurzelfraktur (VRF) ist sehr vielfältig. Die klinische Symptomatik geht häufig mit einer langen Vorgeschichte unklarer Beschwerden einher [9]. Die Frakturen verlaufen überwiegend in der bucco-lingualen Ebene [7, 15]. Dies bestimmt auch das klinische Bild, bei dem folgende Befunde gehäuft auftreten: Schwellung an der bukkalen Seite des betroffenen Zahnes in Höhe der Hälfte der Wurzellänge, große isolierte Sondierungstiefe einseitig meist auf der bukkalen Seite des Zahnes, Beschwerden bei axialer Perkussion, Fistelgang und Abszess (Abb. 1) [21]. Die radiologischen Befunde sind variabel. Es überwiegen Aufhellungen in der Mitte oder lateral der Wurzel ggf. auch kombiniert [21, 22].

Sind apikale Parodontitiden noch durch Folgebehandlungen (Revision der Wurzelfüllung, Wurzelspitzenresektion, Wurzelamputation, Hemisektion) zufriedenstellend behandelbar, so führen VRF in der Regel zum Verlust des Zahnes [7]. Eine Ausnahme kann die VRF an einzelnen Wurzeln mehrwurzeliger Zähne sein, da hier ein Erhaltungsversuch des Zahnes durch Resektion der betroffenen Wurzel ein Therapieansatz ist [5]. Versuche zur Klebung von frakturierten Wurzeln wurden unternommen [11].

Vertikale Wurzelfrakturen werden auch bei vitalen Zähnen beschrieben, jedoch steht die überwiegende Mehrzahl von vertikalen Frakturen in Verbindung mit einer vorhergehenden Wurzelbehandlung [2, 8]. Die Angaben zur Häufigkeit von VRF liegen zwischen 3,3 % und 7 %, wenn VRF in Untersuchungsgruppen mit ausschließlich wurzelbehandelten Zähnen beschrieben werden [16, 20, 26]. Eine Reihe von Untersuchungen bezieht sich auf die Häufigkeit von VRF bei Extraktionen von endodontisch behandelten Zähnen (4,3 % bis 33 %). [20, 25].

Gründe für vertikale Wurzelfrakturen an wurzelbehandelten Zähnen werden mit Hilfe von In-vitro-Modellen, Finite-Elemente-Studien, klinischen retrospektiven Studien und klinischen Fallberichten untersucht und dargestellt. Grundsätzlich wird die Entstehung der VRF als überwiegend iatrogen verursacht bezeichnet [21]. Im Detail betrifft dies die Wurzelkanalaufbereitung, die Wurzelfüllung mit lateraler oder vertikaler Kondensation, das Zementieren von Wurzelstiften unabhängig vom Design, die Tiefe der Insertion von Wurzelstiften im Kanal, das Zementieren von intrakoronaren Restaurationen, die Verwendung von Amalgamfüllungen bei endodontisch behandelten Zähnen oder die Korrosion von Wurzelstiften [5, 8, 22].

Schon eine Kraft von 15 N (entspricht ca. 1,5 kg) kann bei der lateralen Kondensation in vitro eine vertikale Fraktur bei unteren Schneidezähnen herbeiführen, während die Durchschnittswerte für Auslösung einer VRF an unteren Schneidezähnen bei 70,8 N (entspricht ca.



Abbildung 1 Vertikale Wurzelfraktur mit Frakturlinie in bukkolingualer Richtung und Granulationsgewebe im mittleren Wurzeldrittel.

Figure 1 Vertical root fracture with fracture line in buccolingual direction and granulation tissue mid third of the root length.

7,08 kg) liegen [10]. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen zeigen andere Untersuchungen, dass die Kraft um eine VRF auszulösen bei einer lateralen Kondensation nicht erreicht wird [14, 19]. Auch die Weite der Aufbereitung insbesondere mit neuen stark konischen rotierenden Instrumenten wird als Risikofaktor diskutiert [17, 18].

Als besonders gefährdete Zähne für VRF werden Prämolaren und mesiale Wurzeln unterer und oberer Molaren genannt [2, 5, 7, 8, 15, 21, 22].

Der überwiegende Teil der zu VRF publizierten Studien sind Beschreibungen einzelner Fälle oder Beschreibungen größerer Fallsammlungen, wobei in einigen Veröffentlichungen statistische Methoden zur kausalen Modellierung genutzt werden [2, 7, 15, 21, 22]. Zwei Fallkontrollstudien mit Fokussierung auf Identifikation von Risikofaktoren der VRF sind publiziert [8, 16].

Da zurzeit keine Publikationen zu VRF aus der kassenärztlichen Praxis vorliegen, wurde eine Kohortenstudie mit zurückverlegtem Ausgangspunkt durchgeführt, um Informationen zur Häufigkeit von VRF und die Identifizierung von Risikofaktoren zu VRF in diesem Umfeld zu erbringen (Hypothesenerzeugung) [12].

2 • Material und Methode

Aus der Patientenkartei einer kassenärztlichen Praxis wurde ein tabellarischer Auszug aller endodontischen Behandlungen subsequent angefertigt. Im Dokumentationszeitraum (1.9.1997 - 1.6.2006) von 8,75 Jahren wurden 762 Zähne von 508 Patienten endodontisch behandelt. Sämtliche Wurzelkanäle wurden von einem Behandler nach der Apikale-Box-Technik aufbereitet und mit der Standardtechnik gefüllt [23]. Einschlusskriterien für die Dokumentation waren: endodontische Behand-

Alter
Geschlecht
Versicherungsstatus
Befunde:
Klinischer Zahnstatus
DMF-T-Status, M-T-Status, D-T-Status
Zahntyp
Befund des Zahnes (ohne Befund, Karies, Füllung, Krone, Teleskopkrone)
Funktionelle Belastung des Zahnes (Zahnreihe, Schaltlücke, Endstand)
Pulpadiagnose
Behandlungen:
Art der Wurzelfüllung
Anwendung eines Wurzelstiftes
Kofferdamanwendung bei Behandlungsbeginn und Wurzelfüllung
Art der prothetischen oder konservierenden Versorgung
Zeitabstand Behandlungsbeginn bis Wurzelfüllung
Zeitabstand Wurzelfüllung bis prothetische oder konservierende Kronenrestauration
Zeitabstand Behandlungsbeginn bis Komplikation bzw. letzte Kontrolle (Beobachtungszeit)
Komplikationen:
Extraktionen auf Grund einer VRF
Extraktionen durch sonstige Gründe

Tabelle 1 Erfasste Variablen in der subsequenten Dokumentation.

Table 1 Collected variables of the subsequent documentation.

lung durch den Praxisinhaber, alle Zahntypen, alle Indikationen zur Endodontie. Ausgeschlossen wurden Zähne, die im Rahmen des kassenzahnärztlichen Notdienstes bei nicht zur Praxis gehörenden Patienten durchgeführt wurden. Dokumentationsende des einzelnen Zahnes war das Eintreten einer Komplikation oder die letzte Kontrolle in der Praxis. Der Durchschnitt der Beobachtungszeit aller Fälle betrug 1207 Tage (Standardabweichung 905,6 Tage, Median 1066 Tage, Minimum 0 Tage, Maximum 3142 Tage).

Für die statistische Auswertung der Grunddokumentation wurden 340 Zähne ausgeschlossen: 1. Je Patient wurde ausschließlich der erste im Dokumentationszeitraum behandelte Zahn einbezogen; wenn an mehreren Zähnen eines Patienten am gleichen Tag eine endodontische Behandlung begonnen wurde, entschied das Los, welcher Zahn ausgeschlossen wurde (n=254). 2. Zähne ohne dokumentierte Wurzelfüllung (n=81), 3. Wurzelbehandlungen auf Grund einer Überweisung (n=5).

An den 422 Zähnen bei 422 Patienten wurden 17 Parameter untersucht, um einen Zusammenhang zum Verlust von Zähnen durch VRF zu ergründen (Tab. 1).

In der Untersuchungsgruppe blieben 358 Zähne bis zum individuellen Beobachtungsende ohne Komplikationen definiert über den Erhalt der Zahnintegrität (84,8 %). Es traten 24 Fälle mit VRF auf (5,7 %)(Tab. 2).

Die statistische Analyse der Daten wurde durchgeführt mit den Computerprogrammen Microsoft Excel (Microsoft Office Excel SP2, Microsoft Corporation) und EPI-Info (Epi Info(TM), Centers for Disease Control and Prevention (CDC)). Die kleinste statistische Einheit war ein

Merkmal Gesamtgruppe	Merkmal Untergruppe	Fallzahl (Zähne)	Relative Häufigkeit
Grundgesamtheit		422	100 %
davon ohne Komplikationen		358	84,8 %
davon mit Komplikationen		64	15,2 %
davon:	- ohne Zahnverlust	15	3,6 %
	- Extraktion, endodontischer Grund	19	4,5 %
	- Extraktion vertikale Wurzelfraktur	24	5,7 %
	- Extraktion nicht dokumentierter Grund	6	1,4 %

Tabelle 2 Komplikationen nach Ende der endodontischen Behandlung.

Table 2 Findings after root canal treatment.

Zahn. Zusammenhänge einzelner Parameter wurden durch Kontingenztafeln, der Kaplan-Meier-Überlebensanalyse und der Cox-Proportional Hazard Regression überprüft. Als statistische Testverfahren kamen in EPI-Info der Chi-Quadrat-Test, der Fisher-Exact-Test, der Log-Rank-Test (Kaplan-Meier-Überlebensanalyse) und der Score-Test (Cox-Proportional Hazard) mit je einem Vertrauensniveau von $p < 0,05$ zur Anwendung.

3 • Ergebnisse

Das Durchschnittsalter der Patienten bei Behandlungsbeginn war 42,9 Jahre (Standardabweichung=11,72; Median: 43 Jahre). Es wurden 247 Frauen und 175 Männer (58,5 %, bzw. 41,5 %) behandelt, von denen 337 gesetzlich und 85 privat versichert waren (79,9 % bzw. 20,1 %). Zu Behandlungsbeginn reagierten 216 Zähne positiv und 206 Zähne negativ auf einen Kältestest (51,2 % bzw. 48,8 %). Zum Behandlungsbeginn waren 257 Zähne mit einer Füllung versorgt oder ohne Befund, 91 trugen eine Krone, 71 waren kariös, und 3 waren mit einer Teleskopkrone versorgt (60,9 %; 21,6 %; 16,8 % bzw. 0,7 %). 292 Zähne befanden sich in der Zahnreihe, 73 Zähne begrenzten eine Schaltlücke und 57 Zähne waren endständig (69,2 %; 17,3 % bzw. 13,5 %). Der DMF-T der Untersuchungsgruppe war 16,9 ($\pm 8,2$) mit M-T von 7,1 ($\pm 5,4$) und D-T von 1,7 ($\pm 2,8$). Es befanden sich 176 Molaren, 138 Prämolaren, 61 Insisivi und 47 Eckzähne in der Untersuchungsgruppe (41,7 %, 32,7 %, 14,5 % bzw. 11,1 %).

Nach der Wurzelfüllung wurde ein direkter Aufbau des Zahnes mit Glasionomerzement / Komposit oder eine

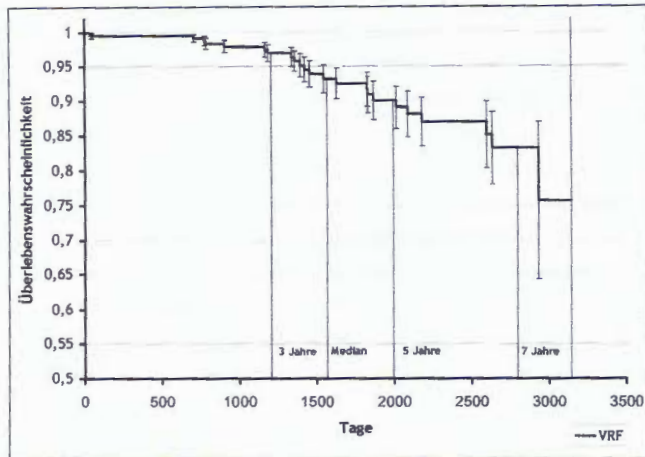


Abbildung 2 Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier, Ereignis: Verlust des Zahnes durch VRF, Werte für 3 Jahre: 0,98; 5 Jahre: 0,93; 7 Jahre: 0,87; n=422.

Figure 2 Results of Kaplan-Meier survival estimator: loss of the tooth caused by VRF, 3 years: 0,98, 5 years: 0,93, 7 years 0,87; n=422.

provisorische Versorgung vorgenommen. 275 Zähne zeigten als restaurativen Befund bei der letzten Kontrolle eine Füllung, 134 waren mit einer Krone und 13 mit einer Teleskopkrone versorgt (65,2 %, 31,8 % bzw. 3,1 %). In 35 Fällen wurden Zähne mit Wurzelstiften versorgt.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit aller untersuchten wurzelgefüllten Zähne bezogen auf das Auftreten einer VRF beträgt bei 3 Jahren 0,98 ($\pm 0,01$), bei 5 Jahren 0,93 ($\pm 0,02$) und bei 7 Jahren 0,87 ($\pm 0,04$) (Abb. 2). Die Hälfte der Zähne mit VRF ging innerhalb der ersten 4 Jahre verloren (Median der Beobachtungszeit: 1439 Tage, Durchschnitt der Beobachtungszeit 1488 Tage, Standardabweichung 738 Tage, Minimum 42 Tage, Maximum 2929 Tage).

Die endodontisch behandelten Zähne in der Altersgruppe älter als 50 Jahre hatten eine signifikant verringerte Überlebenswahrscheinlichkeit bezogen auf VRF von 0,94 ($\pm 0,03$) nach 3 Jahren, 0,88 ($\pm 0,04$) nach 5 Jahren und 0,86 ($\pm 0,05$) nach 7 Jahren (≤ 50 Jahre: 1,0 ($\pm 0,00$); 0,95 ($\pm 0,02$); 0,87 ($\pm 0,05$)) ($p=0,031$) (Abb. 3).

Zähne, die am Tag der ersten Wurzelkanalbehandlung eine Wurzelfüllung bekommen hatten, zeigten eine signifikant verringerte Überlebenswahrscheinlichkeit nach 3 Jahren von 0,96 ($\pm 0,04$), nach 5 Jahren von 0,78 ($\pm 0,1$) und nach 7 Jahren von 0,71 ($\pm 0,11$). Zähne, die in einer späteren Sitzung eine Wurzelfüllung erhielten, hatten eine Überlebenswahrscheinlichkeit nach 3 Jahren von 0,98 ($\pm 0,01$), nach 5 Jahren von 0,95 ($\pm 0,02$) und nach 7 Jahren von 0,89 ($\pm 0,03$) ($p=0,018$) (Abb. 4).

Die Analyse der Variablen Geschlecht der Patienten, Ausgangsbefund, DMF-T, D-T, M-T, Zahntyp, Pulpadiagnose, Anwendung von Wurzelstiften, Anwendung von Kofferdam, Füllungsmaterial, Art der prothetischen / konservierenden Versorgung, Zeitabstand zwischen

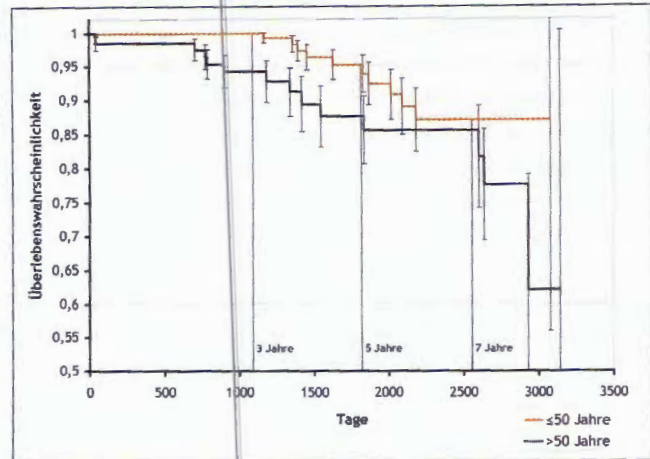


Abbildung 3 Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier, Ereignis: Verlust des Zahnes durch VRF stratifiziert nach Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn, Werte für Patienten >50 Jahre: 3 Jahre: 0,94; 5 Jahre: 0,88; 7 Jahre: 0,86; Werte für Patienten ≤ 50 Jahre: 3 Jahre: 1,0; 5 Jahre: 0,95; 7 Jahre: 0,87; ($p=0,031$); n=422.

Figure 3 Results of Kaplan-Meier survival estimator: loss of the tooth caused by VRF stratified by age of patient at the beginning of treatment, age >50 years: 3 years: 0,94, 5 years: 0,88, 7 years 0,86; age ≤ 50 years: 3 years: 1,0, 5 years: 0,95, 7 years 0,87; ($p=0,031$); n=422.

Wurzelfüllung und prothetisch/konservierender Versorgung, funktionelle Belastung des Zahnes und der Versicherungsstatus mit dem Kaplan-Meier-Verfahren hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Entstehen einer VRF.

Die Durchführung der Cox-Proportional Hazard Regression zur Testung der Unabhängigkeit der Variablen Alter und Zeitpunkt der Wurzelfüllung zeigte einen unabhängigen Einfluss dieser Variablen auf das Auftreten einer VRF (Tab. 3). Auch bei gleichzeitiger Berücksichtigung mittels Cox-Proportional Hazard Regression der im Vorabsatz genannten Variablen sind Alter der Patienten und Zeitpunkt der Wurzelfüllung ein signifikanter Risikofaktor für das Auftreten von VRF. Patienten älter als 50 Jahre haben ein 2,5fach erhöhtes Risiko eine VRF an endodontisch behandelten Zähnen zu entwickeln. Wird die Wurzelfüllung nicht am Tag der Wurzelkanalaufbereitung durchgeführt, ist das Risiko für VRF 1/3-mal niedriger.

4 • Diskussion

Diese Studie zeigt, dass das Auftreten von VRF abhängig ist vom Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn und dem Zeitpunkt der Wurzelfüllung. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass VRF unabhängig ist von der Anwendung von Wurzelstiften, vom Zahntyp und der postendodontischen prothetischen oder konservierenden Versorgung. Die vorliegende Untersuchung unterscheidet sich von bisherigen Publikationen zu VRF durch das Studiendesign, die Auswertung der Daten durch Kaplan-Meier-Überlebensschätzer und die Anwendung einer multivariaten Auswertung (Cox-Proportional Hazard Regression) [7, 8, 16, 20, 25, 26].

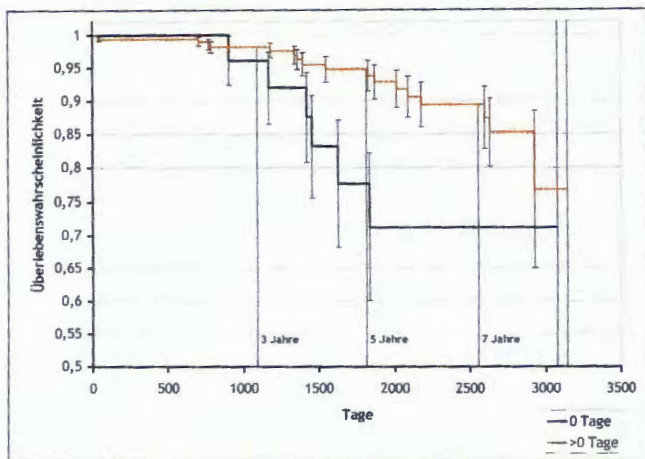


Abbildung 4 Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier, Ereignis: Verlust des Zahnes durch VRF stratifiziert nach Abstand zwischen Beginn der Wurzelbehandlung und der Wurzelfüllung, Werte für Patienten mit Abstand 0 Tage: 3 Jahre: 0,96; 5 Jahre: 0,78; 7 Jahre: 0,71; Werte für Patienten mit Abstand > 0 Tage: 3 Jahre: 0,98; 5 Jahre: 0,95; 7 Jahre: 0,89; (p=0,018); n=422.

Figure 4 Results of Kaplan-Meier survival estimator: loss of the tooth caused by VRF stratified time between root canal treatment and obturation, time = 0 days: 3 years: 0,96; 5 years: 0,78; 7 years: 0,71; time > 0 days: 3 years: 0,98; 5 years: 0,95; 7 years: 0,89, (p=0,018), n=422.

Das Risiko für VRF ist stark zeitabhängig. Die nach dem Kaplan-Meier-Verfahren geschätzte Überlebenswahrscheinlichkeit wurzelgefüllter Zähne bezogen auf das Risiko einer VRF beträgt in der vorliegenden Untersuchung nach 5 Jahren 0,93 und nach 7 Jahren 0,87 (Abb.2). Es gibt keine Vergleichsdaten zur Kinetik von VRF in der Literatur. In zwei deutschen Praxen betrug die auf alle endodontischen Komplikationen bezogene Überlebenswahrscheinlichkeit 0,82 respektive 0,86 [6]. Verschiedene Autoren geben in Fallsammlungen die mittlere Zeitdauer bis zum Auftreten einer VRF an. Diese Angaben stimmen mit den hier gefundenen Werten überein (47,3 Monaten) [8, 15]. In der vorliegenden Studie ist eine Häufung der VRF zwischen dem 3. und 5. Jahr nach Wurzelfüllung festzustellen, die mit Angaben anderer Autoren in Übereinstimmung steht, wonach die Hälfte der durch VRF bedingten Zahnverluste in den ersten 5 Jahren nach Wurzelfüllung auftreten [7, 8, 15]. Die hier beobachtete Häufung von VRF nach 3 Jahren könnte Autoren unterstützen, die eine Überbeanspruchung der Kompensationsmöglichkeiten der Wurzel ausgehend von der eigentlichen Kanalaufbereitung bis zur Wurzelfüllung des Zahnes zur Erklärung der Ätiologie der VRF diskutieren [14, 17, 18].

Ein Vergleich der Gesamthäufigkeit von VRF in untersuchten Populationen, wie sie von verschiedenen Autoren angegeben wird, ist nur unvollständig möglich, da die Beobachtungszeiträume sehr unterschiedlich sind [16, 20, 26]. Andere Studien beziehen sich auf eine Grundgesamtheit von extrahierten endodontisch behandelten Zähne und fanden hier Häufigkeiten von 4,3–33 % [20, 25]. Der Unterschied zum vorliegenden hohen Anteil VRF (24 VRF bei 49 Extraktionen bei n=422) könnte durch die erhöhte Fokussierung des Behandlers auf die Feststellung von VRF

Merkmal	Hazard Ratio	95 % - CI	p-Wert
Zeitabstand von Behandlungsbeginn bis Obturation (>0 Tage/ 0 Tage)	0,33	0,13 - 0,83	0,012
Altersgruppe (>50J/≤50J)	2,46	1,09 - 5,55	0,03
Test: Score, Statistic: 10,5596, D.F.: 2, p=0,0051			

Tabelle 3 Komplikationen nach Ende der endodontischen Behandlung.

Table 3 Findings after root canal treatment.

bei der Diagnose von endodontischen Misserfolgen, die Patientenselektion der Behandler anderer Studien bezogen auf die Indikation zur Extraktion und die dort wesentlich höheren Fallzahlen an extrahierten Zähnen erklärt werden [7, 25].

Übereinstimmend mit anderen Autoren wird festgestellt, dass Patienten mit VRF relativ häufiger in den Altersgruppen älter als 45–50 Jahren zu finden sind (Abb. 3) [8, 21, 22]. Der allgemeine nicht durch VRF verursachte endodontische Misserfolg wird dagegen als altersunabhängig beschrieben [1, 23, 20]. In der vorliegenden Studie hatten Patienten älter als 50 Jahre im Verhältnis zu jüngeren Patienten 1. weniger Zähne (p<0,05), 2. die behandelten Zähne waren überwiegend endständig bzw. nicht in der Zahnreihe (p<0,05), 3. die behandelten Zähne waren zu mehr als 1/3 zum Behandlungsbeginn überkront (p<0,05) und 4. die behandelten Zähne erhielten die Mehrheit der postendodontisch angefertigten Kronen (p<0,05). Statistisch konnten diese 4 Faktoren allerdings nicht das Auftreten von VRF verifizieren. Das erhöhte Risiko für VRF bei älteren Patienten könnte durch Zunahme und Schwierigkeit von konservierenden, endodontischen und prothetischen Restaurationen im Alter, altersbedingte Veränderungen an der Zahnhartsubstanz oder höhere funktionelle Belastung der verbliebenen Zähne bei zunehmendem Zahnverlust erklärbar sein [8, 21, 22].

Das Risiko für VRF in der untersuchten Patientengruppe erhöhte sich mit dem Durchführen einer sofortigen Wurzelfüllung in der ersten Behandlungssitzung (Abb. 4). In einer Nachuntersuchung von 251 Zähnen nach endodontischer Behandlung wird berichtet, dass kein Zahn mit direkter Wurzelfüllung in der durchschnittlich 74-monatigen Beobachtungszeit verloren ging. Allerdings wurden ausschließlich Zähne ohne vorherige Wurzelbe-

handlung untersucht [3]. In der Gruppe der Zähne mit VRF wurde bei 7 Zähnen eine Revision durchgeführt. Der Anteil der Revisionsbehandlungen im Gesamtuntersuchungsgut wurde nicht ermittelt. Die Entfernung einer alten Wurzelfüllung kann zu erhöhten Kräften im Wurzelkanal führen, die eine VRF initiieren könnten [18]. Schon eine einmalige Instrumentierung eines Kanals schwächt den Wurzelkanal bezogen auf VRF [4].

Die Art der konservierenden und prothetischen Restauration endodontisch behandelter Zähne hat nach diesen Untersuchungsdaten auf das Entstehen von VRF keinen Einfluss. Dies steht im Kontrast mit einer Vielzahl von Publikationen, die betonen, dass endodontisch behandelte Zähne ohne Überkronung ein bis zu 6fach erhöhtes Verlustrisiko tragen [1, 25]. Das Risiko einer VRF lässt sich übereinstimmend nicht durch Kronen vermindern [7, 8, 16, 22]. In einer Fallsammlung mit 25 Zähnen mit VRF war kein Schutz vor VRF durch Kronen oder Kompositrestaurationen zu erkennen, noch konnte festgestellt werden, dass Amalgamfüllungen die Überlebenszeit der Zähne verringern [15]. Es erscheint, dass VRF unabhängig von der Art der restaurativen Versorgung auftreten und sich somit von anderen endodontisch bedingten Zahnverlusten unterscheiden. Eine adäquate Restauration der Zähne insbesondere im Sinne einer Überkronung ist trotzdem angezeigt, um endodontisch behandelte Zähne vor Kronenfrakturen oder Reinfektion zu schützen [1, 6, 7, 8, 16, 20].

Der Verlust endodontisch behandelter Zähne bedingt durch das Einbringen von Wurzelstiften ist Gegenstand kontroverser Diskussionen. Wurzelstifte werden bezogen auf den Zahnverlust sowohl risikoverstärkend, wie risikovermindernd beschrieben [1, 24, 26]. Die vorliegenden Daten zeigen, dass in keinem Zahn mit VRF eine Stiftversorgung durchgeführt wurde. Wurzelstifte werden sowohl als Ursache einer VRF [5, 7, 16, 22] wie auch als nicht verursachend beschrieben [8, 15]. Morfis untersuchte 460 endodontisch behandelte überkronte Zähne, von denen 266 einen Wurzelstift hatten. Das Auftreten von VRF ist danach sowohl abhängig von der Insertion eines Stiftes, als auch von dessen Länge, nicht aber von der Art der Befestigung des Stiftes im Wurzelkanal (geschraubt/zementiert) [16]. Die untersuchten Zähne waren zumindest 3 Jahre in Kontrolle, es werden aber keine Angaben zur jeweiligen Beobachtungszeit oder zum Alter der Patienten gemacht. Das Alter und die Beobachtungszeit spielen jedoch beim Auftreten von VRF nach den hier dargestellten Daten eine wichtige Rolle.

Die Technik der Kanalaufbereitung (Apikale Box-Technik) und Wurzelfüllung (Standardtechnik) innerhalb des hier vorliegenden Patientenkollektivs war bei allen Patienten identisch. Die laterale Kondensation wird als Ursache für VRF bezeichnet, teils aus klinischen Beobachtungen [5, 16] oder Laboruntersuchungen [10, 13]. Eine Reihe von In-vitro-Untersuchungen belegen jedoch auch, dass die einwirkenden Kräfte während der Benutzung von Spreadern bei der lateralen Kondensation keine VRF erzeugen können [14, 19]. Weitere klinische Untersuchun-

gen bezogen auf VRF sollten insbesondere in Hinblick auf die Verbreitung der rotierenden Aufbereitung Gegenstand weiterer Forschungen sein.

Einzelne Zahntypen hatten in der vorliegenden Studie kein erhöhtes Risiko für VRF. In bisherigen Publikationen werden übereinstimmend Prämolaren und mesiale Wurzeln von unteren Molaren am häufigsten mit VRF beobachtet [2, 5, 7, 8, 15, 21, 22]. Als Ursache wird vermutet, dass Zähne mit einer schmalen Wurzel in mesiodistaler Richtung und einem bandförmigen oder nierenförmigen Pulparaum (typischerweise mesiale Wurzel untere Molaren, mesiobukkale Wurzel obere Molaren, Unterkiefer-Schneidezähne, obere Prämolaren) besonders empfindlich gegenüber Kräfteinwirkungen bei der Wurzelbehandlung insbesondere im apikalen Wurzel Drittel sind [10, 17, 21]. In verschiedenen In-vitro-Untersuchungen wird aber eine Abhängigkeit zwischen Wurzelstärke und der Kraft zur Entstehung einer VRF verneint [13]. Bei den hier dargestellten 24 VRF kann kein Unterschied bzgl. der Häufigkeit einzelner Zähne oder Zahngruppen zu der Kontrollgruppe (n=398) festgestellt werden. Die bisherigen Angaben verschiedener Autoren zum Risiko einzelner Zahntypen bzgl. VRF wurden auf der Basis von Fallsammlungen, Einzelbeobachtungen oder Extraktionsergebnissen getroffen, ohne den Vergleich mit einer Kontrollgruppe endodontisch behandelter Zähne ohne VRF vorzunehmen [5, 15, 21, 22].

Die Gründe für VRF wurden bisher nur in wenigen klinischen Studien eruiert, wobei prospektive Studien völlig fehlen. Ohne detaillierte Fallkontrollstudien oder prospektive Studien werden die Diskussionen über die Gründe von VRF durch Fallbeschreibungen oder Laboruntersuchungen dominiert bleiben.

DZZ

Literaturverzeichnis

1. Aquilino, S.A., Caplan, D.J.: Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 87(3), 256-63 (2002).
2. Chan, C.-P., Lin, C.-P., Tseng, S.-C., Jeng, J.-H.: Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 87(4), 504-507 (1999).
3. Cheung, G.S.: Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 93(5), 596-604 (2002).
4. Cobankara, F.K., Ungor, M., Belli, S.: The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. *J Endodont* 28(8), 606-609 (2002).
5. Cohen, S., Blanco, L., Berman, L.: Vertical root fractures - clinical and radiographic diagnosis. *J Am Dent Assoc* 134, 434-441 (2003).
6. Fritz, U., Kerschbaum, Th.: Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 54, 262-265 (1999).
7. Fuss, Z., Lustig, J., Katz, A., Tamse, A.: An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: Impact of operative procedures. *J Endodont* 27(1), 46-48 (2001).
8. Gher, M., Dunlap, R., Anderson, M., Kuhl, L.: Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 114, 174-177 (1987).
9. Hauelsen, H., Ratka-Krüger, P., Heidemann, D.: Diagnostik vertikaler Wurzelfrakturen endodontisch behandelter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 54(4), 249-252 (1999).
10. Holcomb, J.Q., Pitts, D.L., Nicholls, J.I.: Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endodont* 13(6), 277-284 (1987).
11. Kawai, K., Masaka, N.: Vertical root fracture treated by bonding fragments and rotational replantation. *Dent Traumatol* 18(1), 42-45 (2002).

12. Kramer, E.: Ursachen sagittaler Wurzelfrakturen an endodontisch behandelten Zähnen - eine Fallkontrollstudie. Masterarbeit O.v. Guericke-Universität Magdeburg/Akademie für Zahnärztliche Fortbildung Karlsruhe (2006).
13. Lam, P.P., Palamara, J.E., Messer, H.H.: Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endodont* 31(7), 529-532 (2005).
14. Lertchirakarn, V., Palamara, J.E., Messer, H.H.: Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endodont* 25(2), 99-104 (1999).
15. Llana-Puy, M.C., Forner-Navarro, L., Barbero-Navarro, I.: Vertical root fracture in endodontically treated teeth: a review of 25 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 92(5), 553-555 (2001).
16. Morfis, A.S.: Vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69(5), 631-635 (1990).
17. Okitsu, M., Takahashi, H., Yoshioka, T., Iwasaki, N., Suda, H.: Effective factors including periodontal ligament on vertical root fractures. *Dent Mater* 24(1), 66-69 (2005).
18. Rundquist, B.D., Versluis, A.: How does canal taper affect rootstresses? *Int Endod J* 39(3), 226-237 (2006).
19. Saw, L.H., Messer, H.H.: Root strains associated with different obturation techniques. *J Endodont* 21(6), 314-320 (1995).
20. Sjögren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G., Wing, K.: Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endodont* 16(10), 498-504 (1990).
21. Tamse, A., Fuss, Z., Lustig, J., Kaplavi, J.: An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endodont* 7(25), 506-508 (1999).
22. Testori, T., Badino, M., Castagnola, M.: Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *J Endodont* 19(2), 87-91 (1993).
23. Tronstad, L.: *Clinical Endodontics - A Textbook*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1991).
24. Valderhaug, J., Jokstad, A., Ambjornsen, E., Norheim, P.W.: Assessment of the periapical and clinical status of crowned teeth over 25 years. *J Dent* 25(2), 97-105 (1997).
25. Vire, D.E.: Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J Endodont* 17(7), 338-342 (1991).
26. Willershausen, B., Tekyatan, H., Krummenauer, F., Briseno Marroquin, B.: Survival rate of endodontically treated teeth in relation to conservative vs post insertion techniques - a retrospective study. *Eur J Med Res* 10, 204-208 (2005).

• **Korrespondenzadresse:**

Enno Kramer M.A.
 Am Galgenberg 9
 26506 Norden
 E-Mail: ejkramer@aol.com