

S. Parchami<sup>1</sup>, A. Jablonski-Momeni<sup>2</sup>, R. Frankenberger<sup>3</sup>, R. Stoll<sup>4</sup>

# Einfluss bestimmter Parameter auf das Überleben endodontischer Maßnahmen (eine retrospektive Studie)

*The influence of certain parameters on the survival of endodontic treatments (a retrospective study)*



S. Parchami

**Einführung:** Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie sollte der Einfluss verschiedener Parameter auf das Überleben von bleibenden Zähnen nach erfolgter Wurzelkanalfüllung untersucht werden.

**Methode:** Das Untersuchungsgut bildeten die Akten und Röntgenbilder aller Patienten, die im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg behandelt wurden und im Zeitraum 1998–2001 eine Wurzelkanalbehandlung an einem oder an mehreren Zähnen erhielten. Prädiktoren für Erfolg wie Homogenität, Länge und Zustand des periapikalen Gewebes wurden den Akten entnommen oder anhand der vorhandenen Röntgenbilder bewertet. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt und Gruppenvergleiche mit Hilfe des Log-Rank-Tests durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt. Als Erfolg wurden die Wurzelkanalfüllungen gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden. Als Misserfolg wurden Exzision oder jegliche Intervention an der jeweiligen Wurzelkanalfüllung gewertet.

**Ergebnisse:** Als Grundgesamtheit lagen der Studie 1.260 Wurzelkanalfüllungen zu Grunde. Molaren im Unterkiefer und Prämolaren im Oberkiefer stellten die Mehrheit der erfolgten Behandlungen dar. Für alle beurteilten Zähne mit endodontischen Maßnahmen ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 116 Monaten bei einer Beobachtungszeit von 138 Monaten. Es wurden insgesamt 108 Verluste verzeichnet. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes betrug die kumula-

**Introduction:** The aim of this retrospective study was to examine the influence of various parameters on the cumulative survival probability of permanent teeth following endodontic treatment.

**Methods:** Data were collected from the dental records and the control radiographs of root canal treatments which were carried out in 1998 to 2001 at the Dental School of the Philipps University of Marburg. Various parameters such as the condensation, the correct length and the periapical condition which affect the success or failure of endodontic therapy were recorded. The survival probability was demonstrated as Kaplan-Meier analysis and the intergroup differences were assessed with the log-rank test. The significance level was defined by  $\alpha = 0.05$ . Teeth which at the time of the last dental findings were still in situ were recorded as a success. Teeth which were extracted or had any intervention on the root canal filling were recorded as a failure.

**Results:** 1.260 root canal treatments were included. The molars in the mandible and the premolars in the maxilla were found to be the most frequently treated teeth. Following 138 months of survey, an average survival time of 116 months was found for all of the teeth with endodontic treatments. 108 teeth had been extracted. The evaluated root canal fillings showed an overall 10-year cumulative survival probability of  $p = 0.76$ . The periapical condition and condensation were found to influence the long-term success of root canal treatments significantly. Root canal fillings of the correct length had a better survival probability. The factor operator did not affect the long-term success significantly.

<sup>1</sup> Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung für Orofaziale Prothetik und Funktionslehre, Bereich für Zahnärztliche Propädeutik und Kiefer-Gesichts-Prothetik, Philipps Universität Marburg

<sup>2</sup> Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Funktionsbereich Kinderzahnheilkunde, Philipps Universität Marburg

<sup>3</sup> Abteilung für Zahnerhaltungskunde, Medizinisches Zentrum für ZMK, Philipps Universität Marburg

<sup>4</sup> James Cook University, Australia, School of Medicine & Dentistry / Cairns Campus, PO Box 6811, Cairns, QLD 4870, Australia

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 19.11.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 15.01.2013

**DOI** 10.3238/dzz.2013.0161-0169

tive Überlebenswahrscheinlichkeit  $p = 0,76$ . Es wurde eine signifikant höhere Überlebensdauer für Zähne mit röntgenologisch entzündungsfreiem periradikulären Gewebe als für Zähne, die eine periapikale Läsion aufwiesen, beobachtet. Für den Faktor „Kondensation“ ergab der Log-Rank-Test einen höchstsignifikanten Unterschied zwischen den optimal und suboptimal kondensierten Wurzelkanalfüllungen. Für den Faktor „Länge“ wurden ebenso die besseren Ergebnisse für die korrekten Längen festgestellt. Beim Faktor „Behandler“ wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen gefunden.

**Schlussfolgerung:** Die Entzündungsfreiheit des periradikulären Gewebes und eine optimale Kondensation der Wurzelkanalfüllung haben einen signifikant positiven Einfluss auf die Überlebensdauer endodontisch versorgter Zähne. Wurzelkanalfüllungen mit einer korrekten Länge weisen höhere Überlebensraten auf, während der Faktor „Behandler“ den Erfolg nicht signifikant beeinflusst.  
(Dtsch Zahnärztl Z 2013, 68: 161–169)

*Schlüsselwörter:* Wurzelkanalbehandlung, Wurzelkanalfüllung, Überlebensanalyse, Erfolg

**Discussion:** A healthy periapical condition and an optimal condensation have a significant influence on the survival rate of endodontically treated permanent teeth. The correct length of the root canal fillings affects the survival probability positively. The operator does not have a significant influence on the success of the treatment.

*Keywords:* root canal treatment, root canal filling, survival analysis, success

## Einleitung

Im Rahmen der zahnerhaltenden Behandlungsmaßnahmen kommt der Wurzelkanalbehandlung eine große Bedeutung zu. In den letzten Jahren ist eine Interessenzunahme der Bevölkerung an einem möglichst langen Erhalt der eigenen bleibenden Zähne zu beobachten. Die Extraktion stellt nicht mehr wie früher die bevorzugte Therapiemöglichkeit im Rahmen einer Schmerzbehandlung dar. Die Wurzelkanalbehandlung ist seit über 100 Jahren bekannt und wurde bereits in den 20er Jahren in der Literatur beschrieben [11]. Im Laufe der Zeit haben sich sowohl die Behandlungsmethoden als auch die Prognose verbessert bzw. es wurden neue Materialien eingeführt. Insgesamt ist das Spektrum der konservierenden Maßnahmen während der letzten Dekaden erheblich größer geworden. Langfristig erfolgreiche Behandlungen können nur erzielt werden, wenn der Behandler die praktischen und theoretischen Fertigkeiten beherrscht. Einer zunehmenden Nachfrage nach bestimmten Therapieformen steht deswegen immer der Bedarf einer suffizienten Ausbildung in diesem Bereich gegenüber. Aus diesem Grund gehört die Vermittlung der endodontischen Behandlungsmethoden zum festen Bestandteil

Jahr	Anzahl (Zähne)	Anteil (%)
1998	319	25,3
1999	252	20,0
2000	326	25,9
2001	363	28,8
<b>insgesamt</b>	<b>1260</b>	<b>100</b>

**Tabelle 1** Anzahl der Patienten im Erhebungszeitraum 1998–2001.

**Table 1** Number of patients between 1998 and 2001.

des klinischen Abschnittes der studentischen Ausbildung [24]. Ob eine Methode erfolgreich erlernt und durchgeführt wurde, lässt sich rückblickend anhand von Analysen der Qualität und der erzielten Erfolge feststellen [24].

Verschiedene Parameter können Einfluss auf die Überlebensdauer einer Wurzelkanalbehandlung haben. In der Literatur werden häufig Variablen wie der Zahntyp, die klinischen Symptome, die Größe der periapikalen Läsion, die Art der medikamentösen Einlage, die Aufbereitungstechnik, die Wandstän-

digkeit und apikale Extension sowie die Qualifikation von Behandler und die postoperative koronale Restauration diskutiert [1, 3, 8, 13, 16, 20, 21]. Langzeiterfolge für Wurzelkanalbehandlungen werden in der internationalen Literatur mit etwa 70–95 % angegeben [4, 19, 21]. In der vorliegenden retrospektiven Studie sollten Wurzelkanalfüllungen, welche in den Jahren 1998 bis 2001 in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg erfolgten, beurteilt werden. Aufbauend auf einer ähnlichen Untersuchung aus

2001 soll geprüft werden, ob sich durch verbesserte Lehre, Behandlungsmethoden und -bedingungen Änderungen an den Behandlungserfolgen ergeben. Der Einfluss verschiedener erfolgsbestimmender Parameter auf das Überleben der Wurzelkanalbehandlungen sollte ebenfalls untersucht werden. Hierbei wurde allerdings auf Parameter zurückgegriffen, die zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung vorlagen. Eine Berücksichtigung von späteren Faktoren wie zum Beispiel Qualität der koronalen Restauration war nicht möglich.

## Material und Methode

Bei dieser retrospektiven Studie wurden die Daten aus den Patientenkarten und den vorhandenen Röntgenbildern der Abteilung für Zahnerhaltung in der Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg übernommen (Zeitraum 1998 bis 2001).

Persönliche Daten wie Name, Geschlecht, Geburtsdatum und das Patientenalter zum Zeitpunkt der Behandlung und Wurzelkanalfüllung wurden bei der Einsicht in die Patientenakte erfasst. Zum Zeitpunkt der Trepanation wurden die Zahngruppe und das Datum der Trepanation festgestellt. In die Studie wurden nur Zähne der bleibenden Dentition aufgenommen. Im Falle des Vorhandenseins mehrerer Wurzelkanalbehandlungen bei einem Patienten wurde jeder Zahn einzeln betrachtet. Wurde eine Wurzelkanalfüllung revidiert und innerhalb des Untersuchungszeitraums erneut eingebracht, wurde die Revision als eigener Fall aufgenommen. Insgesamt wurden  $n = 1.260$  (100 %) Zähne erfasst. Zusätzlich wurde dokumentiert, welcher Behandler (Studierende, Zahnärzte, Endodontologen) die Wurzelkanalfüllung durchgeführt hat. Als Endodontologen wurden hier Zahnärzte mit dem Behandlungsschwerpunkt Endodontie betrachtet.

Mittels vorhandener Röntgenaufnahmen erfolgte die Klassifikation für die Kondensationsqualität als optimal oder suboptimal. Radiologisch betrachtet wurde ein homogen gefüllter Wurzelkanal mit einer wandständigen Füllung als eine Wurzelkanalfüllung mit optimaler Kondensation eingestuft. Inhomogen gefüllte Wurzelkanäle ohne Randdichtigkeit, bei denen röntgenolo-

Zähne	OK (%)	UK (%)	Summe (%)
Inzisivi	13,1	2,7	15,8
Eckzähne	7,6	7,4	15
Prämolaren	18,2	16	34,2
Molaren	16,6	18,4	35
insgesamt	55,5	44,5	100

**Tabelle 2** Verteilung der behandelten Zähne auf die verschiedenen Zahngruppen.

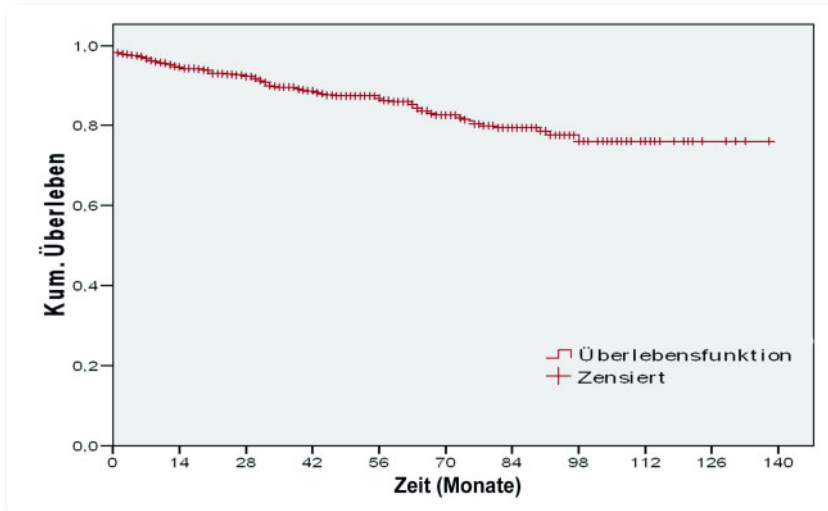
**Table 2** The distribution of the treated teeth in different tooth groups.

gisch teilweise keine apikale Abdichtung sichtbar war, wurden als Wurzelkanalfüllungen mit einer suboptimalen Kondensation definiert. Die Länge der Wurzelkanalfüllungen wurde als optimal, zu lang oder zu kurz beurteilt. Diese Einteilung erfolgte ebenfalls röntgenologisch. Optimal war die Länge einer Wurzelkanalfüllung, wenn diese 0,5–1,5 mm vor dem röntgenologischen Apex endete. Beim Vorliegen einer Überstopfung oder bei einem Abstand von weniger als 0,5 mm von der radiologischen Wurzelspitze wurde die Wurzelkanalfüllung als zu lang bezeichnet. Wenn die Wurzelkanalfüllung eine Diskrepanz von mehr als 1,5 mm zu der Arbeitslänge hatte, war sie zu kurz.

Der Zustand des periapikalen Gewebes wurde mit dem von *Reit* und *Gröndahl* [18] eingeführten „Periapical Probability Index“ (PRI) untersucht. Dieser basiert nicht auf der Unterteilung periapikaler Läsionen in verschiedenen Größen. Es wird lediglich die Einteilung getroffen, ob eine solche Läsion vorliegt oder nicht. Ursprünglich wurden insgesamt 5 Gruppen unterschieden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit bei der Auswertung der Ergebnisse wurden die Gruppen PRI = 1 (definitiv keine Läsion endodontischen Ursprungs) und PRI = 2 (wahrscheinlich keine Läsion endodontischen Ursprungs) als die Gruppe ohne apikale Läsion und die Gruppen PRI = 4 (wahrscheinlich periapikale Knochenläsion) und PRI = 5 (definitiv periapikale Knochenläsion) als die Gruppe mit einer apikalen Läsion zusammengefasst. Eine Auswertung für die

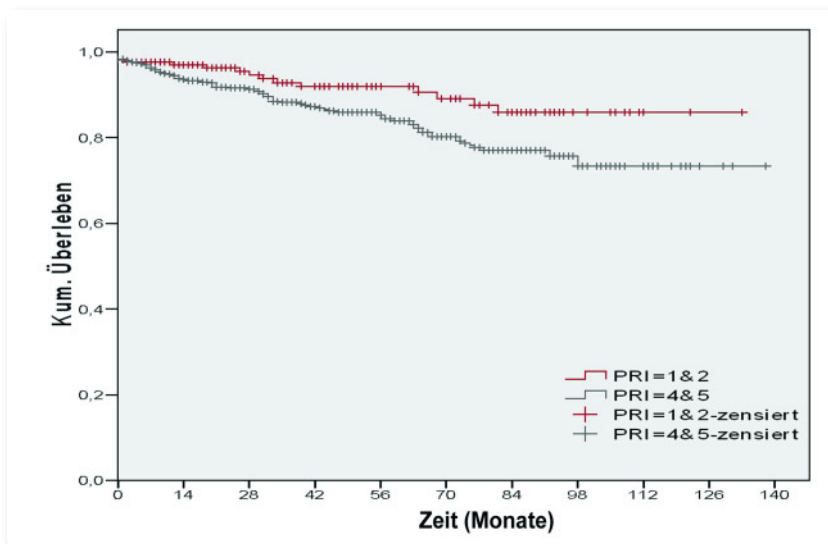
Gruppe PRI = 3 (periapikale Läsion nicht beurteilbar) erfolgte nicht und Vergleiche mit dieser Gruppe wurden auch nicht angestrebt. Alle Röntgenaufnahmen wurden hinsichtlich Länge, Kondensationsqualität und Zustand des Periapex von einem abteilungsfremden Untersucher ausgewertet. Dieser erhielt vor Beginn der Studie eine Kalibrierung durch einen erfahrenen Kollegen. Ausgewertet wurden lediglich Zahnfilmaufnahmen. Digitale Aufnahmen wurden an einem für die Befundung zugelassenen Bildschirmarbeitsplatz ausgewertet, analoge Aufnahmen wurden mittels eines horizontalen Filmbetrachters mit Lupenhilfe (Fadenzähler) ausgewertet.

Die Zeit in situ wurde als der Zeitabstand zwischen dem Tag der Wurzelkanalfüllung und der letzten Untersuchung in situ in Monaten definiert. Als Orientierung diente der Tag der definitiven Wurzelkanalfüllung oder der Tag, an dem der Zahn extrahiert wurde oder eine Wurzelspitzenresektion erhielt. Als Erfolg (Zensus) wurden die Wurzelkanalfüllungen gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden. Als Misserfolg (Event) wurde die Extraktion oder jegliche Intervention an der jeweiligen Wurzelkanalfüllung gewertet. Die erhobenen Daten wurden zunächst auf einem Protokollblatt notiert und für die Auswertung in das Programm SPSS 15.0 übertragen. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt [6]. Für Grup-



**Abbildung 1** Kaplan-Meier Kurve der kumulativen Überlebensfunktion aller Wurzelkanalfüllungen (n = 1.260).

**Figure 1** Kaplan-Meier curve of the cumulative survival probability for all root-canal-fillings (n = 1.260).



**Abbildung 2** Kaplan-Meier Kurve der kumulativen Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Ausgangssituation des Periapex“.

**Figure 2** Kaplan-Meier curve of the cumulative survival probability according to the "initial situation of periapex".

penvergleiche wurde der Log-Rank-Test angewendet. Als Signifikanzniveau wurde  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

**Ergebnisse**

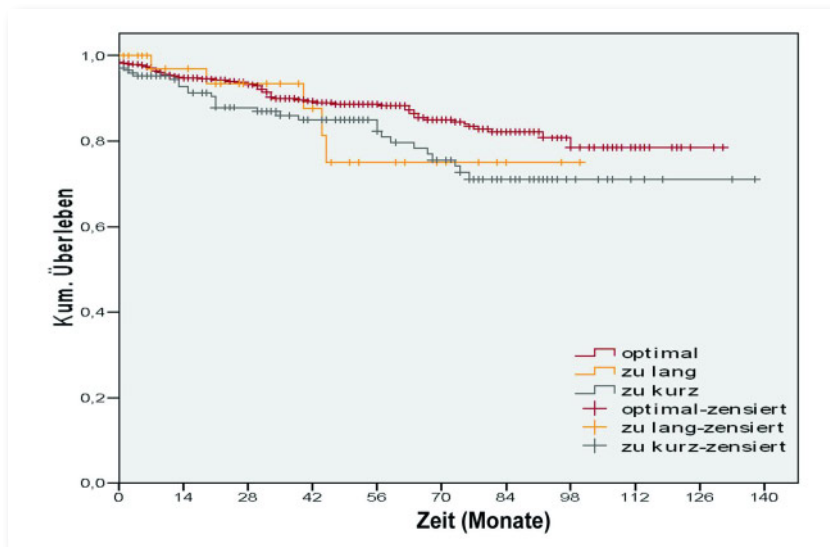
Als Gesamtheit lagen den Berechnungen n = 1.260 (100 %) wurzelkanalgefüllte Zähne zu Grunde (Tab. 1). Die Ge-

schlechterverteilung war mit n = 594 Frauen (47,1 %) und n = 666 Männern (52,9 %) annähernd ausgeglichen. Es wurde festgestellt, dass mit 55,5 % die Anzahl der durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen im Oberkiefer leicht größer war als im Unterkiefer mit 44,5 %. Molaren im Unterkiefer und Prämolaren im Oberkiefer ließen sich mit jeweils 18,4 % und 18,2 % der Mehrheit

der erfolgten Wurzelkanalbehandlungen zuordnen (Tab. 2). Der Beobachtungszeitraum lag bei den auswertbaren Behandlungen zwischen 0 und 138 Monaten, der Mittelwert bei 28,52 Monaten. Für alle Wurzelkanalfüllungen (n = 1.260) ergab sich eine mittlere Überlebenszeit von 116 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 112 bis 120 Monaten. Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 108 Verluste verzeichnet. Der letzte Verlust trat nach 98 Monaten ein. Zu diesem Zeitpunkt betrug die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit  $p = 0,76$  (Abb. 1). Zusätzlich wurde die Überlebensdauer nach 35 sowie nach 75 Monaten berechnet und mit  $p = 0,89$  und  $p = 0,81$  festgelegt. Für die Gruppe ohne apikale Läsion (n = 293) ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 120 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 114 bis 126 Monaten. Für die Gruppe mit apikaler Läsion (n = 932) lag die mittlere Überlebensdauer bei 113 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 109 bis 118 Monaten. Im Log-Rank-Test wurde ein höchstsignifikanter Unterschied zwischen diesen 2 Gruppen festgestellt ( $p = 0,017$ ) (Abb. 2). Bei den verbleibenden 35 Röntgenbildern konnte die periapikale Region nicht beurteilt werden.

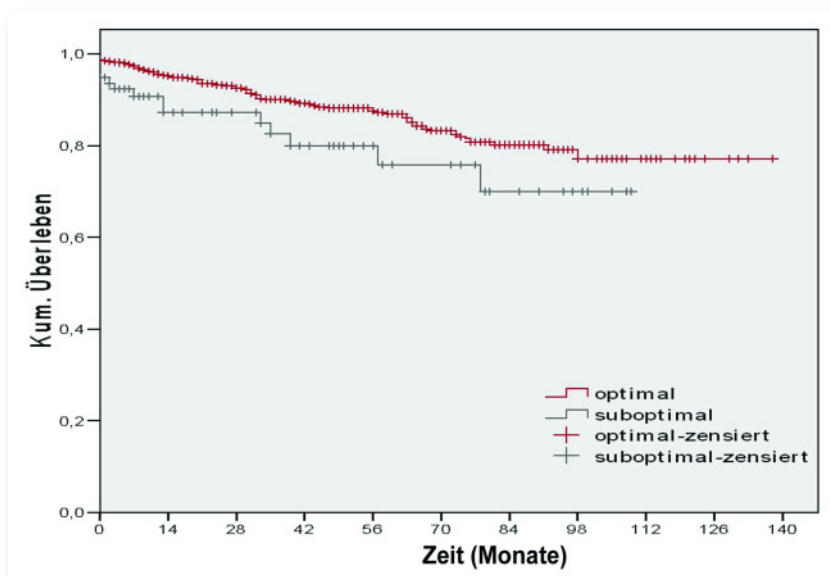
Die Wurzelkanalfüllungen wiesen in n = 920 Fällen (73 %) eine optimale Länge auf. In n = 64 Fällen (5,1 %) waren diese zu lang. Bei n = 247 Auswertungen (19,6 %) lagen zu kurze Wurzelkanalfüllungen vor. In 29 Fällen (2,3 %) konnte die Länge der Wurzelkanalfüllungen nicht eindeutig beurteilt werden. Die zu kurzen Wurzelkanalfüllungen hatten eine mittlere Überlebensdauer von 109,5 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 101 bis 118 Monaten. Bei den Wurzelkanalfüllungen mit optimaler Länge lag die mittlere Überlebensdauer bei 113 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 109 bis 117 Monaten. Für zu lange und überstopfte Wurzelkanalfüllungen ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 84 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 71 bis 96 Monaten. Der Log-Rank-Test zeigte für diese 3 Gruppen keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,060$ ), der p-Wert zeigte jedoch einen starken Trend an (Abb. 3).

**Hinweis zu den Abbildungen 1–5:** Daten werden zensiert, wenn Ereignisse vor der Überwachungsperiode (links-zensiert) begannen oder danach (rechts-zensiert) endeten.  
**Notification according to figure 1–5:** Data had been censored if results started before observation period (left-censored) or ended afterwards (right-censored)



**Abbildung 3** Kaplan-Meier Kurve der kumulativen Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Länge der Wurzelkanalfüllung“.

**Figure 3** Kaplan-Meier curve of the cumulative survival probability according to the “length of the root-canal-filling”.



**Abbildung 4** Kaplan-Meier Kurve der kumulativen Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation der Wurzelkanalfüllung“.

**Figure 4** Kaplan-Meier curve of the cumulative survival probability according to the “condensation of the root-canal-filling”.

Der Anteil optimal und homogen kondensierter Wurzelkanalfüllungen lag mit  $n = 1.104$  (87,62 %) deutlich über dem Anteil der inhomogen kondensierten oder nicht beurteilbaren Wurzelkanalfüllungen.  $N = 129$  (10,24 %) der Wurzelkanalfüllungen waren suboptimal kondensiert. Die Röntgenbilder von

$n = 27$  (2,14 %) Fällen fehlten oder waren nicht beurteilbar. Für optimal kondensierte Wurzelkanalfüllungen ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 117 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 113 bis 121 Monaten. Die suboptimal kondensierten Wurzelkanalfüllungen hatten eine mittlere

Überlebensdauer von 86 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 76 bis 96 Monaten. Durch den Log-Rank-Test wurde mit  $p = 0,01$  für diese 2 Gruppen ein höchst signifikanter Unterschied festgestellt (Abb. 4).

Mit  $n = 896$  endodontisch behandelten Zähnen (71,1 %) überwog der Anteil studentischer Behandlungen deutlich gegenüber den Zähnen, die jeweils von approbierten Zahnärzten ( $n = 223$  [17,7 %]) und Endodontologen ( $n = 141$  [11,2 %]) behandelt wurden. Für die studentischen Behandlungen ergab sich eine mittlere Überlebensdauer von 112 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 108 bis 117 Monaten. Wurzelkanalfüllungen, die von den approbierten Zahnärzten der Abteilung für Zahnerhaltung durchgeführt wurden, wiesen eine mittlere Überlebensdauer von 119 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 111 bis 126 Monaten auf. Die von Endodontologen durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen hatten eine mittlere Überlebensdauer von 106 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 96 bis 116 Monaten. Der Log-Rank-Test zeigte für die verschiedenen Behandler keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,408$ ) (Abb. 5).

## Diskussion

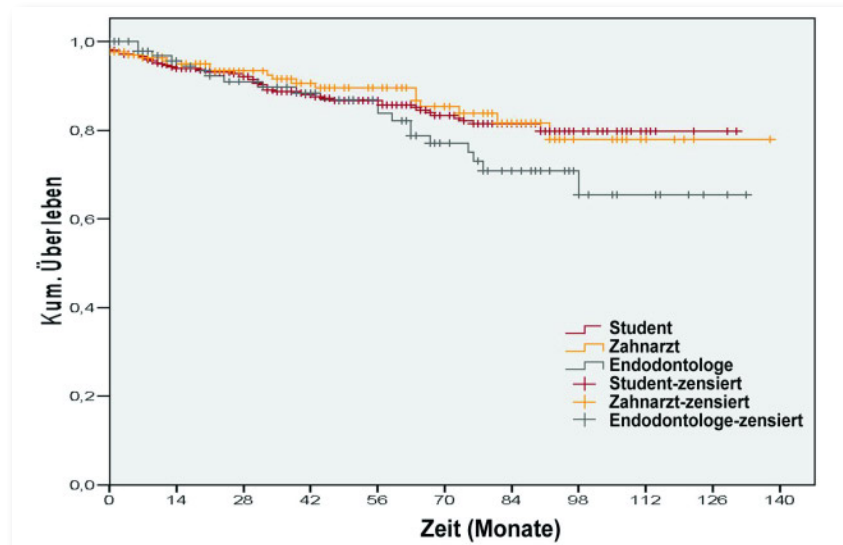
In der vorliegenden Arbeit wurde der Zahn als die kleinste Untersuchungseinheit definiert. Sie stimmt mit der Untersuchungseinheit vergleichbarer Studien überein [26]. Diese Einteilung erscheint gegenüber der von anderen Autoren [5, 21] gewählten Unterteilung nach Wurzelkanälen sinnvoller, da ein möglicher Misserfolg nicht immer sicher einer Wurzel bzw. einem Kanal zugeordnet werden kann. Außerdem kann auch ein Misserfolg an nur einer Wurzel im schlimmsten Fall zum Verlust des ganzen Zahnes führen. Das Vorhandensein eines hohen Anteils erfolgreich behandelte mehrwurzeliger Zähne kann möglicherweise zu einer positiven Beeinflussung der Ergebnisse führen, wenn die Wurzel als kleinste Einheit für eine Studie gewählt wird [12]. Mit 1.260 Wurzelkanalbehandlungen lag die Anzahl der untersuchten Zähne jedoch deutlich

**Hinweis zu den Abbildungen 1–5:** Daten werden zensiert, wenn Ereignisse vor der Überwachungsperiode (links-zensiert) begannen oder danach (rechts-zensiert) endeten.  
**Notification according to figure 1–5:** Data had been censored if results started before observation period (left-censored) or ended afterwards (right-censored)

über der einiger anderer Arbeiten [4, 15]. Das wichtigste Erfolgskriterium bei der vorliegenden Studie war der Bestand des wurzelkanalbehandelten Zahnes zum Zeitpunkt der Untersuchung, ohne auf die eventuell vorhandenen subjektiven Beschwerden des Zahnes, den röntgenologischen Zustand der apikalen Region oder parodontale Probleme zu achten. Dies erklärt den positiven Einfluss auf die Erfolgszahlen der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Arbeiten. Allerdings sind aufgrund der unterschiedlichen Erfolgs- und Misserfolgskriterien in der Literatur die Ergebnisse verschiedener Arbeiten nicht ohne weiteres zu vergleichen. Für die Klassifikation in „Erfolg“ und „Misserfolg“ in der vorliegenden Studie wurden nur Patientendaten herangezogen. Klinische Parameter wie die Schmerzfreiheit oder die radiologische Beurteilung der apikalen Region im Anschluss an dem Beobachtungszeitraum wurden nicht angewandt. Die gewählten Kriterien für Erfolg und Misserfolg waren im Vergleich zu einigen anderen Arbeiten, die den Behandlungserfolg als solchen analysierten [4, 15], verhältnismäßig weit gefasst. Gemäß einer Meta-Analyse von Lewsey et al. beträgt die Differenz zwischen einem strengen Kriterium (z.B. vollständige Heilung des Periapex) und einem schwachen Kriterium (z.B. unvollständige Heilung des Periapex) bei der Erfolgswahrscheinlichkeit  $p = 0,08$  [11].

Retrospektive Studien zur Überlebensdauer haben stets das Problem der Ausfälle (Patienten, welche nicht zu Nachuntersuchungen erscheinen). Hierdurch sinkt die durchschnittliche Beobachtungszeit, die in unserer Studie im Mittelwert bei 28,52 Monaten bei einer Beobachtungszeit von etwa 2 Jahren lag. Für retrospektive Studien ist dies ein üblicher Wert. Um statistisch valide Ergebnisse zu erhalten, sollte in dieser Situation auf eine genügend hohe Gruppengröße von über 1.000 Fällen geachtet werden [26].

Einer der wesentlichen Faktoren für den Erfolg einer Wurzelkanalfüllung ist die Entzündungsfreiheit des periapikalen Gewebes. Diese kann indirekt durch An- oder Abwesenheit von Knochenläsionen im Röntgenbefund bestätigt werden. Beim von Reit und Gröndahl [18]



**Abbildung 5** Kaplan-Meier Kurve der kumulativen Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“.

**Figure 5** Kaplan-Meier curve of the cumulative survival probability according to the „operator“.

(Tab. 1 u. 2, Abb. 1–5: S. Parchami)

eingeführten „Periapical Probability Index“ (PRI) wird lediglich die Einteilung getroffen, ob eine apikale Knochenläsion vorliegt oder nicht. Dieser Index wurde für die röntgenologische Betrachtung der apikalen Region der Ausgangsbilder in dieser Studie verwendet. In der internationalen Literatur wurde bei vielen Studien einheitlich das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein einer periapikalen Läsion als ein Faktor betrachtet, der den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung signifikant beeinflusst [23, 26]. Das Ergebnis der vorliegenden Studie stimmt mit dem der erwähnten Arbeiten überein. Es ist von großer Bedeutung, welcher Betrachter die Auswertung der Röntgenbilder übernimmt. Unterschiedliche Betrachter könnten verschiedene Bewertungskriterien haben. Unbeteiligte Betrachter sind neutraler und kritischer. Sjögren et al. [21] ließen in einer Untersuchung alle Röntgenbilder von verschiedenen Personen zu unterschiedlichen Zeitpunkten beurteilen. Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Röntgenbilder zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns angefertigt und von nur einem kalibrierten Betrachter ausgewertet, der überdies kein Mitarbeiter der Abteilung für Zahnerhaltung war und somit als unabhängig und neutral angenommen werden kann. Reit

[17] gibt zu bedenken, dass nicht alle periapikalen Knochenläsionen röntgenologisch sichtbar sind. Es muss also davon ausgegangen werden, dass besonders ein Teil der als „apikal nicht beteiligt“ gewerteten Zähne methodisch bedingt nicht korrekt beurteilt wurde [24].

In dieser Studie wurde die Länge der Wurzelkanalfüllung nach röntgenologischer Betrachtung beurteilt. Deshalb sollte versucht werden durch standardisierte Röntgenmethoden die Fehlerquellen möglichst klein zu halten oder im besten Fall auszuschließen. Aufnahmebedingte Projektionsfehler können zu falschen Ergebnissen führen [24]. Wenn das Röntgenbild zum Beispiel verzerrt ist, kann die Länge der Wurzelkanalfüllung nicht korrekt bestimmt werden, da diese auch verzerrt erscheint. Bei mehrwurzeligen Zähnen wäre es von Vorteil exzentrische Bilder vorliegen zu haben, da nur auf solchen Bildern alle vorhandenen Kanäle in gesamter Länge sichtbar werden. Dementsprechend ließen Sjögren et al. [21] bei ihren Untersuchungen exzentrische Bilder machen, um damit die falsch-positiven Ergebnisse zu vermeiden. In der vorliegenden Studie wurden aber die Kontrollaufnahmen der Wurzelkanalfüllungen nur in einzelnen Fällen exzentrisch angefertigt. Diese Tatsache

**Hinweis zu den Abbildungen 1–5:** Daten werden zensiert, wenn Ereignisse vor der Überwachungsperiode (links-zensiert) begannen oder danach (rechts-zensiert) endeten.  
**Notification according to figure 1–5:** Data had been censored if results started before observation period (left-censored) or ended afterwards (right-censored)

kann die korrekte Beurteilung der Länge erschwert und damit das Ergebnis beeinflusst haben. Das in bisherigen Studien übliche Intervall von 0–2 mm für das Kriterium „korrekte Länge“ wurde dahingehend geändert, dass wir Wurzelkanalfüllungen, die genau bis zum röntgenologischen Apex reichen bereits als überstopft definieren. Hierbei wird die Zahl der Wurzelkanalfüllungen mit „korrekter Länge“ eingeschränkt, was bei Vergleichen mit anderen Studien berücksichtigt werden muss.

Als Maß für den Kondensationsgrad wurde die Homogenität der Wurzelkanalfüllung angenommen. Die Kondensation wurde in die 2 Gruppen optimal und suboptimal eingeteilt. Es kann nur röntgenologisch untersucht werden, ob eine ausreichende Homogenität vorliegt [27]. Da die vorhandenen Röntgenbilder aber nur eine zweidimensionale Darstellung des dreidimensionalen Wurzelkanals zeigten, waren bei dieser Methode falsch-positive oder falsch-negative Ergebnisse nicht ausgeschlossen [24]. Bei Untersuchungen von *Stoll* et al. [26] war der Einfluss der Qualität (korrekte Länge und homogene Kondensation) auf den Behandlungserfolg signifikant. In der vorliegenden Studie kamen wir teilweise zum gleichen Ergebnis und stellten die Auswirkung der Kondensation auf den Behandlungserfolg auch als signifikant fest. Die Signifikanzgrenze bei den Längengruppen wurde nur knapp verfehlt, zeigte mit  $p = 0,06$  jedoch einen starken Trend an. Eine mögliche Ursache hierfür könnten die Diskrepanzen bei der Gruppengröße darstellen. In einer Studie von *Kojima* et al. [8], welche den Einfluss verschiedener Parameter auf die Prognose endodontischer Behandlungen untersuchte, wurden jeweils zwischen der Gruppe der Wurzelkanalfüllungen mit korrekter Länge ( $< 2$  mm vom röntgenologischen Apex) und den Gruppen der Wurzelkanalfüllungen mit einer Über- oder Unterextension signifikante Unterschiede festgestellt. Bei einer Meta-Analyse von *Schaeffer* et al. [22] zur Festlegung der optimalen Länge einer Wurzelkanalfüllung wurden ähnlich wie in unserer Arbeit keine signifikanten Unterschiede der Überlebensraten zwischen verschiedenen Gruppen in Zusammenhang mit der Länge der Wurzelkanalfüllung nachgewiesen. In allen 3 Untersuchungen aber hatte die Gruppe mit der korrekten

Länge die besseren Erfolgsquoten, gefolgt von der Gruppe mit zu kurzen Wurzelkanalfüllungen. Eine Überextension führte in jedem Fall zu schlechten Ergebnissen [8, 22, 26]. Die Qualität einer Wurzelkanalfüllung wird wie schon erwähnt durch die beiden Faktoren Länge und Kondensation bestimmt. *Sjögren* et al. [21] kamen zu dem Ergebnis, dass homogen gefüllte Kanäle mit 67 % Erfolgsquote besser abschneiden als inhomogen gefüllte (31 % Erfolgsquote). Besonders deutlich wird die Diskrepanz in der Studie von *Kerekes* und *Tronstad* [7]. Sie berichten über eine Erfolgsquote von 93 % für homogen gefüllte Wurzelkanäle, jedoch nur über 28 % Erfolg bei inhomogen gefüllten Kanälen.

In der vorliegenden Studie erfolgte die Einteilung der Behandler in 3 Gruppen, den Studierenden, den approbierten Zahnärzten und den Kollegen mit endodontischem Behandlungsschwerpunkt (Endodontologen). 71,1 % der untersuchten Wurzelkanalfüllungen wurden von den Studenten, 17,7 % von den approbierten Zahnärzten und 11,2 % von Endodontologen durchgeführt. Die Erfolgsquoten waren bei den approbierten Zahnärzten nahezu gleich, aber bei der Gruppe der Endodontologen lag dieser Wert überraschend darunter. In dieser Arbeit war der Unterschied zwischen den 3 Gruppen mit  $p = 0,408$  nicht signifikant. Die Vermutung *Schröders* [25] und *Moussa-Badran* [13], studentische Arbeiten könnten erheblich schlechtere Erfolgschancen haben als die von examinieren Zahnärzten, konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Es stellt sich die Frage, ob man das vorhandene Ergebnis der ersten Gruppe allein den Studenten gutschreiben kann. In den Studentenkursen ist die intensive Aufsicht der Studenten durch die erfahrenen Zahnärzte der Abteilung ein fester Behandlungsbestandteil. Im vorliegenden Untersuchungszeitraum waren sowohl die Zahnärzte als auch die Endodontologen der Abteilung intensiv in die Kursaufsicht involviert. Es kann behauptet werden, dass die Betreuung von etwa 30 % der Studenten durch die Endodontologen erfolgte. Damit hat diese Behandlungsgruppe auch einen unverzichtbaren Einfluss auf die Erfolgsraten der von den Studenten durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen. Abgesehen davon wurde die Trepanation der meisten Zähne, die vor allem bei Molaren ei-

nen komplizierten Behandlungsschritt darstellt, bereits von erfahrenen Kollegen durchgeführt. Es ist daher denkbar, die Ergebnisse der Gruppe der Studenten als eine Zusammenarbeit zwischen den 3 Behandlergruppen zu betrachten. Wie in vielen veröffentlichten Studien auch, erwartet man bei den von Endodontologen durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen ein hoch qualitatives und langlebiges Ergebnis. *Peak* [15] allerdings definiert die Erfolgsquote der approbierten Zahnärzte mit 85 % vergleichbar mit den Ergebnissen der Endodontologen. Dieses Ergebnis ist mit dem der vorliegenden Studie vereinbar. Aber die niedrigere Überlebenswahrscheinlichkeit in der Gruppe der Endodontologen ist nicht erwartungsgemäß. In der vorliegenden Studie waren auch Zähne mit komplizierten Wurzelverhältnissen und komplizierter Wurzelanatomie, wie z.B. starken Krümmungen der Wurzeln, Obliterationen oder apikalen Stopps, sowie Weisheitszähne und Revisionen im Nachuntersuchungsgut enthalten. Damit enthielt diese Arbeit einen nicht unerheblichen Anteil von Zähnen, die in anderen Studien aufgrund definierter Ausschlusskriterien gar nicht erst mit einbezogen wurden [12], aber bei dieser Arbeit mitbeurteilt und zum größten Teil von Endodontologen behandelt wurden.

Die Tatsache, dass die Endodontologen die Behandlung der schwierigeren Zahntypen übernahmen, spielte bei den Ergebnissen eine Rolle. In der Betrachtung der Endodontologenfälle wurde festgestellt, dass es sich überwiegend um Molaren handelte. Die Anzahl der behandelten Molaren überragte mit 71,44 % die der übrigen Zahngruppen mit jeweils 14,28 %.

Der Zahntyp als Variable wurde in der Literatur bei unterschiedlichen Studien untersucht. Dabei wurde den Molaren als mehrwurzelige Zähne – wenn gleich auch nicht immer in einem signifikanten Ausmaß – eine schlechtere Erfolgsprognose zugeordnet. Wurzelkanalbehandelte Molaren (Extraktionsrate: 5,75 %) mussten bei *Lazarski* et al. [9] in den ersten beiden Beobachtungsjahren wegen eines endodontischen Misserfolgs signifikant häufiger als Frontzähne (Extraktionsrate: 5,05 %) und Prämolaren (Extraktionsrate: 5,53 %) extrahiert werden. Die vermehrte Anzahl von Wurzeln und die komplizierte Wurzelanatomie zum Einen, so-

wie deren Lokalisation in den dorsalen Kieferbereichen zum Anderen erhöhen den Schwierigkeitsgrad solcher Wurzelkanalbehandlungen. Die Molaren haben mehr als einen Kanal und weisen sehr häufig akzessorische Kanäle auf, die schwierig aufzufinden und abzufüllen sind. Krümmungen, Obliterationen und apikale Stopps sind realistische Probleme, mit denen in der vorliegenden Studie meistens die Endodontologen als Behandler besonders bei den Seitenzähnen sehr oft konfrontiert wurden. Bei den Molaren sind die schlechte Lage der Zugangskavität und die erschwerte Einsicht in die Kanaleingänge aufgrund der dorsalen Lokalisation der Zähne meistens nicht vermeidbar. Die Revision einer Wurzelkanalbehandlung erschwert in der Regel den Behandlungsablauf und hat dadurch einen negativen Einfluss auf die Erfolgsaussichten dieser Behandlung. Löst et al. [12] berichten in ihrer Studie von einem 1½- bis 2-fach höheren Misserfolgsrisiko bei Revisionen im Vergleich zu Initialbehandlungen. Bei 28,57 % der Gesamtbehandlungen unserer Untersuchung handelte es sich um eine Revision. Es ist zu berücksichtigen, dass im klinischen Alltag eines Ausbildungsbetriebes eine Patientenselektion zu Ungunsten der Endodontologen stattfindet, welche häufiger schwierige Fälle und komplexe Revisionen, also risikoreiche Behandlungen, durchführen. Dies würde die höheren Verlusten der

von Endodontologen behandelten Zähne erklären.

Bei der vorliegenden Studie wurde ein bewährtes Studiendesign von Stoll et al. [26] mit leichten Veränderungen neu aufgelegt, um zu überprüfen, ob sich die Qualität der Wurzelkanalfüllungen nach 10 Jahren verändert hat. Untersucht wurden bei der Studie von Stoll et al. [26]  $n = 914$  Fälle in einem Beobachtungszeitraum von 0 bis 124 Monate. Die mittlere Überlebenszeit betrug 104 Monate, während die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit bei  $p = 0,74$  lag. In der vorliegenden Studie wurde in einem größeren Beobachtungszeitraum (0 bis 138 Monate) eine höhere Überlebenszeit (116 Monate) festgestellt. Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit lag mit  $p = 0,76$  leicht über derjenigen der vorangegangenen Studie. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in der aktuellen Untersuchung eine deutlich höhere Fallzahl ( $n = 346$  Fälle mehr, +37 %) erfasst werden konnten, kann angenommen werden, dass die Ausbildungsqualität durch die verbesserte Lehre, Behandlungsmethoden und -bedingungen zumindest eine leicht steigende Tendenz anzeigt.

### Fazit

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung ist von bestimmten Parametern ab-

hängig. Die Entzündungsfreiheit der Wurzelregion und eine optimale Kondensation der Wurzelkanalfüllung zeigten in dieser Arbeit einen signifikant positiven Einfluss auf die Überlebensdauer endodontisch versorgter Zähne. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung stand in direktem Zusammenhang mit der korrekten Länge der Wurzelkanalfüllung, während der Faktor „Behandler“ das Überleben einer Wurzelkanalfüllung nicht signifikant beeinflusste.

Ob eine Behandlungsmethode erfolgreich erlernt und durchgeführt wurde, lässt sich rückblickend anhand von Analysen der Qualität und der erzielten Erfolge feststellen. DZZ

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Sara Parchami  
Medizinisches Zentrum für Zahn-,  
Mund- und Kieferheilkunde  
Abteilung für Orofaziale Prothetik  
und Funktionslehre  
Bereich für Zahnärztliche Propädeutik  
und Kiefer-Gesichts-Prothetik  
Philipps Universität Marburg  
Georg-Voigt-Str. 3, 35033 Marburg  
Tel: 06421 586-6423, Fax: -7033  
parchami@med.uni-marburg.de

### Literatur

1. Basmadjian-Charles CL, Farge P, Bourgeois DM et al.: Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int Dent J* 2002;52:81-86
2. Burke FM, Lynch CD, Ni Riordain R et al.: Technical quality of root canal fillings performed in a dental school and the associated retention of root-filled teeth: a clinical follow-up study over a 5-year period. *J Oral Rehabil* 2009;36:508-515
3. Cheung GS: Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in dental teaching hospital. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:596-604
4. Friedman S, Löst C, Zarrabian M et al.: Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glassionomer cement sealer. *J Endod* 1995;21:384-390
5. Hoskinson SE, Ng YL, Hoskinson AE et al.: A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:705-715
6. Kaplan EL, Meier P: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Amer Statist Ass* 1958;53:457-481
7. Kerekes K, Tronstad L: Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979;5:83-90
8. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K et al.: Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:95-99
9. Lazarski MP, Walker WA, Flores CM et al.: Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients. *J Endod* 2001;27:791-796
10. Lee AH, Cheung GS, Wong MC: Long-term outcome of primary non surgical root canal treatment. *Clin Oral Investig* 2012;16:1607-1617
11. Lewsey JD, Gilthorpe MS, Gulabivala K: An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration. *Community dental health* 2001;18:131-137
12. Löst C, Weiger R, Axmann-Krcmar D: Prognose von Wurzelkanalbehandlungen unter Anwendung der lateralen Kondensationstechnik und eines Glasionomerzementsealers. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995;50:897-901
13. Moussa-Badran S, Roy B, Bessart du Parc AS et al.: Technical quality of root fillings performed by dental students at the dental teaching centre in Reims, France. *Int Endod J* 2008;41:679-684



14. Ng YL, Mann V, Gulabivala K: A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J* 2011;44:610–625
15. Peak JD: The success of endodontic treatment in general dental practice: a retrospective clinical and radiographic study. *Prim Dent Care* 1994;1: 9–13
16. Polycarpou N, Ng YL, Canayan D et al.: Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. *Int Endod J* 2005;38:169–178
17. Reit C: Decision strategies in endodontics: on the design of a recall program. *Endod Dent Traumatol* 1987;3: 233
18. Reit C, Gröndahl HG: Application of statistical decision theory to radiographic diagnosis of endodontically treated teeth. *Scand J Dent Res* 1983;91: 213–218
19. Rocke H, Kerschbaum Th, Fehn C: Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 1997;52: 783–786
20. Rödiger R, Hülsmann M: Die medikamentöse Einlage in der Endodontie. *Endodontie* 2005;14:281–295
21. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G et al.: Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498–504
22. Schaeffer MA, White RR, Walton RE: Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod* 2005;31:271–274
23. Schmalz G: Die Wurzelkanalbehandlung – Klinische Erfolge. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990;45:251–256
24. Schmeißer K: Retrospektive Evaluation von in den Jahren 1990 und 1991 in vivo gelegten Wurzelfüllungen, Dissertation in Marburg 2001
25. Schröder A: Endodontie. Quintessenz, Berlin 1977
26. Stoll R, Betke K, Stachniss V: The influence of different factors on the survival of root canal fillings: a 10-year retrospective study. *J Endod* 2005;31: 783–790
27. Weiger R, Hitzler S, Hermle G et al.: Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population. *Endod Dent Traumatol* 1997;13: 69–74