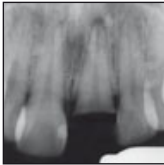


Einflussfaktoren der Behandlungsplanung für geschädigte Frontzähne



Huan Su, DDS, MS¹
Hsin-Fong Liao, DDS²
Joseph P. Fiorellini, DMD, DMSc³
Syngcuk Kim, DDS, PhD, MD (Hon)⁴
Jonathan Korostoff, DMD, PhD⁵

In der hier vorgestellten Studie wurde untersucht, aufgrund welcher Faktoren Ärzte ihre Einschätzungen für eine Behandlung abgeben, wenn sich ein Patient mit einem oder mehreren geschädigten oberen Schneidezähnen vorstellt. Dazu wurden computergestützt mehrere Fallsituationen erstellt, in denen die Frontzähne aus unterschiedlichen Gründen geschädigt waren. Sie wurden einer Gruppe von Ärzten vorgelegt, die entscheiden sollten, ob der Zahn unter den gegebenen Umständen extrahiert oder behandelt werden sollte. Die Ergebnisse zeigen, dass sich zahlreiche patientenassoziierte Faktoren statistisch signifikant auf die Entscheidungsfindung auswirkten. Dazu gehörten Patientenalter, Wurzellänge und -morphologie, parodontaler Status, eine vorherige Wurzelkanalbehandlung, das Vorhandensein von Stiften und die Größe der Röntgenaufhellungen. Der fachliche Spezialisierung der Ärzte hatte einen dramatischen Einfluss auf die jeweils ausgesprochene Therapieempfehlung. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 373–382)

Die Behandlungsplanung ist ein kritischer, aber oft nicht präziser Aspekt der klinischen Zahnmedizin. Eine Übung für Ärzte jedes Ausbildungsniveaus ist die Beurteilung eines ihnen vorgestellten Falls, für den sie die Diagnose und/oder Behandlungsplanung erstellen sollen. Anschließend werden in der Regel mehrere Therapiealternativen durchgesprochen und der jeweils ideale Behandlungsplan erarbeitet. Wenn viele Ärzte befragt werden, entstehen logischerweise auch viele unterschiedliche Ansichten. Im klinischen Alltag muss der Arzt oft entscheiden, ob er einen Zahn (oder mehrere Zähne) behandelt und erhält oder extrahiert und durch eine implantatgetragene Restauration ersetzt. Dies beruht zum Teil darauf, dass es keine verbindlichen Studien gibt, die für implantatgetragene Restaurationen ein besseres Ergebnis nachweisen als für zahngetragene oder umgekehrt¹⁻⁷. Ebenfalls anzuführen sind Unterschiede und Ungenauigkeiten bei der Prognose für natürliche Zähne⁸. Beim Aufstellen einer Prognose und letztlich eines Behandlungsplans muss der Arzt zahlreiche Aspekte berücksichtigen, die einerseits allgemein auf den Patienten und im Besonderen auf den Zahn bezogen sind.

Weil die Behandlungsplanung komplex ist, ist es sinnvoll zu verstehen, welche Faktoren sich am stärk-

¹ Privatpraxis, Tacoma, Washington, USA.

² Privatpraxis, Renton, Washington, USA.

³ Leiter und Professor, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

⁴ Kommissarischer Leiter und Louis I. Grossman Professor, Department of Endodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

⁵ Außerordentlicher Professor und klinischer Ausbilder, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Korrespondenz an: Dr. Huan Su, 2302 S. Union Ave, C22, Tacoma, WA 98405, USA. E-Mail: suhuan@gmail.com

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

ten auf den vorgeschlagenen Therapieansatz ausgewirkt haben, der von verschiedenen Ärzten in der gleichen Situation angegeben wurde. Dadurch könnten einheitliche Konzepte entwickelt werden, welche die zahnärztliche Ausbildung und die Patientenversorgung verbessern. In der hier vorgestellten Studie wurden zentrale patientenseitige Faktoren ermittelt, aufgrund derer mehrere Ärzte unterschiedliche Therapieempfehlungen für die Behandlung eines oder mehrerer oberer Schneidezähne gegeben haben. Außerdem wurde die Hypothese getestet, wonach der Ausbildungsstand eines Arztes erheblichen Einfluss auf seine Behandlungsplanung hat.

Material und Methode

Studienpopulation

An dieser Studie nahmen insgesamt 121 Ärzte aus verschiedenen Abteilungen der University of Pennsylvania School of Dental Medicine teil: 36 Endodontologen, 24 restaurativ tätige Zahnärzte, 36 Parodontologen und 25 Assistenzzahnärzte der parodontalen Prothetik. Die praktische klinische Erfahrung der Zahnärzte lag bei drei bis 62 Jahren. Die Teilnehmer wurden entweder persönlich befragt (68 Zahnärzte) oder über das Internet (Survey Monkey; 53 Zahnärzte).

Klinische Situationen

Um die wichtigsten patientenabhängigen Faktoren mit Bedeutung für die Behandlungsplanung bei geschädigten oberen Frontzähnen zu ermitteln, wurden 11 klinische Fälle konstruiert. Sofern nicht anders vermerkt, bestand bei keinem der virtuellen Patienten ein Attachmentverlust an

den Zähnen. Variablen waren das Alter des Patienten, seine medizinische Anamnese, die Ätiologie des klinischen Problems, die Wurzelmorphologie und die verbliebene Wurzellänge, der endodontische sowie der parodontale Status. Mittels Photoshop (Adobe Systems) wurden Situationen geschaffen, in denen die lokalen Faktoren die Variable waren. Alle Ärzte waren aufgefordert, jede Situation zu bewerten. Anschließend sollten sie entweder ein zahnerhaltendes Verfahren oder die Extraktion des Zahns und den Ersatz durch eine implantatgetragene Restauration empfehlen.

Situation 1

Hier ist die Wurzellänge die primäre Variable. Der virtuelle Patient ist ein 40-jähriger Mann mit unauffälliger medizinischer Anamnese, der vor drei Wochen eine Fraktur des linken zentralen Schneidezahns auf Höhe des Gingivasaums erlitt. Nach Auskunft des Patienten bestehen keine finanziellen Einschränkungen und er ist bereit, die beste Behandlung durchführen zu lassen. Zu den klinischen Befunden gehören ein gesundes Parodont, eine minimale Anzahl einfacher Restaurationen und keine aktiven kariösen Läsionen, eine Okklusion der Angle-Klasse I mit einem Überbiss und Overjet von 2 mm, eine hohe Lachlinie mit 2 mm sichtbarer Gingiva beim Lächeln, keine parafunktionellen Habits, eine klinische Kronenlänge des intakten rechten zentralen Schneidezahns von 10,5 mm und ein linker zentraler Schneidezahn mit unzureichender suprakrestaler Zahnschubstanz für einen Ferrule-Effekt. Jedem Arzt wurden sechs Röntgenaufnahmen gezeigt, auf denen die Wurzellänge von 10 bis 15 mm variierte (Abb. 1a bis f). Behandlungsoptionen waren die Extraktion des linken zentralen Schneidezahns mit Ersatz durch ein Implan-

tat (mit oder ohne Knochentransplantation) und Restauration durch eine Krone oder der Erhalt des Zahns und die Restauration mit einer konventionellen Krone. Bei der zweiten Option wurde auf die eventuelle Notwendigkeit einer endodontischen Behandlung, einer forcierten Eruption, einer operativen Kronenverlängerung und/oder eines Stiftaufbaus – falls erforderlich – hingewiesen.

Situation 2 bis 4

Diese klinischen Situationen sind fast mit der Situation 1 identisch. Die zusätzliche Variable in den Situationen 2, 3 und 4 ist das Patientenalter von 15, 20 oder 70 Jahren mit jeweils unauffälliger medizinischer Anamnese. Die Ärzte wurden gefragt, ob sie den geschädigten Zahn extrahieren oder erhalten wollten.

Situation 5

In diesem Fall war der linke zentrale Schneidezahn nicht frakturiert, sondern mit einer schlecht passenden Metallkeramikkrone versehen, wobei es klinische und radiologische Belegen für eine rezidivierende Karies gab. Die Röntgenaufnahmen zeigen die Situation nach der Exkavation der Karies. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich auf Höhe des Gingivasaums gesunde Zahnschubstanz (Abb. 1a bis f). Auch hier liegt die Wurzellänge bei 10 bis 15 mm. Den Ärzten wurden dieselben Behandlungsoptionen wie in Situation 1 zur Auswahl gestellt.

Situation 6

Diese Situation ähnelt abgesehen von der stark konischen Wurzel der Situation 1 (Abb. 1g bis l). Die Ärzte wählten aus denselben Behandlungsoptionen wie in Situation 1.

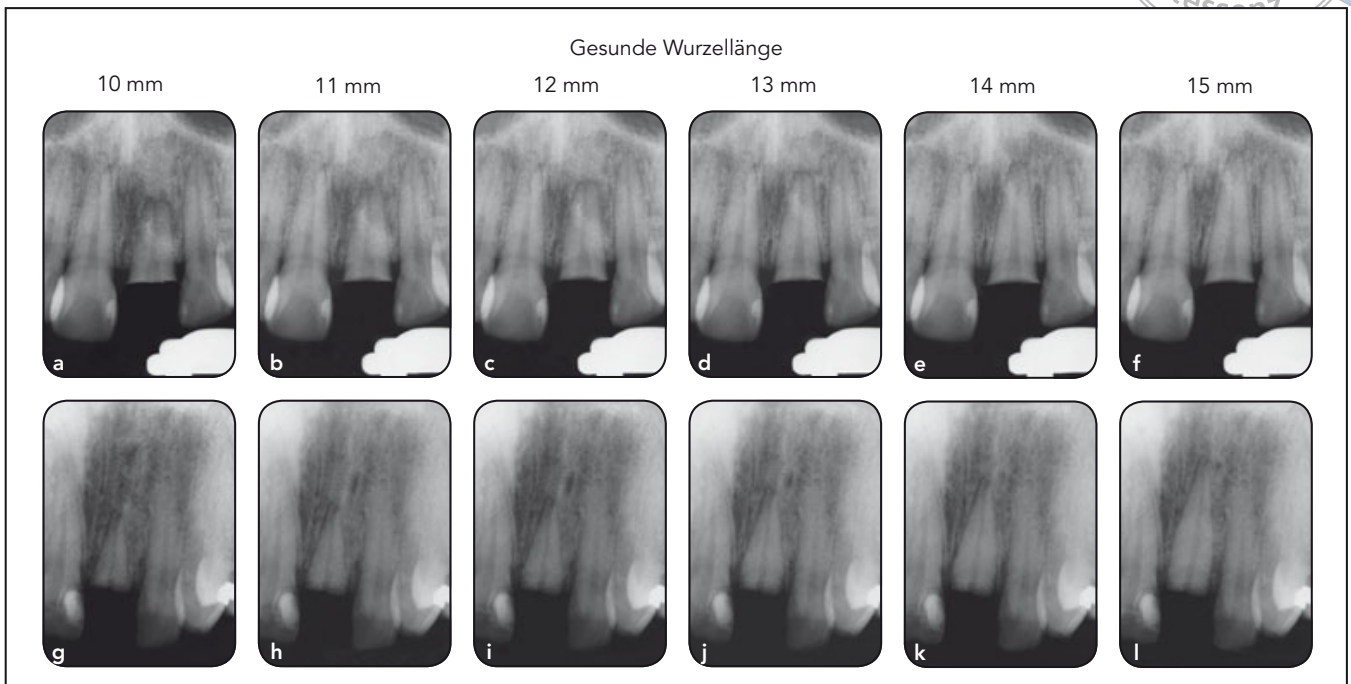


Abb. 1 Röntgenaufnahmen von Situation 1 bis 6 (a bis f) und 7 (g bis l). Über jeder Spalte sind die verbliebenen gesunden Wurzellängen angegeben.

Situation 7

Diese Situation ähnelt abgesehen von einem Unterschied Situation 1. Bei dem Zahn war zuvor eine Wurzelkanalbehandlung erfolgt (Abb. 2a bis f). Den Ärzten wurden dieselben Behandlungsoptionen wie in der Situation 1 zur Auswahl gestellt, wobei aber das Guttapercha wegen des Traumas für drei Wochen gegenüber der Mundhöhle exponiert war, sodass eine Revision der endodontischen Behandlung erfolgen musste.

Situation 8

Diese Situation unterscheidet sich leicht von Situation 7. Der Zahn wurde endodontisch behandelt und ein vorgefertigter Stift in den Wurzelkanal eingebracht. Es besteht eine Indikation für die Entfernung des Stifts und eine endodontische Revision (Abb. 2g bis l). Den Ärzten wurden

dieselben Behandlungsoptionen wie in Situation 7 zur Auswahl gestellt, in diesem Fall musste jedoch der frakturierte Stift entfernt werden, um den Zahn zu erhalten.

Situation 9

Diese Situation ähnelt Situation 1, wobei die Wurzellänge konstant (15 mm) ist. Die Variable in dieser Situation ist das Vorhandensein einer periapikalen Röntgenaufhellung mit einer Größe von 1 bis 10 mm (Abb. 3a bis e). Den Ärzten wurden drei Behandlungsoptionen zur Auswahl gestellt: Extraktion und Ersatz durch eine implantatgetragene Krone, Revision der endodontischen Behandlung und Restauration mit einer Metallkeramikkrone sowie der Wurzelspitzenresektion und Restauration mit einer Metallkeramikkrone.

Situation 10

Diese Situation umfasst denselben 40-jährigen Patienten wie in Situation 1. Allerdings ist die Krone des linken zentralen Schneidezahns intakt und das Problem ist eine isolierte Parodontaltasche mit einer Tiefe von 8 mm auf der mesialen Seite des linken zentralen Schneidezahns, der nicht mobil ist. Es wurden folgende Behandlungsoptionen für den Zahn vorgegeben: (1) Extraktion mit gesteuerter Knochenregeneration (GBR) bei Bedarf und verzögerte Implantation, (2) forcierte Eruption vor Extraktion mit GBR bei Bedarf und verzögerte Implantation, (3) die gesteuerte Geweberegeneration (GTR), (4) forcierte Eruption mit nachfolgender Kronenverlängerung/endodontischer Behandlung bei Bedarf und Restauration mit einer Metallkeramikkrone oder (5) der Erhalt des Zahns durch eine nicht operative parodontale Therapie (Abb. 3f).

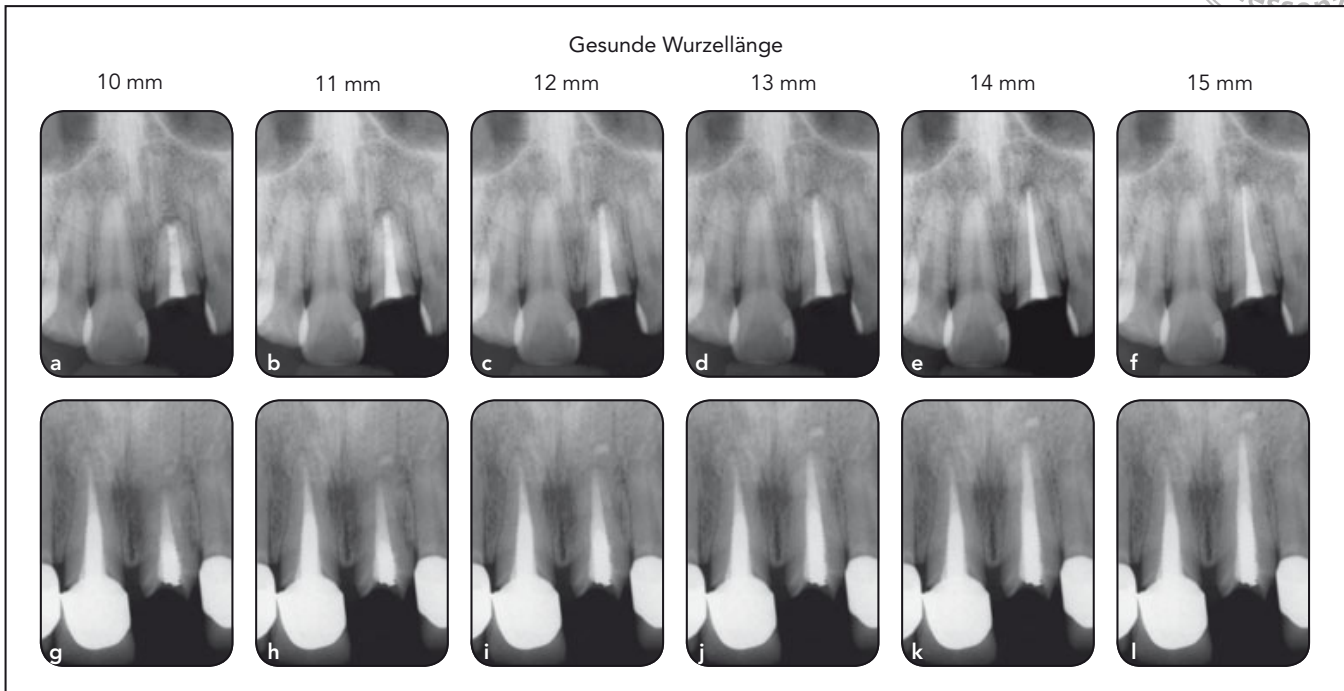


Abb. 2 Röntgenaufnahmen der Situationen 8 (a bis f) und 9 (g bis l). Über jeder Spalte sind die verbliebenen gesunden Wurzellängen angegeben.

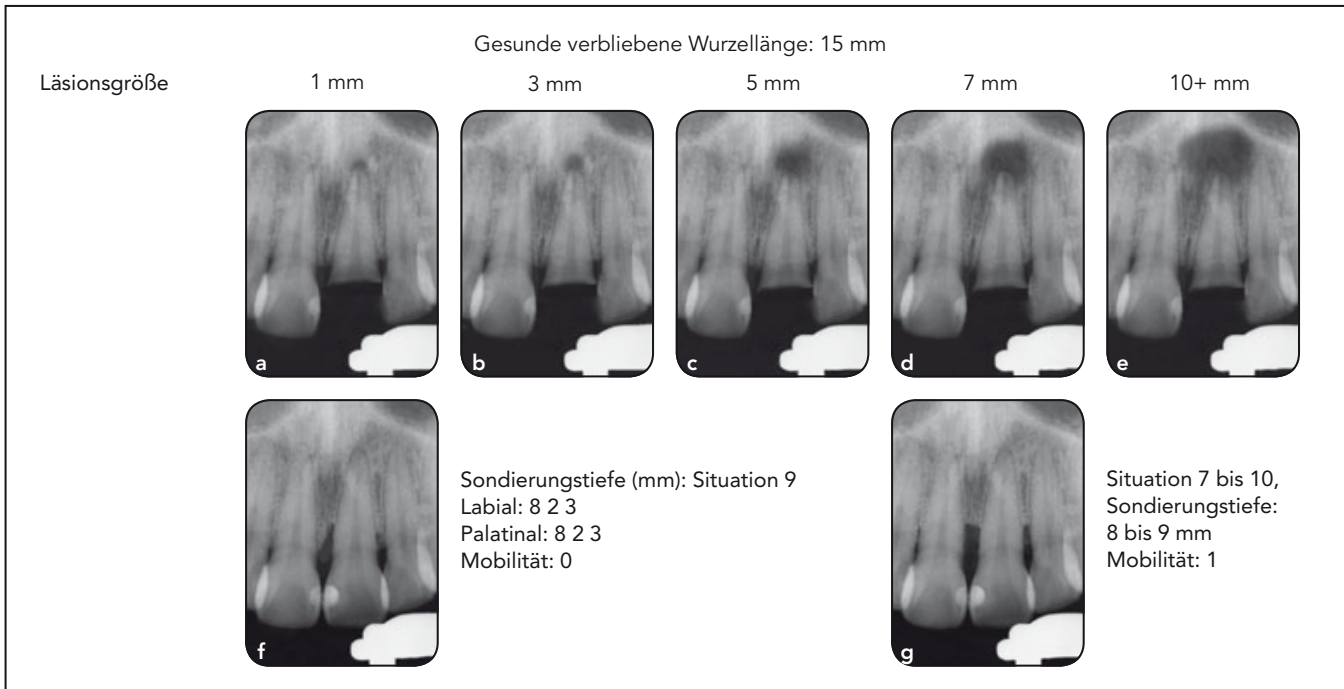


Abb. 3 Röntgenaufnahmen der Situationen 9 (a bis e), 10 (f) und 11 (g).

Situation 11

Diese Situation ähnelt Situation 10, wobei die Krone des linken zentralen Schneidezahns intakt ist und nun

an allen zentralen Schneidezähnen (und nicht nur am rechten zentralen Schneidezahn) ein horizontaler Knochenverlust vorliegt. Die Sondie-

rungstiefen an den vier Frontzähnen betragen 8 bis 9 mm und alle weisen eine Mobilität 1. Grades auf. Die Gingiva ist mäßig entzündet und fibro-

tisch. Den Ärzten wurden folgende Behandlungsoptionen gegeben: (1) die Extraktion aller vier Zähne mit GBR bei Bedarf und Restauration mit einer implantatgetragenen Versorgung, (2) die forcierte Eruption aller vier Zähne mit anschließender Extraktion und GBR bei Bedarf und Restauration mit einer implantatgetragenen Versorgung, (3) eine operative Reduktion der Taschentiefe mit oder ohne restaurative Behandlung, (4) die forcierte Eruption aller vier Frontzähne mit anschließender operativer Kronenverlängerung/endodontischer Behandlung bei Bedarf und Restauration mit verblockten Metallkeramikronen oder (5) der Erhalt der Zähne durch eine nicht operative Parodontaltherapie (Abb. 3g).

Statistische Auswertung

Die Daten wurden in einer Tabelle zusammengetragen und kodiert. Die Behandlungsoptionen wurden weiter nach Erhalt und Extraktion kodiert. Die Datenauswertung erfolgte mit SPSS statistischer Software Version 16.0 (IBM). Insgesamt wurden 55 patientenbezogene Variablen und zwei arztbezogene Variablen ausgewertet. Die multiplen Vergleiche für jede Variable wurden mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt und die Variablen mit dem Fisher-Test auf Unterschiede überprüft.

Ergebnisse

Gesunde vorhandene Wurzellänge

Bei einer gesunden verbliebenen Wurzellänge ≥ 13 mm empfahlen 66 % der Ärzte den Erhalt Zahns, bei einer Wurzellänge ≥ 14 mm waren es 86 % (Tabelle 1). Bei einer Länge von 14 mm bzw. 15 mm bestand im

Chi-Quadrat-Test kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem jeweiligen Anteil der Ärzte, der den Erhalt des Zahns befürwortete. Bei einer Wurzellänge ≤ 12 mm sprachen sich 68,6 % der Ärzte für die Zahnextraktion und den Ersatz durch eine implantatgetragene Krone aus.

Alter

Die Behandlungsplanung bei Patienten unter 20 Jahren unterschied sich signifikant von der bei älteren Patienten mit identischem klinischem Befund. Während sich bei einem 40-jährigen Patienten 31 % der Studienpopulation für einen Erhalt des frakturierten rechten zentralen Schneidezahns mit einer Wurzellänge von 12 mm aussprachen, waren es bei einem 15-jährigen Patienten 66 % der Ärzte (Tabelle 1, $p < 0,05$). Selbst bei einer Wurzellänge von nur 10 mm empfahlen > 50 % der Ärzte bei dem jüngeren Patienten, aber nur 8,3 % bei dem 40-jährigen Patienten einen Zahnerhalt ($p < 0,05$). Bei den 20 und 40 Jahre alten Patienten unterschied sich die empfohlene Behandlung bei einer Wurzellänge > 11 mm nicht signifikant (Tabelle 1, $p > 0,05$).

Bei frakturierten Zähnen mit einer Wurzellänge ≤ 13 mm sind die Behandlungsentscheidungen bei 70- und 40-jährigen Patienten sehr ähnlich (Tabelle 1, $p > 0,05$). Allerdings sprach sich bei einer Wurzellänge ≥ 14 mm ein signifikant geringerer Anteil der Ärzte bei dem älteren Patienten für einen Zahnerhalt aus ($p = 0,0031$ bei 14 mm, $p = 0,0032$ bei 15 mm).

Karies

Die Antworten für Situation 1 und 5 waren fast identisch (Tabelle 2,

$p > 0,05$). Die beiden Situationen unterschieden sich lediglich in der Ätiologie des Zahnschmelzverlusts: Trauma bzw. Karies.

Wurzelmorphologie

Der einzige Unterschied zwischen Situation 1 und 6 war die stark konische Wurzelmorphologie in Situation 6. Bei einer Wurzellänge ≥ 12 mm sprach sich ein signifikant geringerer Teil der Ärzte für einen Erhalt von Zähnen mit konischen Wurzeln aus (Tabelle 2, $p < 0,01$).

Endodontischer Status

Die Indikation für eine endodontische Revision wirkte sich nicht signifikant auf die empfohlene Behandlung für Zähne mit einer Wurzellänge ≤ 13 mm aus (Tabelle 2, Situation 1 bzw. 7 mit Indikation zur endodontischen Revision). Bei der Indikation für eine endodontische Revision empfahlen deutlich weniger Ärzte den Erhalt von Zähnen mit einer Wurzellänge ≥ 14 mm ($p < 0,01$).

Im Vergleich zur alleinigen Indikation für eine endodontische Revision entschieden sich bei einem Zahn mit einer Wurzellänge ≥ 14 mm und der Indikation für eine Stiftentfernung deutlich weniger Ärzte für einen Zahnerhalt (Tabelle 2, Situation 7 mit Indikation für eine endodontische Revision im Vergleich zu Situation 8 mit Indikation für eine endodontische Revision und Stiftentfernung, $p < 0,05$).

Bei gesunden Zähnen sprach sich ein ähnlicher Anteil von Ärzten für den Erhalt der Zähne mit periapikalen Defekten mit einem radiologischen Durchmesser ≤ 5 mm aus (Tabelle 3). Bei einem Durchmesser der periapikalen Läsion von ≥ 7 mm empfahlen signifikant weniger Ärzte einen

Behandlungsversuch zum Erhalt der Zähne ($p < 0,05$).

Parodontalstatus

Bei einem einzelnen oberen zentralen Schneidezahn mit einem isolierten infraossären Defekt von 8 mm ohne Mobilität entschieden sich 82,6 % der Ärzte für einen Behandlungsversuch zum Erhalt des Zahns, wobei die GTR die Behandlung der Wahl war (Tabelle 4). Wiesen die vier oberen Schneidezähne einen horizontalen Knochenverlust und eine Grad-1-Mobilität auf, sprachen sich 72,8 % der Ärzte für einen Zahnerhalt aus. Die Behandlung der Wahl war eine operative Reduktion der Taschentiefe (Tabelle 5).

Erfahrung

Die Anzahl der Jahre in der klinischen Praxis wirkte sich in keiner der Situationen statistisch signifikant auf die empfohlenen Behandlungsoptionen aus (Daten nicht gezeigt).

Klinische Ausbildung

Um zu ermitteln, ob die Spezialisierung eines Arztes Einfluss auf seine Entscheidungsfindung bei der Behandlungswahl hat, wurden die Empfehlungen in jeder der Situationen bezogen auf den Ausbildungshintergrund des Arztes ausgewertet: Parodontologie, parodontale Prothetik, restaurative Zahnheilkunde und Endodontologie. Die Entscheidungsfindung für den Erhalt oder die Extraktion eines Zahns unterschied sich beim Vergleich der Ärzte mit einer Facharztbildung in Parodontologie oder parodontaler Prothetik in den jeweili-

Tabelle 1 Zusammenfassung der Ergebnisse von Situation 1 (Ausgangssituation) bis Situation 4*

Patientenalter (Jahre)	SRRL (mm)					
	10	11	12	13	14	15
15	54 ^a	58 ^a	66 ^a	81 ^e	90 ^e	90 ^e
20	24 ^b	26 ^{bc}	38 ^c	66 ^a	83 ^e	84 ^{ef}
40 (Ausgangssituation)	8 ^d	16 ^d	31 ^{bc}	67 ^a	86 ^e	88 ^e
70	11 ^d	13 ^d	24 ^b	58 ^{af}	70 ^f	74 ^f

SRRL = verbliebene gesunde Wurzellänge. * Die Situationen wurden so angelegt, dass der Einfluss des Patientenalters und der SRRL auf die Entscheidungen bei der Behandlungsplanung ermittelt werden konnte. Die Ziffer in jedem Feld entspricht dem Anteil der Ärzte, die unter den gegebenen virtuellen Bedingungen einen Erhalt des betreffenden Zahns befürworteten. Mit einem Chi-Quadrat-Test wurden multiple Vergleiche zwischen den Zellen derselben Zeile oder Spalte durchgeführt und mit einem Fisher-Test wurde bestimmt, ob der Unterschied der Werte statistisch signifikant ist. Verschiedene Kleinbuchstaben rechts oben in horizontal oder vertikal angrenzenden Zellen bedeuten einen statistisch signifikanten Unterschied mit $p \leq 0,05$.

Tabelle 2 Zusammenfassung der Ergebnisse von Situation 5 bis 8*

Patientenfaktoren	SRRL (mm)					
	10	11	12	13	14	15
Ausgangssituation (Alter 40 Jahre)	8 ^a	16 ^a	31 ^{bc}	67 ^d	86 ^e	88 ^e
Alter 40 Jahre: Karies	8 ^a	15 ^a	30 ^{bc}	63 ^d	87 ^e	88 ^e
Alter 40 Jahre: konische Wurzel	6 ^a	7 ^a	12 ^{af}	23 ^b	50 ^g	74 ^h
Alter 40 Jahre: endodontische Revision	9 ^a	14 ^a	28 ^{bc}	54 ^{di}	70 ^h	74 ^h
Alter 40 Jahre: endodontische Revision und Stiftentfernung	6 ^a	11 ^{af}	20 ^{bf}	43 ^{gi}	51 ^g	56 ^g

SRRL = verbliebene gesunde Wurzellänge. * Bezogen auf die Ausgangssituation wurden diese virtuellen Situationen so angelegt, dass sie den Effekt der SRRL jeweils in Verbindung mit der rezidivierenden Karies, der konischen Wurzelmorphologie und der Indikation für eine endodontische Revision mit/ohne Stiftentfernung auf die Entscheidungsfindung erfassen.

Tabelle 3 Zusammenfassung der Ergebnisse von Situation 9*

Ausbildung	Anzahl Pathologie (Situation 1: 15 mm)	Läsionsgröße (mm)				
		1	3	5	7	≥ 10
Insgesamt	88 ^a	86 ^a	85 ^a	81 ^{ab}	70 ^b	68 ^b
Endodontologen	100 ^A	100 ^A	100 ^A	100 ^A	100 ^A	97 ^A
Andere Spezialisten	84 ^B	80 ^B	78 ^B	73 ^{BD}	58 ^{CD}	55 ^C

* Diese Situation war so angelegt, dass sie die Auswirkungen der Größe der periapikalen Aufhellung auf die Entscheidungsfindung aller Ärzte, nur der Endodontologen und der Nicht-Endodontologen erfasste. Verschiedene Großbuchstaben rechts oben in der 2. und 3. Zeile bedeuten einen statistisch signifikanten Unterschied des Anteils der Endodontologen und Nicht-Endodontologen, die den Erhalt des Zahns empfehlen.

Tabelle 4 Zusammenfassung der Ergebnisse von Situation 10*

Ausbildung	Option					Erhalten (3 + 4 + 5)
	1 EXT/GBR/ IMP	2 FE/EXT/ GBR/IMP	3 GTR	4 FE/CL/ ENDO/CN	5 NS/SPT	
Gesamt	9 ^a	9 ^a	58 ^b	16 ^a	9 ^a	83 [†]
Parodontologen	18 ^{BD}	12 ^A	41 ^A	21 ^{AB}	9 ^A	72 ^C
Parodontal-Prothetiker	12 ^{AD}	12 ^A	32 ^A	36 ^{BC}	8 ^A	76 ^C
Restaurative Zahnärzte	4 ^{AD}	8 ^A	71 ^B	4 ^A	13 ^A	88 ^C
Endodontologen	0 ^A	3 ^A	88 ^B	3 ^A	6 ^A	97 ^C

EXT = Extraktion, GBR = gesteuerte Knochenregeneration, IMP = Implantat, GTR = gesteuerte Geweberegeneration, FE = forcierte Eruption, CL = operative Kronenverlängerung, ENDO = endodontische Behandlung, CN = Krone, NS/SPT = nicht operative Behandlung/supportive parodontale Therapie. * Diese Situation war so angelegt, dass sie die Auswirkungen eines infraalveolären parodontalen Defekts auf die Entscheidungsfindung erfasste. Neben den Reaktionen der gesamten Kohorte werden auch die Ergebnisse jeder Ärztesgruppe abhängig von ihrer Ausbildung gezeigt. Verschiedene Großbuchstaben rechts oben in benachbarten Zellen bedeuten einen statistisch signifikanten Unterschied des Anteils der Ärzte, die ein bestimmtes Behandlungsprotokoll empfehlen. † Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied bei der Entscheidung für den Erhalt eines Zahns in dieser Situation im Vergleich zu den Daten aus Situation 1 für einen Zahn mit einer Wurzellänge von 15 mm ($p > 0,05$).

Tabelle 5 Zusammenfassung der Ergebnisse für Situation 11*

Ausbildung	Option					Erhalten (3 + 4 + 5)
	1 EXT/GBR/ IMP	2 FE/EXT/ GBR/IMP	3 PRS	4 FE/CL/ ENDO/CN	5 NS/SPT	
Gesamt	4 ^a	9 ^a	71 ^b	11 ^a	5 ^a	87 [†]
Parodontologen	9 ^A	17 ^A	63 ^A	9 ^A	3 ^A	74 ^C
Parodontal-Prothetiker	4 ^A	4 ^A	56 ^A	36 ^B	0 ^A	92 ^C
Restaurative Zahnärzte	0 ^A	4 ^A	75 ^A	4 ^A	17 ^A	96 ^C
Endodontologen	3 ^A	6 ^A	88 ^A	0 ^A	3 ^A	90 ^C

EXT = Extraktion, GBR = gesteuerte Knochenregeneration, IMP = Implantat, PRS = operative Reduktion der Taschentiefe, FE = forcierte Eruption, CL = operative Kronenverlängerung, ENDO = endodontische Behandlung, CN = Krone, NS/SPT = nicht operative Behandlung/supportive parodontale Therapie. * Mit dieser Situation wurden die Auswirkungen eines horizontalen Knochenverlusts an den vier oberen Schneidezähnen auf die Entscheidungsfindung erfasst. Neben den Reaktionen der gesamten Kohorte werden auch die Ergebnisse jeder Ärztesgruppe abhängig von ihrer Ausbildung gezeigt. Verschiedene Großbuchstaben rechts oben in benachbarten Zellen bedeuten einen statistisch signifikanten Unterschied des Anteils der Ärzte, die ein bestimmtes Behandlungsprotokoll empfehlen. † Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied bei der Entscheidung für den Erhalt eines Zahns in dieser Situation im Vergleich zu den Daten aus Situation 1 für einen Zahn mit einer Wurzellänge von 15 mm ($p > 0,05$).

gen Situationen statistisch nicht signifikant. In Situation 11 unterschieden sich die Behandlungsentscheidungen der beiden Gruppen signifikant, da ein erheblicher Anteil der Ärzte mit Ausbildung in parodontaler Prothetik einen Zahnerhalt mithilfe der forcierten Eruption befürwortete (Tabelle 5, Option 4, $p < 0,05$).

Die Empfehlungen der restaurativ tätigen Ärzte ohne Parodontalausbildung für einen Erhalt oder eine Extraktion des Zahns unterschieden sich in allen 11 Situationen nur minimal von den Empfehlungen der Ärzte mit fortgeschrittener Ausbildung in Parodontologie oder parodontaler Prothetik.

Ärzte mit einer Endodontologie-Ausbildung unterschieden sich in ihrer Behandlungsplanung signifikant von den anderen drei Gruppen. Alle Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,05$). In den meisten Situationen neigten die Endodontologen eher zum Erhalt der natürlichen Zähne, auch wenn $> 90\%$ der anderen

Tabelle 6 Zusammenfassung der Ergebnisse von Situation 1 bezogen auf die klinische Ausbildung der Ärzte

Ausbildung	SSRL (mm)					
	10	11	12	13	14	15
Parodontologen	6 ^{af}	11 ^a	22 ^a	56 ^b	75 ^{bd}	77 ^{bd}
Parodontal-Prothetiker	0 ^a	4 ^a	8 ^a	40 ^b	88 ^{cd}	92 ^{cd}
Restaurative Zahnärzte	0 ^a	0 ^a	13 ^a	71 ^b	79 ^{bd}	83 ^{bd}
Endodontologen	22 ^{ef}	39 ^e	69 ^b	94 ^c	100 ^c	100 ^c

SSRL = verbliebene gesunde Wurzellänge

Ärzte eine Extraktion und den Ersatz durch ein Implantat befürworteten. Am deutlichsten war dies, wenn die Variable in der Situation mit der Wurzellänge oder einem endodontischen Aspekt zusammenhing (Tabelle 3 und 6, $p < 0,05$). Eine endodontische Revision, die Stiftentfernung und die Größe der periapikalen Läsion hatten keinen Einfluss auf die Behandlungsempfehlungen der Endodontologen (Tabelle 3).

In den Situationen 10 und 11, in denen das Parodontalproblem die Variable war, unterschied sich der Anteil der Ärzte, die sich für einen Erhalt des Zahns (oder der Zähne) aussprachen, abhängig vom Ausbildungsstand. Bei den in Situation 10 empfohlenen Behandlungsverfahren entschieden sich deutlich mehr restaurativ tätige Ärzte und Endodontologen für die Behandlung infraossärer Defekte mittels GBR als Ärzte mit einer fortgeschrittenen Ausbildung in Parodontologie oder parodontaler Prothetik. Für eine Behandlung mit forcierter Eruption sprachen sich signifikant mehr Ärzte der beiden letztgenannten Gruppen aus als restaurativ tätige Ärzte und Endodontologen (Tabelle 4, Option 4, $p < 0,05$; Tabelle 5, Option 4, $p < 0,05$).

Diskussion

In der modernen Zahnheilkunde ist die implantatgetragene Restauration der Goldstandard für einen Zahnersatz. Meist liegen die Erfolgsraten von Implantaten mit mikrorauer Oberfläche bis zu 10 Jahre nach der Implantation bei mehr als 90 %^{9,10}. Trotzdem besteht unter den Zahnärzten eine erhebliche Diskussion darüber, wann ein problematischer Zahn extrahiert und durch eine implantatgetragene Restauration ersetzt und wann ein Zahnerhalt versucht werden sollte¹¹⁻¹³. Außerdem gibt es keine verbindlichen klinischen Behandlungsleitlinien, sodass die Entscheidung oft auf nicht klinischen Faktoren (d. h. Finanzen, zeitliche Verfügbarkeit des Patienten) oder einem Bauchgefühl basiert. Als einen ersten Schritt zu präziseren klinischen Leitlinien wurden in der hier vorgestellten Studie die zentralen Faktoren ermittelt, aufgrund derer der Arzt über die Behandlung eines geschädigten oberen Schneidezahns entscheidet.

Der Denkprozess bei der Aufstellung eines Behandlungsplans für geschädigte Zähne wird von Faktoren beeinflusst, die dem Patienten, dem Zahn und dem Arzt zugeordnet werden können. Dazu gehören aufseiten

des Patienten sein Alter, die medizinische Anamnese, eingenommene Medikamente, Sozialanamnese (v. a. Rauchgewohnheiten), die zahnmedizinische Anamnese, ästhetische Aspekte und finanzielle Möglichkeiten. In Bezug auf den Zahn muss der Arzt die Wurzelmorphologie, den Parodontalstatus, den endodontischen Status, den Anteil restaurierbarer Zahnschubstanz, Karies, den Status der angrenzenden/gegenüberliegenden Zähne und die Okklusion sowie mehrere ästhetische Parameter berücksichtigen. Die letzten Faktoren beziehen sich auf den Arzt selbst: die prä- und postdoktorale Ausbildung, die praktischen Jahre, die Art der Praxis, die Kenntnis der Literatur und die kontinuierliche Weiterbildung. In den virtuellen Situationen, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden, hatten viele dieser Faktoren statistisch signifikante Auswirkungen darauf, wie die Studienpopulation eine Entscheidung fällte. Bestimmte Faktoren, wie Wurzelmorphologie und -länge, wurden von allen befragten Ärzten gleichermaßen beachtet. Bei einer konischen Wurzel sprachen sich signifikant mehr Ärzte für eine Extraktion aus als bei Zähnen der gleichen Länge mit breiteren Wurzeln. Bei einer Wurzellänge

≥ 13 mm entschieden sich deutlich mehr Ärzte für eine Behandlung und den Erhalt der Zähne. Bei einer ausführlichen Literaturrecherche konnten die Autoren keine Studien finden, in denen für Frontzähne mit einer Wurzellänge ≥ 13 mm eine bessere Langzeitprognose bestand als bei Zähnen mit kürzerer Wurzellänge oder einer implantatgetragenen Restauration. Die einzige in der Literatur verfügbare Leitlinie bezieht sich auf das Kronen-Wurzel-Verhältnis, was ebenfalls fragwürdig ist¹⁴. Da alle an dieser Studie teilnehmenden Ärzte an derselben Einrichtung ausgebildet und/oder unterrichtet wurden, dürfte dieser Befund auf Ähnlichkeiten bei der klinischen Ausbildung beruhen und sollte nicht als absolutes Kriterium zur Entscheidungsfindung in der Behandlungsplanung herangezogen werden. Der Wert sollte am besten durch komparative klinische Langzeituntersuchungen und ähnliche Studien an einer größeren und in der Ausbildung breiter gefächerten Kohorte von Ärzten validiert werden.

Der Faktor mit dem stärksten Einfluss auf die Entscheidungen bei der Behandlungsplanung war – wie es schon aus früheren Studien bekannt ist^{15–17} – der Ausbildungsstand der Ärzte. Es überrascht nicht weiter, dass Endodontologen in Situationen, in denen der Zahn mithilfe einer Wurzelkanaltherapie in der einen oder anderen Form erhalten werden konnte, weitaus häufiger eine Behandlung der Zähne empfehlen als andere Ärzte. Der stärkste Unterschied zwischen den beiden Gruppen ergab sich bei Betrachtung der radiologischen Größe der primären periapikalen Läsion als Variable (Situation 9). Im Vergleich zu 43,4 bis 57,3 % der anderen Studienteilnehmer sprach sich nur einer der 36 in dieser Studie befragten Endodontologen für die Extraktion des Zahns mit einem Läsionsdurchmesser ≥ 10 mm aus. Ein ähnliches Muster fand sich, wenn die Situati-

on eine endodontische Revision mit/ohne Entfernung eines Stifts erforderlich machte. Der Grund dafür war vermutlich der Umstand, dass die in dieser Studie befragten Endodontologen eine fortgeschrittenere Weiterbildung in modernen operativen und mikroskopischen Techniken aufwiesen und über eine profundere Kenntnis der aktuellen endodontologischen Literatur verfügten^{18–20} als die anderen Ärzte, deren Kenntnisse zur Wurzelkanaltherapie lediglich während des Studiums erworben wurden. Daher waren die Endodontologen weitaus zuversichtlicher, dass eine endodontische Therapie erfolgreich sein würde. Für die Behandlung eines oberen zentralen Schneidezahns mit einem isolierten infraossären Defekt empfahlen die Endodontologen und restaurativ tätigen Zahnärzte häufiger eine GTR als Ärzte mit einer fortgeschrittenen Parodontalausbildung. Vermutlich beruht dies auf dem konzeptuellen Verständnis der Technik (Endodontologen/restaurativ tätige Ärzte) im Gegensatz zur aktuellen klinischen Erfahrung mit dem Verfahren, das trotz günstiger Ergebnisse in Langzeitstudien zur GTR keine idealen langfristigen Resultate erbringt (Parodontologen)^{21–24}.

Schlussfolgerung

Mit dem Aufkommen der dentalen Implantologie sind die Entscheidungen bei der Behandlungsplanung komplexer geworden als zuvor. Im klinischen Alltag steht der Arzt vor dem Dilemma, einen Zahn (oder Zähne) zu behandeln oder zu extrahieren und durch eine implantatgetragene Restauration zu ersetzen. Obwohl es sich dabei um eine relativ direkte Entscheidung handelt, ist sie im Rahmen der Zahnmedizin zu einem der umstrittensten Aspekte geworden. Dies beruht auf der unterschiedlichen und unpräzisen Prognosestellung bei na-

türlichen Zähnen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen deutlich, dass sich neben zahlreichen patienten- und zahnabhängigen Faktoren vor allem die Ausbildung des Arztes entscheidend auf seine Entscheidungen bei der Behandlungsplanung auswirkt. Daher kann die Entscheidung darüber, ob ein Zahn behandelt oder extrahiert werden soll, für die dentale Implantologie nicht stark vereinfacht mittels Entscheidungsbäumen oder klinischen Leitlinien dargestellt werden.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Tomasi C, Wennström JL, Berglund T. Longevity of teeth and implants: A systematic review. *J Oral Rehabil* 2008;35: 23–32.
2. Thomas MV, Beagle JR. Evidence-based decision-making: Implants versus natural teeth. *Dent Clin North Am* 2006;50: 451–461.
3. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007; 18(suppl 3):97–113.
4. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:119–130.
5. Iqbal MK, Kim S. For teeth requiring endodontic treatment, what are the differences in outcomes of restored endodontically treated teeth compared to implant-supported restorations? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):96–116.

6. Doyle SL, Hodges JS, Pesun IJ, Law AS, Bowles WR. Retrospective cross sectional comparison of initial nonsurgical endodontic treatment and single-tooth implants. *Compend Contin Educ Dent* 2007;28:296–301.
7. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, et al. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2007;98:285–311.
8. McGuire MK, Nunn ME. Prognosis versus actual outcome. II. The effectiveness of clinical parameters in developing an accurate prognosis. *J Periodontol* 1996;67:658–665.
9. Lekholm U, Gunne J, Henry P, et al. Survival of the Branemark implant in partially edentulous jaws: A 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:639–645.
10. Rasmusson L, Roos J, Bystedt H. A 10-year follow-up study of titanium dioxide-blasted implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7:36–42.
11. Iqbal MK, Kim S. A review of factors influencing treatment planning decisions of single-tooth implants versus preserving natural teeth with nonsurgical endodontic therapy. *J Endod* 2008;34:519–529.
12. Greenstein G, Cavallaro J, Tarnow D. When to save or extract a tooth in the esthetic zone: A commentary. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:136–145.
13. Doyle SL, Hodges JS, Pesun IJ, Baisden MK, Bowles WR. Factors affecting outcomes for single-tooth implants and endodontic restorations. *J Endod* 2007;33:399–402.
14. Grossmann Y, Sadan A. The prosthodontic concept of crown-to-root ratio: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2005;93:559–562.
15. McCaul LK, McHugh S, Saunders WP. The influence of specialty training and experience on decision making in endodontic diagnosis and treatment planning. *Int Endod J* 2001;34:594–606.
16. Ioannidis G, Paschalidis T, Petridis HP, Anastassiadou V. The influence of age on tooth supported fixed prosthetic restoration longevity. A systematic review. *J Prosthet Dent* 2010;38:173–181.
17. Dechouniotis G, Petridis XM, Georgopoulou MK. Influence of specialty training and experience on endodontic decision making. *J Endod* 2010;36:1130–1134.
18. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: A meta-analysis of the literature. Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod* 2010;36:1757–1765.
19. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Microscope versus endoscope in root-end management: A randomized controlled study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;37:1022–1026.
20. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Endodontic surgery using 2 different magnification devices: Preliminary results of a randomized controlled study. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:235–242.
21. Pretzl B, Kim TS, Steinbrenner H, Dörfer C, Himmer K, Eickholz P. Guided tissue regeneration with bioabsorbable barriers III 10-year results in infrabony defects. *J Clin Periodontol* 2009;36:349–356.
22. Pretzl B, Kim TS, Holle R, Eickholz P. Long-term results of guided tissue regeneration therapy with non-resorbable and bioabsorbable barriers. IV. A case series of infrabony defects after 10 years. *J Periodontol* 2008;79:1491–1499.
23. McClain PK, Schallhorn RG. Long-term assessment of combined osseous composite grafting, root conditioning, and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:9–27.
24. Becker W, Becker BE. Treatment of mandibular 3-wall intrabony defects by flap debridement and expanded polytetrafluoroethylene barrier membranes. Long-term evaluation of 32 treated patients. *J Periodontol* 1993;64:1138–1144.