

# Der Periotest in der periradikulären Chirurgie: vorläufige Resultate einer klinisch-prospektiven Studie

## Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Heilungsverlauf nach periradikulärer Chirurgie mit dem Periotest-Gerät zu überprüfen bzw. die gemessenen Periotestwerte mit der nach einem Jahr mittels radiologischer und klinischer Kriterien definierten Heilungskategorie zu vergleichen.

Bei insgesamt 43 Patienten mit periradikulärer Chirurgie konnten prä-, postoperativ sowie nach sechs und zwölf Monaten lückenlos Periotestmessungen aufgezeichnet werden. Der Vergleich mit dem nach einem Jahr bestimmten Heilungstyp ergab für erfolgreich behandelte Fälle einen postoperativen stetig abnehmenden Periotestwert. Hingegen zeigten die Misserfolgfälle ein umgekehrtes Bild mit einem postoperativ zunehmenden Periotestwert. Bei den Kontrollzähnen blieben die gemessenen Periotestwerte während der Studienzeit unverändert.

Die Periotestmessungen scheinen also mit den postoperativen Heilungsvorgängen nach periradikulärer Chirurgie zu korrelieren und stellen deshalb eine ergänzende Bewertung des Heilungsverlaufes dar.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 115: 903–908 (2005)

Schlüsselwörter: Periotest, periradikuläre Chirurgie, Wurzelspitzenresektion

Zur Veröffentlichung angenommen: 19. Juni 2005

GIANNI CANTELMi, CHRISTIAN FREI und  
THOMAS VON ARX

Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, Zahnmedizinische  
Kliniken der Universität Bern

## Einleitung

Die endodontische Chirurgie, oder kurz Endochirurgie, umfasst alle Eingriffe zur chirurgischen Erhaltung von Zähnen mit endodontisch bedingten Läsionen. Im Wesentlichen handelt es sich um resektive Eingriffe wie Wurzelspitzenresektionen, Wurzelamputationen, Hemisektionen, explorative Eingriffe zur Diagnosesicherung sowie die chirurgische Therapie von Wurzelperforationen (LÖST 1995). Die Europäische Gesellschaft für Endodontologie hat anlässlich einer Konsensus-Konferenz die Indikationen für die periradikuläre Chirurgie umschrieben (EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY 1994).

Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. Gianni Cantelmi  
Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, Zahnmedizinische  
Kliniken der Universität Bern, Freiburgstrasse 7, 3010 Bern  
Tel. 031/632-2566, Fax 031/632-9884  
E-Mail: gianni.cantelmi@zmk.unibe.ch

Der häufigste Eingriff in der Endochirurgie ist die periradikuläre Chirurgie (auch periapikale Chirurgie genannt), früher als Wurzelspitzenresektion (WSR) bezeichnet. Seit der Anwendung mikrochirurgischer Operationsprinzipien, d.h. Einsatz ultraschall- oder schallbetriebener Mikroinstrumente zur retrograden Kavitätenpräparation (VON ARX & WALKER 2000) sowie der Gebrauch des Operations-Mikroskopes (KIM 1997, VELVART 1997a, b), bzw. der Endoskopie (VON ARX et al. 2001b), konnte die Erfolgsrate für die periradikuläre Chirurgie von früher durchschnittlich 60% auf gegen 90% verbessert werden (HEPWORTH & FRIEDMAN 1997, SUMI et al. 1996, RUBINSTEIN & KIM 1999, VON ARX & KURT 1999, ZUOLO et al. 2000, VON ARX et al. 2001a, RUBINSTEIN & KIM 2002).

Die Erfolgsbewertung nach periradikulärer Chirurgie beruht auf klinischen und radiologischen Kriterien. Eine entzündungsbedingte periradikuläre Läsion sollte bei erfolgreicher periapikaler Chirurgie mittels Reossifikation bzw. Reparation/Regeneration des Parodontalgewebes an der resezierten Wurzelspitze ausheilen.

Klinisch äussert sich die fortschreitende periradikuläre Heilung unter anderem durch eine Abnahme der Zahnbeweglichkeit. Eine objektive Messung der Zahnbeweglichkeit könnte deshalb Rückschlüsse auf den Zustand periradikulärer Gewebestrukturen ermöglichen.

So werden bei Verlaufskontrollen in der Zahntraumatologie (ANDRESEN et al. 2003a, b), aber auch in der Implantologie (NAGAKO et al. 1994, WINKLER et al. 2001) Messungen der Zahn- bzw. Implantatbeweglichkeit zur Erfolgsbewertung miteinbezogen. Als Standardmethode zur Messung der Zahnbeweglichkeit hat sich die Messmethode mit dem Periotest-Gerät (Gulden-Medizinaltechnik, Bensheim, Deutschland) etabliert. Dabei wird ein elektronisch gesteuerter Stössel 4× pro Sekunde gegen den Zahn bewegt. Der Stössel wird gebremst, wenn er auf den Zahn trifft, und zwar umso schneller, je grösser die Festigkeit, also Dämpfung des Parodontiums ist. Der Stössel bewegt sich danach vom Zahn zurück. Dies wiederum umso schneller, je stärker die Dämpfung ist. Die Kontaktzeit des Stössels liegt jeweils im Bereich einer Millisekunde. Aus 16 Perkussionssignalen errechnet der Mikrocomputer den Mittelwert der Kontaktzeit, kontrolliert dabei die Richtigkeit der Messsignale und verwirft Fehlmessungen. Das Ergebnis ist der Periotest-Wert.

Der Periotestwert ist eine reproduzierbare, quantitative Einheit für die Reaktion des Parodontiums auf einen perkussiven Stimulus. Er entspricht also einer biophysikalischen Grösse und gibt Auskunft über die Funktion bzw. den Zustand des Parodontiums. Der Periotestwert korreliert eng mit der Zahnbeweglichkeit, ist aber nicht das Ergebnis einer konventionellen Beweglichkeitsmessung. Es besteht folgende Übereinstimmung der Periotestwerte mit dem Mobilitätsindex (Tab. I).

Bei Routineuntersuchungen können mit Hilfe des Periotests beginnende oder bereits eingetretene parodontale Veränderungen einschliesslich okklusaler Traumata mit grosser Genauigkeit festgestellt werden, noch bevor sie im Röntgenbild zu erkennen sind (TAGUCHI et al. 1990).

Tab. I Periotestwerte und Übereinstimmung mit dem Mobilitätsindex (SCHULTE & LUKAS 1992)

Mobilitäts-Index	Periotestwert	Zahnbeweglichkeit
0	-08 bis +09	fest
I	+10 bis +19	fühlbar beweglich
II	+20 bis +29	sichtbar beweglich
III	+30 bis +50	beweglich auf Lippendruck

Das objektive, reproduzierbare und einfache Messen mit dem Periotestgerät erlaubt eine fortlaufende Erfolgskontrolle nach parodontalen, implantologischen, kieferorthopädischen und traumatologischen Therapiemassnahmen (NAGAKO et al. 1994, WINKLER et al. 2001, ANDRESEN et al. 2003a, b).

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Einjahresergebnisse nach periradikulärer Chirurgie mit den radiologischen Heilungstypen und den entsprechenden Periotest-Werten zu vergleichen und zu analysieren.

## Material und Methoden

54 Patienten, die zur Durchführung einer periradikulären Chirurgie an unsere Klinik zugewiesen worden waren, wurden in die Studie aufgenommen. Die Patienten wurden in einer ersten Sitzung untersucht und über das Vorgehen (Operation, Risiken, Behandlungsalternativen, Kosten) aufgeklärt.

*Einschlusskriterien* waren: periapikale bzw. periradikuläre Läsionen, die nicht auf konventionelle Art (Wurzelkanalbehandlungsrevision) therapiert werden konnten; strategische und funktionelle Bedeutung des Zahnes; adäquate Restauration bzw. Restaurationsmöglichkeit des Zahnes; parodontal-marginal gesunder Zahn; Patient erschien zu den jeweiligen Kontrollen.

*Ausschlusskriterien* waren: allgemein-medizinische Kontraindikationen zur Durchführung eines oralchirurgischen Eingriffs; Zahn mit fortgeschrittener marginaler Parodontitis; Zahn mit kommunizierender Endo-Paro-Läsion (VON ARX & COCHRAN 2001).

Nach Aufklärung des Patienten und Unterschrift der Einwilligungserklärung («informed consent») erfolgte in der zweiten Sitzung die periradikuläre Chirurgie. Das operative Vorgehen wurde bereits eingehend publiziert (VON ARX et al. 2001a, b, 2003) und wird zusammenfassend wie folgt beschrieben: Nach marginaler Inzision mit vestibulären Entlastungsinzisionen erfolgte eine dreieck- oder trapezförmige Mukoperiostlappenbildung und die Darstellung der Wurzelspitze mit rotierenden Instrumenten. Nach der Osteotomie und der periradikulären Kürettage wurde die Wurzelspitze möglichst senkrecht zur Wurzellängsachse um etwa drei Millimeter gekürzt. Nach ausreichender Blutstillung und endoskopischer Inspektion erfolgte die retrograde Kavitätenpräparation mittels schallbetriebener diamantierter Mikrospitzen (KaVoSONICflex Retro, KaVo GmbH, Biberach, Deutschland). Als Material für den retrograden Verschluss diente ein modifizierter Zinkoxid-Eugenol-Zement (Super EBA, Harry J. Bosworth, Skokie IL, USA). Nach abschliessender Wundinspektion und Spülung erfolgte der primäre Wundverschluss mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial und die Wundkompression mit Gazetupfer.

Antibiotika wurden nur in Einzelfällen verabreicht, da aus unserer Sicht keine allgemeine Indikation zur Antibiotikaphylaxe in der periradikulären Chirurgie besteht. Als Standardmedikation wurden den Patienten nicht steroidale Antiphlogistika bzw. Antirheumatika sowie 0,1% Chlorhexidin-Diglukonat-Lösung verabreicht. Die klinischen und radiologischen Untersuchungen erfolgten präoperativ, bei der Nahtentfernung sowie nach sechs und zwölf Monaten. Die klinische Befunderhebung fand gemäss Tabelle II statt. Gleichzeitig erfolgte die Periotest-Messung sowohl des operierten wie auch des kontralateralen Kontrollzahnes. Falls der kontralaterale Zahn fehlte, wurde ein Nachbarzahn als Kontrollzahn gewählt. Es wurden jeweils drei Messungen in vertikaler (Inzisalkante, bzw. bukkale Höckerspitze) sowie in horizontaler (zervikales Kronendrittel) Richtung durchgeführt. Die drei Messungen wurden anschliessend gemittelt. Das Rönt-

Tab. II Klinische Beurteilung nach periradikulärer Chirurgie

Grad 0	Unauffälliger, klinischer Befund
Grad 1	Vestibuläre oder linguale/palatinale Rötung
Grad 2	Vestibuläre oder linguale/palatinale Druckdolenz
Grad 3	Perkussionsdolenz des entsprechenden Zahnes
Grad 4	Vestibuläre oder linguale/palatinale Schwellung
Grad 5	Fistel
Grad 6	Abszess

Grad 0 und Grad 1, keine Schmerzen: Klinik<sub>ERFOLG</sub>; Grad 0 und Grad 1, mit Schmerzen: Klinik<sub>MISSERFOLG</sub>; Grad 2 bis Grad 6: Klinik<sub>MISSERFOLG</sub>

genbild wurde gemäss den radiologischen Heilungstypen beurteilt (RUD et al. 1972, MOLVEN et al. 1987). Anhand der klinischen und radiologischen Beurteilungskriterien wurde die Behandlung gemäss folgender Definitionen als Erfolg, als unsicher oder als Misserfolg bewertet.

**Erfolg:** klinisch unauffälliger und symptomloser Befund mit radiologisch als geheilt beurteilten periradikulären Strukturen.

**Unsicher:** klinisch unauffälliger und symptomloser Befund mit radiologisch als verkleinerter, jedoch nicht als geheilt interpretierter periradikulärer Läsion.

**Misserfolg:** klinisch auffälliger Befund oder Symptomatik oder radiologisch fehlende Heilung bzw. Vergrösserung der periradikulären Läsion.

## Resultate

Bei 43 Patienten konnten während eines Jahres lückenlos Periotestwerte aufgezeichnet und die Zähne klinisch und radiologisch untersucht werden. Die Daten bezüglich der operierten Zähne und Patienten sind in den Tabellen III und IV dargestellt. Die radiologische Beurteilung nach Heilungstypen ist in Tabelle V dargestellt. Die Erfolgsbewertung anhand der kombinierten klinischen und radiologischen Parameter findet sich in Tabelle VI. Insgesamt wurden bei der Jahreskontrolle 95,3% der behandelten Zähne als erfolgreich bewertet.

Tab. III Zusammenstellung der Patientendaten

n Patienten (ursprünglich)	54
n Patienten (Drop-out)	11*
n Patienten (Recall)	43
n Patienten (m/w)	25/18
Durchschnittsalter (m/w)	48,5/42,3

\* Patientendaten bzw. Periotestmessungen unvollständig, da Patienten nicht zu allen Nachkontrollen erschienen

Tab. IV Zusammenstellung der dokumentierten Zähne

Inzisiven/Canini	14 (32,5%)
Prämolaren	11 (25,6%)
Molaren	18 (41,9%)
Total	43 (100%)

Tab. V Radiologische Heilungstypen bei der Jahreskontrolle (VON ARX et al. 2003)

Typ 1-4 = RX <sub>ERFOLG</sub>	41 (95,3%)
Typ 5 = RX <sub>UNSICHER</sub>	-
Typ 6 = RX <sub>MISSERFOLG</sub>	2 (4,7%)
Total	43 (100%)

Tab. VI Zusammenstellung der Erfolgsraten in Prozent

Erfolg	RX <sub>ERFOLG</sub> Klinik <sub>ERFOLG</sub>	41 (95,3%)
Unsicher	RX <sub>UNSICHER</sub> Klinik <sub>ERFOLG</sub>	-
Misserfolg	RX <sub>ERFOLG</sub> Klinik <sub>MISSERFOLG</sub>	-
	RX <sub>UNSICHER</sub> Klinik <sub>MISSERFOLG</sub>	-
	RX <sub>MISSERFOLG</sub> Klinik <sub>ERFOLG</sub>	1
	RX <sub>MISSERFOLG</sub> Klinik <sub>MISSERFOLG</sub>	1
Misserfolg		2 (4,7%)
Total		43 (100%)

Bei einem Patienten fand sich bei der Jahreskontrolle radiologisch eine in der Grösse unveränderte Osteolyse. Die entsprechenden Periotestwerte waren erhöht (Mobilitäts-Index zwischen I und II). Ein zweiter Patient zeigte eine Fistelbildung bukkal des operierten Zahnes (Klinik Grad 5). Radiologisch war hier ebenfalls eine persistierende Osteolyse sichtbar. Der Mobilitäts-Index bewegte sich im Bereich 0. Der Zahn musste später extrahiert werden.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den Verlauf der horizontalen und vertikalen Periotestwerte der operierten Zähne. Bei den Fällen mit radiologischer Heilung fand sich postoperativ zum Zeitpunkt der Nahtentfernung der höchste Periotestwert. Nach zwölf Monaten entsprachen die Werte den präoperativen Ausgangswerten oder waren sogar leicht besser (Abb. 1). Bei den Fällen mit radiologisch fehlender Reossifikation (zwei Fälle) waren die horizontalen Periotestwerte nach 12 Monaten erhöht bzw. die vertikalen Periotestwerte deutlich erhöht (Abb. 2). Für die Kontrollzähne waren die Periotestwerte fast linear, d.h. in-

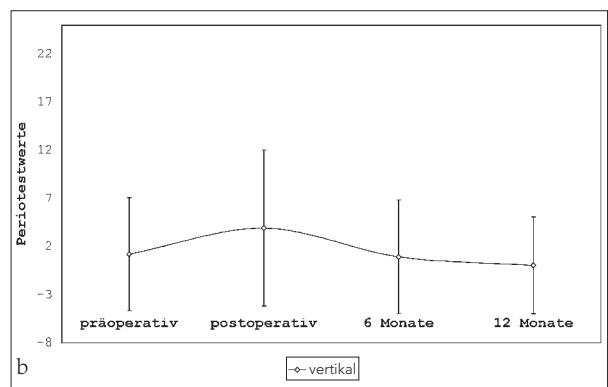
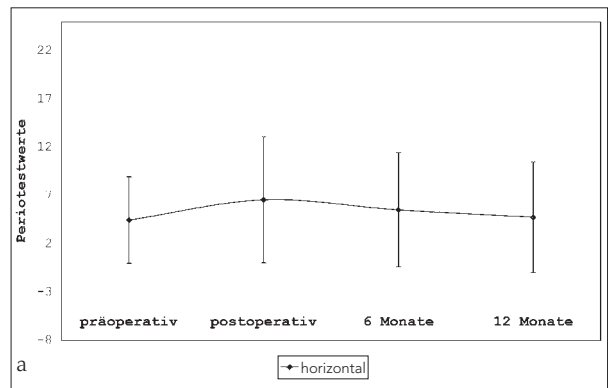


Abb. 1 Periotestwerte bei Zähnen mit radiologischer Heilung (Rx Typ 1-4) (a) horizontal, (b) vertikal

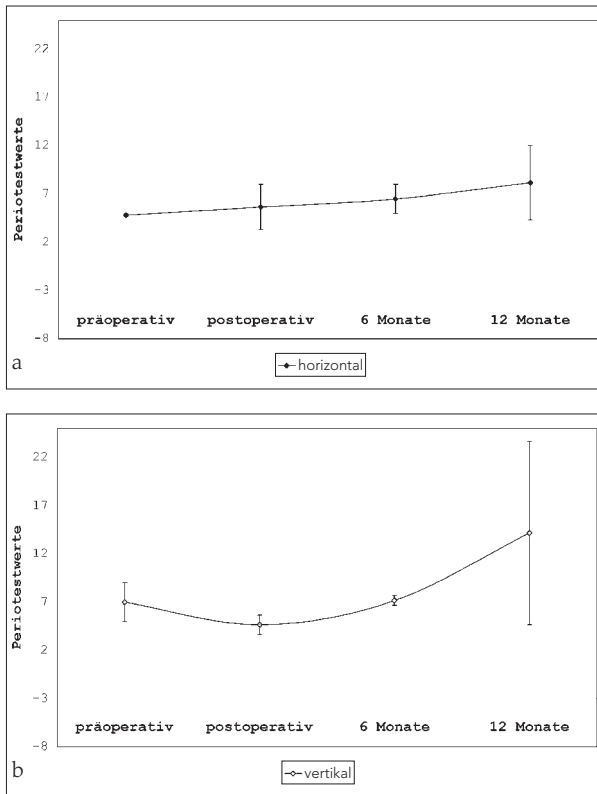


Abb. 2 Periostestwerte bei Zähnen mit radiologischem Misserfolg (Rx Typ 6), (a) horizontal, (b) vertikal

nerhalb von zwölf Monaten liessen sich keine parodontalen Strukturveränderungen mit dem Periostest nachweisen (Abb. 3).

## Diskussion

Die vorliegende Studie analysierte und verglich die Einjahresergebnisse nach periradikulärer Chirurgie mit den während der Heilungsperiode gemessenen Periostest-Werten. Der Vergleich der Periostestwerte mit den klinischen und radiologischen Parametern zeigte, dass der Periostestwert abhängig vom Zustand der Heilung der wurzelspitzenresezierten Zähne war. Fand eine Heilung statt, kehrten die Periostestwerte zu den ursprünglichen Ausgangswerten zurück oder wurden sogar besser (tiefe Periostestwerte). Radiologisch entsprach dieser Befund einer Reossifikation bzw. Reparatur/Regeneration des Parodontalgewebes an der resezierten Wurzelspitze. Erfolgte keine Heilung, so blieben die entsprechenden Periostestwerte erhöht oder stiegen weiter an.

Traditionell wird der Heilungsverlauf nach periradikulärer Chirurgie mittels klinischer und radiologischer Parameter überprüft. Die vorgestellte Messmethode mit dem Periostestgerät stellt eine ergänzende klinische Methode der Heilungsbewertung dar. Sie ermöglicht schon nach sechs Monaten (siehe sinkende Periostestwerte in Abb. 1) eine Bestätigung der periradikulären Heilungsvorgänge, welche sonst abschliessend nach einem Jahr mittels klinischer und radiologischer Diagnostik beurteilt wird (HALSE et al. 1991, JESSLÉN et al. 1995). Gerade in Fällen mit anstehender Neuanfertigung von Füllungen, Kronen oder Brücken gibt es zwei Gründe für eine frühzeitige Rekonstruktion von Zähnen nach periradikulärer Chirurgie:

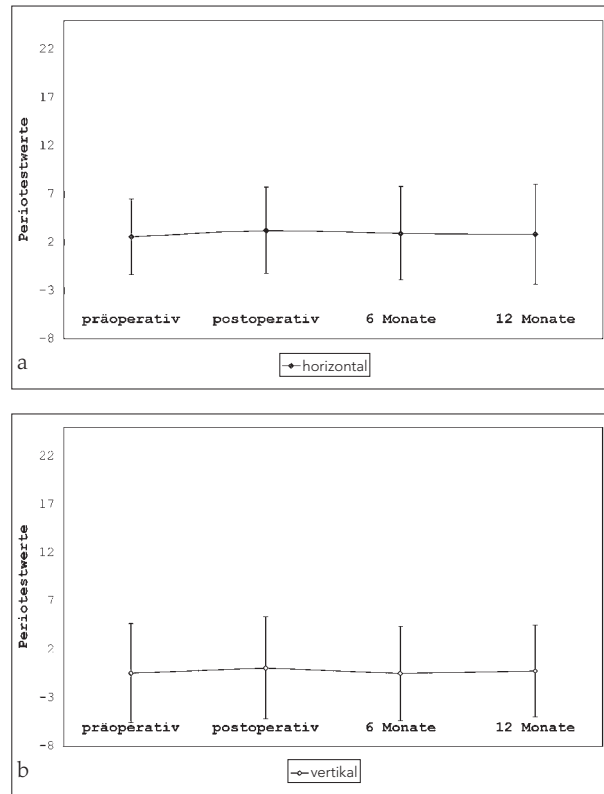


Abb. 3 Periostestwerte der Kontrollzähne (a) horizontal, (b) vertikal

- Wunsch des Patienten für eine rasche Durchführung der geplanten restaurativen oder rekonstruktiven Arbeiten
- Je besser die Qualität der koronalen Versorgung, desto geringer das Risiko des so genannten «coronal leakage» (DE MOOR & HOMMEZ 2000, SRITHARAN 2002)

Diesen beiden Aspekten gegenüber steht der zeitliche und finanzielle Aufwand der restaurativen und rekonstruktiven Arbeiten im Falle eines danach auftretenden Misserfolges.

Nach unseren Kenntnissen sind bis heute keine anderen Studien publiziert worden, die die Periostestmethode in der periradikulären Chirurgie analysiert hätten. Deshalb erfolgt die weitere Diskussion der Periostestmethode in der Bewertung nach parodontalen, implantologischen, kieferorthopädischen sowie traumatologischen Therapiemassnahmen:

Der Zusammenhang zwischen Periostest und Knochenverlust wurde durch SCHULTE et al. (1992) analysiert. Der Knochenverlust wurde bei 2312 Zähnen mittels Orthopanthomogramm und bei 900 Zähnen mittels Einzelröntgenbild (Parallel-Technik) eruiert, wobei zwischen vertikalem und horizontalem Knochenverlust unterschieden wurde. Insgesamt konnte eine hohe Korrelation (durchschnittlich  $r^2 = 0,76$ ) zwischen Periostestwert und Knochenverlust gemessen werden. Die Resultate zeigen auf, dass Knochenverlust mit dem Periostest objektiv beurteilt werden kann.

WINKLER et al. (2001) untersuchten mit dem Periostest-Gerät die Festigkeit von 2623 Implantaten und 975 Zähnen über eine Dauer von 60 Monaten. Der Periostestwert lag bei den Implantaten durchschnittlich bei  $-3,4$  und bei den Zähnen bei  $+1,8$ . Verglichen mit der Maxilla, waren Implantate und Zähne in der Mandibula stabiler. Das Ergebnis der Studie war, dass 1) Imp-

lantate weniger beweglich waren als Zähne, 2) die Periotestwerte über die gesamte Studienzeit unverändert blieben, 3) Periotestwerte reproduzierbar waren und deshalb verlässliche Werte lieferten, 4) Änderungen der Periotestwerte Hinweise auf einen Umbau der Knochenstruktur ermöglichten.

In der Studie von NAKAGO et al. (1994) wurden zwei Geräte eingesetzt, um Veränderungen während kieferorthopädischen Zahnbewegungen zu messen: Das Periotestgerät und ein Gerät zur Messung des mechanischen Widerstandes (mechanical impedance measuring device [MIMD]). Beide Geräte sind in der Lage, kleinste Veränderungen bei Zahnbewegungen zu messen. Die relative Beweglichkeit von vier Eckzähnen wurde während einem Zeitraum von vier Wochen gemessen. Dabei wurden die angrenzenden ersten Prämolaren extrahiert und eine Kraft von 150 gr./Zahn angewendet. Gleich nach der ersten kieferorthopädischen Manipulation waren die Periotestwerte tief, die MIMD-Werte entsprechend erhöht. Nach vier Wochen Behandlungsdauer waren die Periotestwerte erhöht und die MIMD-Werte niedrig. Auf Grund der Resultate scheint es möglich zu sein, mit beiden Geräten die Zahnbeweglichkeit während einer kieferorthopädischen Behandlung zu ermitteln.

ANDRESEN et al. (2003b) verglichen die Periotestwerte von Frontzähnen nach Trauma mit traditionellen Abklärungen wie Mobilität, Perkussionsklang und Röntgenbefund. Die Mobilität wurde durch Palpation und mit Spiegelgriff und der Perkussionsklang durch Klopfen auf die Inzisalkante mit dem Spiegelgriff ermittelt. Der Röntgenbefund wurde als nicht normal gewertet, falls mindestens eine der folgenden Anomalien festgestellt werden konnte: Erweiterung des Parodontalspaltes, Verlust des Parodontalspaltes, Wurzelfraktur, unvollständige Wurzelbildung, oberflächlich-flache Resorptionen, tiefe Substitutionsresorptionen, entzündlich bedingte schüsselförmige Resorptionen, periapikale Aufhellung. Falls einer oder mehrere der traditionellen Abklärungen ein abnormales Ergebnis lieferten, wurde der entsprechende Zahn als parodontal geschädigt gekennzeichnet.

Die Resultate zeigten auf, dass signifikante Unterschiede ( $P < 0,001$ ) bei der Entdeckung von Anomalien zwischen den traditionellen Abklärungen und dem Periotest bestanden. Dies verdeutlicht, dass durch die Messung des Periotestwertes parodontal geschädigte Zähne erkannt werden konnten und diese Methode somit sensitiver war als die traditionellen Tests.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die zusätzliche Anwendung des Periotests im Bereich der periradikulären Chirurgie klinische und radiologische Befunde verifiziert und unter Umständen zusätzliche Kontrollröntgenaufnahmen vor der obligaten Ein-Jahres-Kontrolle eingespart werden können.

## Summary

CANTEMPI G, FREI C, VON ARX T: **Periotest-analysis in periradicular surgery: preliminary results of a clinical-prospective study** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 115: 903–908 (2005)

The two objectives of the present study were: to assess the healing after periradicular surgery using the Periotest device, and to compare the recorded Periotest values with the healing category determined after a one-year follow-up using radiographic and clinical criteria.

In 43 patients with periradicular surgery, Periotest values could be recorded pre- and postoperatively, as well as after six and twelve months.

Cases with a successful healing, as determined at the one-year follow-up, demonstrated a continuous decrease of the Periotest

values over time, whereas one-year failures showed increasing Periotest values over the study period. In control teeth, the Periotest values remained unchanged for the whole study period.

It appears that the Periotest measurements correlate with the postoperative healing mode following periradicular surgery, and therefore, allow an additional assessment of the healing outcome.

## Résumé

Les buts de cette étude étaient de contrôler le déroulement de la guérison après chirurgie périradulaire en utilisant l'appareil Periotest et de comparer les valeurs mesurées par cet appareil avec la catégorie de guérison après un an, déterminée par des critères radiologiques et cliniques.

Pour 43 patients avec de la chirurgie périradulaire, des mesures ont été effectuées avant et après opération, ainsi qu'après six et douze mois, avec l'appareil Periotest.

La comparaison avec le type de guérison déterminé après un an a donné, pour des cas traités avec succès, une valeur, mesurée avec l'appareil Periotest, en constante diminution. Par contre, pour des cas d'échecs, le résultat est inversé avec une valeur postopératoire augmentée.

Pour les dents de contrôle, les valeurs mesurées avec l'appareil Periotest sont restées constantes pendant toute la durée de l'étude. Les mesures avec cet appareil paraissent donc corrélées avec le processus de guérison après chirurgie périradulaire et constituent, de ce fait, un moyen complémentaire d'évaluation du déroulement de la guérison.

## Literaturverzeichnis

ANDRESEN M, MACKIE I, WORTHINGTON H: The Periotest in traumatology. Part I. Does it have the properties necessary for use as a clinical device and can the measurements be interpreted? Dent Traumatol 19: 214–217 (2003a)

ANDRESEN M, MACKIE I, WORTHINGTON M: The Periotest in traumatology. Part II. The Periotest as a special test for assessing the periodontal status of teeth in children that have suffered trauma. Dent Traumatol 19: 218–220 (2003b)

DE MOOR R, HOMMEZ G: The importance of apical and coronal leakage in the success or failure of endodontic treatment. Rev Belge Med Dent 55: 334–344 (2000)

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY: 1994 consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. Int Endod J 27: 115–124 (1994)

HALSE A, MOVLEN O, GRUNG B: Follow-up after periapical surgery: the value of the one-year-control. Endod Dent Traumatol 7: 246–250 (1991)

HEPWORTH M J, FRIEDMAN S: Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. J Can Dent Assoc 63: 364–371 (1997)

JESLÉN P, ZETTERQVIST L, HEIMDAHL A: Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79: 101–103 (1995)

KIM S: Principles of endodontic microsurgery. Dent Clin North Am 41: 481–497 (1997)

LÖST C: Chirurgische Eingriffe nach Wurzelkanalbehandlung: Wurzelspitzenresektion, Hemisektion und Wurzelamputation. Dtsch Zahnärztl Z 50: 875–880 (1995)

- MOLVEN O, HALSE A, GRUNG B: Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16: 432–439 (1987)
- NAKAGO T, MITANI S, HIJIIYA H, HATTORI T, NAKAGAWA Y: Determination of the tooth mobility change during the orthodontic tooth movement studied by means of Periotest and MIMD (the mechanical impedance measuring device for the periodontal tissue). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 105: 92–96 (1994)
- RUBINSTEIN R A, KIM S: Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and Super-EBA as root-end filling material. *J Endod* 25: 43–48 (1999)
- RUBINSTEIN R A, KIM S: Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod* 28: 378–383 (2002)
- RUD J, ANDREASEN J O, JENSEN J E M: Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1: 195–214 (1972)
- SCHULTE W, LUKAS D: The Periotest method. *Int Dent J* 42: 433–440 (1992)
- SCHULTE W, D'HOEDT B, LUKAS D, MAUNZ M, STEPELER M: Periotest for measuring periodontal characteristics – correlation with periodontal bone loss. *J Periodontal Res* 27: 184–190 (1992)
- SRITHARAN A: Discuss that the coronal seal is more important than the apical seal for endodontic success. *Aust Endod J* 28: 112–115 (2002)
- SUMI Y, HATTORI H, HAYASHI K, UEDA M: Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J Oral Maxillofac Surg* 54: 590–593 (1996)
- TAGUCHI S, SUGITA N, ASAZUMA Y, HARA K: Duration patterns of percussion sound in healthy and periodontally affected teeth. *J Oral Rehabil* 17: 579–585 (1990)
- VELVART P: Das Operationsmikroskop in der Wurzelspitzenresektion. Teil I: Die Resektion. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 107: 507–516 (1997a)
- VELVART P: Das Operationsmikroskop in der Wurzelspitzenresektion. Teil II: Die retrograde Versorgung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 107: 969–978 (1997b)
- VON ARX T, KURT B: Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg* 57: 656–661 (1999)
- VON ARX T, WALKER W: Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy. *Endod Dent Traumatol* 16: 47–62 (2000)
- VON ARX T, COCHRAN D L: The rationale for the application of the GTR principle using a barrier membrane in endodontic surgery: a proposal of classification and literature review. *Int J Periodont Rest Dent* 21: 127–139 (2001)
- VON ARX T, GERBER C, HARDT N: Periradicular surgery of molars: A prospective clinical study with a one-year follow-up. *Int Endod J* 34: 520–525 (2001a)
- VON ARX T, HUNENBART S, BUSER D: Die Endoskopie in der endodontischen Chirurgie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111: 1303–1307 (2001b)
- VON ARX T, FREI C, BORNSTEIN M: Periradikuläre Chirurgie mit und ohne Endoskopie: eine klinisch-prospektive Vergleichsstudie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113: 10–15 (2003)
- WINKLER S, MORRIS H F, SPRAY J R: Stability of implants and natural teeth as determined by the Periotest over 60 months of function. *J Oral Implantol* 27: 198–203 (2001)
- ZUOLO M L, FERREIRA M O F, GUTMANN J L: Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. *Int Endod J* 33: 91–98 (2000)