

Periodico quadrimestrale - Poste Italiane SpA  
Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46)  
art. 1 comma 1, DCB Milano - Taxe Perçue ISSN 1121 - 4171

1

| aprile 2011 | Vol. 25 |

# ENDODONZIA

GIORNALE ITALIANO DI



Società Italiana  
di Endodonzia

## FOCUS

- ◆ IL RESTAURO CONSERVATIVO DEL DENTE SINGOLO POSTERIORE TRATTATO ENDODONTICAMENTE

## EDITORIALE

- ◆ CAMBIAMENTI

## ARTICOLI ORIGINALI

- ◆ PRECISIONE NELLA DETERMINAZIONE DELLA LUNGHEZZA DI LAVORO MEDIANTE LOCALIZZATORI ELETTRONICI D'APICE, RADIOLOGIA DIGITALE E PROVA VISIVA: PRESENTAZIONE DI UNA NUOVA METODICA SPERIMENTALE DI INDAGINE - UNO STUDIO EX-VIVO
- ◆ CARATTERIZZAZIONE IN MICROSCOPIA SEM-EDS DEL CEMENTO ENDODONTICO MTA: UN CONFRONTO TRA DIVERSI PRODOTTI
- ◆ INCAPPUCCIAMENTO DELLA POLPA: MATERIALI DI ELEZIONE E PROSPETTIVE FUTURE
- ◆ CYTOTOXICITY AND BIOCOMPATIBILITY OF DIRECT AND INDIRECT PULP CAPPING MATERIALS
- ◆ EFFECTS OF MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE ON HUMAN DENTAL PULP CELLS AFTER PULP-CAPPING PROCEDURES
- ◆ INNOVATIVE ENDODONTIC THERAPY FOR ANTI-INFLAMMATORY DIRECT PULP CAPPING OF PERMANENT TEETH WITH A MATURE APEX

## CASO CLINICO

- ◆ TRATTAMENTO ENDODONTICO DI UN INCISIVO CENTRALE CALCIFICATO

## EDITORIAL BOARD

### EDITOR IN CHIEF

Prof. CERUTTI ANTONIO  
Professor and Chair  
of Restorative Dentistry  
University of Brescia  
Dental School

### ASSISTANT EDITORS

Prof. BERUTTI ELIO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Turin  
Dental School  
Former President of SIE

Prof. COTTI ELISABETTA  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Cagliari  
Dental School  
Active member of SIE

Prof. DI LENARDA ROBERTO  
Professor and Chair of Endodontics  
Dean of Dental School  
University of Trieste  
Dental School

Prof. GAGLIANI MASSIMO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Milan  
Dental School  
Active member of SIE

Prof. PIATTELLI ADRIANO  
Professor and Chair of Oral Pathology  
University of Chieti  
Dental School

### EDITORIAL COMMITTEE

Dott. BADINO MARIO  
Private practice in Milan  
SIE Officer

Dott. CARDINALI FILIPPO  
Private practice in Ancona  
Active member of SIE

Dott. CASTRO DAVIDE  
Private practice in Varese  
SIE Officer

Dott. CERUTTI FRANCESCA  
Private practice in Brescia  
Member of SIE

Dott. CORAINI CRISTIAN  
Private practice in Milan  
Active member of SIE

Prof. D'ARCANGELO CAMILLO  
Professor of Endodontics  
University of Chieti  
Dental School  
Active member of SIE

Dott. FABIANI CRISTIANO  
Private practice in Rome  
Active member of SIE

Prof. MANGANI FRANCESCO  
Professor and Chair of Restorative  
Dentistry  
University of Rome Tor Vergata  
Dental School  
Active member of SIE

Dott. PISACANE CLAUDIO  
Private practice in Rome  
Active member of SIE

Prof. RE DINO  
Professor and Chair  
of Prosthodontics  
University of Milan  
Dental School  
Active member of SIE

Dott. TASCHEI SILVIO  
Private practice in Milan  
Active member of SIE

### EDITORIAL BOARD

Dott. BARBONI MARIA GIOVANNA  
Private practice in Bologna  
Active member of SIE

Dott. BATE ANNA LOUISE  
Private practice in Cuneo  
Active member of SIE

Dott. BERTANI PIO  
Private practice in Parma  
Elected President of SIE

Prof. CANTATORE GIUSEPPE  
Professor of Endodontics  
University of Verona  
Dental School  
Former President of SIE

Prof. CAVALLERI GIACOMO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Verona  
Dental School  
Former President of SIE

Dott. CASTELLUCCI ARNALDO  
Private practice in Florence  
Former President of SIE  
Former President of ESE

Dott. COLLA MARCO  
Private practice in Bolzano  
Active member of SIE

Prof. GALLOTTINI LIVIO  
Professor and Chair of Endodontics  
II University of Rome La Sapienza  
Dental School  
Active member of SIE

Prof. GEROSA ROBERTO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Verona  
Dental School  
Active member of SIE

Dott. GIARDINO LUCIANO  
Private practice in Crotone  
Member of SIE

Dott. GORNI FABIO  
Private practice in Milan  
Former President of SIE

Prof. KAITSAS VASSILIOS  
Professor of Endodontics  
University of Thessaloniki (Greece)  
Active member of SIE

Dott. LENDINI MARIO  
Private practice in Turin  
Scientific Secretary of SIE

Prof. MALAGNINO VITO ANTONIO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Chieti  
Dental School  
Former President of SIE

Dott. MALENTACCA AUGUSTO  
Private practice in Rome  
Former President of SIE

Dott. MANFRINI FRANCESCA  
Private practice in Riva del Garda  
Active member of SIE

Dott. MARCOLI PIERO ALESSANDRO  
Private practice in Brescia  
Active member of SIE

Dott. MARTIGNONI MARCO  
Private practice in Rome  
President of SIE

Dott. PECORA GABRIELE  
Former Professor of Microscopic  
Endodontics  
Post-graduate courses  
University of Pennsylvania (USA)  
Active member of SIE

Dott. PONGIONE GIANCARLO  
Private practice in Naples  
Active member of SIE

Prof. RENGO SANDRO  
Professor and Chair of Endodontics  
University of Naples  
Dental School  
Former President of SIE

Prof. RICCIETELLO FRANCESCO  
Professor of Restorative Dentistry  
University of Naples Dental School  
Vice-President of SIE

Dott. RICUCCI DOMENICO  
Private practice in Rome  
Active member of SIE

Dott. SBERNA MARIA TERESA  
Private practice in Milan  
SIE Officer

Dott. SCAGNOLI LUIGI  
Private practice in Rome  
Active member of SIE

Dott. TESTORI TIZIANO  
Private practice in Como  
Former Editor of Giornale Italiano  
di Endodonzia  
Active member of SIE

### INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

LESIE ANG  
Clinical assistant professor of  
Endodontics  
Division of Graduate Dental Studies  
National University of Singapore

CARLOS BOVEDA  
Professor Post-graduate Courses  
University of Caracas (Venezuela)

PETER CANCELLIER  
Clinical instructor at the University  
of Southern California (USA)

School of Dentistry Graduate  
Endodontic Program  
President of the California State  
Association of Endodontists

YONGBUM CHO  
International lecturer and researcher  
Private practice in Seoul (Korea)

JOSE ANTONIO FIGUEIREDO  
Clinical lecturer in Endodontology  
Eastman Dental Institute,  
London (UK)

GARY GLASSMAN  
International lecturer and researcher  
Private Practice in Ontario (Canada)  
Editor in Chief of Dental Health

GERARD N. GLICKMAN  
Professor and Chairman of  
Endodontics  
School of Dentistry  
University of Washington (USA)

VAN T. HIMEL  
Professor of Endodontics  
School of Dentistry  
University of Tennessee (USA)

JEFFREY W. HUTTER  
Professor and Chairman of  
Endodontics  
Goldman School of Dental Medicine  
Boston University (USA)

JANTARAT JEERAPHAT  
Professor of Endodontics  
Mehidol University of Bangkok  
(Thailand)  
Dental School

NEVIN KARTAL  
Professor of Endodontics  
Marmara University Istanbul (Turkey)  
School of Dentistry

BERTRAND KHAYAT  
International lecturer and researcher  
Private practice in Paris (France)

RICHARD MOUNCE  
International lecturer and researcher  
Private Practice in Portland (Oregon)

GARY NERVO  
International lecturer and researcher  
Private practice in Melbourne  
(Australia)

CARLOS GARCIA PUENTE  
Professor of Endodontics  
University of Buenos Aires (Argentina)  
School of Dentistry

CLIFFORD J. RUDDLE  
Assistant Professor  
Dept. of Graduate Endodontics  
Loma Linda University (USA)

MARTIN TROPE  
Professor and Chairman of  
Endodontics  
School of Dentistry  
University of North Carolina (USA)

JORGE VERA  
Professor of Endodontics  
University of Tlaxcala (Mexico)



Società Italiana  
di Endodonzia

# GIORNALE ITALIANO DI ENDODONZIA

Organo Ufficiale della SIE – Società Italiana di Endodonzia

## SIE BOARD 2011

**Direzione Scientifica**  
Antonio Cerutti

**Comitato Scientifico**  
Elio Berutti  
Elisabetta Cotti  
Roberto Di Lenarda  
Massimo Gagliani  
Adriano Piattelli

**Comitato di Redazione**  
Mario Badino  
Filippo Cardinali  
Davide Castro  
Francesca Cerutti  
Cristian Coraini  
Camillo D'arcangelo  
Cristiano Fabiani  
Francesco Mangani  
Claudio Pisacane  
Dino Re  
Silvio Taschieri

**Coordinamento Editoriale**  
Francesca Cerutti

## CONSIGLIO DIRETTIVO SIE

**Past President**  
Giuseppe Cantore  
**Presidente**  
Marco Martignoni  
**Presidente Eletto**  
Pio Bertani  
**Vice Presidente**  
Francesco Riccitiello  
**Segretario Tesoriere**  
Vittorio Franco  
**Segretario Culturale**  
Mario Lendini  
**Consiglieri**  
Damiano Pasqualini  
Roberto Fornara  
**Revisori dei Conti**  
Mariateresa Sberna  
Michele Simeone

SIE - Società Italiana  
di Endodonzia  
Via P. Custodi 3 – 20136 Milano  
Tel. 02 8376799  
Fax 02 89424876  
segreteria.sie@me.com  
www.endodonzia.it

## SOMMARIO

### CONTENTS

- 1 Editoriale / Editorial**  
**1 Cambiamenti**  
*Changes*  
A. Cerutti
- 3 Focus**  
**3 Il restauro conservativo del dente singolo posteriore trattato endodonticamente**  
*The conservative restoration of single posterior endodontically treated teeth*  
A. Polesel
- 24 Articoli originali / Original articles**  
**24 Precisione nella determinazione della lunghezza di lavoro mediante localizzatori elettronici d'apice, radiologia digitale e prova visiva: presentazione di una nuova metodica sperimentale di indagine – uno studio ex-vivo**  
*Exact determination of the working length by electronic apex locators, digital radiology, and visual test: presentation of a new experimental research strategy – an ex-vivo study*  
L. Cianconi, V. Angotti, R. Felici, G. Conte, M. Mancini
- 33 Caratterizzazione in microscopia sem-eds del cemento endodontico MTA: un confronto tra diversi prodotti**  
*Textural and mineralogical constitution of mineral trioxide aggregate: a comparison among different products*  
M. Lendini, M. Rigolone, M. Tribaudino, F.C. Zabetta, D. Mazza, E. Berutti

**Direttore Responsabile e  
Amministratore Delegato**  
Emile Blomme

#### **PUBLISHING**

Tel. +39 02 88184.249  
Fax +39 02 88184.302

**Publishing Director**  
Valeria Brancolini  
v.brancolini@elsevier.com

**Journals Publishing Manager**  
Cristina Pelizon  
c.pelizon@elsevier.com

**Journals Publisher**  
Laura Fabri  
l.fabri@elsevier.com

**Dentistry Publishing Editor**  
Elena D'Alessandro  
e.dalessandro@elsevier.com

**Journal Administrator**  
Chiara Tutino  
c.tutino@elsevier.com

#### **OPERATIONS**

Tel. +39 02 88184.332  
Fax +39 02 88184.342

**Operations Director**  
Antonio Boezio  
a.boezio@elsevier.com

**Journals Team Manager**  
Lidia Adami  
l.adami@elsevier.com

**Journal Manager**  
Paola Farina  
p.farina@elsevier.com

**Creative Director**  
Giorgio Gandolfo  
g.gandolfo@elsevier.com

#### **SALES**

Tel. +39 02 88184.227  
Fax +39 02 88184.340

**Executive Sales Director**  
Claudio Moroni  
c.moroni@elsevier.com

**Pharma Sales Director**  
Luca Cortese  
l.cortese@elsevier.com

**Traffic & Sales Support Manager**  
Donatella Tardini  
d.tardini@elsevier.com

**Traffic & Sales Support**  
Elena Rizzi  
Tel. 02 88184.227  
e.rizzi@elsevier.com

#### **ABBONAMENTI**

Tel. +39 02 88184.368/317  
Fax +39 02 88184.307  
abbonamenti@elsevier.com

Abbonamento annuale Italia  
(3 numeri l'anno): 80 euro  
Prezzo a copia: 26,67 euro

#### **Stampa**

Legatoria Editoriale  
Giovanni Olivetto L.E.G.O. SpA  
v.le dell'Industria, 2 - 36100  
Vicenza, I  
Finito di stampare a luglio 2011

Copyright © 2011 by Società Italiana  
di Endodonzia -SIE  
Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati  
**Giornale Italiano di Endodonzia -  
quadrimestrale**  
Reg. Trib. Milano n. 89 del 03.03.2009  
Poste Italiane SpA - Sped. in Abb. Post. D.L.  
353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46)  
art. 1 comma 1, DCB Milano - Taxe perçue

Tutti gli articoli pubblicati sul Giornale Italiano di  
Endodonzia sono redatti sotto la responsabilità  
degli Autori. La pubblicazione o la ristampa  
degli articoli deve essere autorizzata per iscritto  
dall'editore.

Ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs 196/03, i dati  
di tutti i lettori saranno trattati sia manualmente,  
sia con strumenti informatici e saranno utilizzati  
per l'invio di questa e di altre pubblicazioni  
di materiale informativo e promozionale. Le  
modalità di trattamento saranno conformi a  
quanto previsto dall'art. 11 D.Lgs 196/03.  
I dati potranno essere comunicati a soggetti  
con i quali Elsevier Srl intrattiene rapporti  
contrattuali necessari per l'invio delle copie  
della rivista. Il titolare del trattamento dei dati  
è Elsevier Srl, via P. Paleocapa 7 - 20121,  
Milano, al quale il lettore si potrà rivolgere per  
chiedere l'aggiornamento, l'integrazione, la  
cancellazione e ogni altra operazione di cui  
all'art. 7 D.Lgs 196/03.



**ELSEVIER**

Elsevier srl  
via Paleocapa 7 - 20121 Milano  
Tel 02 88184.1  
Fax 02 88184.342  
www.elsevier.it  
www.elsevierhealth.com

# SOMMARIO

## CONTENTS

- 41 Caso clinico / Case report**  
**Treatment of a calcified central incisor**  
*Endodontic treatment of a calcified maxillary central incisor*  
G.Schianchi
- 46 Abstracts**  
**Incappucciamento della polpa: materiali di elezione e prospettive future**  
F. Cerutti
- 47 Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials**  
K.C. da Silva Modena, L.C. Casas-Apayco, M. Teresa Atta, C.A. de Souza Costa, J. Hebling, C. Renata Sipert, M.F. de Lima Navarro, C. Ferreira Santos
- 48 Effects of mineral trioxide aggregate on human dental pulp cells after pulp-capping procedures**  
A. Paranjpe, H. Zhang, J.D. Johnson
- 50 Innovative endodontic therapy for anti-inflammatory direct pulp capping of permanent teeth with a mature apex**  
T. Komabayashi, Q. Zhu

Giornale Italiano di Endodonzia - full text disponibili su ScienceDirect®

Volume 25 | n. 1 | aprile 2011

Amsterdam • Boston • Jena • London • New York •  
Oxford • Paris • Philadelphia • San Diego • St. Louis



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## EDITORIALE

# Cambiamenti

## *Changes*

Viviamo tempi di profonde trasformazioni, talvolta troppo veloci e repentine per essere colte pienamente, percepite solo dopo il loro passaggio o consolidamento, ma eccitanti e stimolanti se vissute nel loro divenire.

Per molti di noi, paghi dei traguardi raggiunti, i cambiamenti possono significare una svolta o un radicale sconvolgimento rispetto al passato, ma rappresentano un'evoluzione spesso benefica verso traguardi culturali interessanti e stimolanti per la nostra comunità scientifica.

È in questo scenario che si colloca l'approdo della nostra Società al nuovo editore Elsevier, cui diamo il benvenuto in questo numero, che consentirà alla nostra rivista di essere visibile in tre delle più quotate banche dati mondiali: Embase, Scopus and ScienceDirect®.

Si apre un importante palcoscenico internazionale ai contributi scientifici, alla competenza e alla professionalità dei nostri Associati che tanto hanno caratterizzato i quasi 35 anni della storia del *Giornale Italiano di Endodonzia*.

È evidente, per contro, che solo attraverso il contributo culturale di tutti i soci la nostra rivista potrà esprimere il livello che ha reso la nostra Società tra le più rispettabili del panorama endodontico mondiale.

Al Consiglio Direttivo va il plauso per aver intrapreso, con coraggio e determinazione, un nuovo corso, arduo e impegnativo, ma in assoluto accordo con la realtà in cui viviamo.

Alla nostra rivista e a tutti quelli che si impegneranno, l'auspicio di raccogliere, con immediatezza, la nuova sfida, dapprima vissuta nella nostra madrelingua e poi in lingua inglese: ci costerà fatica doppia e speriamo, in un breve arco di tempo, soddisfazione doppia.

Antonio Cerutti  
*Editor in Chief of Giornale Italiano di Endodonzia,*  
*School of Dentistry, Università di Brescia*  
E-mail: [cerutti@med.unibs.it](mailto:cerutti@med.unibs.it)  
<http://www.restorativeonline.it>

## CORSO ECM A DISTANZA

a cura di SaniTanova s.r.l.



# L'otturazione tridimensionale dei canali radicolari e il restauro post endodontico

Responsabile Scientifico del corso: Dr. Marco Martignoni

**Corso costituito da 3 moduli didattici (il terzo suddiviso in 3 sottomoduli) e valido 18 crediti ECM**

Per lo studio dei tre moduli didattici previsti nel Corso "L'otturazione tridimensionale dei canali radicolari e il restauro post endodontico" è previsto un impegno di 2 ore e mezza circa per ciascun modulo, per un totale di 12 ore.

- Per il superamento del test di valutazione apprendimento è necessario rispondere correttamente al 80% delle domande proposte (16 su 20 per ognuno dei 5 moduli didattici).
- L'erogazione dei crediti avverrà solo al completamento dei cinque questionari ECM previsti e del questionario di valutazione dell'evento.

**Il corso è riservato ai Medici odontoiatri che hanno acquistato il corso FAD.**

### REQUISITI TECNICI PER LA PARTECIPAZIONE AL CORSO FAD

- PC con connessione attiva a Internet.
- Software di navigazione (browser - es. Internet Explorer 5.0 o successivi).
- Stampante per stampa attestato ECM (opzionale).

### ISTRUZIONI PER OTTENERE I CREDITI ECM

- 1) Collegarsi al sito Internet [www.endodonzia.it](http://www.endodonzia.it) alla sezione FAD (Formazione a Distanza) e seguire le istruzioni presenti per acquistare il Codice Crediti ECM.
- 2) Inserire il Codice Crediti ECM per effettuare la prima registrazione al sito di accreditamento ECM collegato (inserendo dati anagrafici, codice fiscale, iscrizione ordine ecc.), indicando il proprio indirizzo e-mail personale e scegliendo la password che verrà utilizzata per tutti i futuri accessi al sito di accreditamento ECM.
- 3) Rispondere ai questionari online, verificare immediatamente l'esito del test di valutazione apprendimento e, al termine del quinto questionario, stampare e salvare l'attestato ECM.
- 4) Per effettuare la prima registrazione e per gli accessi futuri è anche possibile collegarsi direttamente al sito [www.ecmonline.it](http://www.ecmonline.it) alla sezione.

### MODULO DIDATTICO 1

## Il restauro conservativo del dente singolo posteriore trattato endodonticamente

### Andrea Polese

Libero Professionista (Arenzano e Genova)  
Professore a Contratto per l'insegnamento di Endodonzia all'Università degli studi di Genova per gli anni accademici 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/2011. Socio Attivo della Società Italiana di Endodonzia dal 2001. Certified Member della ESE (European Society of Endodontology) Associate Member della AAE (American Association of Endodontists). Segretario Culturale della Sezione Ligure della SIE (SEL)



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## FOCUS

# Il restauro conservativo del dente singolo posteriore trattato endodonticamente

*The conservative restoration of single posterior endodontically treated teeth*

Andrea Polesel\*

Libero professionista, Arenzano (GE)

Ricevuto il 2 dicembre 2010; accettato il 10 febbraio 2011  
disponibile online il 12 giugno 2011

### PAROLE CHIAVE

Resine composite;  
Restauro;  
Intarsi;  
Denti trattati  
endodonticamente.

### Riassunto

**Scopo:** Analizzare, attraverso una revisione della letteratura, i fattori che condizionano la scelta del restauro adesivo in composito nel dente singolo posteriore trattato endodonticamente.

**Riassunto:** Il successo a lungo termine di ogni trattamento endodontico dipende da una detersione, una sagomatura e un'otturazione tridimensionale del sistema dei canali radicolari, nel rispetto dell'anatomia originaria, con una tecnica di strumentazione il più possibile mini-invasiva, seguite da un sigillo coronale che ostacoli la ricontaminazione batterica dell'endodonto e del periapice, preferibilmente eseguiti in un'unica seduta. Gli elementi trattati endodonticamente subiscono cambiamenti irreversibili dal punto di vista anatomico, biochimico e biomeccanico che li rendono più suscettibili alla frattura e ne condizionano le scelte ricostruttive. Le resine composite, usate con tecniche adesive, sono a oggi i materiali di elezione per il restauro dei denti singoli trattati endodonticamente in presenza di una sufficiente quantità di sostanza dentale sana e di smalto cervicale. Consentono preparazioni conservative, esercitano un'azione di rinforzo sui tessuti dentali residui, sono riparabili e offrono un'estetica eccellente; in virtù di un modulo di elasticità simile a quello della dentina, garantiscono ottime performance biomeccaniche, ma soprattutto consentono il reintervento, ovvero la possibilità di eseguire un restauro protesico in un tempo successivo. Dopo revisione della letteratura recente sull'argomento, viene discusso l'iter decisionale che accompagna il clinico nella scelta fra tecnica diretta (più conservativa, ma meno frequentemente realizzabile) e tecnica indiretta (inlay, ma soprattutto onlay e overlay). Nel rispetto dei principi di bioeconomia, l'inserimento di perni endocanalari viene limitato ai casi di grave perdita di sostanza coronale, in cui è necessario ancorare il restauro alla radice. La corona completa trova indicazioni in elementi gravemente compromessi con esteso coinvolgimento dello smalto cervicale. Un isolamento del campo operatorio ottimale con diga di gomma e interventi chirurgici parodontali che ripristino una corretta ampiezza biologica sono requisiti imprescindibili di ogni restauro adesivo.

\* Corrispondenza: piazza Golgi 16/1 – 16011 Arenzano (GE).  
E-mail: [andrea.polesel@libero.it](mailto:andrea.polesel@libero.it)

**KEYWORDS**

Composite resins;  
Restorations;  
Inlays;  
Endodontic treated  
teeth.

**Punti chiave di apprendimento:** 1) Caratteristiche del dente trattato endodonticamente. 2) Trattamento endodontico e restauro con approccio mini-invasivo. 3) Scelta fra restauro diretto e indiretto adesivo in composito (inlay, onlay, overlay).

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

**Abstract**

**Aim:** To analyse, through a literature review, the factors leading the clinician in the choice of the bonded composite restoration in the posterior endodontic treated tooth.

**Summary:** The long-term success of endodontic therapy is the result of cleaning, shaping and three-dimensional root canal obturation, respecting original anatomy, and using a minimally invasive instrumentation technique; a coronal seal, preferably made in the same single visit, protects the root canal system from oral contamination by microorganisms found in saliva. Endodontic treated teeth show irreversible anatomical, biochemical, and biomechanical changes; their propension to fracture conditions the restoration options for the clinician. Bonded composite resins are the materials of choice for single treated teeth restoration, in presence of a sufficient quantity of cervical enamel. Composite materials allow conservative preparations, reduce the removal of healthy tooth substance, reinforce the residual tooth tissues, have an elasticity modulus closer to dentin, can be repaired, and guarantee aesthetics. After the review of recent international literature, a clinical rationale has been discussed in order to choose either a direct technique (more conservative, but less practicable) or an indirect one (inlay, but mostly onlay and overlay). Respecting bioeconomy principles, endodontic posts are used only in presence of serious loss of coronal substance to provide adequate retention for a core build-up. Full crowns are indicated in heavily compromised teeth with extensive involvement of the cervical enamel; in such cases, a traditional cementation is preferred. Optimal isolation of the operating field with rubber dam and periodontal surgery, restoring the proper biological width, are two requirements for the long-term success of adhesive restorations.

**Learning key points:** 1) Characteristics of the endodontic treated teeth. 2) Endodontic treatment and restoration with a minimally invasive approach. 3) Direct and indirect adhesive composite restorations (inlay, onlay, overlay).

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

**Introduzione**

La ricostruzione del dente trattato endodonticamente ha come obiettivi la realizzazione di un sigillo marginale stabile nel tempo che prevenga la microinfiltrazione batterica dell'endodonto e la ricontaminazione del periapice; la protezione dell'elemento naturale dagli stress biomeccanici della masticazione, prevenendo incrinature e, ancor peggio, fratture, responsabili di successiva ricontaminazione marginale; un risultato estetico soddisfacente.

L'importanza del sigillo coronale nella prognosi a lungo termine del dente trattato endodonticamente è stata ampiamente dimostrata da studi in vivo e in vitro [1–6]. L'esecuzione del restauro definitivo nella stessa seduta del trattamento o del ritrattamento endodontico elimina i rischi di contaminazione batterica dell'endodonto [7], quindi rappresenta la scelta raccomandata. Qualora fosse necessario ricorrere a un restauro provvisorio, i materiali più stabili sono i cementi vetro-ionomeri o, ancor meglio, i materiali adesivi [8]. Il Cavit è un materiale provvisorio con ottime capacità di sigillo [9], ma scarsa resistenza all'abrasione: pertanto, risulta efficace a condizione che venga usato in spessore sufficiente (almeno 4 mm), per un massimo di 3 settimane (meglio una sola settimana) [10] e per dimensioni limitate alla cavità di accesso [11], attivando la reazione di indurimento prima della rimozione della diga. La principale causa di fallimento del dente trattato endodonticamente non ha origine endodontica o parodontale, bensì restaurativa:

pertanto, è necessario programmare con molta attenzione la scelta del restauro definitivo [12].

L'indubbia efficacia dell'implantologia nella sostituzione di elementi mancanti da una parte diminuisce il ricorso a procedure protesiche e a trattamenti endodontici a scopo preprotetico, dall'altra induce il clinico a utilizzare sempre più tecniche conservative per il restauro del dente singolo trattato endodonticamente.

Sebbene la protezione delle cuspidi rappresenti un fattore favorevole alla prognosi a lungo termine degli elementi posteriori trattati endodonticamente [13–15], l'uso sistematico di perno e corona, come proposto in passato [16], appare oggi ingiustificato in virtù delle possibilità conservative offerte dalle tecniche adesive dirette e indirette. Inoltre, le aumentate aspettative dei pazienti, il miglioramento della qualità della vita e l'allungamento della vita media nei Paesi industrializzati [17] ci obbligano a mantenere gli elementi naturali sempre più a lungo, rimandando, per quanto possibile, i restauri protesici.

I compositi microibridi e, più recentemente, i compositi a nano particelle, si sono dimostrati efficaci a soddisfare gli obiettivi richiesti e, quando usati correttamente, sono in grado di garantire ottimi risultati a lungo termine [18]: grazie all'adesione consentono preparazioni mini-invasive e un sigillo marginale ermetico [19]. In virtù delle loro caratteristiche fisico-meccaniche, rendono possibili diversi tipi di restauro: restauri diretti, per lo più realizzabili in elementi poco sollecitati dal punto di vista biomeccanico, come gli

elementi anteriori [13], e in elementi dei settori latero-posteriori con cavità di piccole dimensioni e restauri indiretti in elementi posteriori trattati endodonticamente in presenza di cavità estese con compromissione di cuspidi e/o creste marginali [20]. Il miglioramento nel tempo delle caratteristiche estetiche e il loro costo contenuto li rendono particolarmente versatili e indicati nella riabilitazione anche di elementi dentari gravemente compromessi. Gli intarsi in composito a ricoprimento parziale (onlay) o totale (overlay) sono, a oggi, il sistema conservativo più diffuso per il restauro dei denti singoli posteriori trattati endodonticamente con grave perdita di sostanza, in presenza di una quantità adeguata di smalto cervicale. L'impiego di un unico materiale per il build-up, del'intarsio e il cemento da fissaggio semplifica l'ergonomia di lavoro e riduce i costi di gestione. La corona rappresenta la soluzione terapeutica di scelta solo quando, in considerazione della limitata quantità di sostanza dentale residua e di smalto cervicale, sono state escluse tecniche meno aggressive.

## Il dente trattato endodonticamente: caratteristiche

Il trattamento endodontico è la causa principale di frattura dentale, come sottolineato da vari studi in vivo [21,22]. Per questa ragione, il dente trattato endodonticamente viene spesso definito "fragile". In passato, si attribuiva questa fragilità alla diminuzione di umidità della dentina, che nell'elemento trattato endodonticamente si presenta più bassa del 9% rispetto alla dentina del dente con polpa vitale [23]. Altri studi [24], riportando una differenza non significativa nel contenuto di umidità tra dente vivo e dente trattato, hanno ridimensionato questa teoria. Inoltre, è stato dimostrato che la disidratazione aumenta il modulo di Young e la rigidità, diminuendo la flessibilità della dentina, ma in studi in vitro, condotti su campioni isolati, con comportamento diverso rispetto al dente in funzione, immerso in liquidi fisiologici, ossia saliva per la porzione radicolare esposta nella cavità orale e sangue per la porzione a contatto con l'osso [25]. Si ritiene che l'idratazione "esterna" possa supplire all'idratazione "interna", fornita dai liquidi del microcircolo pulpare. A riportare l'attenzione sul ruolo dell'umidità è uno studio recente [26] che ha valutato il ruolo dell'acqua libera all'interno dei tubuli dentinali. Gli autori hanno evidenziato la maggiore resistenza alla frattura dei campioni con dentina idratata e la loro maggiore capacità di assorbire i carichi elasticamente.

Un altro aspetto che è stato preso in considerazione è la durezza del dente prima e dopo il trattamento endodontico. Anche in questo caso, i dati in letteratura sono discordanti: alcuni autori evidenziano una minore durezza dell'elemento trattato endodonticamente [27,28], altri non evidenziano alcuna differenza con i denti vitali [29]. Un altro aspetto molto dibattuto è il cambiamento nella composizione, nella disposizione e nella quantità degli intrecci di fibre collagene che formano la matrice organica dentinale nel dente trattato endodonticamente [30].

Tra le conseguenze istopatologiche della pulpectomia merita invece grande rilievo la perdita di propriocettori e nocicettori rimossi insieme alla polpa [31,32]: il dente non vitale, privato di questi recettori sensoriali, non sarebbe più

in grado di rispondere in maniera fisiologica in presenza di sovraccarichi funzionali o traumi accidentali, con innalzamento del rischio di frattura. Tuttavia, il fattore determinante nella diminuzione della resistenza del dente trattato endodonticamente è la perdita di sostanza dentale determinata da patologie (carie e traumi), procedure endodontiche e procedure conservativo-protetiche [33].

Il trattamento endodontico di per sé influisce relativamente sulla resistenza dell'elemento. Reeh et al. [34] hanno dimostrato che la preparazione della cavità di accesso produce solo una diminuzione del 5% della resistenza del dente; molto di più incide la perdita di una o di entrambe le creste marginali, che riducono la resistenza rispettivamente del 46% e del 63%. Elementi con cavità mesio-occluso-distali presentano alti rischi di frattura [35]; per di più, negli elementi trattati endodonticamente la frattura si manifesta più apicalmente in posizione radicolare [36], talora riducendo le possibilità di recupero dell'elemento. Un ruolo determinante viene svolto, oltre che dalla perdita delle creste marginali, anche dalla perdita di alcune zone cruciali della corona, ovvero del tetto della camera pulpare e della dentina interassiale dell'istmo oclusale, cioè quella porzione di tessuto dentale posta al di sopra della camera pulpare tra le due creste marginali. La perdita di queste due strutture di collegamento tra le cuspidi determina un cambiamento sostanziale dell'architettura del dente, che diventa meno resistente alle sollecitazioni meccaniche e più predisposto a frattura [37].

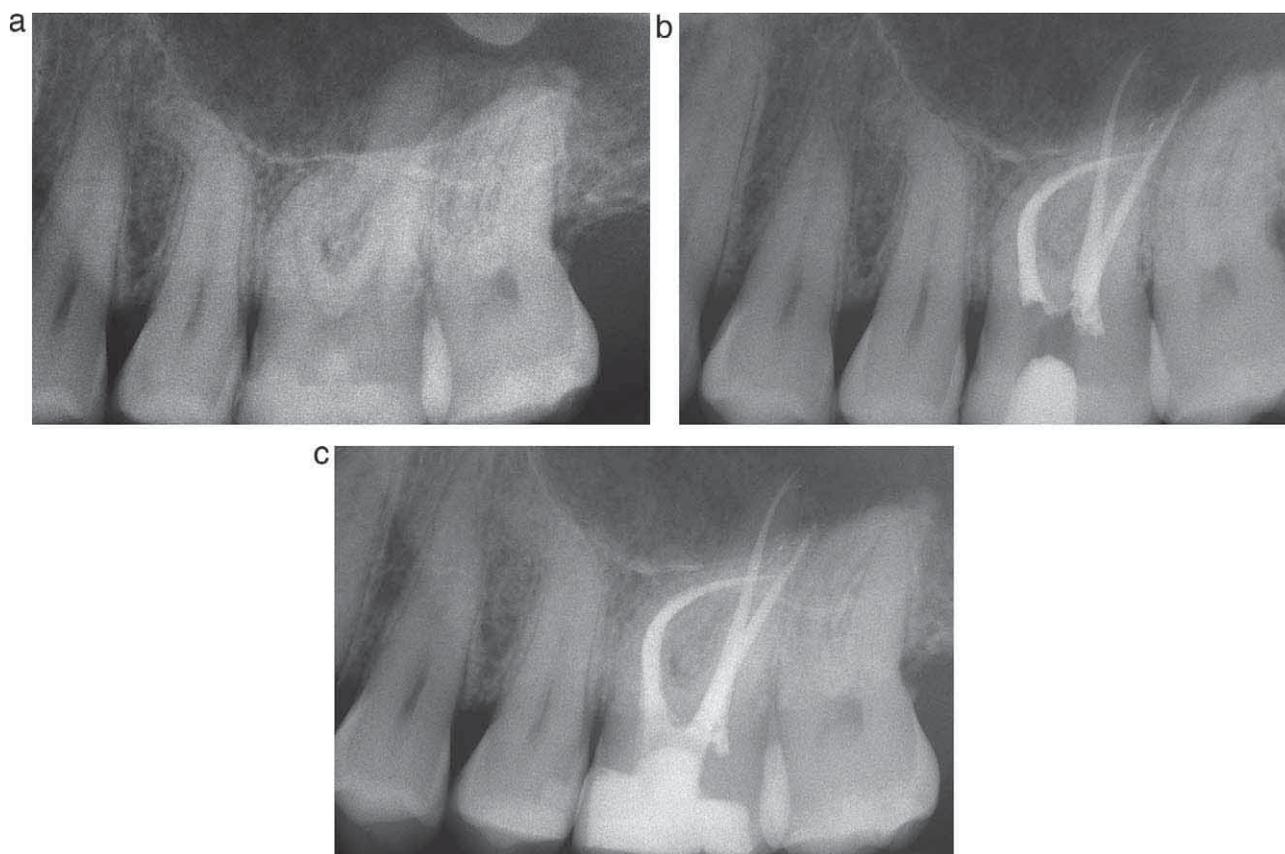
Infine, va sottolineato come l'età incida ulteriormente sui cambiamenti biochimici dell'elemento trattato endodonticamente: la graduale mineralizzazione dei tubuli dentinali, con riduzione del quantitativo di fase acquosa, riduce progressivamente la resistenza alla frattura nell'elemento anziano [38].

## Trattamento endodontico mini-invasivo

Gli studi sull'analisi biomeccanica dei denti trattati endodonticamente hanno dimostrato come il fattore primario di resistenza alle forze oclusali masticatorie e quindi alla frattura sia la quantità di sostanza dentale sana residua [39]. Quindi, sebbene non esista in letteratura uniformità di pareri sul tipo di materiale e sulla tecnica di restauro ideali alla ricostruzione del dente trattato endodonticamente, tutti gli autori sono d'accordo sulla necessità di ridurre al minimo l'asportazione di dentina sana durante le manovre endodontiche (preparazione della cavità di accesso, sagomatura e otturazione del sistema dei canali radicolari) e restaurative (preparazione del post-space e preparazione cavitaria del restauro finale) [40].

Durante le fasi endodontiche è possibile ottemperare a questo obiettivo utilizzando:

- Sistemi ingrandenti e illuminazione dedicata o eventualmente il microscopio operatorio.
- Frese di piccole dimensioni, con gambi allungati e colli sottili per favorire la visibilità durante la fase iniziale di preparazione della cavità di accesso con gli strumenti rotanti [41].
- Ponte a ultrasuoni e sistemi ingrandenti nelle fasi di rimozione dei materiali da restauro preesistenti nei casi di



**Figura 1** Trattamento endodontico con approccio mini-invasivo. (a) Radiografia preoperatoria di un primo molare mascellare con calcificazioni endocamerale e curvatura severa della radice mesio-vestibolare. (b) Radiografia postoperatoria: l'utilizzo di punte a ultrasuoni limita l'asportazione di sostanza dentale sana coronale durante la rifinitura della cavità di accesso e il reperimento degli imbocchi canalari. L'impiego di strumenti rotanti al nichel-titanio per il preflaring e la sagomatura consente preparazioni mini-invasive nel rispetto dell'anatomia originaria. (c) Radiografia di controllo. Caso eseguito con strumenti Pathfile e Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

ritrattamento e durante la rifinitura della cavità di accesso e la localizzazione degli orifici canalari [42–44].

- Strumenti meccanici al nichel-titanio sia durante il preflaring [45] sia durante la sagomatura, che limitano fortemente la rimozione di sostanza dentale sana radicolare, specialmente nei due terzi coronali, pur garantendo una conicità canalare programmata, nel pieno rispetto dell'anatomia originaria (fig. 1).
- Tecniche di otturazione canalare con guttaperca calda veicolata da carrier nei casi in cui, in presenza di particolari anatomie endodontiche (canali lunghi, curvi, stretti) [46], l'esecuzione della condensazione verticale a caldo richiederebbe un eccessivo sacrificio di sostanza dentale sana in fase di sagomatura.

### Restauri conservativi con approccio mini-invasivo

In fase ricostruttiva, l'approccio mini-invasivo prevede l'impiego di restauri diretti adesivi in composito per denti minimamente compromessi e restauri adesivi indiretti (intarsi in composito) per elementi più compromessi.

La scelta fra restauro diretto e indiretto dipende da molti fattori, che verranno analizzati nel paragrafo dedicato, così

come la preferenza del composito rispetto alla ceramica come materiale per la preparazione degli intarsi. Vediamo ora quali sono i vantaggi del restauro parziale adesivo in composito rispetto ai restauri protesici tradizionali.

Fra i restauri indiretti, i restauri parziali adesivi sono più conservativi per i tessuti duri del dente rispetto ai restauri protesici: le preparazioni per overlay adesivo determinano una rimozione di struttura dentaria minore del 50% di quella richiesta per le corone complete tradizionali [47]. Oltre a essere più conservativi per i tessuti dentali, i restauri adesivi indiretti presentano tutti i vantaggi clinico-pratici dei restauri parziali. In virtù di margini sopra-gengivali, sono più rispettosi dei tessuti parodontali sia durante la preparazione cavitaria sia durante il rilevamento dell'impronta sia in fase di cementazione. A differenza dei restauri protesici, per i quali è necessario un cerchiaggio cervicale e si ritiene che un'altezza di circa 2 mm sia un valore accettabile [48], nei restauri adesivi non è richiesto un "effetto ferula"; pertanto, gli interventi chirurgici parodontali necessari per ripristinare l'ampiezza biologica violata da carie o fratture risultano più conservativi [49]. L'esecuzione di alcune fasi del trattamento sotto diga (preparazione cavitaria e cementazione) garantisce migliore visibilità, maggiore precisione e consente di

innalzare considerevolmente la qualità del restauro finale. Si aggiungono poi aspetti ergonomici particolarmente vantaggiosi, tipici dei restauri parziali: minori tempi totali di esecuzione del restauro finale, minor numero di sedute per il paziente, maggiore facilità di esecuzione odontotecnica, maggiore possibilità di mantenimento igienico da parte del paziente, maggiore possibilità di controlli dei margini da parte dell'operatore e infine minori costi totali per lo studio e per il paziente.

Anche il posizionamento di perni endocanalari deve essere pensato in ottica mini-invasiva. Qualora sia necessario posizionare un perno, è bene sceglierne uno che offra possibilità di rimozione e inserirlo, preferibilmente, nel canale più ampio e rettilineo [50]. Dalla letteratura recente si evince come la scelta sia indirizzata verso perni con caratteristiche fisiche simili alla dentina, ovvero perni in fibra, cementati con tecnica adesiva [51]. Tale scelta è giustificata anche dalla minore quantità di sostanza dentale radicolare rimossa per la preparazione dello spazio necessario per il perno in fibra rispetto al "post-space" dei perni metallici [52]. La filosofia è quella di creare un monoblocco tra perno, materiale ricostruttivo, cemento e dente il più omogeneo possibile, con caratteristiche fisiche dei singoli costituenti (modulo di elasticità) più simili tra loro. Inoltre, il perno trasmette gli stress occlusali alla struttura radicolare, pertanto il suo impiego è giustificato solo nei casi di copertura dell'elemento; in presenza di sostanza dentale sana sufficiente a eseguire un restauro conservativo il perno risulta superfluo e pericoloso [53].

Non esercitando un'azione di rinforzo né sulla porzione coronale, come dimostra un lavoro in vitro su elementi restaurati con corone dirette in composito [54], né sulla struttura radicolare [55], i perni sono utilizzati solo per ancorare il restauro alla radice [56]. Pertanto, il loro impiego deve essere limitato ai casi di grave perdita di sostanza coronale [57], dopo aver preso in considerazione altre tecniche più conservative. La preparazione per un perno endocanalare, infatti, determina l'asportazione di sostanza dentale sana radicolare e genera un rischio, seppur limitato, di stripping o perforazione, soprattutto in radici sottili e curve. Il posizionamento di perni aumenta i rischi di frattura [58] e di fallimento endodontico [59]. In caso di ritrattamento, il perno costituisce un ostacolo che può portare a una maggiore rimozione di dentina radicolare e rischio di perforazione; inoltre, il suo impiego aumenta i costi e i tempi operativi [60]. In aggiunta, l'adesione alla dentina canale rimane una "sfida" per il clinico a causa dell'influenza negativa di irriganti e disinfettanti, del fattore di configurazione cavitaria sfavorevole [61] e di difficoltà tecnico-pratiche (rimozione della guttaperca, fasi adesive): per questi motivi, i perni in fibra, a differenza dei perni cementati in maniera convenzionale, non devono estendersi troppo in profondità. Il mantenimento di un minimo di 3, ma preferibilmente 6 mm di guttaperca all'interno del canale, garantisce stabilità del sigillo apicale, prevenendo una microinfiltrazione [62]. Nei settori posteriori, la ritenzione del restauro postendodontico (o build-up) può essere garantita dall'anatomia della camera pulpale e non vi è alcun vantaggio nel posizionare un perno [63]. L'impiego di perni endocanalari è più frequente nei premolari rispetto ai molari, denti, questi ultimi, con camera pulpale di dimensioni maggiori, più favorevoli alla ritenzione del build-up.

## Restauro diretto e restauro indiretto

La ricostruzione del dente trattato endodonticamente con tecnica diretta adesiva rappresenta la terapia di scelta perché è meno invasiva, più economica e richiede un'unica seduta. Tuttavia, quando il processo carioso o la frattura che hanno reso necessario il trattamento endodontico coinvolge le cuspidi e le creste marginali, minandone irrimediabilmente la resistenza, è necessario ricorrere a un restauro indiretto. I vantaggi del restauro indiretto in cavità estese sono: una minore contrazione da polimerizzazione (limitata al cemento da fissaggio), un sigillo marginale in dentina/cemento superiore ai restauri diretti, migliori proprietà fisico-meccaniche, forma, funzione ed estetica migliori perché eseguite dall'odontotecnico sull'articolatore e minori tempi operativi in restauri multipli.

Nella scelta fra tecnica diretta e indiretta entrano in gioco diversi fattori, che devono essere analizzati attentamente. Considerando che nessuna soluzione terapeutica può essere considerata completamente "definitiva", la scelta si orienta verso un restauro il più possibile conservativo, che rinforzi la struttura sana residua e offra possibilità di reintervento e riparazione.

### Posizione del dente in arcata

La posizione in arcata del dente trattato endodonticamente è un parametro fondamentale nella scelta fra restauro diretto e indiretto. Tanto più mesialmente sarà posizionato il restauro nell'arcata, tanto minori saranno l'usura e le sollecitazioni funzionali a cui sarà sottoposto [64].

Le tecniche dirette per il restauro dei denti anteriori trattati endodonticamente rappresentano la soluzione mini-invasiva per eccellenza, consentendo il maggior risparmio di sostanza dentale sana, migliorandone la prognosi a lungo termine. I denti devitalizzati presentano, infatti, una resistenza coronale ridotta dovuta a una perdita strutturale di tessuti duri. È quindi necessario utilizzare l'approccio più conservativo e prevenire ogni ulteriore perdita di smalto e dentina [65]. La stratificazione anatomica, guidata da mascherine in silicone (*fig. 2*) confezionate su una ceratura diagnostica, consente molto spesso di ottenere risultati esteticamente eccellenti, anche in virtù di efficaci tecniche di sbiancamento interne ed esterne [66].

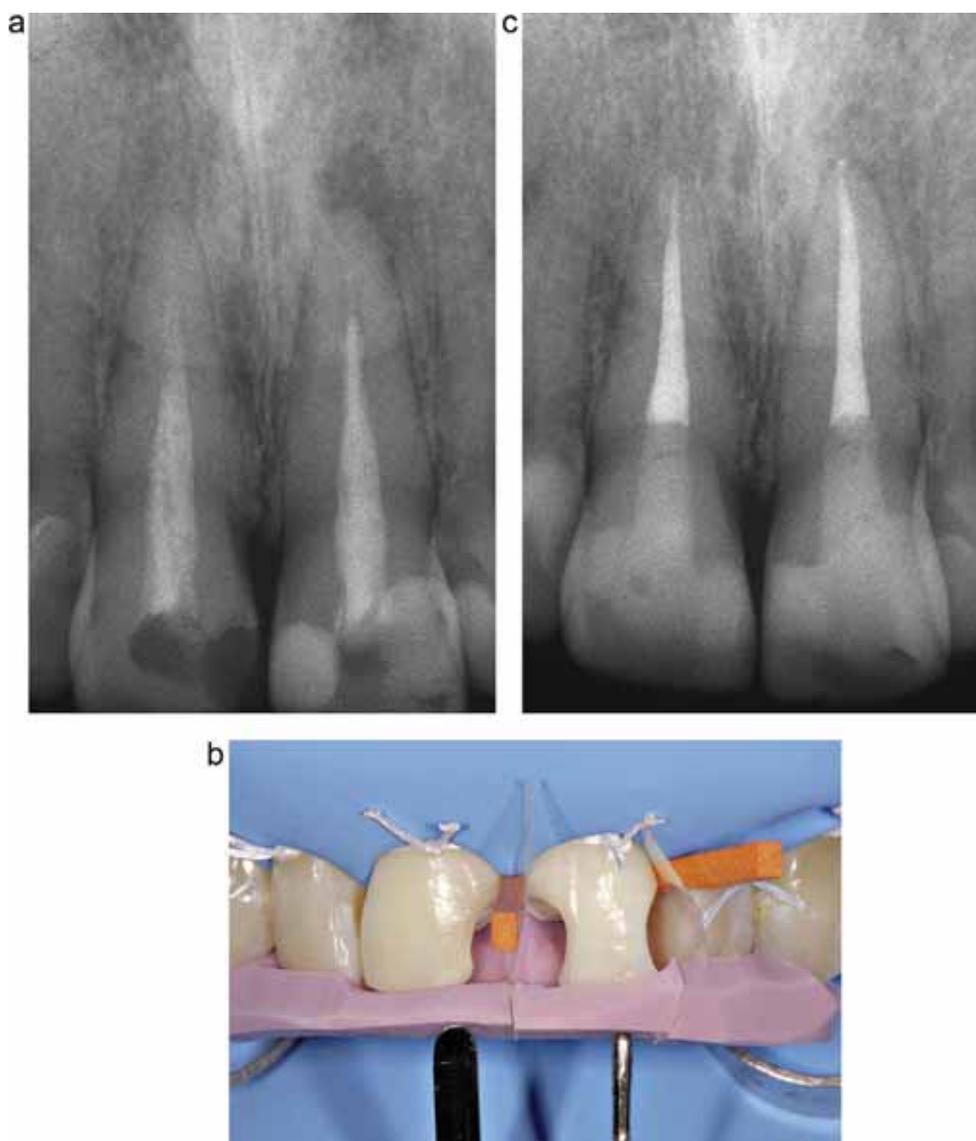
Nei settori anteriori, nei casi in cui si riesce a ripristinare forma, funzione ed estetica con un restauro diretto adesivo in composito, si può evitare o rimandare il restauro indiretto.

I canini, elementi strategici nell'economia del sistema masticatorio, vanno valutati con estrema attenzione. Nel caso in cui il canino sia sottoposto a forti vettori tangenziali di una guida di lateralità, necessiterà della protezione di una corona completa, indispensabile a mantenere stabile nel tempo questa funzione di guida [67].

Per i premolari e i molari entrano in gioco diversi fattori, di seguito analizzati.

### Arcata interessata/anatomia dentale

Statisticamente, i denti delle due arcate presentano un'incidenza alla frattura molto diversa, dato da mettere in



**Figura 2** Restauri diretti adesivi in composito di incisivi centrali mascellari trattati endodonticamente. (a) La radiografia preoperatoria mostra elementi gravemente compromessi in presenza di sigillo apicale e coronale non corretti. (b) Fasi ricostruttive con mascherina guida in silicone dopo ritrattamento e sbiancamento degli elementi. (c) Radiografia di controllo a distanza di 1 anno con guarigione della lesione periapicale di 2.1.

relazione a un'anatomia o un'inclinazione del loro asse, che li rende più deboli.

I premolari superiori presentano concavità cervicali interprossimali accentuate e versanti cuspidali ripidi; sono gli elementi posteriori trattati endodonticamente con il più alto indice di frattura [68]. Al contrario, i premolari inferiori, in particolare il primo premolare inferiore, sono gli elementi con il più basso indice di frattura [35]. Secondo altri autori [69], la più alta percentuale di frattura si rinviene nei molari inferiori, dove l'inclinazione linguale della corona rende questi elementi più soggetti a frattura delle cuspidi non di sostegno [70].

Anche sulla base di queste informazioni si deciderà se un elemento verrà ricostruito con tecnica diretta o indiretta e se verranno ricoperte tutte le cuspidi o solo alcune.

### Superfici cavitarie

È il parametro più spesso utilizzato dal clinico nella scelta del tipo di restauro da utilizzare.

Elementi posteriori trattati endodonticamente con cavità a una superficie, corrispondente alla cavità di accesso occlusale, in presenza di cuspidi sufficientemente spesse, mostrano una resistenza alla frattura quasi paragonabile al dente integro [71,72]; in queste condizioni cliniche, seppur infrequenti, una ricostruzione con tecnica diretta sembra essere affidabile. In cavità MOD a tre superfici, la ricopertura cuspidale con un overlay in composito è il trattamento più sicuro per ottenere una resistenza ottimale dell'insieme dente-restauro, a condizione che la sostanza dentale residua a livello coronale sia sufficiente, come dimostra uno studio su

premolari [73]. In cavità a due superfici (OM od OD), laddove la perdita di sostanza indotta dalla carie coinvolga solo una delle due creste marginali, appare ingiustificata l'asportazione di dentina sana necessaria a una preparazione per corona completa od onlay, mentre è indicata una tecnica diretta in relazione a uno spessore delle cuspidi superiore a 2,5-3 mm [67]. Al contrario, nei molari trattati endodonticamente la perdita di una cresta marginale e uno spessore delle due cuspidi adiacenti inferiore a 2,5-3 mm, associati alla presenza dell'altra cresta marginale e a cuspidi adiacenti ben sostenute, si possono tradurre in un restauro indiretto a ricoprimento esclusivo delle due cuspidi adiacenti alla cresta marginale persa e mantenimento delle cuspidi adiacenti alla cresta marginale presente [74]: questo è comunque un approccio assai più conservativo di una corona completa tradizionale.

### Spessore delle cuspidi e creste marginali residue

L'indipendenza di deformazione delle cuspidi di un elemento del settore posteriore sottoposte a carico è stata dimostrata da uno studio condotto con la tecnica degli elementi finiti [75]. Da qui la decisione clinica di mantenere le cuspidi integre e abbattere solo le cuspidi compromesse. La misurazione dello spessore, effettuata con uno spessimetro (fig. 3) alla base di ogni cuspid residue (fig. 4), è fondamentale per valutare se mantenere o meno la suddetta cuspid. Con uno spessore di almeno 2,5-3 mm (fig. 5) potrebbe apparire ingiustificata l'asportazione di dentina necessaria a una tecnica indiretta [67].

Le creste marginali, se adeguatamente spesse, rappresentano un fattore di rinforzo e non devono essere sistematicamente sacrificate. In uno studio condotto su premolari trattati endodonticamente e restaurati in composito, si è osservata un'augmentata resistenza alla frattura nei casi in cui è stata preservata una cresta marginale di 2 mm [76].

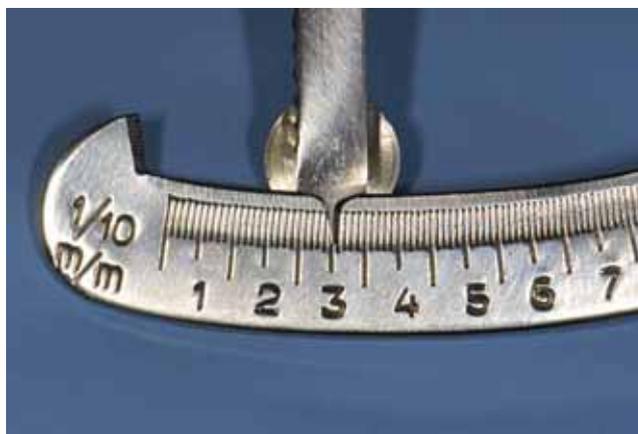
La perdita di sostanza dentale sana in posizione cervicale causata da erosioni, abrasioni, abfraction, carie o restauri di V classe preesistenti può ridurre ulteriormente lo spessore delle cuspid residue. Pertanto, la misurazione dello spessore



**Figura 3** Lo spessimetro è uno strumento indispensabile per valutare l'integrità delle cuspidi e deciderne il mantenimento in cavità a una o due superfici.



**Figura 4** La misurazione deve essere effettuata alla base di ogni cuspid dopo rimozione di eventuali restauri in posizione cervicale.



**Figura 5** In cavità a una o due superfici di elementi trattati endodonticamente, uno spessore cuspidale inferiore a 2,5 mm implica il sacrificio della cuspid e la realizzazione di un restauro indiretto.

cuspidale deve essere eseguita dopo rimozione di precedenti restauri in posizione cervicale.

### Posizione dei margini cervicali, quantità di smalto cervicale, dimensioni cavarie in senso corono-apicale

La quantità di smalto cervicale è un parametro spesso decisivo nella scelta tra restauro diretto e restauro indiretto e nella scelta tra restauro adesivo e restauro protesico tradizionale. Più la cavità è profonda in senso corono-apicale, minore è la disponibilità di smalto. Lo spessore e la qualità dello smalto residuo cervicale possono influire sulla qualità del restauro; è stato dimostrato che i restauri indiretti adesivi in composito mostrano un sigillo marginale in dentina radicolare superiore ai restauri diretti [77], in virtù di una ridotta contrazione da polimerizzazione (limitata al cemento da fissaggio), non sufficiente ad alterare l'adesione "debole" sul cemento. In presenza di fratture o carie che hanno

coinvolto piccole porzioni di smalto cervicale, è possibile prendere in considerazione un restauro indiretto adesivo in funzione di altri parametri (età, motivazione del paziente, ecc.). Al contrario, in presenza di smalto cervicale in quantità e qualità limitate è preferibile evitare un'adesione scadente e optare per un restauro protesico tradizionale.

Preparazioni cavitare profonde in senso corono-apicale sono state messe in relazione a una maggiore deformazione cuspidale. L'alta percentuale di fratture in denti trattati endodonticamente può essere causata da cavità più profonde rispetto a quelle che si preparano in denti vitali [78]. La presenza di box interprossimali estesi in orizzontale, sia in senso mesio-distale sia in senso vestibolo-linguale, ma soprattutto in profondità, è associata a una maggiore flessione delle cuspidi adiacenti e a un maggior rischio di frattura delle stesse.

### Presenza di incrinature e parafunzioni

La diffusione sempre maggiore di pazienti parafunzionali si associa a un più frequente riscontro di incrinature, spesso causa di trattamenti endodontici. Sono stati proposti vari approcci terapeutici per il restauro dei denti posteriori trattati endodonticamente in presenza di incrinature, alcuni molto conservativi, come il restauro diretto adesivo in composito [79], altri più tradizionali, come la corona completa [80,81].

L'impiego dei compositi con tecnica diretta [82] o con intarsi inlay [83] è stato proposto per il restauro dei denti posteriori incrinati, ma vitali e per lo più su premolari.

La tecnica indiretta a copertura totale delle cuspidi pare essere la soluzione più predicibile. Si è dibattuto molto anche sul tipo di materiale da usare nei casi in cui viene scelta una tecnica indiretta. Da una parte, l'oro consente preparazioni più conservative, essendo l'unico materiale in grado di mantenere le proprie caratteristiche chimico-fisiche in spessori minori di 1 mm [84]; dall'altra, i restauri adesivi indiretti, pur richiedendo preparazioni leggermente meno conservative, garantiscono estetica, ma soprattutto un'azione di rinforzo sulle strutture dentali residue [85–87]. Vi è discordanza di vedute anche sulla scelta del materiale utilizzato per la realizzazione dell'overlay adesivo in presenza di elementi incrinati devitalizzati. Non è chiaro se sia preferibile un materiale che garantisca un cerchiaggio rigido, come la ceramica, oppure un materiale che abbia un modulo di elasticità più simile alla dentina, come il composito.

### Tipo di occlusione e impegno funzionale

Un elemento devitalizzato presenta un rischio di frattura sei volte superiore se costituisce l'elemento terminale di un'arcata dentaria [88]. Un elemento dentario che presenti due punti di contatto (cioè che abbia un elemento mesiale e uno distale) ha un rischio di frattura inferiore a quello di un dente che presenti un solo dente attiguo o, ancor peggio, che si trovi isolato [89].

Una revisione sistematica della letteratura ha recentemente sottolineato l'importanza dell'impegno funzionale come fattore influente sulla sopravvivenza dell'elemento trattato endodonticamente, indicando i denti con entrambi

i contatti prossimali quelli a più alta sopravvivenza [90]. L'impegno funzionale è un parametro che sposta la scelta restaurativa verso un restauro indiretto.

### Età e disponibilità economica

L'età e una disponibilità economica limitata sono fattori spesso decisivi nella pianificazione del trattamento. Nei bambini si cerca di evitare soluzioni indirette, mentre l'aspetto economico determina frequentemente l'abbandono di una soluzione terapeutica ideale per una soluzione di compromesso fuori protocollo [91]. In questi casi, il build-up preintarsio, con ripristino di forma e funzione corrette, garantisce un sigillo marginale stabile nel tempo e consente di posticipare l'esecuzione di un restauro definitivo in questa categoria di pazienti. La diffusione di matrici sezionali anatomiche sempre più sottili e anelli divaricatori sempre più versatili consente la ricostruzione di creste marginali corrette in termini di profilo di emergenza e area di contatto, prevenendo i disagi masticatori secondari a una morfologia incongrua (fig. 6).

### Igiene orale, motivazione e cariorecettività

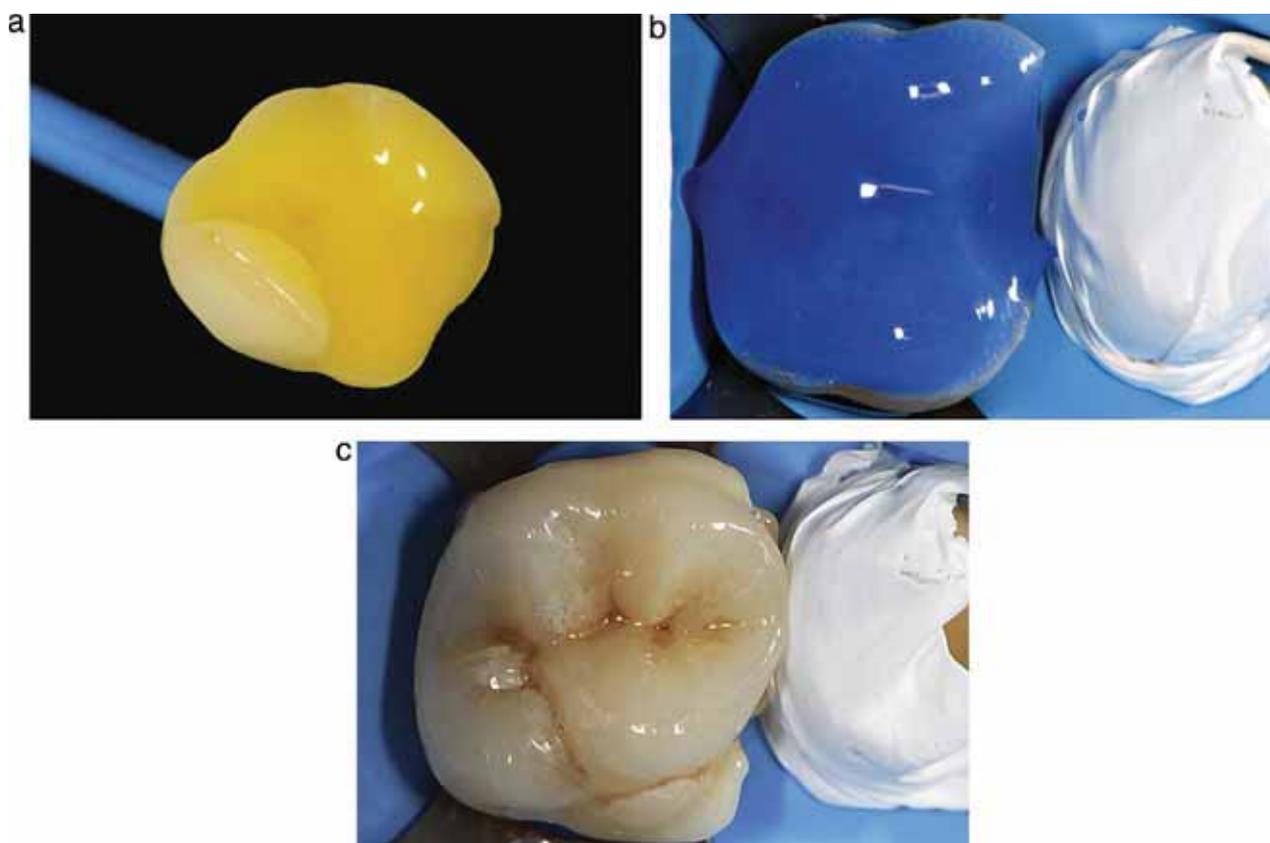
Una buona igiene orale domiciliare e abitudini dietetiche corrette rappresentano due requisiti imprescindibili per qualsiasi piano di trattamento, anche il più semplice. L'esecuzione di restauri indiretti deve essere rimandata qualora la motivazione del paziente non sia sufficiente a soddisfare questi requisiti.

### Scelta del materiale: vantaggi del restauro indiretto in composito

Sebbene in letteratura sia riportata l'efficacia sia del composito sia della ceramica come materiali per la



**Figura 6** Primo molare mascellare trattato endodonticamente. Cavità a due superfici con cuspidi mesio-palatina di spessore ai limiti delle possibilità di conservazione. Matrici sottili, anatomiche, anelli divaricatori di ultima generazione, cunei di forma, dimensione e materiale differenti consentono la realizzazione di una corretta anatomia prossimale in termini di profilo di emergenza e area di contatto.



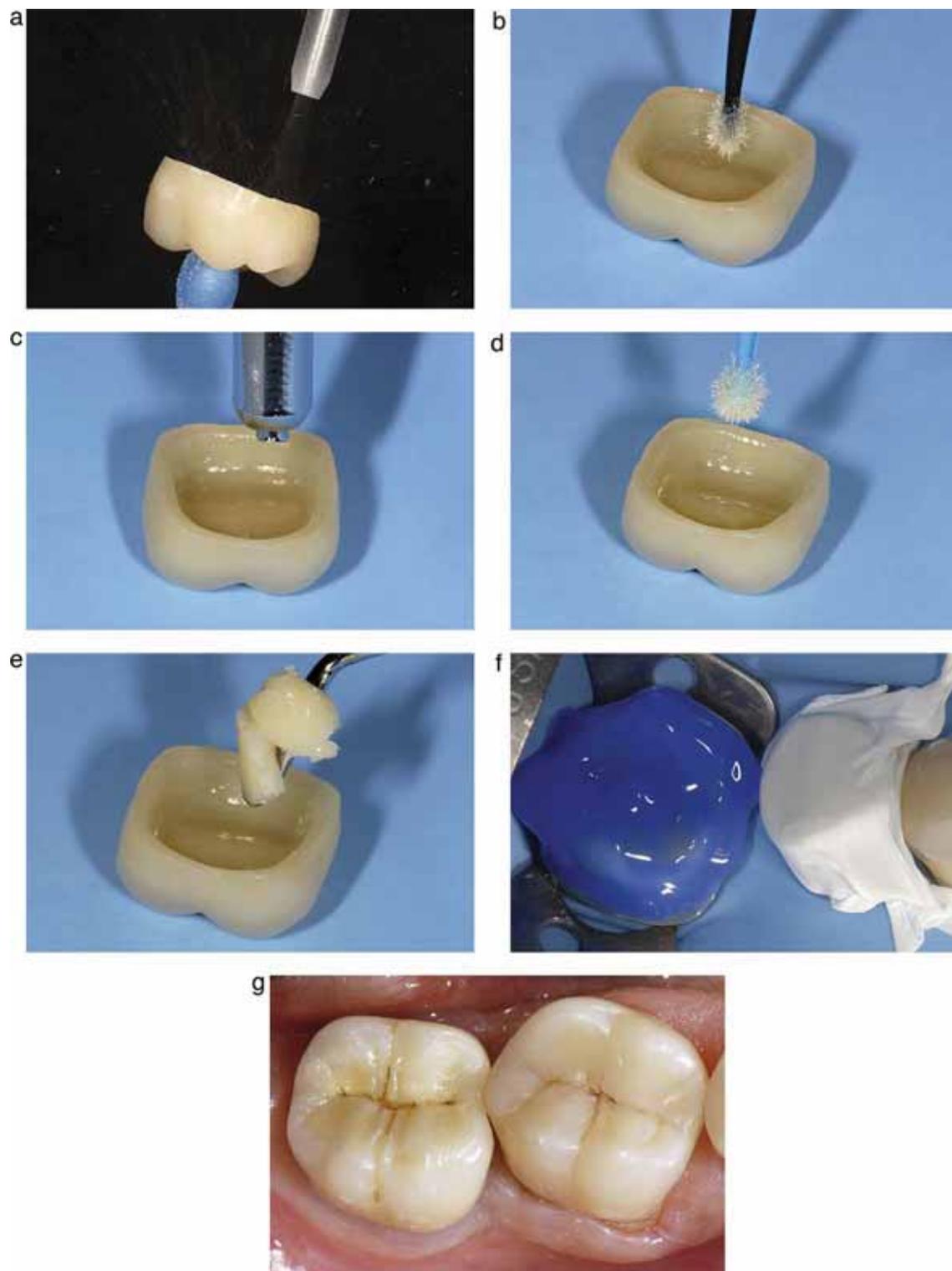
**Figura 7** Primo molare superiore trattato endodonticamente e restaurato con overlay in ceramica pressofusa (disilicato di litio). (a) Mordenzatura della superficie interna dell'intarsio con acido fluoridrico. (b) Mordenzatura cavitaria con acido ortofosforico. (c) Fase di cementazione, dopo le procedure adesive, prima della rimozione degli eccessi di composito.

fabbricazione degli intarsi, i compositi recentemente immessi sul mercato mostrano alcune proprietà fisico-mecchaniche che stanno progressivamente indebolendo la supremazia delle ceramiche dentali. Se, da una parte, sono innegabili i vantaggi estetici della ceramica (*fig. 7*), specialmente nel medio e lungo periodo (*figg. 8g e 16l*), e alcune sue caratteristiche chimico-fisiche (resistenza all'usura, coefficiente di espansione termica e stabilità dimensionale) [92], dall'altra i miglioramenti in termini di estetica e resistenza all'abrasione dei materiali compositi più recenti fanno virare la scelta verso questi ultimi. Il composito, sottoposto a una post-polimerizzazione extra-orale finale con luce e calore all'interno di un apposito fornello, mostra un notevole aumento delle proprietà meccaniche (resistenza all'usura, microdurezza) e un miglioramento delle proprietà fisiche (solubilità, coefficiente di espansione termica, modulo di elasticità, fragilità) rispetto alla resina composita polimerizzata mediante l'azione della sola luce, tanto che si può affermare che sia ceramica sia composito mostrano una resistenza all'usura vicina a quella dello smalto [93]. I compositi, inoltre, hanno un modulo di elasticità molto più vicino alla dentina rispetto alla ceramica (18 GPa la dentina, 11.24 GPa il composito, 65 GPa la ceramica) [94], con conseguente ripristino delle caratteristiche elastiche del dente, minore fragilità del restauro e minore trasmissione degli stress meccanici all'elemento restaurato. I compositi, infine,

garantiscono all'operatore alcuni vantaggi clinico-pratici ed ergonomici (preparazioni cavitare più conservative, possibilità di correzione intraorale, lucidabilità, minore abrasione dei denti antagonisti, possibilità di riparazione e reintervento, unica interfaccia dente-restauro, unico materiale per restauro diretto, indiretto e cemento da fissaggio, build-up ideale in funzione preprotetica futura, semplicità dei procedimenti clinici e di laboratorio, minima attrezzatura richiesta, tempi e costi inferiori) che li rendono oggi ampiamente indicati e utilizzati in odontoiatria adesiva (*fig. 8*). Infine, il modulo di elasticità (rigidità o flessibilità di un corpo), la resilienza (capacità di assorbire una sollecitazione fino al limite elastico), la tenacità (capacità di assorbire una sollecitazione fino al carico di rottura-fragilità) e la resistenza alla fatica (rottura in seguito a una sollecitazione dinamica ciclica) sono le proprietà meccaniche che consentono al materiale composito di essere lavorato in spessori minimi (garantendo preparazioni più conservative) e di essere meno soggetto a fratture rispetto ai materiali ceramici [95].

### Scelta del tipo di restauro: considerazioni cliniche

Sulla base dell'analisi della letteratura attuale e delle necessità pratico-cliniche dell'operatore si propone un razionale semplificato, modificabile in funzione di età, impegno



**Figura 8** Primo molare mandibolare trattato endodonticamente e restaurato con overlay in composito, secondo molare mandibolare restaurato con corona in metal-ceramica. **(a)** Sabbiatura della superficie interna dell'intarsio. **(b)** Applicazione del silano. **(c)** Il silano viene soffiato con un getto d'aria. **(d)** Applicazione del bonding. **(e)** Per la cementazione viene usato lo stesso materiale composito impiegato per la preparazione dell'intarsio. Prima di essere posizionato all'interno dell'intarsio, il composito verrà riscaldato a circa 45 °C in un apposito forno. **(f)** Mordenzatura della cavità adesiva; si protegge lo smalto dell'elemento vicino dall'azione dell'acido. **(g)** Controllo a distanza, in cui si nota il mantenimento nel tempo delle caratteristiche estetiche della ceramica rispetto al composito, che necessita di periodiche lucidature. Le peggiori performance estetiche nel lungo periodo del composito rispetto alla ceramica sono comunque compensate dai numerosi vantaggi clinico-pratici.

funzionale, considerazioni economiche, motivazione del paziente, ecc.

### Restauro diretto adesivo in composito

Il restauro diretto nei denti singoli posteriori trattati endodonticamente si realizza in due situazioni cliniche.

La prima è rappresentata dalle cavità occlusali con cuspidi e creste marginali di spessore sufficiente ( $>2,5$  mm) (fig. 9). Le cavità occlusali sono molto sfavorevoli all'adesione. Il rapporto di configurazione tra le superfici adese e le superfici libere molto elevato (C-factor = 5) indica elevati stress da contrazione durante la fotopolimerizzazione del composito [96]. Tali stress si possono trasmettere all'interno del materiale, alterandone le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche, all'interfaccia adesiva, minando il legame tra composito e pareti con conseguente perdita del sigillo marginale, oppure, ancor peggio, alle pareti cavitare, con seri rischi di incrinatura; da qui la necessità di valutare con attenzione lo spessore di cuspidi e creste marginali residue. Per assorbire queste tensioni e ridurre al minimo tali inconvenienti, si possono adottare alcuni accorgimenti clinici: utilizzare compositi flow che, avendo un modulo di elasticità minore dei compositi tradizionali, sono in grado di ammortizzare gli stress; stratificare il composito a piccoli incrementi; modulare le fasi di fotopolimerizzazione delle masse di composito con una polimerizzazione intervallata (soft-start) [97]. Dal punto di vista pratico, è consigliabile posizionare compositi flow a basso croma o smalti lattescenti sul pavimento della camera pulpare per facilitare un eventuale ritrattamento: questo accorgimento è valido per ogni tipo di restauro o build-up.

Il secondo caso in cui è possibile eseguire un restauro diretto è rappresentato dalle cavità a due superfici (OM od OD) con cuspidi e cresta marginale residue di spessore sufficiente ( $>2,5$  mm) e smalto cervicale ben rappresentato, in assenza di incrinature (fig. 10).

Punte diamantate montate su manipoli sonici possono semplificare una preparazione cavitaria conservativa



**Figura 9** Cavità occlusale di un primo molare mascellare con cuspidi e creste marginali di spessore superiore a 2,5 mm. Il restauro diretto adesivo in composito sembra essere un restauro predicibile anche nell'elemento trattato endodonticamente.



**Figura 10** Cavità a due superfici (OD) di un primo premolare mascellare con cuspidi e cresta marginale residue di spessore sufficiente ( $>2,5$  mm), smalto cervicale in qualità e quantità adeguate in paziente giovane, condizioni ideali per un restauro diretto predicibile. La presenza di un'incrinatura sposta il piano di trattamento verso un overlay adesivo.

(fig. 11). Dopo aver inserito e stabilizzato una matrice sezionale con cuneo e anello divaricatore, si procede alla fase adesiva, alla ricostruzione della parete prossimale e della cresta marginale, al posizionamento di 0,5 mm di composito flow sulle pareti cavitare e alla stratificazione di piccole porzioni di masse-dentina fino a uno strato finale occlusale di composito-smalto. I supercolori favoriscono un disegno armonico dei solchi occlusali. Il posizionamento di un sottile strato di gel di glicerina favorisce la polimerizzazione del composito superficiale, altrimenti inibita dall'ossigeno, migliorandone la durezza superficiale. Questo accorgimento è valido per ogni tipo di restauro o build-up. La grande varietà di cunei,



**Figura 11** Punte diamantate montate su manipoli sonici consentono preparazioni conservative nel rispetto del dente vicino. Terminali 34 e 35 Komet da montare su Sonicflex. La superficie liscia non lavorante previene abrasioni accidentali della superficie marginale del dente adiacente; le superfici diamantate lavorano delicatamente sulle pareti assiali e sul gradino cervicale del box interprossimale.

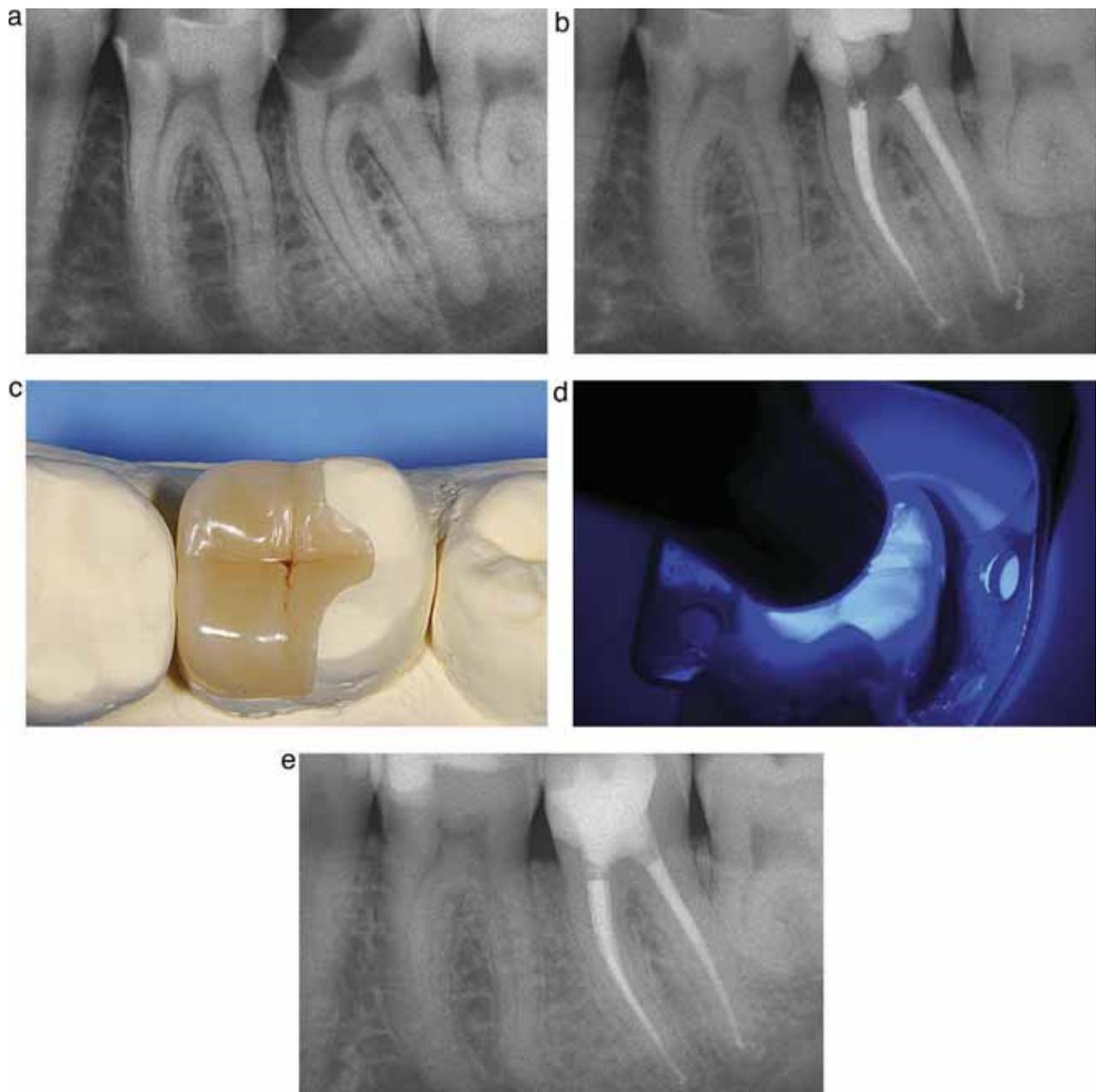
matrici sezionali e anelli divaricatori disponibili sul mercato consente oggi di realizzare restauri ben integrati dal punto di vista morfologico, funzionale ed estetico.

### Restauro indiretto adesivo in composito (inlay)

Situazione clinica infrequente, che si realizza in cavità a due superfici (OM od OD) con cuspidi e cresta marginale residue

di spessore sufficiente ( $>2,5$  mm) e smalto cervicale in qualità e quantità inadeguate, in assenza di incrinature.

In assenza di smalto cervicale, si è già discusso della superiorità del restauro indiretto rispetto al restauro diretto in virtù di una minima contrazione da polimerizzazione, limitata al composito da cementazione. Quando le cuspidi sono ben rappresentate (eventualità piuttosto infrequente), non è necessario sacrificarle e l'inlay in composito rappresenta la soluzione più conservativa.



**Figura 12** Secondo molare mandibolare con carie penetrante mesiale e radiotrasparenza periapicale sulla radice distale. (a) Radiografia preoperatoria. (b) Radiografia postoperatoria. Dopo pretrattamento endodontico, è stata realizzata la terapia canalare mini-invasiva. (c) L'integrità della cresta marginale e delle due cuspidi distali orienta verso una preparazione a onlay con conservazione delle suddette strutture anatomiche. (d) Fasi di fotopolimerizzazione dopo cementazione adesiva. (e) La radiografia di controllo a 1 anno mostra la guarigione della lesione periapicale distale, segno di un sigillo coronale corretto.

### Restauro indiretto adesivo in composito a copertura cuspidale parziale (onlay)

Si realizza in cavità a due superfici (OM od OD) con spessore delle due cuspidi adiacenti alla cresta marginale compromessa di spessore insufficiente e spessore delle due cuspidi adiacenti alla cresta marginale conservata di spessore sufficiente (>2,5 mm), in assenza di incrinature.

Questa situazione clinica è abbastanza frequente e si verifica quando il processo carioso ha coinvolto metà dente (mesiale o distale) compromettendo una cresta marginale e le due cuspidi adiacenti. In questi casi, in assenza di incrinature che indirizzerebbero la scelta verso una copertura cuspidale completa, l'opzione più conservativa è rappresentata dall'onlay in composito (*fig. 12*).

### Restauro indiretto adesivo in composito a copertura cuspidale totale (overlay)

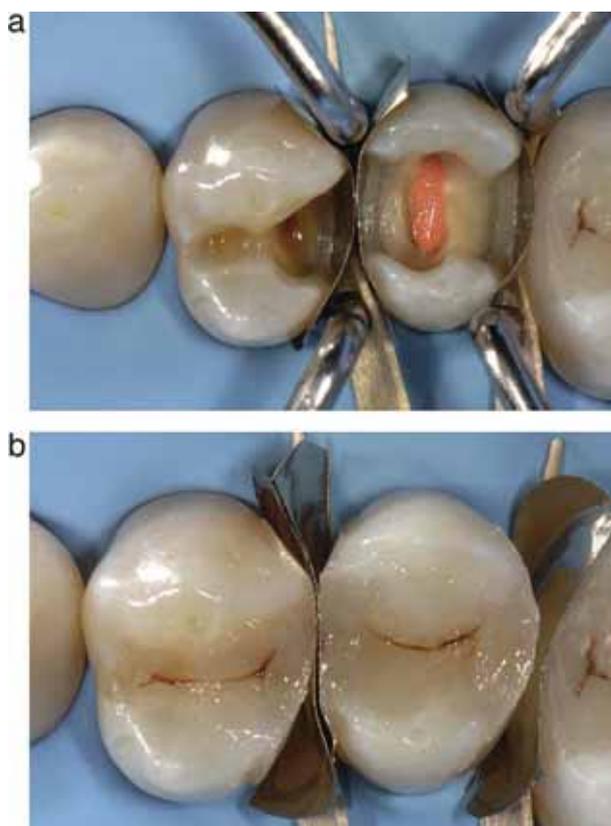
Una situazione clinica molto frequente negli elementi posteriori trattati endodonticamente è rappresentata da cavità a tre superfici (MOD) in presenza di smalto cervicale in quantità e qualità adeguate, in presenza o meno di incrinature (*fig. 13*). In questi casi, così come in cavità a una o due superfici in presenza di incrinature, l'overlay è il trattamento di elezione.

Il restauro diretto come soluzione di compromesso fuori protocollo nelle cavità MOD deve essere valutato con estrema attenzione. Nei premolari superiori, soprattutto negli elementi in cui lo spessore della cuspidi vestibolare è ridotto per la presenza di lesioni cervicali, questa soluzione di compromesso deve essere considerata solo in situazioni di emergenza, in virtù dell'alto rischio di frattura di questi elementi e delle problematiche estetiche inerenti la loro sostituzione con impianto osteointegrato (*fig. 14*).

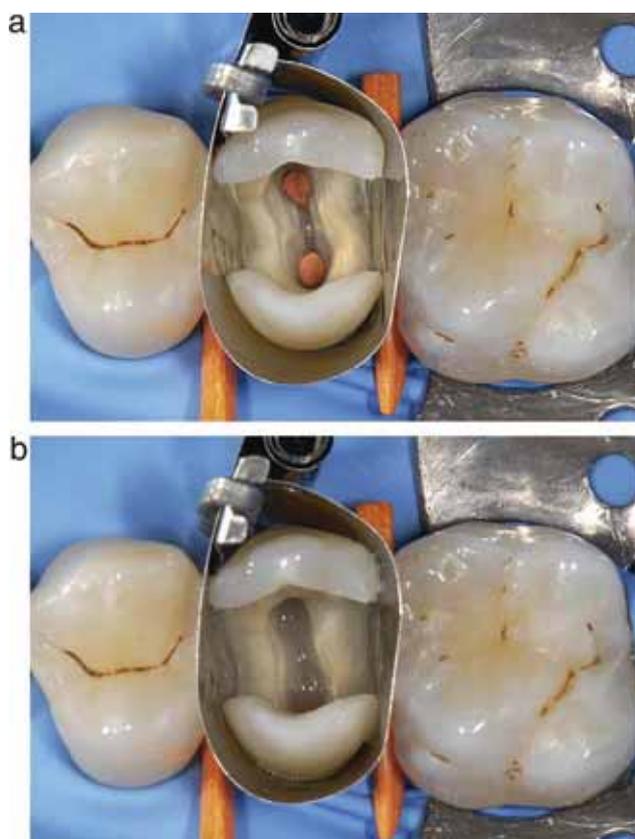


**Figura 13** Le cavità a tre superfici (MOD) negli elementi trattati endodonticamente presentano alti rischi di frattura, soprattutto nei premolari superiori. La copertura delle cuspidi con un overlay adesivo è la soluzione terapeutica di elezione.

Dopo aver rilevato il colore e scattato alcune fotografie preoperatorie del settore da trattare, si isola il campo operatorio, si abbattono le cuspidi compromesse e si procede al build-up adesivo in composito. Si posiziona il flow sul pavimento della camera pulpare e sulle pareti cavitare, per poi stratificare e polimerizzare piccoli incrementi allo scopo di non stressare le strutture sane residue. Materiali a basso croma o trasparenti favoriscono il passaggio della luce e migliorano la fotopolimerizzazione. Nei casi di carie interprossimale profonda con coinvolgimento dello smalto cervicale, in presenza di un'ampiezza biologica conservata, può essere utile "riallocare", ovvero rialzare, il livello del gradino cervicale con una procedura proposta e codificata da anni [49,98]. La tecnica prevede un rigido protocollo: isolamento con diga di gomma, detersione cavitaria con uso finale di spray di bicarbonato, inserimento di una matrice che garantisca un sigillo cervicale, fase adesiva e posizionamento di composito flow in spessore massimo di 1 mm (*fig. 15*). Pur essendo discordi i pareri in letteratura sulla necessità di utilizzare compositi flow sul gradino cervicale, la maggiore semplicità di inserimento in cavità profonde e strette come i



**Figura 14** (a) Secondo premolare mascellare con cavità MOD e smalto cervicale ben rappresentato, condizione clinica ideale per gli overlay adesivi. (b) Build-up ultimato prima della rifinitura e della lucidatura. Il build-up adesivo preintarsi in cavità a tre superfici, soprattutto in premolari superiori, rappresenta una soluzione di compromesso fuori protocollo ad alto rischio, da effettuare solo in situazioni di emergenza, di cui il paziente deve essere attentamente informato.



**Figura 15** Riallocazione del gradino cervicale in un secondo premolare mascellare con margini cavitari cervicali profondi in assenza di smalto. (a) Isolamento del campo operatorio, detersione cavitaria, inserimento di matrice e cunei. (b) Dopo le fasi adesive, viene posizionato 1 mm di composito flow sul gradino cervicale.

box interprossimali e la loro funzione di “ammortizzatore” degli stress ne consiglia l’impiego in cavità profonde in assenza di smalto. La “riallocazione del gradino cervicale” semplifica le fasi cliniche del trattamento (isolamento del campo, preparazione cavitaria, impronta, cementazione, rifinitura e lucidatura) in casi di margini cervicali profondi, ma in presenza di ampiezza biologica conservata. In presenza di ampiezza biologica violata è necessario ricorrere alla chirurgia parodontale prima della realizzazione del restauro definitivo (fig. 16). La preparazione cavitaria, a diga montata, segue le indicazioni riportate in letteratura [92]: angoli interni arrotondati, pareti lisce, divergenti di circa 10 gradi verso l’esterno, finitura dello smalto ad angoli netti, assenza di biselli, riduzione cuspidale di 1,5-2 mm, rimozione dei contatti con i denti adiacenti, dimensione dell’eventuale istmo oclusale di 2 mm in altezza e larghezza, riduzione vestibolare o linguale di 1,5 mm, riduzione cuspidale a taglio netto o cerchiaggio. Si rileva l’impronta e si dimette il paziente dopo avere posizionato un restauro provvisorio.

Nella seconda seduta, fissata nel più breve tempo possibile, dopo aver isolato il campo operatorio si prova e si cementa l’intarsio seguendo un protocollo rigido di adesione. Anche la fotopolimerizzazione deve essere ottimizzata [99]

dal punto di vista quantitativo (usando più fonti luminose e aumentando i tempi di esposizione) e qualitativo (con fonti luminose di ultima generazione, di tipologia differente, con puntali lunghi, stretti e facilmente manovrabili). Dopo aver rimosso le eccedenze di composito e completato le manovre di rifinitura e lucidatura, si rimuove la diga, si controlla l’occlusione e si scatta una radiografia di controllo per verificare la qualità dei margini e l’eventuale presenza di residui di cemento (fig. 17).

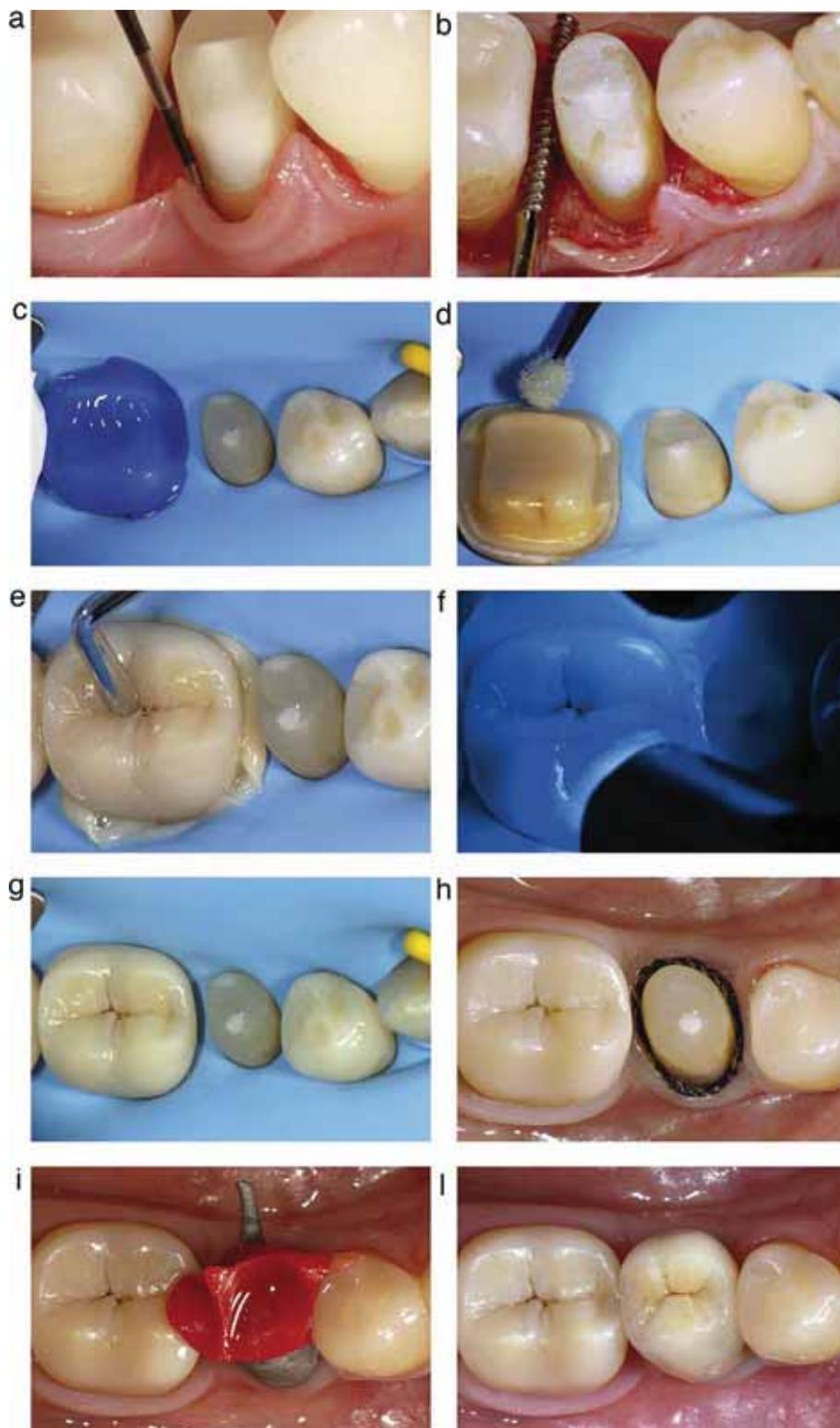
### Corona completa

In presenza di grave perdita di sostanza coronale con coinvolgimento esteso dello smalto cervicale, la corona completa assicura comunque la migliore predicibilità [90]. Le corone in metal-ceramica sono le uniche a vantare una documentazione scientifica a lungo termine attendibile e pertanto rappresentano la prima scelta soprattutto in settori e pazienti con poche implicazioni estetiche. In ottica mini-invasiva, le corone in ceramica supportata da zirconio sembrano garantire performance estetiche e conservative superiori rispetto alle corone in metal-ceramica tradizionale [100], specialmente in elementi preparati con tecnica a finire, come recentemente proposto [101]. Le corone in ceramica pressofusa, come il disilicato di litio, abbinano precisione a ottime proprietà estetiche e meccaniche (fig. 7) tali da consentire preparazioni più conservative rispetto al passato, ma le difficoltà tecniche di una cementazione adesiva (che prevede l’impiego della diga di gomma) le rende poco indicate in elementi posteriori gravemente compromessi. Inoltre, il loro comportamento clinico a medio e a lungo termine è ancora tutto da verificare [102].

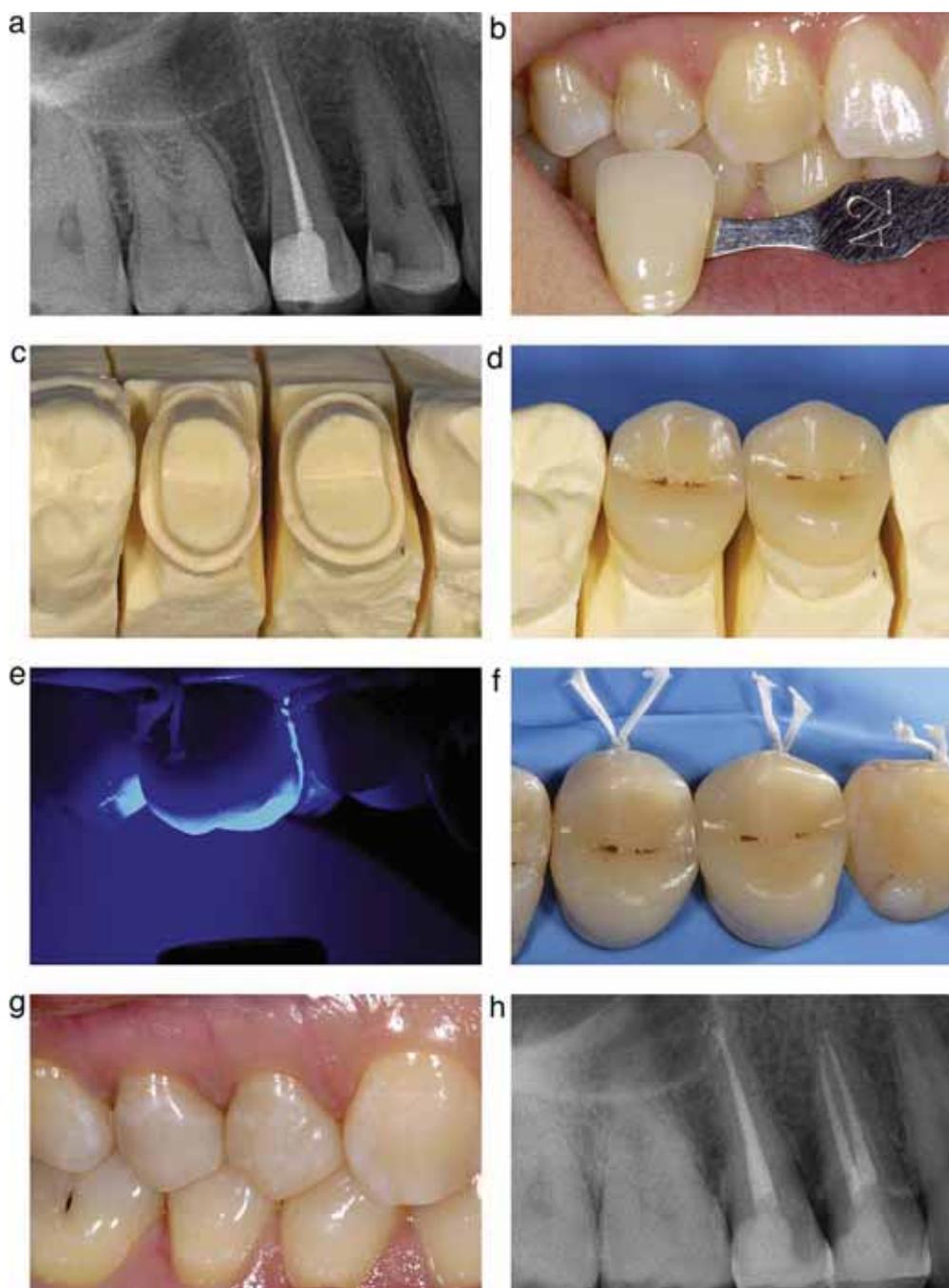
### Discussione

Sebbene l’odontoiatria ideale dovrebbe essere additiva e non sottrattiva [103], alla luce della letteratura attuale, delle tecniche e dei materiali disponibili sul mercato i restauri indiretti adesivi in composito a ricopertura cuspidale parziale e totale rappresentano la soluzione terapeutica più conservativa per il restauro di denti posteriori trattati endodonticamente in presenza di cavità di medie e grandi dimensioni e una sufficiente quota di smalto cervicale. Se, da un lato, queste metodiche hanno dimostrato una buona affidabilità nel medio termine, in letteratura mancano conferme a lungo termine, soprattutto in relazione alla qualità del legame adesivo nel tempo [104]. Il buon comportamento clinico-radiografico a medio termine, ma soprattutto la valutazione a distanza dei restauri in composito rilevati in letteratura [105], fa ben sperare sull’effettiva longevità di queste procedure.

Nella predicibilità a lungo termine di ogni trattamento, specialmente quando si applicano tecniche adesive, bisogna sottolineare l’importanza dell’operatore [90,106], il quale deve disporre di conoscenze, materiali e attrezzature adeguati, pianificare il trattamento in funzione della motivazione del paziente e seguire con scrupolosa precisione i protocolli e le indicazioni per la tecnica applicata.



**Figura 16** Approccio multidisciplinare in elementi trattati endodonticamente in presenza di ampiezza biologica violata. Il piano di trattamento prevede corona completa su 4.5 e overlay in composito su 4.6. (a) Dopo incisione del lembo si controlla con la sonda parodontale la distanza tra cresta ossea e margine cavitario. (b) Chirurgia ossea resettiva. (c) Cementazione dell'intarsio a tessuti guariti: mordenzatura cavitaria. (d) Fasi adesive. (e) Cementazione dell'overlay in composito sul primo molare mandibolare. (f) Fasi di fotopolimerizzazione con due sorgenti luminose. (g) Intarsio cementato. (h) Impronta del secondo premolare mandibolare. (i) Prova fusione. (l) Controllo occlusale dopo la cementazione della corona in metal-ceramica.



**Figura 17** (a) Radiografia preoperatoria: primo premolare con carie penetrante, secondo premolare con terapia endodontica scorretta. Si pianificano due overlay in composito in virtù di inclinature su entrambi gli elementi in paziente bruxista. (b) Scelta del colore e valutazione estetica. (c) Modello di lavoro. (d) Gli overlay in composito realizzati. (e) Fasi di fotopolimerizzazione con due sorgenti luminose. (f) Intarsi cementati. (g) Controllo estetico. (h) Radiografia di controllo.

## Conclusioni

Ogni elemento dentale a seguito di un trattamento endodontico subisce alterazioni biochimiche, biomeccaniche e strutturali che lo trasformano in maniera irreversibile. La perdita di sostanza dentale indotta dalla carie o dalla frattura, nonché la perdita di alcuni elementi anatomici come le creste marginali e il tetto della camera pulpare rendono l'elemento devitalizzato più suscettibile alla frattura.

Uno dei fattori che condiziona la prognosi a lungo termine dell'elemento trattato o ritrattato è la quantità di sostanza dentale sana residua. Il restauro sistematico con perno e corona deve essere abbandonato a favore di un approccio mini-invasivo, che inizia durante le fasi endodontiche e si conclude in un restauro che rispetti i moderni principi di bioeconomia dei tessuti dentali. Le resine composite sono, oggi, il materiale più usato per il restauro del dente trattato endodonticamente tanto nel settore anteriore quanto nel

settore posteriore. Grazie all'adesione garantiscono preparazioni mini-invasive, un sigillo marginale che previene la microinfiltrazione batterica e soprattutto esercitano un'azione di rinforzo sulle strutture dentali sane residue. La tecnica diretta, realizzabile raramente, nei casi di limitata perdita di sostanza, costituisce l'approccio restaurativo di scelta, in quanto rapida, economica, ma soprattutto conservativa [107]. La tecnica indiretta, con intarsi a ricopertura parziale (onlay) o totale (overlay, cementati adesivamente, rappresenta la soluzione più frequente laddove la perdita di sostanza ha compromesso irrimediabilmente cuspidi e creste marginali. Solo in presenza di una grave perdita di sostanza dentale coronale che coinvolge lo smalto cervicale si dovrà prendere in considerazione un restauro protesico, ovvero una corona completa.

**Rilevanza clinica:** I restauri adesivi in composito diretti (per cavità di piccole dimensioni) e indiretti (in cavità estese), con coinvolgimento di una cresta marginale (onlay) o di entrambe (overlay) rappresentano l'approccio più conservativo per il restauro del dente singolo posteriore trattato endodonticamente; pertanto, sono la prima scelta per il clinico. Oltre a usufruire dei vantaggi clinico-pratici dei restauri parziali e di un'azione di rinforzo sulle strutture sane residue, gli intarsi adesivi in composito garantiscono un sigillo marginale affidabile, in presenza di una quantità sufficiente di smalto cervicale. Il successo a lungo termine del dente trattato endodonticamente dipende da un'attenta valutazione di tutti i parametri che coinvolgono il caso (dente interessato, età, cariorecettività, motivazione del paziente, impegno funzionale, sostanza dentale residua, ecc.), dalla scelta della tecnica più indicata (restauro diretto, indiretto in composito, corona completa), dal rispetto dei protocolli e dalla precisione clinico-operativa.

## Ringraziamenti

Si ringraziano gli odontotecnici del laboratorio Pizzuti di Ovada per la realizzazione dell'overlay relativo al caso della figura 7 e gli odontotecnici del laboratorio Giacometti & Zeppegno di Genova per la realizzazione dei manufatti relativi agli altri casi. Un ringraziamento alle assistenti di studio Nadia e Silvia.

## Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

## Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

## Bibliografia

1. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Internat Endod J* 1995;28:12–8.
2. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of

- endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:218–21.
3. Torabinejad M, Borasmy U, Kettring JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 1990;16:556–9.
4. Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod* 1993;19:458–61.
5. Cerruti A, Venturi G, Azzini A, Savoldi E. Valutazione in vitro della resistenza alla penetrazione batterica in elementi trattati endodonticamente. *Giornale Italiano Endo* 1998;6:76–83.
6. Berutti E. Microleakage of human saliva through dentinal tubules exposed at the cervical level in teeth treated endodontically. *J Endod* 1996;11:579–82.
7. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent* 2002;87:674–8.
8. Belli S, Zhang Y, Pereira PN, Ozer F, Pashley DH. Regional bond strengths of adhesive resins to pulp chamber dentin. *J Endod* 2001;8:527–32.
9. Naoum HJ, Chandler NP. Temporization for endodontics. *Internat Endod J* 2002;35:964–78.
10. Coronal leakage: clinical and biological implications in endodontic success. *AAE Fall-Winter 2002*.
11. Anderson RW, Powell BJ, Pashley DH. Microleakage of temporary restorations in complex endodontic access preparations. *J Endod* 1989;15:526–9.
12. Vire DE. Failures of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J Endod* 1991;7:338–42.
13. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent* 1984;52:28–35.
14. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. *J Endod* 1994;20:479–85.
15. Cheung GS, Chan TK. Long-term survival of primary root canal treatment carried out in a dental teaching hospital. *Int Endod J* 2003;36:117–28.
16. Shillimburg HT, Hobo S, Whitsett LD. Basi fondamentali di protesi fissa. *Scienza e tecnica dentistica*. Milano: Edizioni Internazionali; 1985.
17. Favero L, Piovesana C, Bortoluzzi P. L'anziano. In: *Dentistry & Medicine. Gestione odontoiatrica di malattie sistemiche*. Capitolo 13. Carimate: Griffin srl; 2009.
18. Manhart J, Chen HY, Hamm G, Nickel R. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:481–508.
19. Dietschi D, Magne P, Holz J. Recent trends in aesthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int* 1994;25:659–77.
20. Becciani R. Restoration of endodontically treated teeth. In: Castellucci A, editor. *Endodonzia*, Vol. III, Capitolo 35. Firenze: Edizioni Odontoiatriche Il Tridente; 2004. p. 1146–229.
21. Meister Jr F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;49:243–53.
22. Gher Jr ME, Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 1987;114:174–7.
23. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;34:661–70.
24. Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:91–3.
25. Huang T, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992;18:209–15.
26. Kishen A, Vedantam S. Hydromechanics in dentine: role of dentinal tubules and hydrostatic pressure on mechanical stress-strain distribution. *Dental Materials* 2007;23:1296–306.

27. Moore GE, Leaver AG. Some aspects of the chemical composition of translucent dentine. *Int J Forensic Dent* 1974;2:13–6.
28. Grajower R, Azaz B, Bron-Levi M. Microhardness of sclerotic dentin. *J Dent Res* 1977;56:446.
29. Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endod* 1981;9:421–2.
30. Rivéra E, Yamaguchi G, Chandler G, Bergenholtz G. Dentine collagen cross-links of root filled and normal teeth. *J Endod* 1988;14:195.
31. Lowenstein NR, Rathkamp R. A study on the pressure-receptive sensibility of the tooth. *J Dent Res* 1955;34:287–94.
32. Randow K, Glantz P-O. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. *Acta Odontol Scand* 1986;44:271–7.
33. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992;18:332–5.
34. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15:512–6.
35. Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC. In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol* 1983;8:6–10.
36. Lagouvardos P, Sourai P, Douvitsas G. Coronal fractures in posterior teeth. *Operat Dent* 1989;14:28–32.
37. Fuzzi M. La ricostruzione dei denti trattati endodonticamente. In: Castellucci A, editor. *Endodonzia, Capitolo 25..* Firenze: Edizioni Odontoiatriche Il Tridente; 1993. p. 710–38.
38. Kishen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic Topics* 2006;13:57–83.
39. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994;71:565.
40. Tang W, Younong W, Smales R. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod* 2010;4:609–17.
41. Munce JC. Sleuthing out hard-to-find canals. *Dentistry Today* 2006;1:1–7.
42. Gorni F. L'uso degli ultrasuoni in endodonzia. *L'Informatore Endodontico* 2006;9:16–27.
43. Iqbal MK, Kratchman S. Microendodontic ultrasonic instruments. *Dentistry Today* 2004;23:104–10.
44. Ruddle CJ. Endodontic access preparation: an opening for success. *Dentistry Today* 2007;26:114–9.
45. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, et al. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod* 2009;35:408–12.
46. Cantatore G. Otturazione del canale radicolare e integrità dentale. *L'Informatore Endodontico* 2006;4:38–59.
47. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Period Restorative Dent* 2002;22:241–9.
48. McLean A. Predictably restoring endodontically treated teeth. *J Can Dent Assoc* 1998;64:782–7.
49. Veneziani M. Restauri adesivi dei settori posteriori con margini cervicali subgingivali: nuova classificazione ed approccio terapeutico differenziato. *Eur J Esthet Dent* 2010;5:50–77.
50. Schwartz R, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30:289–301.
51. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part I. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int* 2007;38:733–43.
52. Ikram OH, Patel S, Sauro S, Mannocci F. Micro-computed tomography of tooth tissue volume changes following endodontic procedures and post space preparation. *Intern Endod J* 2009;42:1071–6.
53. Becciani R, Castellucci A, Gori S. Ricostruzione post-endodontica dei denti compromessi. *Dental Cadmos* 2004;2:1–21.
54. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Intern Endod J* 2005;38:230–7.
55. Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *J Endod* 2009;35:1428–32.
56. Schwartz R, Jordan R. Restoration of endodontically treated teeth: the endodontist's perspective, Part 1. *AAE Spring/Summer* 2004.
57. Robbins JW. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 1990;120:558–66.
58. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent* 2001;29:427–33.
59. Sorensen JA, Martinoff JT. Endodontically treated teeth as abutments. *J Prosthet Dent* 1985;53:631–6.
60. Fichera G, Dinapoli C, Ferrari P, Re D. Restaurativa post-endodontica con perni in fibra. Indicazioni e tecnica operativa. *Il Dentista Moderno* 2005;9:23–51.
61. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part II: evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies. *Quintessence Int* 2008;39:117–29.
62. DeCleen MJ. The relationship between the root canal filling and post space preparation. *Intern Endod J* 1993;26:53–8.
63. McLean AG. Criteria for the predictably restorable endodontically treated tooth. *J Can Dent Assoc* 1998;64:652–6.
64. Johnson GH, Bales DJ, Gordon GE, Powell LV. Clinical performance of composite resin restorations. *Quintessence Int* 1992;23:705–11.
65. Magne P, Belser U. Restauri adesivi in ceramica dei denti anteriori, un approccio biomimetico. In: *Capitolo 3. Milano: Quintessenza Edizioni; 2003.*
66. Vanini L, Mangani F, Klimovskaia O. Il restauro conservativo dei denti anteriori. *ACME* 2003.
67. Becciani R, Castellucci A. La biomeccanica del dente trattato endodonticamente. *Implicazioni cliniche. Dental Cadmos* 2002;70:15–32.
68. Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *J Endod* 1993;19:87–90.
69. Gher ME, Dunlap RM, Anderson M, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 1987;114:174–7.
70. Geursten W. The cracked-tooth syndrome: clinical features and case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 1992;12:395–405.
71. Steele A, Johnson B. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. *J Endod* 1999;25:6–8.
72. Panitvisai P, Messer H. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1995;21:57–61.
73. Gagliani M, Chisoli A, Figini L, Novi G, Sardi L, Spreafico R. Restauro indiretto con resine composite di premolari trattati endodonticamente: verifica della resistenza dei carichi assiali. *G Ital Endod* 1998;31:172–6.
74. Fichera G, Dinapoli C, Re D. Restauri estetico-adesivi indiretti: modello per diagnosi di configurazione cavitaria. *Il Dentista Moderno* 2003;21:21–57.
75. Sakaguchi RL, Brust EW, Cross M, DeLong R, Douglas WH. Independent movement of cusps during occlusal loading. *Dent Mat* 1991;7:186–90.

76. Shahrabaf S, Mirzakouchaki B, Oskoui SS, Kahnamousi MA. The effect of marginal ridge thickness on the fracture resistance of endodontically-treated, composite restored maxillary premolars. *Oper Dent* 2007;32:285–90.
77. Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holz J. Marginal adaption and seal of direct and indirect class II composite resin restoration: an in vitro evaluation. *Quintessence Int* 1995;26:127–38.
78. Hood JA. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: Some clinical implications. *Int Dent J* 1991;41:25–32.
79. Malentacca A. Endodonzia oggi. XII Congresso AIC, Riva Del Garda, 2007.
80. Guthrie RC, DiFiore PM. Treating the cracked tooth with a full crown. *J Am Dent Assoc* 1991;122:71–3.
81. Geursten W. The cracked-tooth-syndrome: clinical features and case reports. *Int J Period Rest Dent* 1992;23:705–11.
82. Behle CA. Conservative direct and indirect resin posterior restorative alternatives for cracked dentition. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1997;9:405–13.
83. Cobb DS, Denehy GE, Vergas MA. Adhesive composite inlays for the restoration of cracked posterior teeth associated with a tongue bar. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:453–60.
84. Veneziani M. Restauri adesivi dei settori posteriori con margini cervicali subgingivali: nuova classificazione ed approccio terapeutico differenziato. *Il Dentista Moderno* 2008;10:44–86.
85. Morin D, DeLong R, Douglas WH. Cusp reinforcement by the acid-etch technique. *J Dent Res* 1984;63:1075–8.
86. Sheth JJ, Fuller JL, Jensen ME. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. *J Prosthodont Dent* 1988;60:560–9.
87. Lopez LMP, Leitao JG, Douglas WH. Effect of a new resin inlay/onlay restorative material of cuspal reinforcement. *Quintessence Int* 1991;22:641–5.
88. Perakis N, Mangani F. Le relazioni endo-restaurative secondo la prospettiva “minimally invasive”. *Endo Tribune* 2008;2:6–7.
89. Caplan DJ, Kolker J, Rivera EM, Walton RE. Relationship between number of proximal contacts and survival of root canal treated teeth. *Int Endod J* 2002;35:193–9.
90. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 2010;43:171–89.
91. Anderlini G. *Moderni orientamenti per la restaurazione dentale*. Bologna: Edizioni Martina; 1995, 1182.
92. Dietschi D, Spreafico R. Restauri adesivi non metallici: attuali concetti per il trattamento estetico dei denti posteriori. *Scienza e tecnica dentistica*. Milano: Edizioni Internazionali; 1997.
93. Mangani FM, Sigalot C, Vanini L. Intarsi in resina composita nel restauro estetico dei settori latero-posteriori. *Il Dentista Moderno* 2001;2:25–64.
94. Mangani F, Sigalot C. Analisi mediante modelli ad elementi finiti (FEA) della distribuzione degli stress da carico nel restauro degli elementi anteriori trattati endodonticamente. Parte II: il restauro indiretto mediante faccette e corone in ceramica e resina composita. *G Ital Endod* 2006;20:224–9.
95. Fichera G. Restauri indiretti in composito nei settori posteriori. *Il Dentista Moderno* 2001;8:114.
96. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987;66:1636–9.
97. Gagliani M, Fadini L, Cerutti A. Le lampade fotopolimerizzatrici. In: Brenna F, Breschi L, Cavalli G, et al., editors. *Odontoiatria conservativa: procedure di trattamento e prospettive future*. Capitolo 4. Milano: Elsevier Masson; 2009.
98. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-coloured posterior restorations. *Pract Perio Aesthet Dent* 1998;10:47–54.
99. Gagliani M. Le lampade fotopolimerizzatrici. DVD *Amici di Brugg* 2005.
100. Cavalli G. Il restauro del dente trattato endodonticamente. In: Brenna F, Breschi L, Cavalli G, et al., editors. *Odontoiatria conservativa procedure di trattamento e prospettive future*. Capitolo 12. Milano: Elsevier Masson; 2009.
101. Patroni S, Chiodera G, Caliceti C, Ferrari P. CAD/CAM technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation. *Eur J Esthet Dent* 2010;5:78–100.
102. Suputtamongkol K, Anusavice KJ, Suchatlampong C, Sithiamnuai P, Tulapornchai C. Clinical performance and wear characteristics of veneered lithia-disilicate-based ceramic crowns. *Dent Mater* 2008;24:667–73.
103. Spreafico RC. Composite resin rehabilitation of eroded dentition in a bulimic patient: a case report. *Eur J Esthet Dent* 2010;5:28–48.
104. Takahashi A, Inoue S, Kawamoto C, Ominato R, Tanaka T, Sato Y, et al. In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. *J Adhes Dent* 2002;2:151–9.
105. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BA. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent Mater* 2007;23:2–8.
106. Hashimoto M, Tay FR, Svizero NR, de Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H, et al. The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. *Dent Mater* 2006;22:560–8.
107. Polesel A. Secondo molare mascellare con camera pulpale profonda: casi clinici. *G Ital Endod* 2009;23:78–84.

## QUESTIONARIO DI VALUTAZIONE ECM

Corso ECM a distanza: modulo didattico 1

Scegliere una sola risposta esatta per ogni domanda.

Per il superamento del test di valutazione apprendimento è necessario rispondere correttamente all'80% delle domande proposte.

- 1) **Il restauro del dente trattato endodonticamente:**
  - a - Condiziona fortemente il successo del trattamento endodontico
  - b - Deve essere eseguito sempre con una corona in ceramica integrale
  - c - Viene eseguito sempre più spesso con compomeri di ultima generazione
  - d - Prevede esclusivamente tecniche dirette
  - e - Prevede sempre perno, moncone e corona
- 2) **Il sigillo coronale definitivo:**
  - a - Deve seguire sempre una medicazione cavitaria in cavit
  - b - Deve essere eseguito sempre 1 settimana dopo il trattamento endodontico
  - c - Deve essere eseguito preferibilmente nella seduta del trattamento endodontico
  - d - Ha successo anche se eseguito con materiali da otturazione provvisoria
  - e - È funzione dell'anatomia endodontica
- 3) **Il dente trattato endodonticamente:**
  - a - Subisce alterazioni biochimiche ripristinabili con un attento uso del laser
  - b - Diventa più resistente del dente vitale dopo cementazione di una corona in oro
  - c - Subisce irreversibili modificazioni biochimiche, biomeccaniche e strutturali
  - d - Subisce alterazioni biomeccaniche che rinforzano soprattutto la radice
  - e - Si frattura sempre in pazienti bruxisti
- 4) **I restauri adesivi in composito nel dente trattato endodonticamente:**
  - a - Sono realizzabili solo nel paziente giovane
  - b - Sono efficaci perché conservano e rinforzano la struttura dentale sana residua
  - c - Sono indicati solo negli incisivi laterali inferiori
  - d - Sono utilizzati solo in pazienti con allergia al mercurio
  - e - Rappresentano l'unica alternativa all'amalgama
- 5) **La scelta tra restauro diretto o indiretto adesivo in composito:**
  - a - Dipende dal dente coinvolto: nei premolari inferiori si preferisce il restauro indiretto
  - b - È funzione del dente coinvolto: i triradicolarati devono essere sempre ricoperti
  - c - Non si pone per i denti anteriori, che devono essere sempre restaurati con faccette
  - d - Dipende soprattutto dal grado di compromissione di cuspidi e creste marginali
  - e - Dipende dal numero complessivo di canali radicolari
- 6) **Il composito è preferito alla ceramica come materiale per la realizzazione degli intarsi perché:**
  - a - Meno rigido, più semplice ed economico, consente preparazioni più conservative
  - b - Presenta una resistenza all'usura superiore alla ceramica
  - c - Mostra migliori performance estetiche specie a lungo termine
  - d - Garantisce una maggiore stabilità dimensionale
  - e - Non si decementa
- 7) **Gli elementi dentali che presentano la più alta incidenza di frattura sono:**
  - a - Gli incisivi centrali superiori
  - b - I canini mandibolari
  - c - I secondi molari mascellari
  - d - I premolari mascellari
  - e - I denti del giudizio
- 8) **Gli elementi trattati endodonticamente con cavità MOD:**
  - a - Devono essere restaurati con tecniche dirette se premolari, corone se molari
  - b - Devono essere ricostruiti in amalgama senza abbattere le cuspidi
  - c - Trovano nell'overlay in composito la tecnica conservativa d'elezione
  - d - Devono essere sempre restaurati con tecniche dirette
  - e - Prevedono sempre la cementazione di un perno in fibra
- 9) **Nelle cavità a 2 superfici (OM o OD) è ragionevole mantenere le cuspidi se il loro spessore:**
  - a - Misura più di 2,5 mm e altri aspetti, come l'impegno funzionale, sono favorevoli
  - b - Misura più di 4,5 mm
  - c - Misura anche solo 1 mm, se l'elemento fa parte dell'arcata superiore
  - d - È uguale alla dimensione mesio-distale del box interprossimale
  - e - È esiguo
- 10) **In presenza di denti trattati endodonticamente con entrambe le creste marginali ben conservate:**
  - a - Il restauro diretto è la tecnica di scelta se le cuspidi sono di spessore adeguato
  - b - Si ritiene che la corona sia ancora il sistema più conservativo
  - c - Si esegue un incremento di flow in camera pulpare e uno di smalto in superficie
  - d - Si compatta l'amalgama con pozzetti profondi 3 mm per ogni canale
  - e - Il perno in fibra va utilizzato di diametro minimo

- 11) In cavità a due superfici (MO o OD) con le due cuspidi adiacenti alla cresta marginale conservata di spessore maggiore di 2,5 mm e le due cuspidi adiacenti alla cresta marginale compromessa con spessore minore di 2,5 mm, il restauro più conservativo è:**
- a - In ogni caso il restauro diretto in composito anche in assenza di smalto
  - b - La corona in ceramica supportata da zirconio
  - c - L'onlay in composito con protezione delle cuspidi adiacenti alla cresta marginale persa
  - d - L'overlay in composito sempre
  - e - La corona fusa in oro
- 12) Le incrinature incidono sulla scelta tra restauro diretto o indiretto adesivo in composito?**
- a - No. L'incrinatura non condiziona la scelta del restauro
  - b - Sì. Con il laser e un restauro adesivo si salda l'incrinatura
  - c - No, perché le incrinature hanno sempre prognosi sfavorevole
  - d - Sì. In presenza di incrinature l'overlay in composito protegge e rinforza le strutture dentali sane residue
  - e - No. È importante evitare restauri in amalgama
- 13) Matrici e cunei sottili, anelli divaricatori sempre più performanti, consentono:**
- a - Una restituito-ad-integrum morfo-funzionale ottimale nei restauri diretti
  - b - Il ripristino di un'anatomia interprossimale approssimativa con danni parodontali
  - c - La realizzazione di restauri indiretti sui modelli in gesso
  - d - Il ripristino di un'ampiezza biologica alterata
  - e - Di ridurre fortemente i tempi operativi
- 14) La riallocazione del gradino cervicale è una tecnica codificata il cui obiettivo è:**
- a - Evitare la chirurgia parodontale anche quando l'ampiezza biologica è alterata
  - b - Eseguire restauri diretti adesivi in presenza di creste marginali compromesse
  - c - Migliorare la compliance post-operatoria della chirurgia resettiva
  - d - Semplificare le fasi cliniche del trattamento (isolamento del campo, preparazione cavitaria, impronta, cementazione, rifinitura e lucidatura) e prevenire il ricorso alla chirurgia parodontale in casi di carie profonda e ampiezza biologica conservata
  - e - Rendere più rapida la guarigione delle lesioni periapicali
- 15) Il successo a lungo termine dei restauri adesivi diretti e indiretti in composito:**
- a - Dipende quasi esclusivamente dall'abilità dell'odontotecnico
  - b - Dipende da una profonda conoscenza di materiali e tecniche, dalla disponibilità di attrezzature adeguate, dalla pianificazione del trattamento in funzione della motivazione del paziente e dalla scrupolosa precisione con la quale vengono applicati i protocolli (isolamento del campo in primis) per la tecnica scelta
  - c - Dipende esclusivamente dal tipo di restauro preesistente sul dente in esame
  - d - Dipende dall'età del paziente e dell'operatore
  - e - Dipende dalla marca del materiale utilizzato
- 16) In restaurativa adesiva l'isolamento del campo operatorio con la diga di gomma:**
- a - Rappresenta un requisito opzionale
  - b - Rappresenta un requisito imprescindibile per l'adesione
  - c - Non può essere effettuato in pazienti allergici al lattice
  - d - Deve essere effettuato almeno nell'arcata inferiore
  - e - Viene realizzato solo per la cementazione di restauri indiretti
- 17) Qualora fosse necessario inserire un perno:**
- a - È preferibile scegliere un perno fuso in oro
  - b - È bene sceglierne un tipo con caratteristiche fisiche simili a quelle della dentina
  - c - È preferibile posizionarlo nel canale più curvo
  - d - È necessario inserirne uno in ogni canale
  - e - È indispensabile inserirlo necessariamente fino al terzo apicale
- 18) Quale delle seguenti preparazioni garantisce il maggior risparmio di sostanza dentale sana?**
- a - Preparazione per corona completa
  - b - Preparazione per overlay in composito
  - c - Preparazione per overlay in ceramica
  - d - Preparazione per restauro diretto adesivo in composito
  - e - Preparazione iniziale
- 19) Quale dei seguenti materiali ha il modulo di elasticità più simile a quello della dentina?**
- a - L'amalgama d'argento
  - b - L'oro
  - c - La ceramica
  - d - Lo zirconio
  - e - Il composito
- 20) Quale delle seguenti risposte è vera?**
- a - Gli intarsi in ceramica consentono correzioni intra-orali
  - b - La resistenza all'usura degli intarsi in ceramica è minore rispetto agli intarsi in composito
  - c - Gli overlay in composito consentono preparazioni più conservative rispetto agli overlay in ceramica
  - d - Composito e ceramica presentano lo stesso coefficiente di espansione termica
  - e - Le caratteristiche estetiche del composito a distanza sono superiori a quelle della ceramica



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



ARTICOLO ORIGINALE

# Precisione nella determinazione della lunghezza di lavoro mediante localizzatori elettronici d'apice, radiologia digitale e prova visiva: presentazione di una nuova metodica sperimentale di indagine – uno studio ex-vivo

*Exact determination of the working length by electronic apex locators, digital radiology, and visual test: presentation of a new experimental research strategy – an ex-vivo study*

Luigi Cianconi<sup>a</sup>, Vincenzo Angotti<sup>b</sup>, Roberto Felici<sup>c</sup>, Gabriele Conte<sup>d</sup>,  
Manuele Mancini<sup>e,\*</sup>

<sup>a</sup> Professore aggregato di Odontoiatria Conservativa ed Endodonzia, Facoltà di Medicina, Università degli Studi "Tor Vergata", Roma

<sup>b</sup> Consulente libero professionista presso il Reparto di Conservativa ed Endodonzia del Policlinico Universitario "Tor Vergata", Facoltà di Medicina, Roma

<sup>c</sup> Odontoiatra frequentatore presso il Reparto di Conservativa ed Endodonzia del Policlinico Universitario "Tor Vergata", Facoltà di Medicina, Roma

<sup>d</sup> Ricercatore volontario presso il reparto di Materiali Dentari dell'Università degli studi "Tor Vergata", Roma

<sup>e</sup> Consulente libero professionista presso il Reparto di Diagnosi, Igiene e Prevenzione Orale per soggetti vulnerabili sanitari e diversamente abili del Policlinico Universitario "Tor Vergata", Facoltà di Medicina, Roma

Ricevuto il 20 febbraio 2011; accettato il 2 marzo 2011  
disponibile online il 12 giugno 2011

## PAROLE CHIAVE

Localizzatori elettronici d'apice;  
Lunghezza di lavoro;  
Pro-Train;  
Root ZX;  
Propex II;  
Endex.

## Riassunto

**Obiettivi:** Gli obiettivi di questo studio sono: 1) confrontare la precisione di tre localizzatori elettronici d'apice (LEA) nel determinare la lunghezza di lavoro (LL) ex-vivo; 2) verificare l'affidabilità della radiologia digitale nel determinare la posizione del K-file all'interno del canale radicolare; 3) confrontare la precisione di due diverse proiezioni radiografiche; 4) analizzare se esista una correlazione tra diametro del K-file e precisione dei LEA; 5) verificare se esista una relazione tra precisione dei LEA e tipologia dentale.

**Materiali e metodi:** La LL è stata misurata su 101 canali radicolari appartenenti a tutte le tipologie dentali utilizzando tre diversi LEA (Root ZX, Endex e Propex II), la radiovideografia (RVG)

\* Corrispondenza: via Tuscolana 58 – 00182 Roma.  
E-mail: [manuele.mancini@tiscali.it](mailto:manuele.mancini@tiscali.it) (M. Mancini).

**KEYWORDS**

Apex locator;  
Working length;  
Pro-Train;  
Root ZX;  
Propex II;  
Endex.

e la prova visiva. Tutte le procedure sperimentali sono state condotte con un dispositivo per esercitazioni in campo endodontico (Pro-Train).

**Risultati:** Il *t*-test indica che il Propex II e l'Endex sono più precisi del Root ZX nel determinare la LL. La radiografia si è dimostrata essenzialmente inaffidabile; le proiezioni mesio-distale e vestibolo-linguale non mostrano differenze statisticamente rilevanti. L'analisi statistica non evidenzia differenze significative fra i tre diametri di K-file. Nei denti del gruppo frontale i LEA e la RVG sono meno precisi.

**Conclusioni:** I LEA si sono rivelati più precisi della radiologia. Per evitare sovrastrumentazioni dello spazio endodontico bisognerebbe sottrarre 1 mm dalla misura sul simbolo "APEX" del display. Il diametro del K-file non influenza le misure. La precisione dei LEA e della radiologia dipende dalla tipologia dentale.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

**Abstract**

**Objectives:** This study compared: 1) the accuracy of three different electronic apex locators (EALs) in detecting the apical foramen ex-vivo under clinical conditions; 2) the accuracy of digital radiography and EALs in determining the K-file position in the root canal; 3) the accuracy of two different radiographic planes; (4) the precision of #10, #15, and #20 K-files in electronic measurements; 5) the precision of EALs in relation to the dental anatomy classification (anterior, bicuspsids, and molars).

**Materials and methods:** The length of 101 extracted human teeth was measured with three different EALs (Endex, Propex II and Root ZX), with RVG and compared to the actual length. Experimental procedures were performed using an endodontic training kit (Pro-Train).

**Results:** The statistical analysis showed that Endex and Propex II were more accurate than Root ZX in determining the working length (WL). The *t*-test showed no statistically significant difference of accuracy between the two radiographic planes examined. The *t*-test showed no significant difference between the three different K-file size measurements. EALs and RVG are less accurate in anterior teeth.

**Conclusions:** To prevent overestimation of the root canal length using the EALs tested, 1 mm should be subtracted from the measurement on the "APEX" mark. Instrument sizes did not affect the accuracy of EALs. EALs showed to be more accurate in determining the WL than RVG.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

**Introduzione**

La lunghezza di lavoro (LL) è definita come la distanza tra un punto di repere coronale e il limite apicale al quale dovrebbero terminare la preparazione e l'otturazione endodontica. È stato dimostrato che la preparazione e l'otturazione del sistema endodontico devono terminare in corrispondenza della costrizione apicale minore perché errori in difetto o in eccesso possono pregiudicare il successo della terapia endodontica [1]. La costrizione apicale minore, denominata anche diametro minore, è posta in prossimità della giunzione cemento-dentinale (*cement-dentinal junction*, CDJ), che rappresenta istologicamente il punto di transizione fra il tessuto pulpare e quello parodontale. La CDJ è considerata il termine ideale dell'otturazione endodontica [2], ma clinicamente la sua individuazione è a oggi difficoltosa. Vari studi anatomici hanno dimostrato che la distanza media tra costrizione apicale minore e forame apicale maggiore è di 0,5 mm nei soggetti giovani e di 0,8 mm in quelli adulti [3,4]. Storicamente, le tecniche per la determinazione della LL sono le radiografie endorali periapicali, le sensazioni tattili e la prova del cono di carta assorbente. Fino a pochi anni fa, la metodica più utilizzata era sicuramente quella radiografica. Sebbene la radiografia sia fondamentale per studiare l'anatomia endodontica, a nostro avviso essa presenta

numerosi limiti che ne pregiudicano l'affidabilità nella determinazione della LL: distorsioni, ingrandimento, variabilità nell'interpretazione, mancanza di tridimensionalità e non corrispondenza tra forame apicale maggiore e apice radiografico. Altre variabili possono influenzare la misura radiografica, come l'inclinazione dei denti, della pellicola radiografica e del tubo radiogeno [5]. In uno studio ex-vivo di Olson et al., si è evidenziato che solo l'82% degli strumenti endodontici posizionati a livello del forame apicale di denti estratti appariva all'apice radiografico [6]. El Ayouti et al. hanno rilevato che la sola valutazione radiografica della LL comporta un rischio di sovrastrumentazione nel 56% dei premolari e nel 33% dei molari [7]; ciò è dovuto principalmente alla frequente posizione non assiale del forame apicale, che si trova in posizione laterale nel 60% dei casi e lungo l'asse longitudinale del dente nel 40%, come dimostrato da Martos et al. [8]. Nei denti in cui il forame apicale è situato in posizione non assiale e sullo stesso piano della pellicola radiografica, la posizione radiografica del K-file apparirà coronale e ogni tentativo di aggiustamento condurrà a una sovrastrumentazione della LL. Questo evento è stato riscontrato in vivo e in vitro [9,10]. I produttori dei LEA consigliano di usare il K-file più grande in grado di registrare la LL, anche se Briseño-Marroquín et al. [11] hanno dimostrato che non sempre incrementando il diametro del file aumenta la precisione

dei LEA. Gli stessi autori hanno inoltre osservato che il K-file 15 è quello che con cui si ottengono più frequentemente misure instabili. Nonostante l'alta precisione dei localizzatori elettronici, Hoer e Attin [12] hanno dimostrato che si ha una determinazione accurata della LL solo nel 51-64% dei canali radicolari in funzione del diverso LEA impiegato; inoltre, la probabilità di determinare l'area tra i forami maggiore e minore era stimata tra l'81% e l'82% dei casi. L'Endex/Apit è stato sviluppato da Yamaoka nel 1984 basandosi sugli studi di Ushyama [13]. Il funzionamento di questo LEA si basa sulla misura della differenza di impedenza elettrica fra due onde con frequenze diverse (1 e 5 KHz) e fornisce misure più precise in canali umidi [14] che in canali asciutti [15]. L'Endex deve però essere calibrato (premendo il tasto "Reset") per la misurazione di ogni canale e la sua precisione, sulla base dei più recenti articoli, varia rispettivamente tra il 59%, il 68% e il 100% [16–18]. L'innovazione tecnologica ha condotto allo sviluppo di LEA come il Root ZX, che sfruttano il rapporto tra le impedenze misurate su due lunghezze d'onda diverse. Questo LEA fornisce misure accurate in canali sia asciutti che umidi, non richiedendo inoltre calibrazione. La sua precisione è descritta in numerosi lavori e oscilla fra il 75% e il 97,5% [10,19–22]. Recentemente è stato sviluppato un nuovo LEA, il Propex II, le cui misure sono eseguite considerando l'energia del segnale e non la sua ampiezza, come avviene in tutti gli altri LEA. Ciò permette di ottenere misurazioni estremamente precise: Briseño-Marroquín et al. [11] hanno rilevato una precisione nel determinare la posizione del forame apicale (con una tolleranza di  $\pm 0,5$  mm) tra l'83,45% e il 91,41% a seconda del K-file utilizzato e fino al 97,66% con una tolleranza di  $\pm 1$  mm.

Gli scopi del nostro lavoro possono essere riassunti nei seguenti punti:

- verificare ex-vivo l'affidabilità di tre LEA (Endex e Root ZX, di III generazione, e Propex II, di IV generazione), confrontandoli fra loro;
- analizzare statisticamente la congruità delle misure eseguite con i LEA testati, paragonandole con le radiografie endorali periapicali eseguite su due piani tra loro ortogonali;
- confrontare immagini e dati derivanti dalle radiografie nelle due proiezioni;
- comparare le lunghezze effettive dei canali radicolari con quelle ricavate dai LEA;
- valutare statisticamente il grado di precisione delle tre diverse sezioni di K-file utilizzati per le misure;
- verificare se esista una correlazione statisticamente significativa fra tipologia dei campioni, precisione dei LEA e affidabilità della radiologia.

## Materiali e metodi

Il presente studio sperimentale è stato eseguito in accordo con le linee guida e in seguito all'approvazione dalla Commissione Etica dell'Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma.

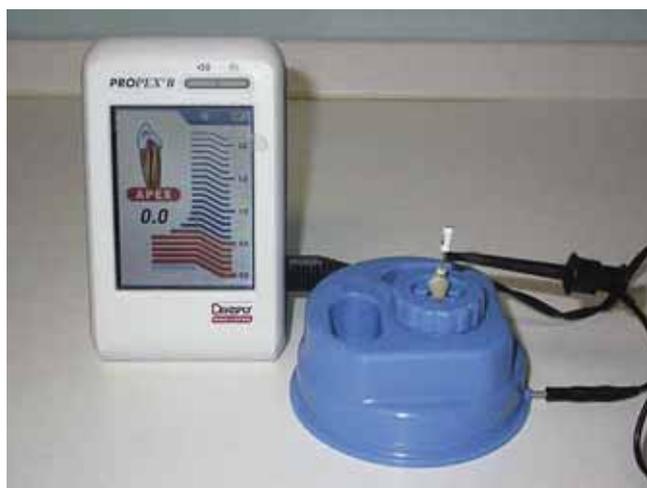
Per lo studio sono stati selezionati 71 denti, per un totale di 101 canali radicolari. I campioni sono stati scelti sulla base delle caratteristiche che avrebbero potuto influenzare la sperimentazione come di seguito specificato. Nella fattispecie, e sulla base di questo protocollo, sono stati utilizzati 21 molari, 24 premolari e 26 denti anteriori (incisivi e canini).

Gli elementi dentali, estratti per parodontopatie e/o per finalità ortodontiche, sono stati selezionati impiegando i seguenti criteri di esclusione: 1) presenza di pregresse terapie conservative, endodontiche o protesiche; 2) apice immaturo o rimaneggiamenti apicali; 3) presenza di riassorbimento radicolare in ogni sua forma e posizione; 4) apici beanti; 5) assenza di percorribilità endodontica/calcificazioni e pulpoliti; 6) fratture radicolari. La morfologia, la lunghezza e il grado di curvatura della radice, così come le caratteristiche anatomiche dello spazio endodontico, non sono stati oggetto di restrizioni perché non avrebbero potuto influenzare i risultati dello studio. I forami apicali sono stati osservati e valutati mediante l'ausilio di un microscopio ottico a un ingrandimento pari a 20x (Universal-300, Moeller-Wedel, Wedel, Germania). I denti sono stati immersi, in seguito all'estrazione, per due ore in ipoclorito di sodio al 5% per ottenere la totale rimozione dei residui di tessuto parodontale e sono stati successivamente conservati in soluzione fisiologica alla temperatura di 4 °C e utilizzati entro 7 giorni. Le corone anatomiche degli elementi dentari sono state sezionate sul piano trasversale a 3 mm dalla giunzione amelo-cementizia con un disco separatore diamantato (Ulisse 22/0.3, Diastar, Givoletto, Italia), sotto costante getto d'acqua, al fine di ottenere una superficie piana su cui poter poi standardizzare il posizionamento degli stop siliconici degli strumenti endocanalari. Si è scelto di non sezionare le corone a livello della giunzione amelo-cementizia, come suggerito in letteratura, per poter così usare anche i denti pluriradicolati senza doverne separare le radici, con una conseguente maggiore validità clinica dello studio. In seguito, è stata eseguita una cavità di accesso con frese diamantate (EndoAccess Kit, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Svizzera), rinnovate ogni cinque campioni trattati. Successivamente, è stata verificata la pervietà dei canali radicolari con strumenti manuali K-file #06, #08 e #10 (Dentsply-Maillefer) prestando particolare attenzione a non modificare la posizione e l'anatomia del forame apicale durante le operazioni di filing. Durante le fasi sopra elencate, non è stato utilizzato alcun irrigante canalare, che avrebbe potuto falsare le successive misurazioni elettroniche della LL. L'intera sperimentazione è stata eseguita con l'ausilio di un dispositivo ideato e creato per esercitazioni in campo endodontico, il Pro-Train (Simit Dental srl, Mantova, Italia). Questo dispositivo (fig. 1) permette la misurazione della LL e l'esecuzione di radiografie endorali senza dover mai spostare



**Figura 1** Il Pro-Train (Simit Dental srl, Mantova, Italia) permette l'inamovibilità del campione durante le fasi sperimentali.

il campione dalla posizione inizialmente stabilita. Nel dettaglio, il dispositivo possiede una pinza dedicata all'inserimento del campione, che viene fissato stringendo la ghiera sulla pinza stessa. Apicalmente al campione è presente una vaschetta contenente il gel elettroconduttore (Farmacare Srl, Milano, Italia) che, a contatto con l'apice dentale, permette la misurazione della LL con i comuni LEA, simulando così una condizione clinica in vivo. La clip labiale dei LEA è inserita all'interno della vaschetta mediante un foro dedicato (fig. 2). Lateralmente al campione sono presenti due box ortogonali fra loro, progettati per posizionare le pellicole radiografiche classiche o i sensori usati per la radiovideografia (RVG). La possibilità di eseguire radiografie ortogonali tra loro ci ha permesso di ottenere sempre un radiogramma in senso mesio-distale ed uno in senso vestibolo-palatino/linguale. Per posizionare in maniera ripetibile il tubo radiogeno e per ottenere l'inamovibilità del Pro-Train anche durante l'utilizzo dei LEA, è stato progettato e costruito un supporto in materiale rigido e indeformabile (fig. 3) costituito da: (A) una base con incastro millimetrico finalizzata alla guida di inserzione e al bloccaggio del Pro-Train; (B) due binari-guida (di dimensioni e spessore calibrati per il tubo radiogeno scelto per la sperimentazione), ortogonali fra loro, destinati alla collocazione del tubo radiogeno e ideati per standardizzare sia la direzione sia l'inclinazione del tubo stesso, nonché le distanze fuoco-campione-sensore RVG; (C) indicazioni sinottiche poste lateralmente a ciascun binario-guida, al fine di associare ciascun binario alla corrispondente proiezione radiografica, permettendo in questo modo agli operatori indipendenti di procedere in maniera standardizzata/randomizzata. Nello studio sono stati usati e testati tre diversi LEA appartenenti a due differenti generazioni: l'Endex (Osada Electric Co., Tokyo, Giappone) e il Root ZX (J. Morita Co. Tustin, CA, USA) di III generazione e il Propex II (Dentsply-Maillefer) di IV generazione. Per differenze generazionali, ma soprattutto per differenti "design" sinottici, non tutti i LEA in produzione hanno un sistema standard di visualizzazione della costrizione apicale e/o del forame apicale. Nel nostro caso, visti i diversi display e i diversi punti sinottici, abbiamo scelto come riferimento per le nostre misurazioni il simbolo "APEX" per tutti i localizzatori testati. Per ciascun campione/canale radicolare, due



**Figura 2** L'apparato sperimentale durante le misurazioni elettroniche.



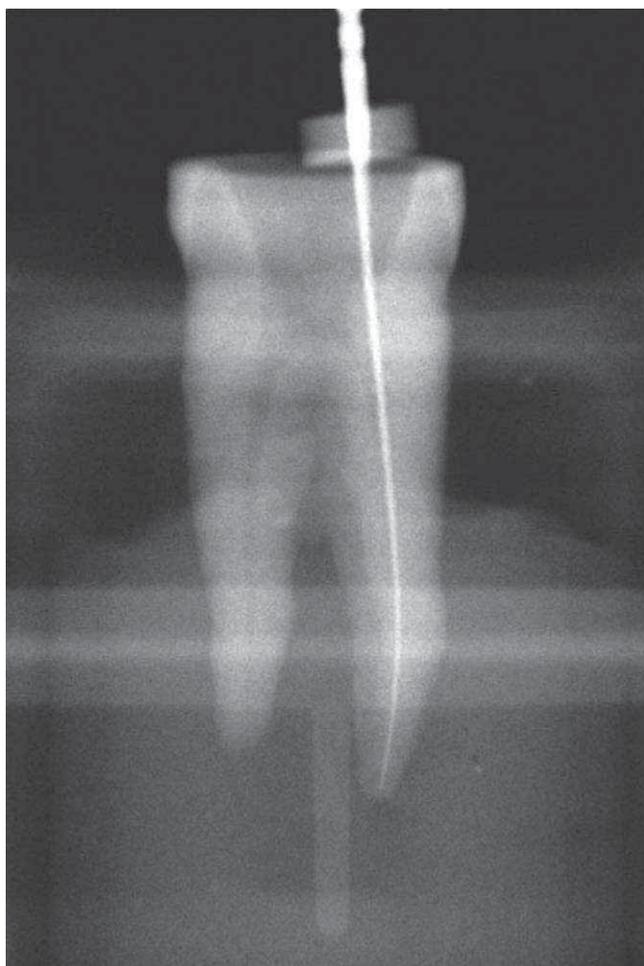
**Figura 3** L'apparato sperimentale durante le prove radiografiche.

operatori indipendenti hanno eseguito tre misurazioni della LL con tre K-file diversi (#10, #15 e #20) per ogni LEA, per un totale di nove misure elettroniche. È stato utilizzato un nuovo K-file ogni tre campioni testati. I K-file sono stati introdotti gradualmente nel canale finché il LEA non segnalava il raggiungimento del simbolo "APEX". Ogni misurazione è stata considerata valida se stabile per almeno cinque secondi. La lunghezza rilevata è stata misurata sul K-file con una scala millimetrata a unità pari a 0,5 mm e con l'ausilio di un ingrandimento ottico 4,5x (Carl Zeiss GmbH, Oberkochen, Germania). Ogni misurazione è stata controllata e verificata da tre esaminatori indipendenti; i primi 10 campioni sono stati misurati collegialmente fra i tre operatori, per poter fissare modalità e punti di repere fondamentali nello standardizzare le misurazioni durante l'intero studio, mentre i restanti sono stati studiati in maniera indipendente da ciascun operatore. Ultimata la rilevazione delle LL, sono state eseguiti i test radiografici. Per la prova radiografica è stato selezionato il K-file che più si avvicinava per frequenza di misurazioni alla media delle nove misure eseguite per ciascun campione. Nel caso due o più K-file riportassero lo stesso risultato, si è sempre selezionato il K-file di diametro maggiore. Le prove radiografiche sono state condotte da un quarto operatore, esperto e "in cieco" rispetto alle misure dei LEA. Le radiografie sono state eseguite utilizzando la tecnica RVG con l'ausilio di una sorgente radiogena (Evolution X 3000, New Life Technology srl, Grugliasco, Italia) e di un sensore RVG (DSX Digital Sensor, Anthos Impianti srl, Imola, Italia). La distanza media tra il campione e il sensore RVG è stata fissata a 17 mm, la distanza tra il campione e l'uscita esterna della sorgente radiogena a 32 mm e infine la distanza tra l'uscita esterna della sorgente radiogena e il sensore RVG a 58 mm. Dopo aver determinato il K-file da usare, scelto secondo le sopra elencate caratteristiche, sono state eseguite le prove radiografiche nelle due proiezioni, ponendo il file a una lunghezza pari alla media, approssimata a 0,5 mm, delle nove lunghezze rilevate durante la prova elettronica. Le immagini radiografiche ottenute sono state successivamente elaborate con un software dedicato (Image Easy Managing, Anthos Impianti srl, Imola, Italia), precedentemente calibrato, per stimare la distanza tra la punta del K-file e l'apice radiografico. Gli

scarti misurati con il software si sono rivelati sovrastimati mediamente del 10%. Per ottenere questa deviazione percentuale sono state eseguite 50 misurazioni radiografiche in cui si confrontava la misura ottenuta dal software con quella visiva/effettiva. Al termine delle prove radiografiche, i campioni sono stati rimossi dal Pro-Train ed è stata stimata la LL visivamente con l'ausilio di ingrandimenti 4,5x dagli stessi operatori che avevano eseguito i test con i LEA. Basandosi su una standardizzazione riscontrata in letteratura, la misurazione visiva è stata eseguita posizionando la punta del K-file in corrispondenza del bordo più coronale del forame apicale, osservando il forame stesso con un'angolazione tangenziale (figure 4 e 5). La distanza tra l'anellino in silicone e la punta dello strumento è stata misurata con una scala millimetrata con 0,5 mm di unità ed è stata verificata dai tre esaminatori indipendenti.

## Risultati

L'Interobserver Kappa Agreement, con un livello di significatività di 0,5, ha mostrato valori di accordo tra gli operatori uguale o superiore a 0,90 per i differenti gruppi. La precisione dei LEA è mostrata nella *tabella 1*. La differenza media tra



**Figura 4** Il K-file appare radiograficamente coronale rispetto all'apice radiografico, ma alla prova visiva si presentava in corrispondenza del forame.



**Figura 5** Il K-file appare radiograficamente all'apice radiografico, ma alla prova visiva si presentava oltre il forame apicale.

misura elettronica e prova visiva (lunghezza effettiva del canale) è stata di 0,23, 0,50 e 0,27 mm, rispettivamente, per Endex, Root ZX e Propex II. La misura elettronica della LL ( $\pm 0,5$  mm) è stata sovrapponibile alla lunghezza effettiva nell'84,1%, 62,4% e 82,2% dei campioni, rispettivamente per Endex, Root ZX e Propex II. I tre LEA hanno mostrato una marcata tendenza alla sovrastima: 15,9%, 37,6% e 17,8% dei campioni, rispettivamente, per Endex, Root ZX e Propex II. La posizione radiografica del K-file è stata uguale alla prova visiva nel 44,5% e nel 51,5% dei campioni, rispettivamente nelle proiezioni vestibolo-linguale e mesio-distale, con un'alta tendenza alla sottostima. La distanza media tra la punta del K-file e l'apice radiografico è stata 0,0182 mm ( $\pm 0,4217$ ) e 0,0545 mm ( $\pm 0,3885$ ), rispettivamente, per le proiezioni vestibolo-linguale e mesio-distale (*tabella 2*). Il diametro del K-file non ha influenzato le misure dei LEA. Le misure elettroniche e radiografiche si sono rivelate meno precise nei denti del gruppo anteriore, seguiti dai molari e dai premolari (*tabelle 3 e 4*).

## Analisi statistica

È stato utilizzato il paired *t*-test per analizzare i dati ottenuti adottando un livello di confidenza pari al 99,9%. L'analisi

**Tabella 1** Analisi statistica della differenza tra misure elettroniche e prova visiva (mm).

	Medie	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
Endex (n = 101)	0,2345	0,3353	-0,5*	1	7,03	p < 0,001
Root ZX (n = 98)	0,5011	0,4176	-0,17*	1,67	11,88	p < 0,001
Propex II (n = 101)	0,2722	0,365	-0,67*	1,5	7,49	p < 0,001

\* I valori negativi indicano che la posizione del K-file è coronale rispetto al forame apicale.

**Tabella 2** Analisi statistica della precisione dei LEA e della RVG (mm).

Proiezione vestibolo-linguale	Medie	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
Endex (n = 99)	17,216	2,240	12,1	21,6	76,48	p < 0,001
Root ZX (n = 96)	17,399	2,250	12,1	22,07	75,78	p < 0,001
Propex II (n = 99)	17,254	2,293	12,1	21,6	74,89	p < 0,001
Proiezione mesio-distale	Medie	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
Endex (n = 101)	17,186	2,205	12,1	21,5	78,32	p < 0,001
Root ZX (n = 98)	17,359	2,203	12,1	22,07	77,99	p < 0,001
Propex II (n = 101)	17,224	2,260	12,1	21,5	76,57	p < 0,001

**Tabella 3** Analisi statistica della precisione dei LEA in funzione della tipologia dentale.

Denti frontali	Media	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
	0,0941	0,082	0	1	0,28	p < 0,01
Premolari	Media	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
	0,0842	0,076	0	1	0,23	p < 0,001
Molari	Media	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
	0,1485	0,13	-0,5	1	0,62	p < 0,005

statistica è stata condotta mediante il SAS System (SAS Institute srl, Milano, Italia) e ha mostrato una differenza statisticamente significativa tra il Root ZX e Propex II/Endex; non è emersa alcuna differenza statisticamente significativa tra questi ultimi due LEA. Il *t*-test non ha mostrato differenze tra le due proiezioni radiografiche esaminate. Il *t*-test non ha evidenziato differenze fra i tre diversi K-file. L'analisi statistica eseguita sugli elementi dentali ha mostrato una precisione maggiore nel settore posteriore, in particolare

p < 0,001 per i premolari, p < 0,005 per i molari e infine p < 0,01 per i denti del settore anteriore.

## Discussione

L'effettiva validità delle misurazioni eseguite con LEA e modelli sperimentali in vitro è sconosciuta [23]. Tuttavia, queste sperimentazioni, condotte con elementi dentali

**Tabella 4** Analisi statistica della differenza tra prova visiva e prova radiografica.

Proiezione vestibolo-linguale	Media	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
Denti anteriori	-0,4*	0,039	-1,2*	0,2	1,57	p < 0,01
Premolari	-0,3*	0,031	-1,6*	0,1	1,24	p < 0,001
Molari	-0,2*	0,019	-1,6*	0,6	0,95	p < 0,005
Proiezione mesio-distale	Media	DS	Minimo	Massimo	t	Pr > [t]
Denti anteriori	-0,4*	0,041	-0,8*	0,2	1,56	p < 0,01
Premolari	-0,2*	0,022	-0,9*	0,6	1,01	p < 0,001
Molari	-0,2*	0,022	-1,5*	0,5	0,99	p < 0,005

\* I valori negativi indicano che la prova radiografica ha mostrato il K-file in una posizione coronale.

immersi in conduttori elettrici che simulano i tessuti periapicali, riproducono abbastanza fedelmente le condizioni cliniche. L'affidabilità di questo tipo di studi è basata sul principio di funzionamento dei LEA di natura puramente fisica più che biologica [24]. Di contro, il principale limite degli studi sull'argomento consiste nella mancanza di standardizzazione dei protocolli sperimentali, che renderebbe riproducibili gli studi in vitro e che, di conseguenza, potrebbe consentire un confronto su base scientifica. Da questi presupposti, abbiamo concepito una sperimentazione che ci ha permesso di eseguire misurazioni ripetibili impiegando due dispositivi che consentono di mantenere fissa la posizione del campione durante l'utilizzo dei LEA e delle prove radiografiche, utilizzando un gel eco/elettroconduttore. Essendo l'alginato il materiale più frequentemente utilizzato in questo tipo di sperimentazioni [19–21,25–28], la sua resistenza elettrica è stata studiata e confrontata con quella del gel in un esperimento i cui risultati sono mostrati nella *tabella 5*. Da questi è emerso che il gel ha una resistenza costante nel tempo e non è influenzato da alcun fattore sperimentale, a differenza dell'alginato, la cui resistenza dipende dal tempo trascorso dall'impasto e dalla resistenza elettrica dell'acqua utilizzata. Il Pro-Train e la base dedicata consentono di mantenere fissa e stabile la posizione del campione durante le procedure sperimentali, consentendo di standardizzare ogni aspetto della sperimentazione. Numerosi lavori presenti in letteratura adottano come margine di errore  $\pm 0,5$  mm per stimare la precisione dei LEA [6,11,19,20,25,26,29–36], confrontando la LL determinata elettronicamente con la lunghezza effettiva del canale misurata senza sezionare longitudinalmente il terzo apicale della radice. Le misurazioni eseguite con la tolleranza di  $\pm 0,5$  mm sono considerate altamente precise [32]. Considerando questo margine di errore, i risultati degli studi sopra elencati mostrano una precisione compresa tra il 75% e il 97,5% per il Root ZX. Tali studi differiscono tra loro per la scelta di protocolli sperimentali e punti di riferimento diversi [31]: alcuni autori hanno misurato la LL usando come riferimento la costrizione apicale minore [6,20,22,25,31,34,35,37], altri il forame apicale maggiore [21,26,36,38,39]. Nel nostro studio abbiamo misurato la LL utilizzando come repere il forame apicale, identificato elettronicamente sui display dei nostri LEA dal simbolo "APEX". Nella determinazione della lunghezza effettiva del canale, abbiamo scelto il forame apicale per la sua facile identificazione; inoltre, esso non viene mai alterato dalle operazioni di verifica della percorribilità canale. Vari studi dimostrano una maggiore precisione nel determinare la posizione del forame apicale rispetto alla costrizione apicale [22,26,27,40]. I risultati del presente lavoro evidenziano che i tre LEA testati sono in grado di misurare esattamente la LL nell'84,1% dei casi, ammettendo un margine di errore di 0,5 mm. La sovrastima delle misure è stata del 14,8% (sovrastima media di 0,3 mm con un range compreso tra  $-0,5$  mm e 1 mm); questo risultato è in

disaccordo con vari autori [26,27], che riportano una sovrastima nei loro lavori compresa fra il 2,5% e il 7%. La notevole differenza è dovuta al riferirsi da parte di altri autori al simbolo indicante la costrizione apicale sul display dei LEA anziché al simbolo "APEX": ciò ha verosimilmente comportato una minore sovrastima delle misurazioni, come dimostrato da Angwaravong e Panitvisai [28]. Di contro, Pagavino et al. [41], impiegando il Root ZX e determinando la LL usando il simbolo "APEX" sul display, hanno riscontrato una sovrastima della misura elettronica prossima al 100%. Nel nostro studio, la scelta del bordo più coronale del forame apicale come repere ci ha obbligato a considerare sovrastimate misurazioni elettroniche in cui il K-file era visibile nel contesto del forame stesso, come spesso accaduto nei forami con sbocco laterale e con forma ovale, in accordo con Pagavino et al. [41]. Questo "assunto" pone seri dubbi sull'impiego dei localizzatori, in quanto la preparazione e l'otturazione canale oltre apice possono compromettere il successo della terapia endodontica. I nostri risultati indicano di sottrarre 1 mm dalla lunghezza di lavoro misurata dai tre LEA se utilizzati impiegando il simbolo "APEX" del display. Bernardes et al. [19] e Versiani et al. [27] consigliano di usare il simbolo "1" sul display del Root ZX per evitare sovrastime della LL. Sono necessarie ulteriori ricerche per accertare se sia più preciso stimare la LL considerando il simbolo "APEX" e successivamente sottrarre 1 mm, come da noi eseguito, oppure considerare come riferimento il simbolo "1". A nostro avviso, considerato che i numeri che appaiono sul display al variare della posizione dello strumento canale non corrispondono alla reale distanza della punta del K-file dal forame, come dimostrato in letteratura [42], è più corretto eseguire la misura su "APEX" e successivamente sottrarre 1 mm. Questa considerazione è in contrasto con quanto affermato da D'Assunção et al. [26], secondo cui è necessario utilizzare come termine la costrizione apicale per la determinazione della LL, perché l'impiego del forame apicale potrebbe risultare in misure più imprecise. Vari autori [26,33,41] consigliano di sottrarre alla misura effettuata sul simbolo "0,5" del display altri 0,5 mm o 1 mm per evitare sovrastrumentazioni. Nel nostro lavoro, il Root ZX, l'Endex e il Propex II hanno misurato con precisione la lunghezza effettiva del canale rispettivamente nel 65,3%, 86,1% e 83,2%. Fra i tre LEA testati, solo il Root ZX ha mostrato un'accuratezza statisticamente inferiore a quella descritta in letteratura.

Mancando in letteratura uno studio che confronti la tipologia dentale e la precisione dei LEA, ci siamo soffermati anche su questo aspetto. Vari sono i lavori pubblicati che utilizzano varie tipologie dentarie [10,12,22,38,43–45], ma nessuno le ha confrontate con la precisione dei LEA. Inoltre, l'impiego di tutte le tipologie dentali ha reso questa sperimentazione più idonea a un confronto con la realtà clinica. Abbiamo rilevato una maggiore precisione nel misurare la LL, con una tolleranza di  $\pm 0,5$  mm, nei premolari, seguiti dai

**Tabella 5** Resistenza elettrica (k $\Omega$ ) del gel e dell'alginato miscelato con acqua distillata e di rubinetto.

	T = 0 min	T = 1 min	T = 5 min
Alginato con acqua distillata	20 k $\Omega$	415 k $\Omega$	1035 k $\Omega$
Alginato con acqua di rubinetto	15 k $\Omega$	220 k $\Omega$	843 k $\Omega$
Gel	255 k $\Omega$	255 k $\Omega$	255 k $\Omega$

molari e dai denti frontali. La tipologia dentale che ha fornito maggiori sovrastime è costituita da incisivi e canini, seguita dai molari e dai premolari. I dati raccolti ci permettono di identificare i denti del gruppo frontale come quelli in cui le misurazioni sono state meno precise, mentre i premolari si sono rivelati i più precisi. L'ipotetica spiegazione dei diversi gradi di precisione è da imputarsi alla variabilità anatomica legata alla tipologia dentale.

La radiografia si è rivelata inaffidabile nel determinare la posizione della punta dello strumento endocanalare rispetto al forame apicale, in quanto nel 28,5% dei campioni il K-file si presentava all'apice radiografico, ma alla prova visiva era oltre apice. Ciò è in accordo con Tselnik et al. [22], che hanno riscontrato come 22 campioni su 36 presentassero la punta del K-file non all'apice radiografico; 15 di questi 22 campioni presentavano, alla prova visiva, il K-file oltre la costrizione apicale. Anche lo studio di Welk et al. [10] ha rilevato che nel 18,7% dei campioni radiograficamente precisi il K-file era visivamente oltre il forame apicale. Questa imprecisione trova una spiegazione nella frequente posizione laterale del forame apicale, che mostra radiograficamente il K-file in una posizione più coronale di quella stabilita elettronicamente e verificata visivamente [7]. Inoltre, il forame può essere posto fino a 3 mm di distanza dall'apice anatomico nell'83% dei casi [46]. Martos et al. [47] hanno riscontrato che nei molari il forame apicale è più frequentemente posto lungo l'asse maggiore della radice: ciò può spiegare la maggior precisione da noi ottenuta nelle radiografie eseguite sui molari in entrambe le proiezioni. Williams et al. [45] affermano che la radiografia è molto più attendibile nei denti anteriori che nei posteriori a causa della più alta incidenza, in questi ultimi, della posizione laterale del forame apicale [7]. I risultati di Williams sono in contrasto con quelli da noi ottenuti, nei quali la tipologia dentale meno affidabile radiograficamente è rappresentata dai denti del gruppo frontale, in entrambe le proiezioni radiografiche. Sono indispensabili ulteriori ricerche per verificare l'attendibilità di questi dati. In disaccordo con i risultati del nostro studio, Hassanien et al. [48] hanno riscontrato che la determinazione radiografica della LL è più precisa di quella determinata elettronicamente.

Da un'attenta analisi della letteratura, risulta evidente la mancanza di studi che confrontino l'affidabilità delle misure radiografiche eseguite in proiezione mesio-distale e vestibolo-linguale. Dai dati emersi dal nostro studio si può constatare come la proiezione mesio-distale sia precisa quanto quella vestibolo-linguale.

Infine, in accordo con il nostro studio, Briseño-Marroquín et al. [11] e Herrera et al. [25] hanno dimostrato che non esiste correlazione fra diametro del K-file e precisione della misura elettronica della LL.

## Conclusioni

I tre LEA testati tendono a sovrastimare la LL quando si utilizza il simbolo "APEX" sul display. Inoltre, la precisione rilevata è inferiore a quella descritta in letteratura. L'Endex e il Propex II si sono mostrati più precisi del Root ZX.

Il metodo radiografico si è dimostrato sostanzialmente inaffidabile nel determinare la posizione del K-file all'interno del canale radicolare.

Il diametro del K-file non influenza la misura.

Le prove radiografiche e le misurazioni elettroniche si sono rivelate più imprecise nei canali dei denti anteriori rispetto alle altre tipologie dentarie.

**Rilevanza clinica:** È necessario sottrarre 1 mm dalla misura letta con il LEA indicante "APEX". L'impiego della radiologia per la determinazione della LL e per la verifica dell'otturazione endodontica è inaffidabile. La precisione dei LEA e della radiografia dipende dalla tipologia dentale.

## Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interesse.

## Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

## Bibliografia

1. Chugal N, Clive J, Spangberg L. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2003;96:81–90.
2. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967;11:723–44.
3. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 1984;17:192–8.
4. Stein TJ, Corcoran JF, Zillich RM. Influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. *J Endod* 1990;16:520–2.
5. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Endodontic success: who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:432–7.
6. Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE, Luciano J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int Endod J* 1991;24:28–35.
7. Elayouti A, Weiger R, Löst C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod* 2002;27:49–52.
8. Martos J, Ferrer-Loque C, Gonzales-Rodriguez MP, Castro LA. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. *Int Endod J* 2009;42:329–34.
9. Chunn CB, Zardiackas LD, Menke RA. In vivo root canal length determination using the forameter. *J Endod* 1981;7:515–20.
10. Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod* 2003;29:497–500.
11. Briseño-Marroquín B, Frajlích S, Goldberg F, Willershausen B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. *J Endod* 2008;34:698–702.
12. Hoer D, Attin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J* 2004;37:125–31.
13. Ushiyama J. New principle and method for measuring the root canal length. *J Endod* 1983;9:97–104.
14. Saito T, Yamashita Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device – influence of the diameter of apical foramen, the size of K-file, and the root canal irrigant. *Dent Jap* 1990;27:65–72.
15. Frank AL, Torabinejad M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. *J Endod* 1993;19:177–9.
16. Weiger R, John C, Geigle H, Lost C. An in vitro comparison of two modern apex locators. *J Endod* 1999;25:765–8.

17. Martinez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sanchez-Cortés JL, Llena-Puy C. Methodological considerations in the determination of working length. *Int Endod J* 2001;34:371–6.
18. De Moor RJ, Hommez GM, Martens LC, De Boever JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:77–82.
19. Bernardes RA, Duarte MA, Vasconcelos BC, Morais IG, Bernardini N, Garcia RB, et al. Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2007;104:91–4.
20. Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and ProPex. *Int Endod J* 2006;39:408–14.
21. D'Assunção FL, Santana De Albuquerque D, Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J Endod* 2006;32:560–2.
22. Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic apex locators. *J Endod* 2005;31:507–9.
23. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. Ex vivo evaluation of the ability of four different electronic apex locators to determine the working length in teeth with various foramen diameters. *Austr Dent J* 2006;51:258–62.
24. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endod* 1987;13:60–4.
25. Herrera M, Abalos C, Jimenez Planas A, Llamas R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J Endod* 2007;33:995–8.
26. D'Assunção FL, Albuquerque DS, Salazar-Silva JR, Queiroz Ferreira LC, Bezerra PM, Pessoa J, et al. The accuracy of root canal measurement using the Mini Apex locator and Root ZX II: an evaluation in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2007;104:50–3.
27. Versiani MA, Santana BP, Melo Caram B, Pascon EA, Alves De Souza CJ, Gabrielli Biffi JC. Ex vivo comparison of the accuracy of Root ZX II in detecting apical constriction using different meter's reading. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2009;108:41–5.
28. Angwaravong O, Panitvisai P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. *Int Endod J* 2009;42:115–21.
29. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004;37:425–37.
30. Jenkins J, Walker W, Schindler W, Flores C. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod* 2001;27:209–11.
31. Meares W, Steiman H. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 2002;28:595–8.
32. Ounsi H, Naaman A. In vitro evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator. *Int Endod J* 1999;32:120–3.
33. Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer MH. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J* 2006;39:595–609.
34. Baldi JV, Victorino FR, Bernades RA, De Morais IG, Bramante CM, Garcia RB, et al. Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locator. *J Endod* 2007;33:476–9.
35. Goldberg F, Briseño-Marroquín B, Frajlích S, Dreyer C. In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. *J Endod* 2005;31:676–8.
36. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Austr Endod J* 2007;33:7–12.
37. Dunlap C, Remeikis N, Begole E, Rauschenberger C. An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J Endod* 1998;24:48–50.
38. Venturi M, Breschi L. A comparison between two electronic apex locators: an ex vivo investigation. *Int Endod J* 2007;40:362–73.
39. Elayouti A, Kimions I, Chu AI, Lost C. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. *Int Endod J* 2005;38:827–33.
40. Altenburger MJ, Cenik Y, Schirrmeyer JF, Wrbas KT, Hellwig E. Combination of apex locator and endodontic motor for continuous length control during root canal treatment. *Int Endod J* 2009;42:368–74.
41. Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 1998;24:438–41.
42. Morita Corp J. Fully automatic root canal measuring device. *Root ZX operation instruction* 2004;4–7.
43. Leonardo MR, Silva LA, Nelson-Filho P, Silva RA, Raffaini MS. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J* 2008;41:317–21.
44. Siu C, Marshall GJ, Baumgartner JC. An in vivo comparison of the Root ZX II, the Apex NRG and the Mini Apex Locator by using rotary nickel-titanium. *J Endod* 2009;35:962–5.
45. Williams CB, Joyce AP, Roberts S. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *J Endod* 2006;32:624–7.
46. Pineda F, Kuttle Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;3:101–10.
47. Martos J, Lubian C, Silveira LF, Suita de Castro LA, Ferrer Luque CM. Morphologic analysis of the root apex in human teeth. *J Endod* 2010;36:664–7.
48. Hassanien EE, Hashem A, Chalfin H. Isthomorphometric of the root apex of mandibular premolar teeth: an attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. *J Endod* 2008;34:408–12.



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



ARTICOLO ORIGINALE

# Caratterizzazione in microscopia SEM-EDS del cemento endodontico MTA: un confronto tra diversi prodotti

*Textural and mineralogical constitution of mineral trioxide aggregate: a comparison among different products*

Mario Lendini<sup>a,\*</sup>, Mauro Rigolone<sup>b</sup>, Mario Tribaudino<sup>c</sup>,  
Fabio Coda Zabetta<sup>d</sup>, Daniele Mazza<sup>e</sup>, Elio Berutti<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Libero professionista, Torino

<sup>b</sup> Professore a contratto, Reparto di Endodonzia, Dental School Lingotto, Università di Torino

<sup>c</sup> Professore ordinario in Mineralogia, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma

<sup>d</sup> Frequntatore Reparto di Endodonzia, Dental School Lingotto, Università di Torino

<sup>e</sup> Professore associato in Chimica, Dipartimento di Scienze dei Materiali e Ingegneria Chimica, Politecnico di Torino

<sup>f</sup> Professore ordinario in Endodonzia e Odontoiatria Conservatrice nel CLMOPD, Dental School Lingotto, Università di Torino

Ricevuto il 24 novembre 2009; accettato il 12 ottobre 2010  
disponibile online l'11 giugno 2011

## PAROLE CHIAVE

MTA;  
Cemento di Portland;  
Costituzione mineralogica;  
Microscopia elettronica SEM-EDS;  
Mappe composizionali.

## Riassunto

**Obiettivi:** Valutare le caratteristiche microscopiche dei cementi endodontici MTA disponibili in commercio e di un cemento di Portland.

**Materiali e metodi:** Analisi su quattro varietà di MTA: Ognà Aureoseal<sup>®</sup>, Proroot white MTA<sup>®</sup>, Angelus white e gray MTA<sup>®</sup> e un cemento di Portland. I campioni, previo esame in diffrazione X, sono stati consolidati; i provini a cemento solidificato sono stati inglobati in una resina epossidica e lucidati in superficie: questo ha permesso un'osservazione SEM-EDS per evidenziarne la struttura e la natura chimica e mineralogica.

**Risultati:** Le analisi mostrano significative differenze tra i vari tipi di MTA presi in esame e tra questi e il cemento di Portland usato come riferimento.

I cementi utilizzati a scopo odontoiatrico hanno granuli di minori dimensioni, una maggiore idratazione e un minor contenuto di ferro e zolfo. Tra i costituenti mineralogici caratteristici del MTA si riscontrano agenti radio-opacizzanti (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e CaWO<sub>4</sub>). Una sostanziale differenza tra i cementi MTA è la quantità variabile nel contenuto di magnesio e alluminio che, dopo il consolidamento, presentano una granulometria inferiore nei campioni Ognà Aureoseal<sup>®</sup> e

\* Corrispondenza: via F. Romani 27 – 10131 Torino (Italy).  
E-mail: [mario@drlendini.it](mailto:mario@drlendini.it) (M. Lendini).

**KEYWORDS**

Mineral trioxide aggregate;  
Portland cement;  
Mineralogical constitution;  
Back-scattered electron imaging;  
X-ray mapping.

Proroot white MTA<sup>®</sup>; la presenza di apatite e tungstato di calcio (CaWO<sub>4</sub>) è invece caratteristica del cemento MTA Ognà Aureoseal<sup>®</sup>.

*Conclusioni:* Le differenze tra i campioni MTA e tra questi e il cemento di Portland sono significative sia a livello di tessitura microscopica sia di composizione chimica.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

**Abstract**

*Objectives:* To determine the mineralogical, chemical, and microtextural differences between commercially available MTA products, clarifying common differences with Portland and between each other.

*Materials and methods:* The study was done on four commercially available MTA cements, that is Ognà Aureoseal<sup>®</sup>, Proroot white MTA<sup>®</sup>, Angelus white and gray MTA<sup>®</sup> and on a commercial Portland cement. After preliminary X-ray diffraction characterization of the powder, the samples were consolidated following the same procedure used in clinical practice. The consolidated material was embedded in epoxy and polished, and subsequently investigated, by means of SEM-EDS analysis of back-scattered electron images on all samples and of quantitative compositional mapping on MTA.

*Results:* The MTA and Portland cements differ for the grain size, the hydration rate, and homogeneity of the set products, and for lower Fe and S content in MTA. Previously reported presence of opacizing agents (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CaWO<sub>4</sub>) was confirmed in all samples, whereas low Al content was not observed in all MTA. Although the MTA products are all mainly composed by di-calcium and tri-calcium silicates, the post-setting texture and the chemical and mineralogical constitution differ. Finer texture was observed in Ognà Aureoseal<sup>®</sup> and Proroot white MTA<sup>®</sup>; in Ognà Aureoseal<sup>®</sup> the presence of apatite and Ca-tungstate was reported; Mg and Al content changed in samples, following the clinker composition.

*Conclusions:* Significant differences exist between Portland cement and MTA, but also among different MTA formulations. MTA products can be classified as a form of Portland cement, specifically modified for dentistry purposes.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

**Introduzione**

In odontoiatria, e in particolare in endodonzia, l'umidità e la contaminazione da parte del sangue sono due problemi con cui quotidianamente bisogna confrontarsi. Il mineral trioxide aggregate (MTA) è un cemento introdotto nel 1995 da Torabinejad e approvato dalla *Food and Drug Administration* (FDA) statunitense nel 1998 [1]. È costituito da una miscela di ossidi e diossidi in opportune proporzioni, come risulta dalla *tabella 1*. Questo materiale deriva dal cemento di Portland usato in edilizia e per le costruzioni sottomarine e differisce principalmente per le minori concentrazioni di ferro e zolfo e, soprattutto, per la presenza di ossido di bismuto, un radio-opacizzante inserito nella composizione. Fino al 2002, l'unica forma di MTA presente in commercio era quella grigia, commercializzata dalla Dentsply Endodontics sotto il nome di ProRoot MTA<sup>®</sup> (Dentsply, USA). In quell'anno è stato introdotto in commercio dalla stessa ditta il ProRoot white MTA<sup>®</sup> (Dentsply, USA), che si contraddistingue per la colorazione bianca della polvere [2]. Dall'analisi al SEM

emerge che la differenza più rilevante tra i due composti risiede nella minore concentrazione di ossidi di alluminio, magnesio e ferrico nell'MTA bianco: la riduzione del contenuto in ferro sarebbe responsabile del colore più chiaro rispetto alla formulazione tradizionale [2,3].

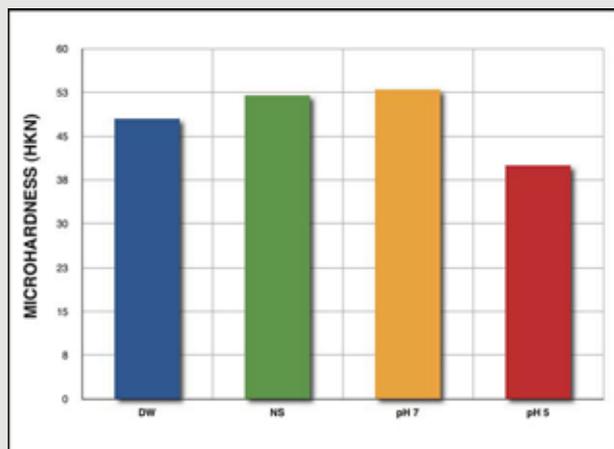
Il composto si presenta come una polvere idrofila, da miscelare con acqua sterile in rapporto polvere/liquido di 3:1 al momento dell'utilizzo. Dopo la miscelazione, il materiale acquisisce una struttura di gel colloidale e solidifica in un tempo medio di 3-4 ore [1,2]. Il pH iniziale dell'MTA idratato è 10,2 e sale fino a un valore massimo di 12,5 tre ore dopo la miscelazione [1,4]. L'alcalinità dell'MTA, simile a quella dell'idrossido di calcio, spiegherebbe l'azione inducente la formazione dei tessuti duri e l'azione inibente su alcuni ceppi batterici anaerobi facoltativi. L'MTA presenta inoltre una bassa solubilità e una radio-opacità maggiore rispetto a quella dentinale, onde consentirne il controllo radiografico [5]. La bassa resistenza alla compressione ne impedisce l'uso come materiale da otturazione coronale da sottoporre ai carichi occlusali. È riportato in letteratura un aumento della resistenza alla compressione dell'MTA in presenza di umidità, fino a raggiungere il valore massimo di 67,3 MPa dopo 21 giorni circa. Il tempo di indurimento del materiale è influenzato dall'esposizione a valori di pH acidi, che si osservano in presenza di processi infiammatori (*tabella 2*) [6].

Numerosi studi hanno dimostrato la biocompatibilità dell'MTA, che risulta privo di azione tossica, non irritante, anallergenico, non mutagenico e non carcinogenico; inoltre, non ostacola i normali processi di guarigione e non modifica lo stato di salute generale dell'ospite [6,7]. Studi condotti in vitro su cellule e tessuti e in vivo, subcutanei e a impianto osseo, hanno dimostrato la mancanza di citotossicità [8-10].

**Tabella 1** Principali ossidi e diossidi presenti nella composizione di MTA (1).

Ossido di calcio	65%
Diossido di silicio	21%
Ossido ferrico	5%
Ossido di alluminio	4%
Ossido di calcio	2,5%
Ossido di magnesio	2%
Ossido di sodio e potassio	0,5%

**Tabella 2** Indurimento del cemento MTA mediante utilizzo di acqua distillata (DW) e soluzione fisiologica (NS), e in presenza di un valore di pH 7 e di pH 5 (5).



In studi controllati su animali si è visto che l'MTA è l'unico materiale sul quale avviene la crescita di cemento radicolare [9]. Studi in vitro su osteoblasti umani hanno dimostrato che l'MTA stimola la liberazione di citochine e interleuchine, le quali favoriscono i processi rigenerativi e di guarigione: tale materiale, pertanto, non è inerte, ma promuove attivamente la formazione di tessuto duro [9,11,12] e facilita la rigenerazione del legamento parodontale [13]. La crescita di cemento e di osso a contatto con l'MTA viene evidenziata nelle riparazioni di perforazioni radicolari, nelle otturazioni retrograde e nei rimaneggiamenti apicali [14–16]. L'induzione alla crescita ossea potrebbe dipendere da numerosi fattori, quali la biocompatibilità, la capacità di sigillo, il pH alcalino e la stimolazione delle interleuchine [9]. Durante la reazione dell'MTA con l'acqua si avrebbe la formazione di ossido e di fosfato di calcio; l'ulteriore reazione dell'ossido di calcio con l'acqua formerebbe idrossido di calcio, da cui, per reazione di carboantazione, deriverebbe la deposizione dei cristalli di calcite osservata in presenza del materiale [9,15].

L'attività antibatterica è stata osservata in vitro su nove specie batteriche anaerobie facoltative e su sette specie di anaerobi obbligati (tabella 3). Un'ulteriore caratteristica

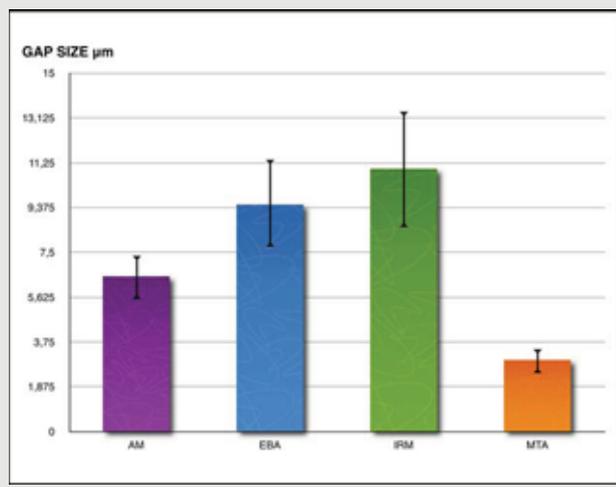
**Tabella 3** Valutazione dell'attività antibatterica dell'MTA [16].

	Controllo positivo	Dispersalloy		Sybralloy		Super EBA		ZOE		MTA	
		Fresh	Set	Fresh	Set	Fresh	Set	Fresh	Set	Fresh	Set
<i>S. faecalis</i>	3,13 (0,43)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. mitis</i>	6,67 (0,75)	—	—	—	—	—	—	2,04 (0,58)	—	7,04 (0,62)	4,25 (0,54)
<i>S. mutans</i>	4,75 (0,75)	—	—	—	—	—	—	—	—	9,92 (0,67)	8,67 (0,58)
<i>S. salivarius</i>	7,00 (0,60)	—	—	—	—	—	—	2,42 (0,36)	1,46 (0,33)	7,04 (0,66)	6,33 (0,81)
<i>L. spp.</i>	7,71 (1,05)	—	—	—	—	6,79 (0,78)	7,71 (0,92)	10,00 (1,09)	10,67 (1,39)	7,96 (0,72)	6,38 (0,77)
<i>S. aureus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. epidermidis</i>	7,25 (0,84)	—	—	—	—	2,58 (0,42)	1,54 (0,33)	6,46 (0,40)	5,54 (0,66)	6,54 (0,45)	5,46 (0,58)
<i>B. subtilis</i>	3,71 (0,75)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. coli B</i>	5,21 (0,78)	—	—	—	—	2,04 (0,33)	1,54 (0,45)	4,54 (0,40)	3,00 (0,52)	—	—
<i>P. (bacteroides) buccae</i>	11,92 (0,90)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>B. fragilis</i>	10,88 (0,71)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. (bacteroides) intermedia</i>	11,25 (0,84)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. (bacteroides) melaninogenica</i>	4,88 (0,43)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. necrophorum</i>	10,25 (1,52)	—	—	—	—	2,75 (0,87)	4,46 (0,75)	10,00 (0,93)	10,67 (0,78)	—	—
<i>F. nucleatum</i>	11,42 (1,12)	—	—	—	—	2,67 (0,78)	2,79 (0,50)	8,08 (0,76)	9,54 (0,62)	—	—
<i>P. anaerobius</i>	6,80 (0,42)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

I valori numerici corrispondono al diametro, espresso in millimetri, della zona di inibizione batterica attorno a dischetti di carta imbibiti del materiale [16].

Fresh, materiale appena miscelato; Set, materiale a 24 ore dalla miscelazione.

**Tabella 4** Adattamento marginale di amalgama (AM), Supereba (EBA), IRM e MTA (18). È stato calcolato il gap medio, espresso in  $\mu\text{m}$ , tra materiale e parete dentinale.



dell'MTA è la possibilità di utilizzo in presenza di umidità, soprattutto se confrontato con il comportamento di altri materiali, quali amalgama, super EBA o IRM, in analoghe condizioni [17]. Analisi comparative hanno dimostrato una capacità di adattamento marginale e di sigillo significativamente migliore rispetto ad altri materiali di analogo impiego (tabella 4) [18]. Studi a lungo termine hanno dimostrato la validità e la stabilità del sigillo apicale ottenuto con MTA [19].

Le caratteristiche chimico-fisiche di questo materiale, la sua biocompatibilità, l'attività antibatterica, la possibilità di utilizzo in presenza di umidità, la capacità di sigillo e la stabilità a lungo termine ne hanno consentito l'impiego in molteplici situazioni cliniche: incappucciamenti diretti della polpa, apacificazioni, otturazioni retrograde, riparazione di perforazioni radicolari, riassorbimenti radicolari interni [20–24]. L'otturazione ortograde del terzo apicale o dell'intero sistema canalare radicolare con MTA potrebbe essere considerata la logica evoluzione nell'uso di questo materiale, in virtù delle sue caratteristiche [6].

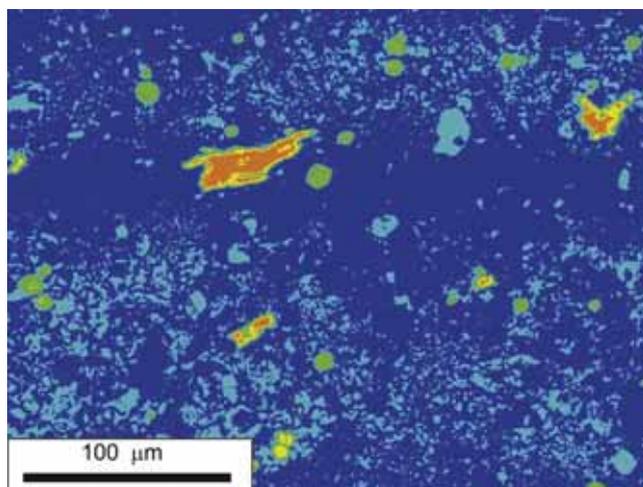
Lo scopo del presente lavoro è di determinare la composizione e la microstruttura delle fasi che caratterizzano i seguenti cementi: Ognà Aureoseal<sup>®</sup> (Ognà, Italia), Proroot white MTA<sup>®</sup> e cemento di Portland (Italcementi, Italia).

## Materiali e metodi

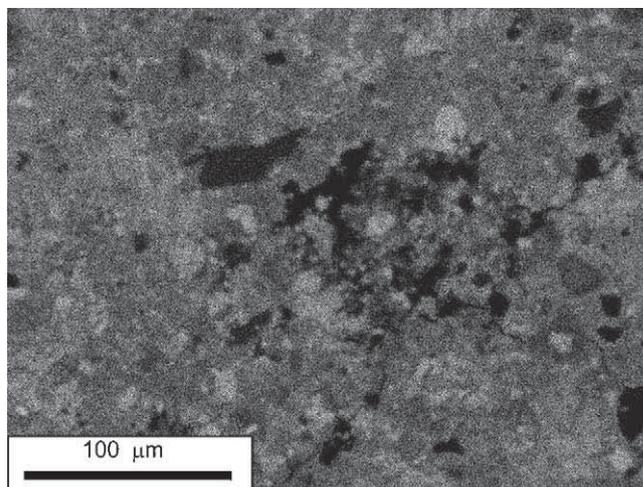
I cementi MTA analizzati provengono da prodotti disponibili in commercio: Proroot white MTA<sup>®</sup>, Angelus white e gray MTA<sup>®</sup> (distribuiti in Italia da Sweden e Martina, rispettivamente nelle confezioni rossa e blu) e Ognà Aureoseal<sup>®</sup>. Si è inoltre esaminato il cemento di Portland usato in edilizia come prodotto di riferimento. La polvere dei vari campioni è stata analizzata prima del consolidamento con diffrazione a raggi X mediante un diffrattometro Bragg-Brentano Philips PW, alla tensione operativa di 40 kV e a corrente di 20 mA, radiazione  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1,54178 \text{ \AA}$ ).

I vari campioni sono stati consolidati secondo una procedura standard che segue le indicazioni d'uso fornite dai produttori. La polvere è stata miscelata con acqua sterile secondo un rapporto polvere/liquido di 3:1 e detta fase è

stata effettuata in 1 minuto circa. Quindi, i campioni sono stati inseriti in piccoli contenitori in plastica emisferici del diametro di 5 mm e altezza di 1 mm, comprimendoli con un cono di carta. Queste emisfere presentavano sul fondo un foro di 1 mm di diametro. La solidificazione dei campioni è stata effettuata in una capsula di Petri, inserendo i campioni sotto una garza bagnata e sigillando il tutto con polietilene, per evitare perdite di umidità. I campioni presentavano una solidificazione tra 5 e 36 ore, raggiungendo il completo indurimento tra 72 e 96 ore a 21 °C; sono quindi stati prelevati dopo 120 ore, inglobati in resina epossidica e lucidati per ottenere un'accurata levigatura superficiale (una superficie non perfettamente levigata può alterare significativamente i risultati analitici perché l'osservazione SEM in



**Figura 1** Mappa in elettroni retrodiffusi (Back scattered electrons, BSE) relativa al campione Ognà Aureoseal<sup>®</sup>. La mappa è a falsi colori che evidenziano aree con composizione simile. I granuli in colore arancio corrispondono alla bismite, quelli in verde al tungstato di calcio, in azzurro l'apatite e aree più ricche in calcio del prodotto di idratazione, in blu la parte più povera in calcio del prodotto di idratazione.



**Figura 2** Mappa della distribuzione del calcio relativa alla stessa area in Figura 1. Il colore più o meno grigio corrisponde a un diverso contenuto di calcio. Si noti l'assenza di calcio in corrispondenza dei granuli di  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

elettroni retrodiffusi e il *quantitative mapping* sono estremamente sensibili alla morfologia del campione).

I provini sono stati sottoposti a una tecnica di osservazione di microscopia elettronica a scansione (SEM) alla tensione di 15 kV, che ha permesso di valutare il contrasto di composizione chimica fra i componenti presenti a un ingrandimento compreso tra 400x e 5000x.

Le mappe quantitative e qualitative sono state ottenute mediante un microscopio Stereoscan S360 SEM e uno spettrometro Link EDS (Oxford INCA 200), raccolte alla risoluzione di 256 x 256 pixel e con ingrandimento 400x (figg. 1 e 2). La composizione dell'area analizzata per i singoli campioni è riportata nella tabella 5.

## Risultati

L'aspetto macroscopico dei preparati MTA esaminati è assimilabile a quello del cemento di Portland, con fasi da idratazione e fasi residuali (fig. 1). I prodotti di miscelazione sono chimicamente eterogenei sia per il differente grado di idratazione sia per una diversa composizione della polvere; le fasi residuali sono invece caratterizzate da prodotti non reagiti del clinker di partenza, come il tricalciosilicato e il dicalciosilicato, e da ulteriori fasi non presenti nel composto iniziale e non coinvolte nell'idratazione del cemento.

Tutti i cementi analizzati erano rappresentati da di- e tricalciosilicato ( $2\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2$  e  $3\text{CaO} \bullet \text{SiO}_2$ ). Inoltre, si è riscontrata la presenza di ossido di bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), salvo nel cemento di Portland. Solo il campione dell'Aureoseal<sup>®</sup> presentava apatite [ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ] (fig. 3), nonché assenza di tricalcio alluminato, silicato di calcio e tetracalcioaluminoferrite, osservati invece nel Proroot white MTA<sup>®</sup> [25].

## Discussione e conclusioni

### Differenze con il cemento di Portland

I preparati MTA esaminati presentano differenze significative con il cemento di Portland e ciò conferma i dati ottenuti in lavori scientifici già presenti in letteratura [2].

Il cemento di Portland ha granuli più grossi, di forma irregolare e di dimensioni variabili (fig. 4). Il grado di reazione

del clinker è spesso incompleto, con orli di reazione ai bordi, soprattutto per quanto concerne la fase relativa al dicalciosilicato. Dal punto di vista mineralogico, la principale caratteristica che distingue il cemento di Portland dai tipi di MTA analizzati è l'assenza di ossido di bismuto, inserito nella composizione a uso odontoiatrico come agente radio-opacizzante. Chimicamente, il cemento di Portland presenta un contenuto significativamente maggiore di ferro e zolfo. Inoltre, nel cemento di Portland si rileva una minore concentrazione di magnesio e alluminio rispetto al Proroot white MTA<sup>®</sup> [2].

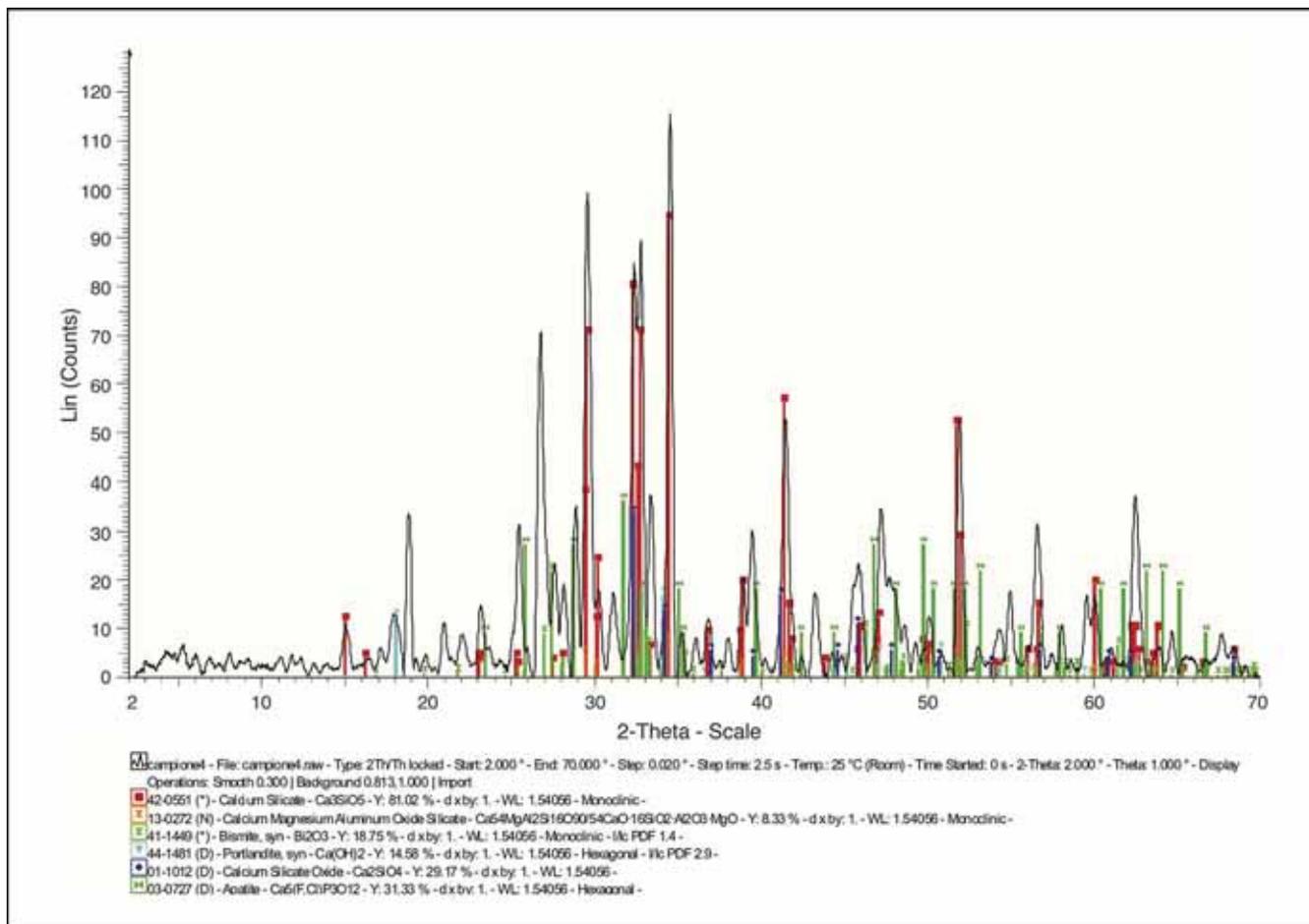
Da quanto esposto, si evidenzia come esistano differenze tessiturali significative: l'MTA è costituito da un clinker purificato e ottimizzato per avere una presa rapida e per l'utilizzo in assenza di inerti. L'ulteriore aggiunta di fasi come bismite e apatite trasforma l'MTA in un particolare cemento di Portland ottimizzato a fini endodontici, aumentandone la radio-opacità.

### Differenze tra i vari cementi MTA

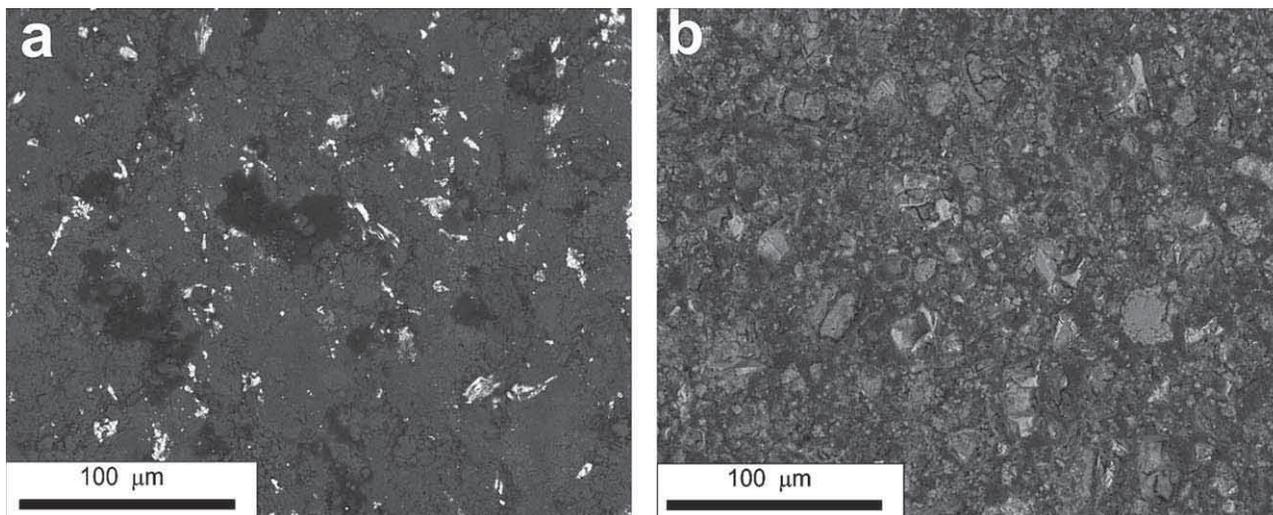
I diversi cementi MTA esaminati presentano tra loro significative differenze tessiturali e composizionali. Fosforo, tungsteno e titanio sono presenti in quantità significative in Ogna Aureoseal<sup>®</sup>, dove formano fasi a se stanti. Il fosforo è presente unicamente nell'apatite [ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ], formando granuli di dimensioni di qualche  $\mu\text{m}$ ; l'apatite è probabilmente aggiunta alla formulazione iniziale al fine di promuovere il processo di crescita osteoblastica. Anche il tungsteno è presente come fase a se stante nel tungstato di calcio ( $\text{CaWO}_4$ ) ed è addizionato come agente radio-opacizzante insieme a  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , che, peraltro, è presente in minor quantità in Ogna Aureoseal<sup>®</sup> (tabella 6). Il tungstato di calcio forma cristalli tondeggianti, mentre l'ossido di bismuto ha una conformazione più allungata (figg. 1 e 2): ciò crea un'interfaccia liscia verso la superficie dentaria e, potenzialmente, può essere considerato importante per determinare una riduzione della risposta infiammatoria [26]. Il titanio presente in Ogna Aureoseal<sup>®</sup>, sotto forma di cristalli di  $\text{TiO}_2$ , è in concentrazione maggiore rispetto al cemento di Portland ed è stato aggiunto alla formulazione del clinker probabilmente con la funzione di agente sbiancante. Angelus gray e white MTA<sup>®</sup> presentano granuli di  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  fino a 10 volte

**Tabella 5** Composizione in percentuale atomica dei campioni studiati al termine del consolidamento.

	Portland	Ogna Aureoseal <sup>®</sup>	Proroot white MTA <sup>®</sup>	Angelus white MTA <sup>®</sup>	Angelus gray MTA <sup>®</sup>
Na	0,36	0,36	0,26	0,34	0,29
Mg	1,25	1,54	0,49	0,86	3,70
Al	5,92	3,74	0,83	5,38	8,62
Si	10,09	8,98	9,44	10,98	9,68
P		1,36			
S	0,52	0,36	0,21		0,18
K	0,30				0,11
Ca	23,42	24,00	31,58	24,58	17,18
Ti	0,34	0,81	0,04		0,09
Fe	1,54	0,56	0,10	0,18	0,90
W		0,35			
Bi		0,30	1,15	0,50	1,48
O	56,64	57,56	55,59	56,98	57,60



**Figura 3** Diffrazione a raggi X del campione Ognaseal<sup>®</sup> prima del consolidamento (intensità di diffrazione in funzione dell'angolo  $2\theta$ ).



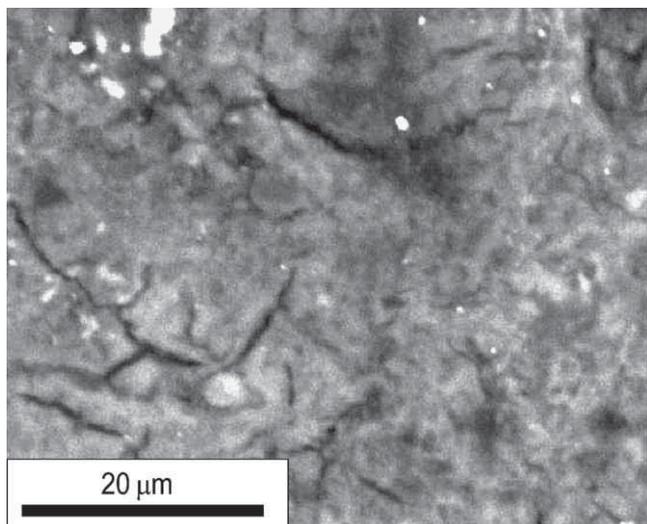
**Figura 4** Confronto tra il cemento endodontico Proroot white MTA<sup>®</sup> (a) e il cemento di Portland (b). Nel Proroot white MTA<sup>®</sup> le aree scure sono buchi legati alla lucidatura e i granuli bianchi sono cristalli di bismite.

più grandi e più tozzi rispetto a Proroot white MTA<sup>®</sup>. In generale, le dimensioni dei costituenti mineralogici dei prodotti della Angelus<sup>®</sup> è maggiore rispetto al Proroot white MTA<sup>®</sup> e all'Ognaseal<sup>®</sup>.

Il grado di reazione dei componenti del clinker è variabile. In un cemento, le fasi di- e tricalciosilicato reagiscono a formare fasi idrate (fig. 5); tale processo è più rapido nel tricalciosilicato rispetto al dicalciosilicato, sebbene al

**Tabella 6** Costituenti mineralogici presenti nel cemento dopo l'indurimento (Y se presenti). A essi si aggiunge la fase amorfa di idratazione prodottasi per reazione con l'acqua.

	Portland	Ogna Aureoseal <sup>®</sup>	Proroot white MTA <sup>®</sup>	Angelus white MTA <sup>®</sup>	Angelus gray MTA <sup>®</sup>
3CaO • SiO <sub>2</sub>	Y		Y		
2CaO • SiO <sub>2</sub>	Y		Y	Y	Y
Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> OH		Y			
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Y	Y	Y	Y
TiO <sub>2</sub>		Y			
MgO		Y	Y		Y
CaWO <sub>4</sub>		Y			

**Figura 5** Il processo di idratazione nel cemento Angelus gray MTA<sup>®</sup>. Immagine in elettroni retrodiffusi (contrasto chimico).

completamento della reazione di cementificazione entrambe le fasi scompaiano. Anche la presenza di una sola fase nel cemento solidificato è indice di un'incompleta reazione di cementificazione. Nel Proroot MTA<sup>®</sup> e nel cemento di Portland si trovano sia il dicalciosilicato sia il tricalciosilicato, in Angelus gray e white MTA<sup>®</sup> si ritrova solo il disilicato, mentre in Ogna Aureoseal<sup>®</sup> non vi sono fasi residuali. Il Proroot MTA<sup>®</sup> presenta inoltre caratteristiche composizionali che lo differenziano dagli altri cementi a uso odontoiatrico esaminati, mostrando una maggiore quantità di calcio e una minore quantità di alluminio.

Come abbiamo potuto vedere, le analisi SEM-EDS condotte sui quattro diversi cementi MTA presi in esame confermano l'esistenza di significative differenze di tipo sia costituzionale sia tessiturale quando confrontati con il cemento di Portland. Inoltre, anche tra le stesse formulazioni odontoiatriche in commercio si sono osservate importanti differenze, come riportato sopra.

Dalle osservazioni microscopiche di superficie e dalle analisi diffrattometriche condotte in questa ricerca non è possibile definire come le differenze chimico-fisiche evidenziate possano influenzare gli aspetti clinici. Riteniamo, pertanto, che detti risultati debbano essere considerati come preliminari e auspicare ulteriori e più approfonditi studi futuri dal punto di vista sia quantitativo sia qualitativo, al fine di meglio definire le modifiche necessarie da apportare

agli MTA oggi in commercio, per garantire una sempre migliore affidabilità dei materiali in ambito clinico.

## Ringraziamenti

Si ringraziano Luca Barchi e Roberto Cossio per l'assistenza tecnica nell'esecuzione delle analisi SEM-EDS.

## Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

## Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

## Bibliografia

1. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349–53.
2. Dammaschke T, Gerth HU, Zuchner H, Schafer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 2005;21:731–8.
3. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005;31:101–3.
4. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater* 2005;21:297–303.
5. Bogen G, Kuttler S. Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *J Endod* 2009;35:777–90.
6. Lee YL, Lee BS, Lin FH, Lin AY, Lan WH, Lin CP. Effects on physiological environments on the hydration behaviour of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 2004;25:787–93.
7. Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2000;26:28–91.
8. Koh ET, Torabinejad M, Pitt Ford TR, Brady K. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J Biomed Mater Res* 1997;37:432–9.
9. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1998;24(8):543–7.
10. Pitt Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP. Mineral trioxide aggregate as a pulp capping material. *J Am Dent Ass* 1996;127:1491–4.

11. Koh ET, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F. Mineral trioxide aggregate stimulates cytokine production in human osteoblasts. *J Bone Min Res* 1995;10:406.
12. Thomson TS, Berry E, Somerman MJ, Kirkewood KL. Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2003;29:407–12.
13. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker 3rd WA. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Ass* 1999;130:967–75.
14. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. *J Endod* 1993;19:591–5.
15. Holland R, De Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod* 1999;25:161–6.
16. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root-end filling materials. *J Endod* 1995;21:403–6.
17. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root-end filling materials: effect of blood contamination. *J Endod* 1994;20:159–63.
18. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of MTA and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995;21:295–9.
19. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod* 1998;24:557–60.
20. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999;25:197–205.
21. Tittle KW, Farley J, Linkharddt T, Torabinejad M. Apical closure induction using bone growth factors and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1996;22:198.
22. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PJ, Abedi HR, McMillan P. A comparative study of rootened induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod* 1999;25:1–5.
23. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541–4.
24. Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:756–63.
25. Islam I, Chang HK, Yap AU. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Int Endod J* 2006;39:220–5.
26. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Stowe S, Brink F. A qualitative X-ray analysis of white and grey mineral trioxide aggregate using compositional imaging. *J Mater Sci Mater Med* 2006;17:187–91.



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## CASO CLINICO

# Trattamento endodontico di un incisivo centrale calcificato

*Endodontic treatment of a calcified maxillary central incisor*

Giovanni Schianchi \*

Specializzato in Odontostomatologia e Protesi, Università di Palermo

Ricevuto il 16 febbraio 2011; accettato il 25 febbraio 2011

### PAROLE CHIAVE

Canali calcificati;  
Variabili anatomiche;  
Microscopio;  
Illuminazione;  
Ultrasuoni.

### KEYWORDS

Calcified canals;  
Anatomic variations;  
Microscope;  
Light;  
Ultrasounds.

### Riassunto

**Obiettivi:** Descrivere il trattamento endodontico di un incisivo centrale con due canali e caratterizzato da estese calcificazioni, mostrando come sia possibile affrontare e come possa essere complicato reperire un'anatomia complessa e senza riferimenti.

**Materiali e metodi:** Talvolta un radiogramma non è sufficiente a indirizzarci verso la soluzione di casi complessi, perché anche un'attenta analisi, in caso di estese calcificazioni, può essere insufficiente a interpretare correttamente l'anatomia canalare. È quindi indispensabile verificare clinicamente le condizioni dell'elemento dentale, se possibile avvalendosi di un microscopio che, grazie al forte fattore di ingrandimento, permette di apprezzare tutti i particolari che ci conducono all'identificazione di un'anatomia a volte non altrimenti riconoscibile. Abbinare al microscopio, le punte montate su ultrasuoni permettono di lavorare mantenendo una buona visibilità del campo operatorio. Reperiti i tragitti endodontici, l'elemento in questione è stato trattato secondo la tecnica crown-down e chiuso con guttaperca termoplastificata applicando l'onda continua di condensazione.

**Risultati e conclusioni:** Nei casi complessi, oltre a prestare particolare attenzione alla fase diagnostica al fine di compilare un corretto piano di trattamento per l'elemento dentale interessato, è imprescindibile approcciare il caso clinico avvalendosi dei mezzi più idonei, quali il microscopio operatorio e le punte ultrasoniche: questi presidi, infatti, possono essere indispensabili per completare il trattamento endodontico di elementi molto calcificati.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

### Abstract

**Objectives:** To describe the endodontic treatment of a central maxillary incisor with two root canals, characterized by wide calcifications, showing that it can be faced and that finding a complex anatomy without any reference can be very difficult.

\* Corrispondenza: viale delle Milizie 34 – 00192 Roma.  
E-mail: [g.schianchi@email.it](mailto:g.schianchi@email.it) (G. Schianchi).

**Materials and methods:** Sometimes, a radiograph is not enough to lead to the solution of complex cases, because in case of extensive calcifications it can be insufficient to correctly construe the root canal anatomy, even after an accurate analysis. It is then mandatory to clinically verify the conditions of the tooth, if possible using a microscope that with its strong magnification allows to appreciate all the features that lead us to identify an anatomy that cannot be otherwise recognized. Together with the microscope, ultrasonic tips allow to work keeping a good visibility of the operative field. Once the endodontic pathways were found, the tooth was treated according to the crown-down technique and filled with warm gutta percha (continuous wave of condensation).

**Result and conclusions:** In complex cases characterized by extended calcifications, it is useful to pay attention to the diagnostic phase in order to formulate a valid treatment plan for the tooth, and it is mandatory to consider the individual case report using the most suitable instruments, such as operative microscope and ultrasonic tips. Indeed, these instruments can be indispensable in order to finish the endodontic treatment of calcified teeth.

© 2011 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

## Introduzione

Un elemento dentale sottoposto a stimoli nocivi prolungati nel tempo tali da non produrne l'immediata necrosi, ma una sopravvivenza nel tempo in "sofferenza cronica" risponde con la produzione di tessuto calcificato, che può causare massive ostruzioni del sistema dei canali radicolari [1,2]. Un dente che ha subito una consistente calcificazione si configura spesso come un caso complesso da affrontare perché il reperimento degli imbocchi canalari risulta indaginoso e può portare a danni iatrogeni all'elemento dentale, quali stripping e perforazioni [3].

La Rx preoperatoria è uno strumento utile per determinare l'entità della calcificazione e può fornire chiare indicazioni sulla possibilità di trattare un determinato elemento dentale e sugli strumenti indispensabili per effettuare con predicibilità il trattamento (microscopio operatorio, adeguata illuminazione e strumenti ultrasonici). Ne consegue che un'adeguata strumentazione, unita alla conoscenza dell'anatomia dentale e delle possibili variabili che possono essere reperite, è fondamentale affinché il clinico affronti con successo casi complessi.

## Materiali e metodi

La paziente, M.F. di 28 anni, è inviata alla mia osservazione da una collega, con la richiesta di reperire l'imbocco del canale di un 11 all'apparenza completamente calcificato.

La documentazione radiografica in possesso della paziente consta di una Rx intraoperatoria nella quale è difficile evidenziare sia l'imbocco canalare sia il relativo tragitto (fig. 1). L'elemento in questione risulta sintomatico, in quanto dolente alla percussione e in corrispondenza dell'apice; il quadro clinico-radiografico fornisce le indicazioni per l'esecuzione di un trattamento canalare ortograde (fig. 2).

Dopo aver praticato un'anestesia plessica senza adrenalina (Scandonest 3% - Ognà, Muggiò, Italia) e montata la diga di gomma (Ivory, Heraeus, Hanau, Germania; gancio N. 210 Hu-Friedy, Rotterdam, Olanda), si è proceduto alla rimozione dell'otturazione provvisoria, passando poi all'eliminazione del tessuto calcificato con l'ausilio di frese di Muller (Komet, Milano, Italia) montate su micromotore e punte dedicate montate su ultrasuoni (fig. 3) [4]. Il microscopio operatorio

(Kaps SOM 64, Aslar, Germania) è stato un ausilio fondamentale alla corretta esecuzione del trattamento.

È stato reperito un canale radicolare di 8 mm, lunghezza misurata grazie a un rilevatore apicale (Root ZX, Morita, Kyoto, Giappone) e a una Rx endorale intraoperatoria. Si è quindi proceduto all'allargamento e alla preparazione dello stesso



**Figura 1** Rx diagnostica: il tragitto dei canali radicolari non è chiaramente visibile.



**Figura 2** Presenza di massiva calcificazione all'imbocco canale, che ne rende difficile il reperimento e l'alesatura.



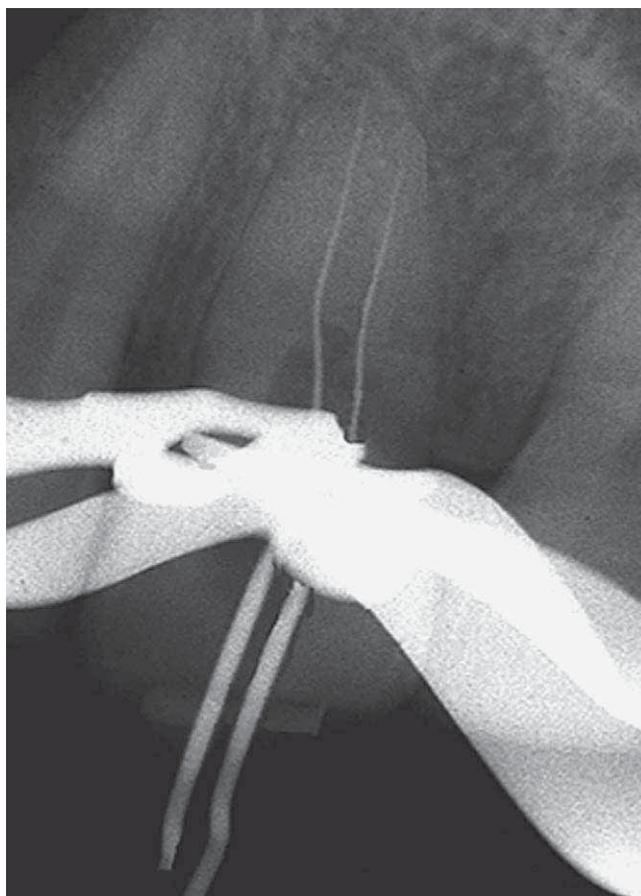
**Figura 4** Imbocco del secondo canale mesiale.



**Figura 3** Uso degli ultrasuoni durante la rimozione della calcificazione. L'impiego del microscopio operatorio è d'aiuto in questa fase al fine di evitare danni iatrogeni.

con strumenti NiTi manuali (Protaper, Maillefer, Baillagues, Svizzera), data la parte esigua da trattare rispetto all'ampiezza della zona di accesso camerale, scelta effettuata anche per avere un migliore controllo dell'azione degli strumenti, evitando trasporti dell'apice. Durante il trattamento, la preparazione meccanica è stata alternata a lavaggi di ipoclorito di sodio al 5% (Niclör, Ogna) ed EDTA (Ogna).

Data la dislocazione verso distale del canale trattato e vista la presenza di un'altra zona calcificata in posizione più mesiale, anch'essa è stata esplorata con le stesse punte ultrasoniche in zirconio, NiTi e in acciaio precedentemente citate (*fig. 4*). Una volta reperimento il secondo imbocco è trovato un nuovo tragitto canalare di 6 mm, anche quest'ultimo è stato misurato con la stessa metodologia del precedente e trattato manualmente con strumenti NiTi per le suddette ragioni, usando le stesse tipologia e sequenza di irriganti (*fig. 5*). I canali radicolari sono poi stati otturati



**Figura 5** Verifica radiografica della lunghezza di lavoro.

secondo la tecnica di condensazione verticale della gutta-perca termoplastificata e riempimento finale dello spazio residuo endodontico (Obturation Unit, Sybron Endo, Orange, California) (*figg. 6 e 7*).

Dopo una Rx di controllo per valutare la bontà del trattamento, si è otturata la cavità di accesso con un materiale



**Figura 6** Otturazione dei canali radicolari con l'uso della Obturation Unit.



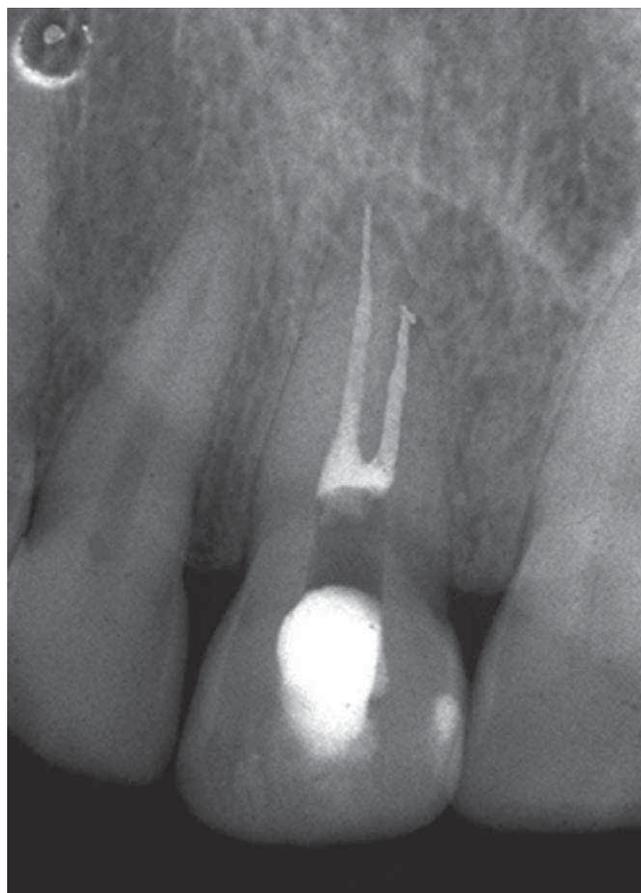
**Figura 7** Riempimento dello spazio endodontico residuo.

provvisorio e la paziente è stata inviata alla collega dalla quale è in cura (fig. 8).

Gli autori dichiarano che lo studio presentato è stato realizzato in accordo con gli standard etici stabiliti nella Dichiarazione di Helsinki e che il consenso informato è stato ottenuto da tutti i partecipanti prima del loro arruolamento allo studio.

## Discussione

Le fasi di sagomatura, detersione e otturazione del sistema dei canali radicolari sono possibili solo grazie alla corretta esecuzione della cavità di accesso, nel pieno rispetto dell'anatomia dell'elemento dentale. La presenza di calcificazioni rende estremamente più complessa la corretta esecuzione di questi step clinici [5], ma l'impiego corretto di strumenti ultrasonici e un adeguato ingrandimento consentono di risolvere casi anche complessi in maniera sicura.



**Figura 8** Radiografia di controllo dell'otturazione canalare.

## Conclusioni

Senza prescindere da un'iniziale diagnosi radiografica, importante per formulare un giusto piano di trattamento, il microscopio operatorio e l'illuminazione coassiale sono in molti casi indispensabili per controllare e visualizzare direttamente l'endodonto.

**Rilevanza clinica:** In casi caratterizzati da ampie calcificazioni, il microscopio, grazie all'illuminazione coassiale e al forte ingrandimento che lo caratterizzano, si rivela fondamentale per il successo clinico. L'impiego di punte ultrasoniche permette inoltre una sicura e predicibile rimozione delle calcificazioni.

## Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

## Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

## Bibliografia

1. Malentacca A, Uccioli U, Daniele L. Calcificazioni pulpari. *G Ital Endod* 2004;18:168–77.

2. Robertson A, Andreasen FM, Bergenholtz G, Andreasen JO, Noren JG. Incidence of pulp necrosis subsequent to pulp canal obliteration from trauma of permanent incisors. *J Endod* 1996;22:557–60.
3. Michanowicz AE, Michanowicz JP, Ardila J, Posada A. Apical surgery on a two-rooted maxillary central incisor. *J Endod* 1990;16:454–5.
4. Gorni F. The use of ultrasound in endodontics. *Roots* 2006;1: 58–64.
5. Castellucci A. *Endodontics*. Firenze: Ed. Odontoiatriche Il Tridente; 2004, 277–8.



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## ABSTRACT

# Presentazione

## Incappucciamento della polpa: materiali di elezione e prospettive future

L'incappucciamento della polpa è una procedura piuttosto controversa, attuata prevalentemente nei casi in cui vi sia un'accidentale esposizione pulpare. Il suo obiettivo è mantenere la vitalità dell'elemento dentale, ma la sua durata nel tempo è estremamente dibattuta, nonché dipendente da una lunga serie di variabili, quali l'età del paziente, le condizioni dell'elemento dentale (caries profonda, contaminazione batterica, ecc.) e, non da ultimo, il materiale con cui viene eseguita la procedura.

Nell'incappucciamento si protegge l'organo pulpo-dentale con l'applicazione di uno o più strati di materiale fra il tessuto dentale e il materiale da otturazione, al fine di evitare che la polpa sia ulteriormente stressata dalle procedure operative, dalla tossicità dei materiali da restauro coronale e dalla penetrazione batterica dovuta a micro-leakage. Ulteriore finalità è promuovere la remissione della polpa.

I risultati a lungo termine di incappucciamenti diretti e indiretti presentano percentuali di fallimento estremamente superiori a quelle di un trattamento endodontico; tuttavia, esistono casi selezionati nei quali è indicato ricorrere a questa soluzione, soprattutto quando il paziente è di giovane età.

Nel corso degli anni si sono praticati incappucciamenti con idrossido di calcio, vetro-ionomeri, adesivi smalto-dentinali e, da ultimo, l'MTA. La letteratura non presenta materiale sufficiente per compilare una revisione sistematica, poiché gli studi sull'argomento hanno bassi livelli di evidenza e sono condotti secondo protocolli non sovrapponibili.

Quanto che emerge dagli studi proposti è che l'idrossido di calcio sia stato a lungo il gold standard in questa terapia, ma che attualmente l'MTA, grazie alla sua capacità di indurre la formazione di ponti dentinali con una minima quota di infiammazione pulpare, sia considerato il materiale di elezione.

La bioingegneria lascia presagire lo sviluppo di nuovi materiali in grado di promuovere la formazione di dentina senza danneggiare la polpa; in assenza del materiale ideale, al clinico resta l'arduo compito di selezionare i casi in cui sia effettivamente vantaggioso praticare un incappucciamento e dilazionare l'esecuzione di una terapia canalare.

**Francesca Cerutti**  
*Coordinatore Editoriale*  
*del Giornale Italiano di Endodonzia*  
E-mail address: [fc@francescacerutti.it](mailto:fc@francescacerutti.it)  
<http://www.francescacerutti.it>



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## ABSTRACT

(Journal of Applied Oral Science 2009;17[6]:544–54)

# Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials

Karin Cristina da Silva Modena<sup>a</sup>, Leslie Caroll Casas-Apayco<sup>a</sup>,  
Maria Teresa Atta<sup>b</sup>, Carlos Alberto de Souza Costa<sup>c</sup>, Josimeri Hebling<sup>d</sup>,  
Carla Renata Sipert<sup>e</sup>, Maria Fidela de Lima Navarro<sup>f</sup>, Carlos Ferreira Santos<sup>g</sup>

<sup>a</sup> DDS, Graduate student, Department of Operative Dentistry, Endodontics and Dental Materials, University of São Paulo, Bauru School of Dentistry, Bauru, SP, Brazil

<sup>b</sup> DDS, MSc, PhD, Associate Professor, Department of Operative Dentistry, Endodontics and Dental Materials, University of São Paulo, Bauru School of Dentistry, Bauru, SP, Brazil

<sup>c</sup> DDS, MSc, PhD, Associate Professor, Department of Physiology and Pathology, State University of São Paulo, Araraquara Dental School, Araraquara, SP, Brazil

<sup>d</sup> DDS, MSc, PhD, Associate Professor, Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, State University of São Paulo, Araraquara Dental School, Araraquara, SP, Brazil

<sup>e</sup> DDS, MSc, Graduate student, Department of Biological Sciences, University of São Paulo, Bauru School of Dentistry, Bauru, SP, Brazil

<sup>f</sup> DDS, MSc, PhD, Full Professor, Department of Operative Dentistry, Endodontics and Dental Materials, University of São Paulo, Bauru School of Dentistry, Bauru, SP, Brazil

<sup>g</sup> DDS, MSc, PhD Associate Professor, Department of Biological Sciences, University of São Paulo, Bauru School of Dentistry, Bauru, SP, Brazil

There are several studies about the cytotoxic effects of dental materials in contact with the pulp tissue, such as calcium hydroxide (CH), adhesive systems, resin composite, and glass ionomer cements.

The aim of this review article was to summarize and discuss the cytotoxicity and biocompatibility of materials used for protection of the dentin-pulp complex, some components of resin composites and adhesive systems when placed in direct or indirect contact with the pulp tissue. A large number of dental materials present cytotoxic effects when applied close or directly to the pulp, and the only material that seems to stimulate early pulp repair and dentin hard tissue barrier formation is CH.

Numerosi studi si sono focalizzati sugli effetti citotossici a carico del tessuto pulpare dei materiali dentari, quali l'idrossido di calcio (CH), i sistemi adesivi, i materiali compositi e i cementi vetro-ionomerici. Lo scopo di questa revisione della letteratura era riassumere e discutere la citotossicità e la biocompatibilità dei materiali usati come protezione dell'organo pulpo-dentinale, di alcuni componenti dei compositi e dei sistemi adesivi quando sono posizionati a contatto diretto o indiretto con il tessuto pulpare. Un ampio numero di materiali dentari presenta effetti citotossici quando applicato nelle adiacenze o in diretto contatto con la polpa e l'unico materiale che sembra stimolare una rapida riparazione della polpa e la formazione di tessuto duro dentinale è il CH.



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jie](http://www.elsevier.com/locate/jie)



## ABSTRACT

(Journal of Endodontics 2010;36[6]:1042–7)

# Effects of mineral trioxide aggregate on human dental pulp cells after pulp-capping procedures

Avina Paranjpe<sup>a</sup>, Hai Zhang<sup>b</sup>, James D. Johnson<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Endodontics, University of Washington, Seattle, WA, USA

<sup>b</sup> Department of Restorative Dentistry, University of Washington, Seattle, WA, USA

**Introduction:** Pulp-capping procedures are routinely performed. The control of infection and biocompatibility of the pulp-capping materials are important factors in determining the treatment outcome. Calcium hydroxide has been considered the gold standard for this procedure.

However, previous reports have reported the causes of failures with the use of calcium hydroxide. Mineral trioxide aggregate (MTA) has proved to be effective in the process of pulp capping.

**Methods:** Human dental pulp stromal cells (DPSCs) were cultured on gray MTA, and the levels of gene expression, secretion of vascular endothelial growth factor, and the surface morphology were analyzed.

**Results:** MTA promoted cell survival and proliferation, which was significantly different from the controls in human DPSCs. MTA upregulated the expression of transcription factors like Runx2 and genes like osteocalcin, alkaline phosphatase, and dentin sialoprotein, which are important odontoblastic genes, thereby showing the ability to promote differentiation of the pulpal cells into odontoblast-like cells, which, in turn, are responsible for dentin bridge formation.

MTA approximately induced a 1.7-fold increase in the secretion of angiogenic factors like vascular endothelial growth factor, which is important in the process of tissue healing and regeneration. The differences between the control and the MTA groups were statistically significant.

Scanning electron microscopic studies revealed the differences in the surface morphologies between the control and the MTA groups.

**Introduzione:** L'incappucciamento della polpa è una procedura routinaria. Il controllo delle infezioni e la biocompatibilità dei materiali impiegati in questa procedura sono fattori importanti nel determinare l'esito del trattamento. L'idrossido di calcio è considerato il gold standard per questa procedura. Tuttavia, studi precedenti hanno descritto le cause di fallimento di trattamenti eseguiti con idrossido di calcio. Il minerale triossido aggregato (MTA) si è dimostrato efficace nell'incappucciamento della polpa.

**Metodi:** È stata effettuata una coltura di cellule stromali della polpa (*dental pulp stromal cells*, DPSC) su MTA grigio, analizzando i livelli dell'espressione genica, della secrezione di fattore di crescita endoteliale vascolare e la morfologia superficiale.

**Risultati:** L'MTA ha promosso la sopravvivenza e la proliferazione cellulare, che si sono rivelate significativamente diverse rispetto ai controlli. L'MTA ha up-regolato l'espressione di fattori di trascrizione come Runx2 e di geni quali osteocalcina, fosfatasi alcalina e sialoproteina dentinale, che sono importanti geni odontoblastici, mostrando quindi la capacità di promuovere la differenziazione delle cellule pulpari in cellule simili agli odontoblasti che, a loro volta, sono responsabili della formazione di ponti dentinali. L'MTA ha indotto approssimativamente un aumento di 1,7 volte nella secrezione di fattori angiogenetici come il fattore di crescita vascolare endoteliale, che è importante nel processo di guarigione tissutale e di rigenerazione. Le differenze tra i gruppi controllo e i gruppi coltivati su MTA sono risultate statisticamente significative. Gli studi al

*Conclusion:* Overall, this study supports the biocompatible nature of MTA and the possible mechanism of dentin bridge formation along with tissue repair, all of which contribute to a successful treatment outcome.

microscopio elettronico a scansione hanno mostrato differenze nella superficie dei gruppi controllo rispetto ai gruppi MTA.

*Conclusione:* Nel complesso, questo studio supporta la natura biocompatibile dell'MTA e sostiene la possibilità che si crei un ponte di dentina durante la riparazione tissutale: questi fattori contribuiscono al successo del trattamento eseguito.



Disponibile su [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/gie](http://www.elsevier.com/locate/gie)



## ABSTRACT

(Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics 2010;109:e75-e81)

# Innovative endodontic therapy for anti-inflammatory direct pulp capping of permanent teeth with a mature apex

Takashi Komabayashi<sup>a</sup>, Qiang Zhu<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Assistant Professor, Department of Endodontics, Texas A&M Health Science Center, Baylor College of Dentistry

<sup>b</sup> Associate Professor, Division of Endodontology, Department of Oral Health and Diagnostic Sciences, School of Dental Medicine, University of Connecticut, USA

Direct pulp capping is treatment of an exposed vital pulp with a dental material to facilitate the formation of reparative dentin and maintenance of vital pulp. It has been studied as an alternate way to avoid vital pulp extirpation.

However, the success rate of pulp capping is much lower than that of vital pulp extirpation. Therefore, direct pulp capping is currently considered controversial by many clinicians.

To increase the success rate, a critical need exists to develop new biologically based therapeutics that reduce pulp inflammation, promote the continued formation of new dentin-pulp complex, and restore vitality by stimulating the regrowth of pulpal tissue.

Bioengineered anti-inflammatory direct pulp-capping materials, together with adhesive materials for leakage prevention, have great potential to improve the condition of the existing pulp from an inflamed to a noninflamed status and lead to a high rate of long-term success.

L'incappucciamento diretto è il trattamento della polpa vitale esposta con un materiale dentale le cui finalità sono facilitare la formazione di dentina di riparazione e il mantenimento della vitalità pulpare. Questo procedimento si configura come un'alternativa al trattamento endodontico del dente vitale.

Tuttavia, la percentuale di successo dell'incappucciamento diretto è estremamente inferiore a quella del trattamento endodontico. Pertanto, l'incappucciamento diretto della polpa è attualmente considerato controverso da molti clinici. Per aumentare la percentuale di successo, c'è estrema necessità di sviluppare nuovi presidi terapeutici biologici che riducano l'infiammazione pulpare, promuovano la continua formazione di un nuovo organo pulpo-dentinale e ripristinino la vitalità del dente stimolando la ricrescita del tessuto pulpare. La bioingegneria può produrre materiali per l'incappucciamento diretto dotati di proprietà antinfiammatorie, nonché materiali adesivi per la prevenzione del leakage, con grandi potenzialità di migliorare la condizione della polpa, facendola passare da uno stato infiammato a uno non infiammato, e di garantire un'alta percentuale di successo a lungo termine di questo trattamento.



Cari Soci,

l'evento di Milano è passato, ma lascia nella nostra società, un segno tangibile di come la SIE stia interpretando il ruolo di insegnamento e trasferimento delle nuove tecniche endodontiche.

L'esperienza delle tavole cliniche, come parte fondamentale dell'evento, mostra quanto sia utile avere un contatto fra docenti e discenti il più possibile vicino e informale, abbattendo la barriera del podio e della relazione senza confronto costruttivo, in modo da migliorare comunicazione e apprendimento.

Come vi avevo già annunciato, ci sono delle novità riguardanti sia la rivista sia il sito internet.

Abbiamo totalmente rinnovato il nostro sito ([www.endodonzia.it](http://www.endodonzia.it)) in modo da renderlo più accattivante e di semplice utilizzo e implementato la parte del sito ai pazienti, i quali potranno consultare la sezione a loro dedicata per trovare, non solo le risposte ai quesiti più comuni, ma anche come contattare i nostri soci.

Sempre in ambito di novità, abbiamo iniziato una nuova avventura, oltrepassando le frontiere nazionali con il nostro *Giornale Italiano di Endodonzia*: da quest'anno, la rivista ha trovato in Elsevier, un nuovo editore da considerarsi, di diritto, la casa editrice di maggiore valore per quanto concerne la medicina.

Il Consiglio Direttivo, così facendo, ha reso possibile l'immediata pubblicazione della rivista su "ScienceDirect", un database di contenuti scientifici di valore internazionale dove, oltre al nostro giornale, si possono trovare più di 2500 riviste peer reviewed e un catalogo di libri che supera gli 11.000 volumi. In questo modo la rivista ha la possibilità di aumentare la sua visibilità, migliorando di conseguenza l'immagine della nostra Società.

Il prossimo impegno della SIE sarà ospitare il congresso della ESE (European Society of Endodontology).

Il congresso si terrà a Roma, dal 14 al 17 settembre di quest'anno e sarà un evento di levatura internazionale con relatori provenienti da tutto il mondo; esso arricchirà maggiormente il bagaglio, già prezioso, delle attività scientifiche della SIE.

Saranno affrontate tutte le sfaccettature dell'endodonzia moderna, in due sale principali gemelle, considerando la radiologia e le sue applicazioni in diagnostica e nella guida terapeutica, la strumentazione e la sua modernità in tema di rapidità ed efficienza, le capacità offerte dai nuovi irriganti e dalle nuove tecniche di disinfezione, l'endodonzia chirurgica e le sue possibilità, l'otturazione e i nuovi materiali, i ritrattamenti, per poi approfondire la scienza dal punto di vista della ricerca e della biologia, interpretando la rigenerazione del tessuto pulpare.

In più, avremo a disposizione due ulteriori sale, all'interno delle quali si svolgeranno le comunicazioni libere e numerose sessioni poster.

Nella giornata di giovedì 15 settembre, il Congresso vedrà svolgersi la sua inaugurazione ufficiale, mentre la giornata di mercoledì 14, sarà riservata ai corsi pre-congressuali, nei

quali saranno illustrati dal punto di vista pratico, i più recenti strumenti introdotti sul mercato. L'impegno di ospitare un convegno di questo livello richiederà uno sforzo notevole da parte di tutta la comunità endodontica nazionale. Non è un caso, infatti, che in un'ottica di cooperazione siano coinvolte, anche se in forme e modalità differenti, le altre due società Italiane che si occupano dell'insegnamento dell'endodonzia, ovvero la SIDOC, Società Italiana di Odontoiatria Conservatrice (anch'essa facente parte della ESE) e l'AIE, Accademia Italiana di Endodonzia.

Il programma scientifico è già di per sé una garanzia di successo, ma lo sforzo di ognuno di noi sarà fondamentale per portare a termine un impegno così importante.

È quindi con gioia e impegno, che invito tutti Voi ad affrontare la corsa finale verso il congresso di settembre, con la convinzione di riuscire a offrire, a coloro che seguiranno i lavori, i migliori insegnamenti, creando un clima di serenità, nell'interesse di tutti Noi soci.

A tutti Voi, quindi, un arrivederci a Roma, al congresso "ESE ROME 2011".

**Marco Martignoni**

# STRUTTURA SOCIETARIA

## SEZIONI REGIONALI



### SEGRETARIO CULTURALE SIE

Dott. Mario Lendini  
via Felice Romani 27  
10131 Torino  
tel. 011 8196989  
fax 011 8197717  
e-mail: mario@drlendini.it



### COORDINATORE

Dott. Mario Badino  
via G. Rossini 4  
20122 Milano  
tel. 02 76028424  
fax 02 76391916  
e-mail: badinomario@libero.it

## SEGRETARI REGIONALI 2011

### SAE Abruzzo

Prof. Camillo D'Arcangelo  
via Ostuni 2  
65100 Pescara  
tel. 085 4549652  
fax 085 4541279  
cdarcang@unich.it

### SEB Basilicata

Dott. Pier Luigi Schirosa  
via dei Mille 7/A  
75020 Scanzano Jonico (MT)  
tel./fax 0835 953493  
cell. 333 7523958  
pierluigi.schirosa@tiscali.it

### SCE Calabria

Dott. Giuseppe Multari  
via G. del Fosso 4  
89127 Reggio Calabria  
tel. 0965 811236  
fax 0965 28410  
cell. 368 7840763  
gmultari@libero.it

### SEC Campania

Prof. Pietro Ausiello  
Clinica Odont. Azienda  
Universitaria Policlinico Federico II  
via S. Pansini 5  
80131 Napoli  
tel. 081 7462089  
cell. 338 2026129  
pietro.ausiello@unina.it

### SERE Emilia Romagna

Dott.ssa Maria Giovanna Barboni  
via Clavature 1  
40121 Bologna  
fax 051 239889  
cell. 335 7047447  
mjbarboni@mac.com

### SER Lazio

Dott. Massimo Giovarruscio  
l.go G. Belloni 4  
00191 Roma  
tel. 06 85355320  
fax 06 97253613  
cell. 335 6511100  
giovarruscio@gmail.com

### SEL Liguria

Dott. Andrea Polese  
p.zza Golgi 16  
16011 Arenzano (GE)  
tel./fax 010 9124625  
cell. 338 1289165  
andrea.polese@libero.it

### SLE Lombardia

Dott. Luigi Cecchinato  
c.so Porta Vittoria 28  
20122 Milano  
tel. 02 37059605  
cell. 335 5474737  
gigicecchinato@fastwebnet.it

### SME Marche

Dott. Tosco Eugenio  
via Puccini 25  
63023 Fermo (AP)  
tel. 0734 217036  
fax 0734 511359  
e.tosco@tin.it

### SPE Piemonte e Valle d'Aosta

Dott. Alessandro Bianco  
c.so Vittorio Emanuele II 12  
10123 Torino  
tel. 011 8122033  
alex\_bianco@libero.it

### SEP Puglia

Dott. Raniero Barattolo  
Zona Comm. Parchitello 7  
70016 Bari  
tel./fax 080 5433242  
info@studiobarattolo.it

### SES Sardegna

Dott.ssa Claudia Dettori  
via Tolmino 7  
09122 Cagliari  
tel. 070 743758  
cell. 333 6001744  
c.dettori@email.it

### SET Sicilia

Dott. Massimo Calapaj  
p.zza della Repubblica Isolato 278  
98123 Messina  
tel. 090 661462  
fax 090 2002003  
calapaj.massimo@tiscali.it

### SET Toscana

Dott. Fabrizio Cardosi Carrara  
p.zza L. Nobili 85  
55100 Lucca  
cell. 329 6951557  
f.cardosicarrara@libero.it

### STE Triveneto

Dott. Carlo Tocchio  
via 24 Maggio 144  
45021 Badia Polesine (RO)  
cell. 338 8585283  
carlo.tocchio@alice.it

## ◆ STRUTTURA SOCIETARIA

### SOCI ONORARI

Borsotti Prof. Gianfranco  
Dolci Prof. Giovanni  
Mantero Prof. Franco  
Perrini Dott. Nicola  
Riitano Dott. Francesco

### SOCI ATTIVI

Agresti Dott. Daniele  
Altamura Dott. Carlo  
Amato Prof. Massimo  
Ambu Dott. Emanuele  
Amaroso d'Aragona Dott.ssa Eva  
Ascione Dott.ssa Maria Rosaria  
Ausiello Prof. Pietro  
Autieri Dott. Giorgio  
Badino Dott. Mario  
Barattolo Dott. Raniero  
Barboni Dott.ssa Maria Giovanna  
Barone Prof. Michele  
Bartolucci Dott. Francesco  
Bate Dott.ssa Anna Louise  
Becciani Dott. Riccardo  
Beccio Dott. Roberto  
Bertani Dott. Pio  
Berutti Prof. Elio  
Bianco Dott. Alessandro  
Bonaccorso Dott. Antonio  
Bonacossa Dott. Lorenzo  
Bonelli Bassano Dott. Marco  
Borrelli Dott. Marino  
Boschi Dott. Maurizio  
Bottacchiaro Dott. Renato Stefano  
Botticelli Dott. Claudio  
Braghieri Dott. Attilio  
Brenna Dott. Franco  
Bresciano Dott. Bartolo  
Buda Dott. Massimo  
Cabiddu Dott. Mauro  
Calabrò Dott. Antonio  
Calapaj Dott. Massimo  
Calderoli Dott. Stefano  
Campanella Prof. Vincenzo  
Campo Dott.ssa Simonetta  
Canonica Dott. Massimo  
Cantatore Prof. Giuseppe  
Capelli Dott. Matteo  
Cardinali Dott. Filippo  
Cardosi Carrara Dott. Fabrizio  
Carmignani Dott. Enrico  
Carratù Dott.ssa Paola  
Carrieri Dott. Giuseppe  
Cascaie Dott. Andrea  
Cassai Dott. Enrico  
Castellucci Dott. Arnaldo  
Castro Dott. Davide Fabio  
Cavalleri Prof. Giacomo  
Cavalli Dott. Giovanni  
Cecchinato Dott. Luigi  
Cerutti Prof. Antonio  
Ciunci Dott. Renato Pasquale  
Colla Dott. Marco  
Conconi Dott. Marcello  
Conforti Dott. Gianpaolo  
Coraini Dott. Cristian  
Cortellazzi Dott. Gianluca  
Cotti Prof. Elisabetta

Cozzani Dott.ssa Marina  
D'Agostino Dott.ssa Alessandra  
Daniele Dott. Lucio  
D'Arcangelo Prof. Camillo  
De Rosa Dott. Angelo  
Del Mastro Dott. Giulio  
Dell'Agnola Dott.ssa Antonella  
Dettori Dott.ssa Claudia  
Di Ferrante Dott. Giancarlo  
Di Giuseppe Dott. Italo  
Donati Dott. Paolo  
Dorigato Dott.ssa Alessandra  
Fabbri Dott. Massimiliano  
Fabiani Dott. Cristiano  
Faitelli Dott.ssa Emanuela  
Fassi Dott. Angelo  
Favatà Dott. Massimo  
Fermani Dott. Giorgio  
Ferrari Dott. Paolo  
Ferrari Dott. Loris Giuliano  
Ferrini Dott. Francesco  
Foce Dott. Edoardo  
Forestali Dott. Marco  
Fornara Dott. Roberto  
Fortunato Dott. Leonzio  
Franco Dott. Vittorio  
Fuschino Dott. Ciro  
Gaffuri Dott. Stefano  
Gagliani Prof. Massimo  
Galliano Dott. Giancarlo  
Gallo Dott. Giancarlo  
Gallottini Prof. Livio  
Gambarini Prof. Gianluca  
Generali Dott. Paolo  
Gerosa Prof. Roberto  
Gesì Dott. Andrea  
Giacomelli Dott.ssa Grazia  
Giovarruscio Dott. Massimo  
Gnesutta Dott. Carlo  
Gnoli Dott.ssa Rita  
Gorni Dott. Fabio  
Greco Dott.ssa Katia  
Gullà Dott. Renato  
Hazini Dott. Abdol Hamid  
Kaitsas Prof. Vasilios  
Kaitsas Dott. Roberto  
La Rocca Dott. Sergio  
Lalli Dott. Fabio  
Lamorgese Dott. Vincenzo  
Lendini Dott. Mario  
Maggiore Dott. Francesco  
Malagnino Prof. Vito Antonio  
Malagnino Dott. G. Piero  
Malentacca Dott. Augusto  
Malvano Dott. Mariano  
Mancini Dott. Roberto  
Mancini Dott. Mario  
Manfrini Dott.ssa Francesca  
Mangani Prof. Francesco  
Marcoli Dott. Piero Alessandro  
Martignoni Dott. Marco  
Massimilla Dott. Michele  
Mazzocco Dott. Alberto  
Migliau Dott. Guido  
Monza Dott. Daniele  
Mori Dott. Massimo  
Multari Dott. Giuseppe

Mura Dott. Giovanni  
Natalini Dott. Daniele  
Negro Dott. Alfonso Roberto  
Ongaro Dott. Franco  
Orsi Dott.ssa Maria Veronica  
Padovan Dott. Piero  
Pagni Dott. Raffaello  
Palmeri Dott. Mario  
Pansecchi Dott. Davide  
Pappalardo Dott. Alfio  
Parente Dott. Bruno  
Pasqualini Dott. Damiano  
Passariello Dott.ssa Paola  
Pecora Prof. Gabriele  
Piferi Dott. Marco  
Pilotti Dott. Emilio  
Pisacane Dott. Claudio  
Polesel Dott. Andrea  
Pollastro Dott. Giuseppe  
Pongione Dott. Giancarlo  
Pontoriero Dott.ssa Denise  
Portulano Dott. Francesco  
Pracella Dott. Pasquale  
Preti Dott. Riccardo  
Pulella Dott. Carmelo  
Puttini Dott.ssa Monica  
Raffaelli Dott. Renzo  
Raia Dott. Roberto  
Rapisarda Prof. Ernesto  
Re Prof. Dino  
Rengo Prof. Sandro  
Ricciello Prof. Francesco  
Ricucci Dott. Domenico  
Rieppi Dott. Alberto  
Rigolone Dott. Mauro  
Rizzoli Dott. Sergio  
Roggero Dott. Emilio  
Russo Dott. Ernesto  
Sammarco Dott. Roberto  
Santarcangelo Dott. Filippo Sergio  
Sbardella Dott.ssa Maria Elvira  
Sberna Dott.ssa Maria Teresa  
Scagnoli Dott. Luigi  
Schianchi Dott. Giovanni  
Schirosa Dott. Pier Luigi  
Serra Dott. Stefano  
Simeone Prof. Michele  
Smorto Dott.ssa Natalia  
Somma Prof. Francesco  
Sonaglia Dott. Angelo  
Stuffer Dott. Franz  
Taglioretti Dott. Vito  
Taschieri Dott. Silvio  
Tavernise Dott. Salvatore  
Testori Dott. Tiziano  
Tiberi Dott. Claudio  
Tocchio Dott. Carlo  
Tosco Dott. Eugenio  
Tripi Dott.ssa Valeria Romana  
Uberti Dott.ssa Manuela  
Uccelli Dott. Giorgio  
Uccioli Dott. Umberto  
Vaccari Dott. Simone  
Vecchi Dott. Stefano  
Venturi Dott. Mauro  
Venturi Dott. Giuseppe  
Venuti Dott. Luca

Veralli Dott. Eduardo  
Vignoletti Dott. Gianfranco  
Vittoria Dott. Giorgio  
Zaccheo Dott. Francesco  
Zerbinati Dott. Massimo  
Zilocchi Dott. Franco  
Zuffetti Dott. Francesco

### SOCI AGGREGATI

Cuppini Dott.ssa Elisa  
D'Alessandro Dott. Alfonso  
Franchi Dott.ssa Irene  
Gallo Dott. Roberto  
Iandolo Dott. Alfredo  
Squeo Dott. Giuseppe  
Volpi Dott. Luca  
Peduci Dott.ssa Federica  
Palazzi Dott. Flavio  
Rovai Dott. Fabio

### SOCI SCOMPARI

#### Ricordiamo con affetto e gratitudine i Soci scomparsi:

Garberoglio Dott. Riccardo  
*Socio Onorario*  
Pecchioni Prof. Augusto  
*Socio Onorario*  
Spina Dott. Vincenzo  
*Socio Onorario*  
Attanasio Dott. Salvatore  
*Socio Attivo*  
De Fazio Prof. Pietro  
*Socio Attivo*  
Duiillo Dott. Sergio  
*Socio Onorario*  
Zerosi Prof. Carlo  
*Socio Onorario*  
Castagnola Prof. Luigi  
*Socio Onorario*  
Lavagnoli Dott. Giorgio  
*Socio Onorario*

### CONSIGLIO DIRETTIVO SIE TRIENNIO 2011-2013

#### Past President

Cantatore Prof. Giuseppe

#### Presidente

Martignoni Dott. Marco

#### Presidente Eletto

Bertani Dott. Pio

#### Vice Presidente

Ricciello Prof. Francesco

#### Segretario Tesoriere

Franco Dott. Vittorio

#### Segretario Culturale

Lendini Dott. Mario

#### Consiglieri

Pasqualini Dott. Damiano

Fornara Dott. Roberto

#### Revisori dei Conti

Sberna Dott.ssa Maria Teresa

Simeone Prof. Michele

## COME DIVENTARE SOCIO ATTIVO/AGGREGATO

SCARICABILE DAL SITO [WWW.ENDODONZIA.IT](http://WWW.ENDODONZIA.IT)

### SOCIO AGGREGATO

Per avere lo status di Socio Aggregato si dovrà presentare la documentazione descritta nel sito [www.endodonzia.it](http://www.endodonzia.it), che sarà valutata dalla Commissione Accettazione Soci. Possono accedere alla qualifica di Socio Aggregato tutti i Soci Ordinari della SIE, in regola con le quote associative degli ultimi 3 anni, che completino e forniscano la documentazione alla Segreteria Nazionale (via Pietro Custodi 3 - 20136 Milano) entro i termini che verranno indicati all'indirizzo web: <http://www.endodonzia.it/odontoiatri/commissioni.asp>. La domanda dovrà essere firmata da un Socio Attivo il quale dovrà aver esaminato e approvato la documentazione. Quest'ultimo è responsabile della correttezza clinica e formale della documentazione presentata.

### DOCUMENTAZIONE PER DIVENTARE SOCIO AGGREGATO

Qualsiasi Socio Ordinario, con i requisiti necessari, può presentare l'insieme dei casi, in numero di 6 (sei), necessari per ottenere la qualifica di Socio Aggregato, secondo le modalità descritte.

L'aspirante Socio Aggregato potrà presentare i sei casi clinici in più volte, con un minimo di due casi per presentazione, in un arco di massimo cinque anni. Il mancato rinnovo della quota associativa, anche per un solo anno, annulla l'iter di presentazione dei casi.

### SOCIO ATTIVO

Per avere lo status di Socio Attivo si dovrà presentare la documentazione descritta nel sito [www.endodonzia.it](http://www.endodonzia.it), che sarà valutata dalla Commissione Accettazione Soci. Possono accedere alla qualifica di Socio Attivo tutti i Soci Ordinari della SIE, in regola con le quote

associative degli ultimi 3 anni, che completino e forniscano alla Segreteria Nazionale (via Pietro Custodi 3 - 20136 Milano) entro i termini che verranno indicati all'indirizzo web: <http://www.endodonzia.it/odontoiatri/commissioni.asp> ove sarà possibile reperire tutta la documentazione espressa di seguito. La domanda di ammissione allo "status" di Socio Attivo rivolta al Presidente della SIE, dovrà essere fatta pervenire, insieme alla documentazione, alla Segreteria della SIE. Le date di scadenza saranno rese note sul sito.

La domanda dovrà essere firmata da un Socio Attivo il quale dovrà aver esaminato e approvato la documentazione. Quest'ultimo è responsabile della correttezza clinica e formale della documentazione presentata.

### DOCUMENTAZIONE PER DIVENTARE SOCIO ATTIVO

Qualsiasi Socio Ordinario, con i requisiti necessari, può presentare l'insieme dei casi, in numero di 10 (dieci), necessari per ottenere la qualifica di Socio Attivo, secondo le modalità descritte. Il Socio Aggregato che volesse presentare i casi per diventare Socio Attivo, potrà farlo già dall'anno successivo all'ottenimento della sua qualifica. In questo frangente il Socio Aggregato dovrà sottoporre la documentazione formata dai quattro casi mancanti.

### MODALITÀ DI DOCUMENTAZIONE DEI CASI CLINICI

I criteri e le modalità per la valutazione dei casi clinici idonei ad accedere alle qualifiche di Socio Aggregato e di Socio Attivo sono espressi nell'apposita sezione del Regolamento della Società Italiana di Endodonzia (SIE) all'indirizzo web: <http://www.endodonzia.it>

### CRITERI DI VALUTAZIONE

Il singolo caso clinico nel suo complesso, coerentemente con gli scopi e i fini della SIE, deve essere presentato considerando non solo l'aspetto clinico del caso, ma anche quello formale della documentazione presentata.

### ADEMPIMENTI DEL CANDIDATO

La domanda di ammissione allo "status" di Socio Aggregato/Attivo, rivolta al Presidente della SIE, dovrà pervenire, insieme alla documentazione di seguito elencata, alla Segreteria della SIE con un anticipo di 20 giorni sulle date di riunione della CAS, sufficiente per poter organizzare il materiale dei candidati. Le date di scadenza saranno rese note sul sito. La domanda dovrà essere firmata da un Socio Attivo il quale dovrà aver esaminato e approvato la documentazione. Quest'ultimo è responsabile della correttezza clinica e formale della documentazione presentata.

### PRESENTAZIONE DEI CASI ALLA COMMISSIONE ACCETTAZIONE SOCI

La presenza del candidato è obbligatoria durante la riunione della CAS; è altresì consigliabile la presenza del Socio presentatore.

### LA COMMISSIONE ACCETTAZIONE SOCI

La CAS (Commissione Accettazione Soci), eletta a ogni scadenza elettorale dall'Assemblea dei Soci Attivi e Onorari, è formata da 5 Soci Attivi, con almeno 5 anni di anzianità in questo ruolo e di indiscussa esperienza clinica. Compito della CAS è quello di esaminare e valutare i Casi Clinici presentati dagli aspiran-

ti Soci Aggregati e Soci Attivi. Per rispetto del lavoro dei Candidati e per omogeneità di giudizio, in ogni riunione verranno valutati non più di 5 candidati a Socio Attivo. Resta libero, invece, il numero dei candidati a Socio Aggregato valutabili in una singola riunione della CAS. Il Consiglio Direttivo (CD) incaricando la Commissione Accettazione Soci (CAS) la rende responsabile dell'applicazione delle regole descritte nell'articolo 2 del regolamento. Il giudizio della CAS è insindacabile.

### MEMBRI DELLA COMMISSIONE ACCETTAZIONE SOCI 2011

Dott. Emanuele Ambu  
Dott. Davide Castro  
Dott. Giovanni Cavalli  
Dott. Roberto Sammarco  
Dott. Umberto Ucciolì



Cari Soci,  
nell'ambito di un progetto ampio e ambizioso promosso dal nuovo Consiglio Direttivo volto ad affermare e diffondere l'importanza dell'Endodonzia di qualità per la salute dell'individuo e in generale per la qualità

dell'odontoiatria in Italia, si colloca la serie di tre articoli rivolti a voi, di cui presentiamo il primo in questo numero della nostra rivista. I professionisti della Lessicom di Torino, società di consulenza aziendale che vanta un'esperienza pluriennale nel controllo gestionale e marketing degli studi odontoiatrici, affronteranno i seguenti argomenti:

1. Il Controllo del listino (tariffe) nell'azienda odontoiatri-

ca. Congruità tra il valore della prestazione e suoi costi. Il caso dell'endodonzia (Dott. Franco Cellino).

2. La mobilità territoriale del paziente: gli studi che erogano qualità elevata del servizio sono polo di attrazione (Dott. Franco Tosco).

3. I nuovi linguaggi in/formativi: dalla comunicazione "uno a molti" [il sito e la newsletter] all'attuale "molti a molti" [integrazione con i social network] alla comunicazione-evento [meeting socializzanti con i pazienti]; (Dott. Franco Tosco).

In ogni numero cartaceo del 2011 troverete un abstract che illustrerà l'argomento dell'articolo, presente in versione full text sul nostro sito. Sono fortemente convinto che le informazioni contenute negli articoli arricchiranno la qualità della nostra attività professionale.

Buona lettura a tutti

Damiano Pasqualini

---

## Il controllo del listino (tariffe) nell'azienda odontoiatrica. Congruità tra il valore della prestazione e i suoi costi. Il caso dell'endodonzia.



Un corretto approccio che l'azienda odontoiatrica deve avere per poter determinare il costo delle prestazioni erogate ai propri pazienti (clienti) presuppone la conoscenza analitica di informazioni, contabili e non, della propria attività

produttiva. Tali informazioni scaturiscono da un corretto controllo di gestione. Cos'è il controllo di gestione? È

quella variabile organizzativa non strutturale che aiuta l'imprenditore odontoiatra a gestire il proprio studio. È il processo con il quale l'odontoiatra si assicura che le risorse vengano acquisite e impiegate in modo efficace ed efficiente per raggiungere gli obiettivi che si è prefissato.

Un controllo di gestione che risponda alle esigenze dell'odontoiatra, ovvero conoscere lo stato di salute della propria azienda, scaturisce dall'elaborazione di dati e/o informazioni derivanti da un monitoraggio dettagliato delle azioni con valore economico svolte quotidianamen-

te all'interno dello studio. Più il monitoraggio è analitico, maggiore sarà la possibilità di avere dati di report precisi e attendibili.

In pratica il monitoraggio analitico dell'azienda odontoiatrica consente di attivare meccanismi di controllo (antecedente, concomitante e a consuntivo) e di fare valutazioni quo-ante ed ex post del grado di raggiungimento degli obiettivi prefissati, ma soprattutto di rispondere a tutte quelle domande di carattere economico alle quali il clinico non sa rispondere.

Da molti anni seguo le aziende odontoiatriche nell'ambito del controllo economico-finanziario; le domande che con maggiore frequenza mi vengono rivolte dal titolare dello studio odontoiatrico sono perlopiù di questo tipo: *le tariffe del mio studio sono adeguate ai costi? Quanto posso pagare un collaboratore? Quanto posso scontare una prestazione erogata? Il mio odontotecnico è "caro"? Come posso ottimizzare le tariffe del mio listino? È possibile migliorare la redditività delle mie prestazioni senza dover ricorrere a un aumento delle tariffe?*

Rispondere a tutte queste domande è possibile, tenendo presente però che le valutazioni fatte per uno studio odontoiatrico non sono sempre (per non dire quasi mai) applicabili a un altro studio. La medesima prestazione a parità di valore di listino (prezzo), ma con tempi, sedute, costi (fissi e variabili) diversi, dà un risultato di redditività (guadagno sulla prestazione) talvolta con differenze anche sostanziali tra uno studio e l'altro.

L'analisi della redditività delle prestazioni dell'endodonzia, presente nel testo completo di questo articolo pubblicato sul sito della SIE ([www.endodonzia.it](http://www.endodonzia.it)) è la

sintesi di dati monitorati e di informazioni rilevate su un numero limitato di studi odontoiatrici che non rappresentano né un campione statisticamente valido, né tantomeno l'universo.

Essa ha come obiettivo quello di mettere in relazione delle tariffe mediamente applicate per le prestazioni endodontiche con dei costi ipotizzati inerenti il settore clinico analizzato. Non ha la pretesa di determinare un tariffario endodontico applicabile indistintamente in qualsiasi studio odontoiatrico.

Si è cercato, piuttosto di illustrare come si determinano i costi di produzione, come utilizzarli o meglio "assocciarli" alla prestazione clinica, come valutare i risultati ottenuti e infine su quali leve agire per poter ottenere una corretta congruità tra valore di produzione (valore del listino) e i costi.

In pratica si è voluto evidenziare che per fare delle corrette valutazioni gestionali utili al processo di decisione aziendale, sono necessarie elaborazioni complesse di dati ed informazioni, elaborazioni che seguono un modello aziendale applicato ad attività produttive che erogano servizi alla persona, come sono, di fatto, gli studi odontoiatrici.

**Franco Cellino**

Responsabile del controllo economico-finanziario in Lessicom srl  
In collaborazione con Paolo Ambrogio, Damiano Pasqualini,  
Riccardo Preti, Elio Berutti  
Dental School Università degli Studi di Torino

**Lessicom**  
\*\*\* Laboratorio di organizzazione e sistemi

## 31° CONGRESSO NAZIONALE SIE 2010

VERONA, CENTRO CONGRESSI "VERONAFIERE"

11-13 novembre 2011



STAND SIMIT + DENTSPLY MAILLEFER



STAND DENTALICA + MICROMEGA



STAND SWEDEN & MARTINA

Si è svolto dall'11 al 13 novembre 2010 presso il Centro Congressi "VeronaFiere" di Verona, il 31° Congresso Nazionale SIE dal titolo: "Nuove sfide dell'endodonzia".

I lavori congressuali sono iniziati, nella mattinata di giovedì, con i Work-Shop teorico-pratici pre congressuali, sponsorizzati dalle più importanti aziende del settore, che ormai accompagnano la SIE da diversi anni nel suo percorso formativo.

I corsi si sono svolti presso le Aule didattiche della Piastra Odontoiatrica del Policlinico di Verona, gentile concessione dell'Università di Verona, nelle persone del Prof. Giacomo Cavallieri e Prof. Roberto Gerosa.

Il pomeriggio del giovedì si è svolto il corso pre-congressuale teorico dal titolo "Deterzione profonda dello spazio endodontico". Due relatori di fama internazionale, Prof. Lou Van der Sluis e Dott. John Schoeffel, hanno fatto il punto sulle tecniche di deterzione e disinfezione canalare.

L'assemblea dei soci, svoltasi nel tardo pomeriggio è stata l'evidente riscontro di una forte unità basata sulla stima reciproca e la comunione di intenti, questo ha prodotto la

candidatura di un consiglio direttivo, naturale continuazione del precedente.

Il convegno è stato inaugurato venerdì mattina dal Presidente uscente, Prof. Giuseppe Cantatore e dal Prof. Giacomo Cavallieri, Socio Attivo della Sezione Triveneto e nostro Past President.

Il congresso è stato caratterizzato da varie relazioni distribuite tra la splendida Sala Auditorium e le due sale limitrofe Salieri e Vivaldi.

Il programma congressuale è stato, come da tradizione, caratterizzato da una serie di relazioni dei nostri Soci sui temi scelti dal direttivo della SIE come la diagnosi e le tecniche operative nei casi complessi, l'accesso all'endodonto, i ritrattamenti, la sessione dedicata all'impiego dei laser in endodonzia, (fortemente promossa dal nostro caro amico Vasilios Kaitzas) l'impiego dei perni in fibra, la disinfezione, l'otturazione e la sagomatura con le nuove tecnologie, la ricostruzione post-endodontica e come impiegare la chirurgia per ottenere successi clinici.

Tra i relatori del Congresso erano presenti anche prestigiosi ospiti, quali i Professori



Work-Shop Simit -  
Relatori: Dott. Filippo Santarcangelo e Dott. John Schoeffel



Work-Shop Sweden & Martina  
- Relatore - Prof. Vito Antonio  
Malagnino



Prof. Giuseppe Cantatore, Prof.  
Roberto Gerosa e Prof. Giacomo  
Cavalleri



Il Dott. Francesco Maggiore  
durante la parte pratica  
del suo corso



Work-Shop Dental Habitat:  
Il Dott. Claudio Pisacane e un  
corsista



Corso Pre-Congressuale Teorico:  
il Prof. Lou Van Der Sluis, durante  
la sua relazione



Corso Pre-Congressuale Teorico:  
il Dott. John Schoeffel, durante  
la sua relazione



Assemblea dei Soci: il Prof.  
Massimo Gagliani, durante la sua  
ultima "Relazione del Segretario"

Antonio Pelliccia, Umberto Romeo, Stefano Benedicenti, Francesco Mannocci, Lorenzo Breschi e la bellissima quanto brava Dott.ssa Annalisa Mazzoni.

Inoltre, venerdì pomeriggio, si è svolta un'importante sessione, intitolata: "Anatomia endodontica come causa d'insuccesso: analisi delle varianti canalari e suggerimenti clinici" direttamente collegata alla pubblicazione dell'opera meravigliosamente redatta dal nostro Socio Onorario, Dott. Nicola Perrini, intitolata: "Storia anatomica del sistema dei canali radicolari"

Per la parte dedicata alla ricerca, la SIE ha introdotto l'innovativa sessione CASE REPORT CONTEST, in cui è stato premiato il Dott. Mauro Cabiddu, con "Ritratamento endodontico ortograde e restauro protesico di insuccesso chirurgico di un molare gravemente compromesso", scelto tra sette diversi relatori, per aver presentato il miglior caso clinico, mentre la MOVIE SESSION SIE, premio dedicato al miglior caso clinico filmato, è stata vinta dal Dott. Giovanni Schianchi con il lavoro dal titolo: "Ritratamento di un incisivo calcificato".

## ◆ VITA SOCIETARIA



La Sala Auditorium



Il Prof. Antonio Pelliccia



Sessione "Anatomia Endodontica come causa d'insuccesso: analisi delle varianti canalari e suggerimenti clinici" - Dott. Giuliano Fantozzi, Dott. Eugenio Tosco, Dott. Nicola Perrini, Dott. Francesco Riitano e Dott. Roberto Fornara



Sessione "Impiego dei laser in endodonzia": Dott. Enrico E. DiVito, Dott. Giovanni Olivi e Prof. Vasilios Kaitzas



Dott. Pio Bertani, Dott. Roberto Sammarco e Dott. Arnaldo Castellucci



Dott. Nicola Perrini, Dott. Francesco Riitano e Dott. Marco Martignoni



La cena sociale

Il prestigioso PREMIO RICCARDO GARBEROGLIO, quest'anno è stato assegnato a Nicola Maria Grande, Gianluca Plotino, Valentina Vincenzi, Luca Testarelli, Gianluca Gambarini, dell'Università "La Sapienza" di Roma, con la relazione "Valutazione sperimen-

mentale di strumenti endodontici in NiTi a memoria di forma"

Il 31° Congresso SIE si è concluso sabato nel primo pomeriggio, dopo un passaggio ufficiale di consegne da parte del precedente direttivo SIE, che ha concluso un triennio



Premiazione "Premio Riccardo Garberoglio"



Premiazione "Premio Movie Session SIE"



Il Nuovo Consiglio Direttivo SIE, triennio 2011-2013



Il Vincitore della "Case Report Contest", Dott. Mauro Cabiddu e la Commissione



I partecipanti della "Case Report Contest"



Prof. Giuseppe Cantatore e Dott. Damiano Pasqualini

pregno di innovazioni e progetti che hanno portato la SIE ad essere una società scientifica inequivocabilmente moderna, ad un nuovo consiglio che saprà guidare la nostra Società verso nuovi e importanti traguardi. Arrivederci a Roma, dal 14 al 17 settembre di quest'anno,

per celebrare il 15° Congresso Biennale della ESE – European Society of Endodontology – un evento di levatura internazionale, con relatori provenienti da tutto il mondo, che arricchirà ancora maggiormente il bagaglio già prezioso delle attività scientifiche della SIE.

VINCITORE PREMIO  
GARBEROGLIO

## VALUTAZIONE SPERIMENTALE DI STRUMENTI ENDODONTICI IN NiTi A MEMORIA DI FORMA "SELF-RESTORING"

**Nicola M. Grande, Gianluca Plotino, Valentina Vincenzi,  
Luca Testarelli, Gianluca Gambarini**

Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche (Cattedra di Endodonzia I Prof. Gianluca Gambarini),  
Sapienza Università di Roma  
Corrispondenza: Nicola M. Grande, via Calalzo 51 - 00135 Roma

### RIASSUNTO

**Obiettivo:** È stata valutata l'influenza dell'utilizzo della proprietà di memoria di forma in leghe NiTi trattate con procedimenti termici specifici sul mantenimento della morfologia originale di strumenti precedentemente deformati e sulla resistenza alla fatica ciclica di questi prima e dopo la procedura, dopo vari utilizzi, da un utilizzo singolo fino a dieci utilizzi.

**Materiali e metodi:** La morfologia degli strumenti è stata analizzata mediante acquisizione fotografica digitale al tempo zero, prima dell'utilizzo. In un primo gruppo la morfologia è stata valutata dopo l'utilizzo in vitro su un numero crescente di blocchetti in resina (da uno a dieci blocchetti) in cui lo strumento aveva subito delle modifiche strutturali. Nel secondo gruppo, gli strumenti dopo l'utilizzo nello stesso numero di canali artificiali, sono stati valutati morfologicamente dopo l'uso e il trattamento di "self-restoring". Questo consiste nel portare lo strumento a una temperatura superiore ai 160 °C per un tempo di 60 secondi. Dopo la valutazione morfologica gli strumenti sono stati quindi testati per la resistenza a fatica ciclica in canali artificiali con angolo di curvatura di 60° e raggio di curvatura di 5 mm. Dieci strumenti nuovi hanno costituito il gruppo di controllo, gli strumenti dei due gruppi sperimentali sono stati testati sia nel caso in cui avevano subito deformazioni non rigenerate che dopo la procedura di *self-restoring*.

**Risultati:** La procedura di *self-restoring* ha permesso il recupero della morfologia degli strumenti con buona affidabilità fino a cinque utilizzi in blocchetti di resina e non ha determinato cambiamenti nella resistenza a fatica ciclica rispetto a strumenti utilizzati e non rigenerati, anche se la tendenza soprattutto per il numero maggiore di utilizzi è sembrata essere che gli strumenti rigenerati possano guadagnare in termini di resistenza alla fatica ciclica rispetto a strumenti non rigenerati.

**Conclusioni:** La caratteristica di memoria di forma propria delle leghe NiTi, finora non utilizzata in campo endodontico, potrebbe costituire un'importante innovazione nell'utilizzo clinico di questa lega.

**Parole chiave:** Ni-Ti strumenti rotanti, Memoria di forma delle leghe, Fatica ciclica.

### ABSTRACT

**Aim:** To evaluate the influence of memory shape property in NiTi alloy used for the manufacturing of endodontic instruments on the maintenance of the shape of the instruments after the procedure of self-restoring on deformed instruments and on the flexural fatigue resistance.

**Materials and methods:** Instrument morphology has been analysed on digital photographs before the use, in the first group the morphology has been analysed after the use in resin blocks, from one to ten uses; in the second group the morphology has been evaluated after the use and the procedure of self-restoring in the same number of resin blocks. The procedure of "self-restoring" consist to increase the temperature of the instrument above 160 °C for more than 60 seconds. After the morphological analysis the same instruments have been tested for flexural fatigue in artificial canals with 60° angle of curvature and 5 mm radius. Both the groups of instruments have been tested, with and without the "self-restoration". 10 new instruments have been tested as control group.

**Results:** "self-restoring" procedure permitted the recovery to the original shape of the instruments until 5 uses with good reliability. The procedure has not influence on the fatigue resistance when comparing "self-restored" with just used instruments.

**Conclusions:** use of memory shape property in NiTi alloy used for the construction of endodontic instruments could be an important innovation in clinical endodontics.

**Key words:** NiTi rotary instruments, Shape memory alloys, Cyclic fatigue.

## INTRODUZIONE

Il primo studio su strumenti endodontici prodotti con leghe in Nickel-Titanio (NiTi) è stato condotto da Valia et al. (1) e pubblicato nel 1988. In questo lavoro si evidenziava come strumenti prodotti con questa lega avevano un grado di flessibilità sia a torsione che a flessione notevolmente superiore se confrontati con strumenti in acciaio delle stesse dimensioni. Tuttavia, nonostante le migliorate caratteristiche meccaniche del metallo che hanno portato a dimostrare performances cliniche migliori in termini di qualità della preparazione canalare, nonché una riduzione della cosiddetta "restoring force" (2,3), questi vantaggi sono stati drasticamente ridotti dall'adozione di taglie e soprattutto conicità superiori rispetto agli strumenti in acciaio (4).

La tendenza alla deformazione o alla frattura degli strumenti in NiTi ha costituito un problema clinico fin dalla loro introduzione in campo endodontico (5,6). Le leghe NiTi classicamente usate in endodonzia possiedono infatti una buona elasticità se paragonate con gli strumenti in acciaio e hanno permesso l'utilizzo di strumenti con conicità notevolmente superiori a quelle degli strumenti in acciaio e l'utilizzo in rotazione continua. Tuttavia i limiti della lega sono posti dalla resistenza alla torsione assiale e dall'accumulo di fatica se utilizzati in canali curvi. La recente introduzione di trattamenti termici pre o post produzione dello strumento stesso ha permesso di modificarne radicalmente le caratteristiche meccaniche. Questo deriva dai cambiamenti nella costituzione percentuale di fase martensitica, austenitica e fase "R" che viene modificata dalla storia termica del metallo (7). Vi è inoltre un cambiamento nelle temperature di transizione, che ha potuto prospettare un possibile vantaggio clinico della seconda caratteristica peculiare delle leghe NiTi: la memoria di forma (7). Uno strumento sottoposto a stress torsionale e quindi deformato può essere "rigenerato" alla sua forma e caratteristiche originali mediante una escursione termica ben definita.

Recentemente è stata introdotta sul mercato endodontico una lega che sfrutta la caratteristica di memoria di forma propria della lega in NiTi, precedentemente usata solo in altri campi dell'odontoiatria, denominata CM-wire (Controlled Memory-wire). Gli strumenti prodotti con questo tipo di lega, gli Hyflex (Coltene-Whaledent) sono proposti con una sequenza di utilizzo che prevede sei strumenti per la preparazione dei canali radicolari (Fig. 1). La sequenza proposta è costituita da un primo strumento per l'allargamento coronale di taglia



**Fig. 1** Strumenti Hyflex costruiti con lega CM wire. La sequenza operativa prevede un primo strumento per l'allargamento coronale di taglia #25.08 seguito da un secondo strumento di taglia #20.04. Il terzo strumento della serie è di taglia #25.04. E' previsto quindi un quarto strumento di taglia #20.06 ed infine gli ultimi due strumenti della serie hanno dimensioni #30.04 e #40.04.

#25.08 seguito da un secondo strumento di taglia #20.04 che si porta fino alla lunghezza di lavoro. Il terzo strumento della serie è di taglia #25.04, ed è anch'esso previsto per l'utilizzo fino alla lunghezza di lavoro. È previsto quindi un quarto strumento per l'aumento della conicità minima del canale di taglia #20.06 e infine gli ultimi due strumenti della serie per l'allargamento apicale hanno dimensioni #30.04 e #40.04. Tutti gli strumenti possono essere utilizzati con movimenti di taglio in lateralità. Quando lo strumento subisce una deformazione plastica durante l'utilizzo, si può continuare a usare fino alla fine del trattamento, posto che esso mantenga le sue caratteristiche di taglio. Al termine dell'uso clinico le deformazioni saranno "rigenerate" dall'aumento di temperatura che lo strumento subisce durante la sterilizzazione. Tuttavia anche durante l'uso è possibile rigenerare lo strumento, qualora ve ne sia bisogno, innalzando la temperatura mediante calore secco (es. palline di quarzo) per un tempo di circa 60 secondi (Fig. 2).

La storia termica del metallo oltre a modificare le temperature di transizione, e rendere quindi possibile lo sfruttamento della memoria di forma per il recupero di difetti di forma generati durante l'utilizzo, determina cambiamenti radicali nelle caratteristiche metallurgiche della lega. La lega CM-wire dimostra un grado di flessibilità notevolmente superiore alla lega NiTi standard finora usata per la costruzione di strumenti endodontici. Misurazioni effettuate con test di flessione statica a 45°

## ◆ VITA SOCIETARIA

(Test ISO 3630-1) hanno fatto registrare valori fino a cinque volte inferiori, in termini di forza necessaria a determinare la flessione, negli strumenti Hyflex di taglia #25.06 rispetto ad altri strumenti della stessa taglia (Vortex, Tulsa Dental; Hero, MicroMega; ProFile, Dentsply-Maillefer) costruiti in NiTi tradizionale o con leghe trattate con altre procedure termiche come l'M-wire (Unpublished Data). Inoltre vi è un'altra caratteristica che differenzia nettamente la lega CM-wire dal NiTi tradizionale, che è il basso grado di resilienza, ovvero la tendenza a mantenere le deformazioni plastiche applicate agli strumenti costruiti con questa lega. In altri termini una volta applicata una determinata forza di flessione sull'asse dello strumento, nonostante la caratteristica di superflessibilità, propria di questa lega, lo strumento tende a mantenere la forma. Risulta quindi possibile precurvare gli strumenti, come con gli strumenti di acciaio. Questa caratteristica è nuovamente determinata dalla storia termica del metallo (7), ovvero dai trattamenti termici che ne variano le percentuali di distribuzione delle forme cristalline. Una maggiore presenza di distribuzione di fase "R" e fase Martensitica a temperature vicine alla  $T^{\circ}$  ambiente, determina la plasticità della lega che abbiamo appena descritto.

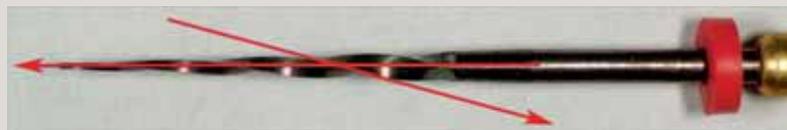
Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'affidabilità nell'utilizzo della memoria di forma dopo uso clinico e se questa procedura possa in qualche modo modificare la resistenza a fatica ciclica degli strumenti.

## MATERIALI E METODI

Trenta serie di strumenti Hyflex costituite da sei strumenti ciascuna sono state analizzate mediante acquisizione fotografica digitale in proiezione ortogonale standardizzata. Le immagini così ottenute sono state studiate tramite software (Amira, Visage Imaging) per valutare l'inclinazione delle lame (flute angle) espressa in gradi rispetto all'asse lungo dello strumento (Fig. 3), misurata a 6 mm dalla punta dello strumento, e il passo medio (pitch length) espresso in  $\mu\text{mm}$ . Il primo gruppo (gruppo A) di 10 serie complete di strumenti è stato utilizzato, seguendo la sequenza operativa proposta dalla casa costruttrice, in un numero crescente di blocchetti in resina (VDW, Munich, Germany). Con la prima serie è stato preparato un blocchetto, con la seconda due, via via crescendo fino a preparare dieci blocchetti con una serie (Fig. 4). Nel gruppo A non è stata effettuata la procedura di "self-restoring" tra un utilizzo e l'altro della stessa serie. Le mi-

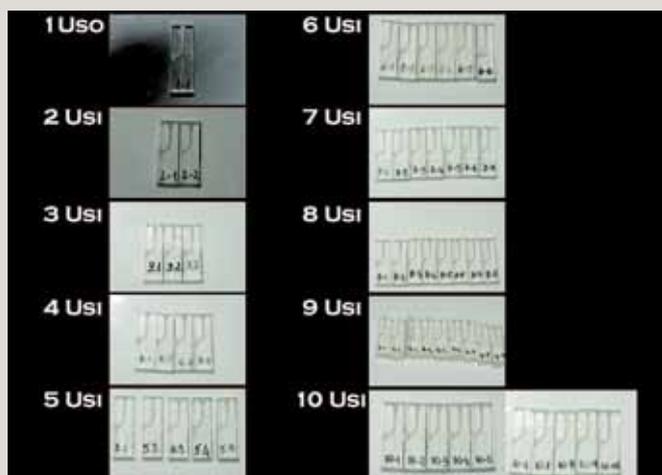


**Fig. 2** Strumento Hyflex 25.04 dopo l'utilizzo che ne ha determinato una deformazione (in alto). Lo stesso strumento dopo lo shock termico a 160 °C per 60 sec. (in basso) appare aver recuperato la sua morfologia iniziale grazie alla proprietà di memoria di forma.



**Fig. 3** Calcolo del angolo di taglio (Flute angle).

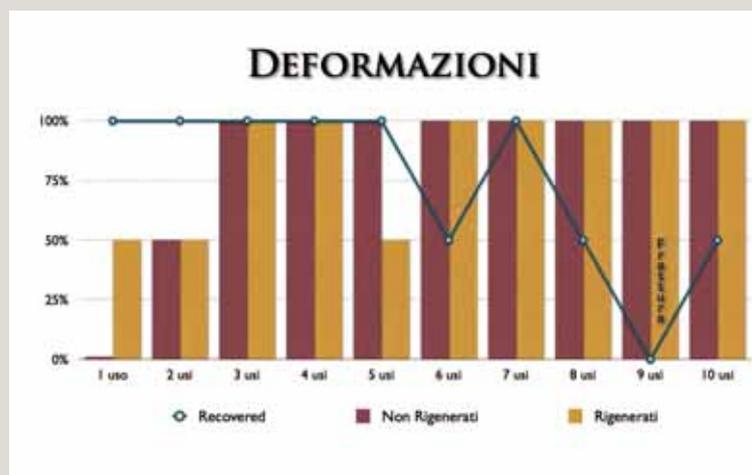
surazioni dell'angolo di inclinazione delle lame e del passo medio sono state effettuate prima dell'utilizzo e subito dopo l'utilizzo in ogni blocchetto di resina. Nel secondo gruppo (gruppo B) è stata effettuata la stessa procedura, sullo stesso numero di blocchetti, con la differenza che è stata attuata la procedura di "self-restoring" dopo ogni utilizzo. Questa consisteva nel portare lo strumento a 160 °C in calore secco, mediante immersione in palline di quarzo termostate, per un tempo di 60 secondi. Le misurazioni dei dati riguardanti la morfologia dello strumento in questo gruppo sono state effettuate prima dell'utilizzo, subito dopo l'utilizzo in ogni blocchetto di resina e dopo la procedura di rigenerazione (self-restoring). Il terzo gruppo (gruppo C) ha costituito il gruppo di controllo, dieci serie di strumenti nuovi sono stati analizzati dopo acquisizione fotografica con medesima procedura per il passo e l'angolo di inclinazione delle lame. Nei casi in cui si sono registrate fratture i campioni del gruppo sono stati ripetuti con una nuova serie. I dati acquisiti sono stati paragonati mediante test statistico Chi-quadro per valutare la possibile modifica della morfologia in termini di inclinazione



**Fig. 4** Canali artificiali costituenti il gruppo A. I blocchetti sono stati preparati con una singola serie di strumenti Hyflex.

e passo delle lame, il livello di significatività è stato posto a  $P < 0,05$ . Inoltre è stato realizzato un modello di regressione in cui come variabili dipendenti sono stati considerati i dati morfologici acquisiti, e come variabili indipendenti sono state considerate: la taglia degli strumenti, il numero di utilizzi (blocchetti trattati) e la procedura di "self-restoring". Il livello di significatività è stato posto a  $P < 0,05$ .

Gli strumenti dei tre gruppi al termine della procedura di analisi morfologica sono stati testati per la fatica ciclica a flessione in un dispositivo già ampiamente usato per la realizzazione di questi test (8-10). Il dispositivo è costituito da un blocco di acciaio inossidabile temprato in cui sono realizzati i canali artificiali collegato a una struttura principale sulla quale viene montato un supporto di plastica mobile per il manipolo. Il manipolo è montato su un dispositivo mobile che permette di posizionare in modo preciso e semplice ogni strumento all'interno del canale artificiale, garantendone l'allineamento tridimensionale e il posizionamento alla stessa profondità. I parametri di curvatura scelti per il test di fatica sono stati: angolo di curvatura  $60^\circ$ , raggio di curvatura 5 mm e centro della curva posizionato a 6 mm dalla punta dello strumento. I canali artificiali con questi parametri sono realizzati mediante elettroerosione da un duplicato di rame per ogni strumento che è fresato aumentando la dimensione originale dello strumento di 0,1 mm utilizzando un computer a controllo numerico. La profondità del canale artificiale è stata fresata al diametro massimo dello strumento +0,1 mm,



**Fig. 5** Percentuale di strumenti deformati nel gruppo A (non self-restored) e nel gruppo B (self-restored) dopo l'uso e possibilità di recupero grazie alla procedura di rigenerazione. La possibilità di recupero è stata considerata 100% quando su tutti gli strumenti della serie non ci sono state differenze statisticamente significative tra lo strumento prima dell'utilizzo e dopo l'utilizzo e la rigenerazione.

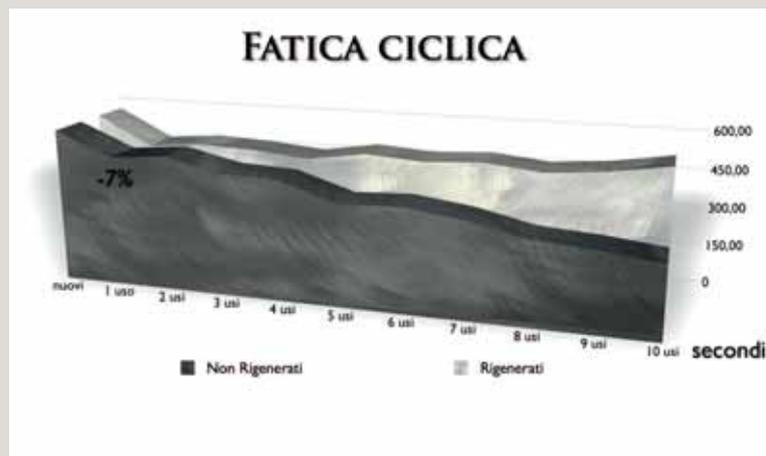
così da permettere allo strumento di ruotare liberamente all'interno del canale artificiale. Il canale artificiale è coperto da un vetro temperato per evitare che gli strumenti possano scivolare fuori dal canale e per consentire l'osservazione dello strumento durante la rotazione e nel momento della frattura. Per ridurre l'attrito del file con le pareti del canale artificiale, viene utilizzato un olio speciale ad alto flusso sintetico progettato per la lubrificazione delle parti meccaniche. Sono stati misurati il tempo di durata in rotazione continua a 300 rpm e da questo è stato ricavato il numero di rotazioni prima della frattura NCF (*Number of Cycle to Failure*). I dati così acquisiti sono stati sottoposti ad analisi statistica mediante un modello di regressione in cui la variabile dipendente è stata considerata la sopravvivenza dello strumento in rotazione e le variabili indipendenti sono state considerate: la taglia degli strumenti, il numero di utilizzi (blocchetti trattati), la procedura di "self-restoring", la presenza di deformazioni dello strumento stesso, il livello di significatività è stato posto a  $P < 0,05$ .

## RISULTATI

I risultati dell'analisi morfologica degli strumenti sono evidenziati nel grafico in Fig. 5, inoltre a scopo esemplificativo i dati relativi al quinto utilizzo di entrambi i gruppi ed i dati medi del gruppo di controllo (strumenti nuovi), sono riportati

## ◆ VITA SOCIETARIA

in Tabella 1. L'analisi di regressione lineare è risultata essere statisticamente significativa ( $F = 270.6$ ;  $P = 0.000$ ;  $R^2 = 0.793$ ), tutte le variabili indipendenti considerate sono state statisticamente significative ( $P < 0,05$ ) ed ha evidenziato che sia per il dato di inclinazione delle lame che per il dato di passo delle lame la procedura di "self-restoring" ha avuto un impatto statisticamente significativo ( $P < 0,001$ ) con un grado di influenza superiore a tutte le altre variabili indipendenti ( $\beta = 3450$ ;  $\beta = 2498$  rispettivamente per angolo e passo delle spire). Il numero di utilizzi è stato statisticamente significativo con un impatto elevato sulle variabili dipendenti ( $\beta = 2378$ ;  $\beta = 2798$ ), così come anche se di grado minore lo è stata la taglia dello strumento, che ha avuto un impatto negativo sulla variazione dei parametri, ovvero all'aumentare della dimensione dello strumento diminuisce la variazione morfologica dopo l'uso ( $\beta = -1098$ ;  $\beta = -897$ ). All'analisi statistica Chi-square non sono state rilevate differenze statisticamente significative riguardo ai parametri morfologici di flute angle e pitch length analizzati tra gli strumenti nuovi e quelli rigenerati ( $P > 0,05$ ), confermando così l'analisi multivariata in cui si era evidenziato un alto impatto sulla variazione morfologica dello strumento qualora, la procedura di "self-restoring" non fosse stata attuata. I dati relativi alla fatica ciclica, evidenziati nel Grafico in Fig. 6 hanno inoltre rilevato che la resistenza alla fatica di strumenti usati rigenerati è ridotta rispetto agli strumenti nuovi solo dell'7%, pur essendo statisticamente significativa la differenza ( $p < 0,05$ ) e che rispetto agli strumenti non rigenerati non vi sono differenze statisticamente significative ( $p > 0,05$ ), anche se la tendenza soprattutto per il numero maggiore di utilizzi è sembrata essere che gli strumenti rigenerati possano guadagnare in termini di resistenza alla fatica ciclica rispetto a strumenti non rigenerati. L'analisi di regressione lineare è risultata essere statisticamente significativa ( $F = 190.6$ ;  $P = 0.000$ ;



**Fig. 6** Andamento della fatica ciclica relativa allo strumento 25.06 nel gruppo degli strumenti rigenerati e non, dopo i diversi usi.

$R^2 = 0.897$ ), tutte le variabili indipendenti considerate sono state statisticamente significative ( $P < 0,05$ ). In particolare la combinazione del numero di utilizzi con la procedura di rigenerazione ha avuto un impatto minore sulla riduzione del valore della variabile dipendente (NCF) ( $\beta = -198$ ) rispetto alla combinazione del numero di utilizzi senza la procedura di rigenerazione ( $\beta = -340$ ). Questo potrebbe dimostrare la tendenza della procedura di "self-restoring" a ridurre l'accumulo di fatica ciclica. La variabile taglia dello strumento ha avuto, come in tutti gli studi di resistenza alla fatica ciclica (9), un impatto negativo sulla durata dello strumento in rotazione all'interno del canale curvo artificiale ( $\beta = -209$ ). Anche la presenza di deformazioni degli strumenti, è risultata essere statisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) ma ha avuto un impatto relativamente basso se comparata con le altre variabili indipendenti considerate nel modello di regressione ( $\beta = -85$ ).

**Tab. 1** Risultati riguardanti i valori di passo delle lame (espressi in  $\beta$ mm) e angolo di taglio (espressi in gradi) di strumenti nuovi prima dell'utilizzo, di strumenti dopo il quinto utilizzo e dopo la rigenerazione relativa al quinto utilizzo

Size	New Instr.	Pitch Length ( $\mu$ mm) Used 5 times (group A)	Self-Restored (group B)	New Instr.	Flute Angle (degrees) Used 5 times (group A)	Self-Restored (group B)
25.08	657 (45)	780 (245)	679 (37)	162 (2,3)	167	163
20.04	1120 (38)	1370 (311)	1114 (46)	170 (3,5)	179	170
25.04	1075 (70)	1298 (290)	1004 (58)	171 (3,9)	176	172
20.06	421 (48)	671 (213)	435 (59)	148 (2,5)	156	148
30.04	974 (54)	1270 (340)	993 (78)	167 (1,7)	176	167
40.04	862 (32)	1218 (267)	871 (51)	166 (1,5)	173	167

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La proprietà di memoria di forma permette la riparazione di alterazioni strutturali che lo strumento ha subito durante la preparazione dei canali radicolari. L'integrità morfologica mantiene invariate le caratteristiche cliniche quali la capacità di taglio, la progressione, l'efficienza in lateralità. Fino a oggi la deformazione degli strumenti rotanti in NiTi ha costituito un problema clinico non irrilevante, in quanto è stata considerata come il prodromo alla separazione dello strumento stesso (11,12). La procedura di "self-restoring" è apparsa essere affidabile negli strumenti usati in questo studio, fino ad almeno cinque usi in canali artificiali in resina. La differenza tra i valori di angolo di taglio e di passo delle lame tra gli strumenti nuovi e gli strumenti rigenerati non è apparsa essere infatti significativa (Chi-square  $P < 0,05$ ). Questa osservazione è stata confermata dal fatto che nel modello di regressione la variabile indipendente considerata presenza di "self-restoring" si è dimostrata essere statisticamente significativa ( $P < 0,001$ ) e con un impatto relativamente alto in confronto alle altre variabili considerate di solito importanti come la taglia dello strumento ( $\beta = -340$  vs.  $\beta = -209$ ). La possibilità di avere una deformazione controllata dello strumento, che tra l'altro è possibile recuperare mediante "self-restoring" si basa sul fatto che la deformazione plastica degli strumenti costruiti con CM-wire non avviene per forze prossime a quelle che possono determinare la frattura dello strumento stesso, ma per valori più bassi. Questo determina che se lo strumento è sottoposto a uno stress eccessivo non tende a rompersi ma a deformarsi liberandosi dalle pareti dentinali e scongiurando il rischio di frattura per torsione. Questo è confermato da dati ancora non pubblicati in cui si osserva, nelle prove di flessione statica, un comportamento diverso della lega CM-wire rispetto al NiTi tradizionale. Infatti le curve stress-strain appaiono essere molto meno pronunciate, determinando una maggiore latenza della deformazione prima della frattura, tuttavia per valori notevolmente inferiori (unpublished data). Inoltre la procedura non ha effetto negativo sulle proprietà di resistenza alla fatica ciclica, essendo questa variabile influenzata addirittura positivamente dalla procedura di "self-restoring". Nel presente studio infatti comparando la resistenza a fatica ciclica di strumenti rigenerati con quella di strumenti non rigenerati, si è osservato che la resistenza degli strumenti che avevano subito la procedura era superiore in modo statisticamente significativo ( $P < 0,005$ ) e con un impatto relativamente alto sul modello di regressione costruito ( $\beta = -340$ ). Si potrebbe speculare che gli strumenti



**Fig. 7** Grafico della fatica ciclica di strumenti nuovi della stessa taglia 25.06 costruiti con NiTi tradizionale e CM-wire (Hyflex).

non rigenerati e che avevano subito deformazioni sono stati riutilizzati fino a 10 volte nel gruppo A. Questo ha portato all'uso di strumenti con capacità di taglio e penetrazione sicuramente ridotte che ha potuto determinare uno stress meccanico maggiore per il completamento della preparazione dei canali artificiali in resina. L'osservazione preliminare che la procedura di "self-restoring" possa avere un'influenza sulla resistenza alla fatica ciclica necessita indubbiamente di ulteriori conferme sperimentali. Va preso in considerazione che i trattamenti termici conferiscono agli strumenti una flessibilità eccellente, molto superiore a quella del NiTi tradizionale (13). Questo si riflette ed è confermato dai primi dati di fatica ciclica riportati in questo studio, che risultano essere eccellenti, anche se da confermare in prossime indagini sperimentali comparative. Dati non ancora pubblicati hanno registrato per strumenti costruiti con lega CM-wire di taglia 25.06 una resistenza alla fatica ciclica fino a 8 volte superiore a quella di strumenti della stessa taglia costruiti con NiTi tradizionale (Fig. 7). Inoltre mettendo in comparazione i dati del presente studio con quelli registrati in precedenti sperimentazioni effettuate con lo stesso apparato di testaggio e le stesse condizioni di simulazione, quindi in canali artificiali con uguale angolo e raggio di curvatura, si hanno risultati notevolmente migliori (8,14-16).

Sono state registrate fratture di strumenti della serie solo per un elevato numero di utilizzi, in particolare ci sono state due fratture nel gruppo A degli strumenti non rigenerati dopo otto utilizzi consecutivi e una nel gruppo B degli strumenti non rigenerati dopo nove utilizzi consecutivi. In questi casi ai fini

## ◆ VITA SOCIETARIA

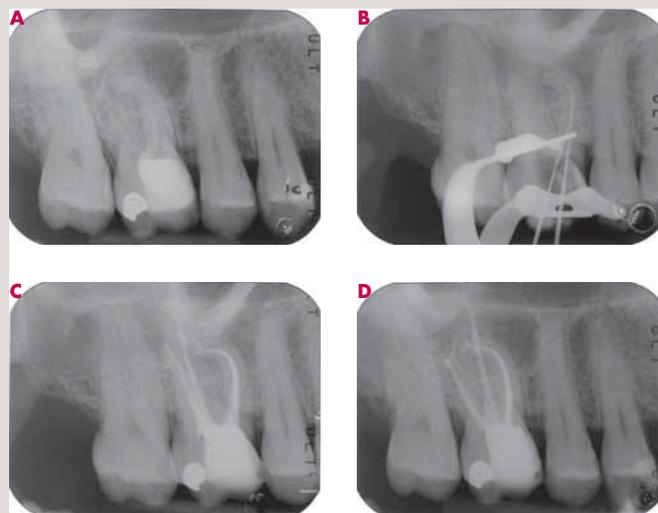
statistici, il gruppo di canali artificiali è stato ripetuto con una nuova serie di strumenti. Tuttavia l'incidente iatrogeno è stato considerato nell'analisi dei dati, come impossibilità di recupero della morfologia iniziale.

Lo studio ha preso in considerazione l'utilizzo di una serie di strumenti completa su un numero molteplice di canali artificiali standardizzati, da uno a dieci casi. Le variabili prese in considerazione sono state quindi numerose, ed è risultato necessario costruire dei modelli di regressione per valutare la possibile significatività delle variabili prese in considerazione nello studio. I modelli considerati sono risultati statisticamente significativi ( $P < 0,001$ ) e con un elevato grado di predicibilità ( $R^2 = 0.793$ ;  $R^2 = 0.897$ ).

Alcune caratteristiche come la resistenza alla torsione statica di leghe trattate con questi procedimenti termici rimangono da essere indagate. La resistenza alla torsione statica determina la frequenza e l'entità delle deformazioni dello strumento che possono essere poi rigenerate tramite shock termico. L'effetto dell'utilizzo clinico sulla resistenza a torsione è stata oggetto di vari studi presenti in letteratura (17-18), inoltre si può evincere da analisi di strumenti fratturati durante l'utilizzo clinico (19,20) che la separazione di uno strumento è spesso il risultato di un accumulo di fatica ciclica che determina una minore resistenza alla torsione in una determinata zona dello strumento. Questa zona cederà per carichi inferiori al normale nel momento in cui verrà sottoposta a forze torsionali durante il taglio della dentina. In altri termini la frattura di uno strumento rotante in NiTi non sempre è determinata da un singolo fattore, come la fatica ciclica o il carico torsionale, ma più frequentemente è il frutto di molti fattori in combinazione fra di essi.

## RILEVANZA CLINICA

L'utilizzo della proprietà di memoria di forma nella costruzione di strumenti endodontici in NiTi apre nuovi esaltanti scenari nel futuro della strumentazione meccanica dei canali radicolari. Dai risultati del presente lavoro questa caratteristica sembra migliorare le caratteristiche di resistenza alla fatica ciclica e può essere considerata ripetibile e affidabile. La possibilità di evitare che lo strumento possa subire fratture andando invece incontro a deformazioni è una brillante prospettiva per il futuro utilizzo clinico di questi strumenti. La capacità di resistenza torsionale ne influenzerà le sequenze operative e il disegno in modo che gli strumenti possano



**Fig. 8** A) Primo molare superiore con radice mesio-vestibolare con una pronunciata curvatura in senso mesio-distale. B) Lunghezza di lavoro nella radice mesio-vestibolare che presenta un canale MB2 confluyente con il canale MesioVestibolare. C) Proiezione ortogonale della otturazione canalare effettuata dopo la rifinitura apicale effettuata con strumenti Hyflex 40.04. D) Radiografia post-operatoria sproiettata in senso coronario-apicale, per la visualizzazione dell'apice della radice palatina.

avere le migliori performance cliniche sfruttando la sicurezza delle deformazioni plastiche "controllate". Inoltre la grande flessibilità di leghe trattate termicamente permette di affrontare con disinvoltura anche con taglie relativamente grandi come un #40 di conicità .06 curvature particolarmente accentuate (Fig. 8a-8d), Questo potrà dare agli utilizzatori una maggiore sicurezza soprattutto in condizioni limite e darà la possibilità di effettuare preparazioni di diametro adeguato anche nei casi in cui la curvatura dei canali radicolari si presenta in concomitanza con elevati diametri apicali.

## BIBLIOGRAFIA

1. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346-51.
2. Xu X, Eng M, Zheng Y et al. Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *J Endod* 2006;32:372-5.
3. Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:500-6.
4. Gambarini G. Bending properties of GT Rotary Files. *J Dent Res* 2001;80 - CED 1999 Divisional Abs. n.341

5. Iqbal MK, Kohli MR. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod* 2006;32:1048-52.
6. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006; 32:1031-43.
7. Miller DA, Lagoudas DC. Influence of cold work and heat treatment on the shape memory effect and plastic strain development of NiTi. *Materials Science and Engineering: A*. 2001;308:161-75.
8. Grande NM, Plotino G, Pecci R et al. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J* 2006;39:755-63.
9. Plotino G, Grande NM, Cordaro M et al. A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod* 2009;35:1469-76.
10. Plotino G, Grande NM, Cordaro M et al. Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2010;43:69-75.
11. McSpadden JT. *Mastering Endodontic Instrumentation*. Cloudland Institute, Chattanooga –TN – USA; 2007.
12. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA et al. Defects in rotary Nickel-Titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161-5.
13. Gambarini G, Plotino G, Grande NM et al. Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J*. 2011; doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01835.x.
14. Gambarini G, Grande NM, Plotino G et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2008;34:1003-5.
15. Plotino G, Grande NM, Cordaro M et al. Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2010;43:69-75.
16. Plotino G, Grande NM, Sorci E et al. Influence of a brushing working motion on the fatigue life of NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2007;40:45-51.
17. Yared G. In Vitro Study of the Torsional Properties of New and Used ProFile Nickel Titanium Rotary Files. *J Endod* 2004;30:410-2.
18. Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005;31:183-6.
19. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005;31:845-50.
20. Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS et al. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 1: Relationship between observed imperfections and factors leading to such defects in a cohort study. *J Endod* 2009;35:129-32.

## CORSO DI FORMAZIONE “RITRATTAMENTI ENDODONTICI”

SEL - SEZIONE LIGURE

7 maggio 2010; 11 giugno 2010; 8-29 ottobre 2010; 3 dicembre 2010



Prof. Franco Mantero  
e Dott. Andrea Polesel



I partecipanti e i relatori dell'ultima serata



Dott. Andrea Polesel e Dott. Edoardo Foce

Il Corso di Formazione “Ritrattamenti Endodontici” organizzato a Genova dalla SEL nel 2010, è stato un evento culturale di grande successo, che ha contato la partecipazione di 30 iscritti, oltre ai numerosi Soci Attivi Regionali, presenti in sala durante le singole serate.

L'argomento, trattato con approccio clinico-pratico, ha suscitato l'interesse dei partecipanti, stimolando l'attenzione su un tema che, pur in piena epoca implantare, rappresenta, sempre di più, una fase determinante per il successo a lungo termine di ogni piano di trattamento

Il corso, introdotto dal Prof. Franco Mantero, Socio Fondatore e Past President SIE, si è articolato in cinque appuntamenti serali ed ha alternato, come relatori, alcuni dei Soci Attivi Regionali (Andrea Polesel, Vaid Hazini, Massimo Mori, Andrea Cascone, Monica Puttini, Massimo Zerbinati, Maria Teresa Sberna, Edoardo Foce, Marco Bonelli) e due relatori ospiti.

Il Dott. Guido Prando, Socio e Segretario

dell'Accademia Italiana di Conservativa, che ha trasmesso la sua decennale esperienza in odontoiatria, sottolineando l'importanza del ritrattamento endodontico nella gestione interdisciplinare del piano di trattamento. Il Prof. Piero Patelli, Titolare dell'Insegnamento di Endodonzia all'Università di Genova, che ha proposto una tecnica di otturazione canale per by-passare gli strumenti in nichel-titanio fratturati, suscitando l'interesse e il dibattito in sala. Un sentito ringraziamento va rivolto ai Relatori, alla Segreteria SIE, a Lorenza e Gaia, sempre disponibili e competenti, a tutti i partecipanti e agli sponsor che hanno contribuito alla realizzazione dell'evento: Dentallica, Komet e il Sig. Cesare Grando (Krug), che ha messo a disposizione la sala per tutta la durata del corso, sempre ben oltre l'orario stabilito dal programma, per l'interesse suscitato dagli argomenti trattati. Un arrivederci alla prossima manifestazione culturale!

*Andrea Polesel*  
Segretario regionale

## ENDODONZIA BIOLOGICA: CHIMERA STORICA O REALTÀ CLINICA ATTUABILE?

SEP – SEZIONE PUGLIESE

Sabato 15 gennaio 2011 si è tenuto a Bari un incontro dal titolo: "Endodonzia Biologica: chimera storica o realtà clinica attuabile?"

La giornata ha visto l'entusiastica partecipazione di circa 60 colleghi che hanno potuto apprezzare l'alto contenuto scientifico delle comunicazioni che i diversi relatori hanno proposto. In particolare il Dott. Giuseppe Squeo ha parlato dell'importanza della sagomatura per l'ottenimento di una "cavità di comodo" facilmente e correttamente otturabile, il Dott. Stefano Corvaglia ha brillantemente sviscerato la tematica inerente l'Endodonzia Biologica con

un puntuale excursus storico e, infine, il Dott. Santarcangelo ha chiuso i lavori, mostrando come l'approccio tridimensionale al sistema dei canali radicolari, per quanto più difficoltoso, sia l'unico in grado di garantire risultati predicibili. Nell'esprimere la mia soddisfazione per il positivo "fermento" che circonda la sezione, ringrazio i relatori per la disponibilità e l'entusiasmo profusi.

Arrivederci a presto

*Raniero Barattolo*  
Segretario regionale

## 2° CORSO DI AGGIORNAMENTO TEORICO/PRATICO

SME - SEZIONE MARCHIGIANA

Stiamo attraversando un periodo nel quale è diventato sempre più difficile organizzare, trovare sponsor che ci affianchino, e rendere appetibili ai fruitori i nostri corsi e congressi. È per questo motivo, e ne sono sempre più convinto, che dobbiamo cercare di cambiare almeno in parte i format ai quali siamo stati legati da sempre, per rendere più "leggere" e attive le relazioni che organizziamo con il nostro pubblico.

Questa è stata la spinta per la quale ho cercato di avviare nella mia regione, le Marche, un appuntamento ripetibile e standardizzabile di corsi teorico/pratici non gratuiti, di una

o due giornate, limitati a un numero chiuso di partecipanti (ho ritenuto che per dare un buon servizio non si dovessero superare le 16 persone, ma questo può essere rivalutato), di offrire corsi nei quali ci sia un effettivo scambio culturale tra relatori e iscritti, dove il tempo dedicato alla comunicazione e quello alla pratica sia attentamente valutato affinché la prima non tolga troppo spazio alla seconda, in cui il budget di spesa sia già predefinito, dove si possa anticipatamente comunicare il punteggio ecm; in definitiva dunque un "pacchetto" di servizi che sia ripetibile anche in altre città e diverse regioni.



Corsisti



Lavori



Relatori



Sponsor

Quindi dopo il primo corso, quasi sperimentale, tenuto solo da me e Roberto Mancini che l'anno scorso aveva dato risultati incoraggianti (raggiunto il numero massimo d'iscrizioni, saldo positivo per la società e soprattutto soddisfazione di chi vi ha partecipato), ho deciso, allo scadere del mio secondo mandato come segretario regionale, di valutare se effettivamente si sarebbe potuto cominciare un progetto pilota. A settembre dello scorso anno insieme al segretario e al coordinatore nazionale si è stabilito di organizzare il secondo corso venerdì 28 gennaio, la data è significativa perché ha permesso di comunicare l'avvenimento solo con breve anticipo (a causa del calendario festivo gli ambulatori sono stati riaperti quasi tutti il 10 gennaio) e, inoltre, sarebbe stato seguito, solo dopo due settimane, da un corso gratuito di Endodonzia; questi imprevisti hanno così maggiormente convalidato l'efficacia del format: non solo si è raggiunto il numero massimo dei corsisti, ma con mio grande stupore e piacere abbiamo avuto anche presenze da molto fuori regione, Brescia, Varese, Pavia,

L'Aquila, Torino, Reggio Emilia, Biella ecc. Quest'anno abbiamo voluto rendere ancora più completa l'offerta e così, dopo il mio discorso introduttivo del corso e sulla SIE nella sua unicità di presenza regionale, il Dott. Filippo Cardinali ha inaugurato la sessione descrivendo l'esatto accesso alla camera pulpale e l'evidenziazione degli imbocchi canalari, seguito dal Dott. Roberto Mancini che si è occupato specificamente dell'importanza della creazione di un sentiero di scorrimento e della successiva sagomatura canalare. La parte riguardante l'otturazione tridimensionale è stata presa esaurientemente in esame dal Dott. Marco Forestali e io ho concluso con l'otturazione veicolata da portatore e un accenno alle potenzialità dell'MTA. Rispettando i tempi di un'ora circa per ciascuno relatore e dopo le numerose domande, è stata data una breve pausa pranzo così da permettere l'inizio della parte pratica nel primissimo pomeriggio; i corsisti hanno avuto a disposizione grazie allo sponsor: ultrasuoni per rifinire la cavità, motori con cui provare su denti estratti il kit di strumenti in nichel tita-

nio che avevano avuto in omaggio, sistemi di otturazione con guttaperca a caldo o con portatore; dopo quasi cinque ore di pratica sono riuscito a chiudere la giornata!!!

La nostra fatica e il tempo speso è stato ricompensato dal constatare quanto impegno e quanta voglia d'imparare hanno avuto tutti i giovani partecipanti.

Questo lavoro è naturalmente reso possibile anche con lo sforzo e la dedizione delle se-

gretarie SIE Gaia e Lorenza, dei soci attivi regionali e particolarmente delle ditte che ci mettono a disposizione gratuitamente la logistica, l'assistenza e tutti i materiali necessari: SIMIT e anche di chi ci offre la sala corsi: Dentalgreen. È a tutte queste persone che va il mio sincero ringraziamento.

*Mario Mancini*  
Segretario regionale

## PRIMO CORSO DI ENDODONZIA DELLA SSE

### SSE - SEZIONE SICILIANA



Apertura lavori



Dr. Calapaj, Prof. Cordasco



La sala



Prof. Gallina, Dr. Calapaj

Il Primo Corso di Endodonzia della SSE si è svolto con notevole successo, malgrado le avverse condizioni meteorologiche che hanno limitato le presenze a 124 iscritti.

Il Presidente del CLSOPD Prof. G. Cordasco e il Direttore del Dipartimento di Odontostomatologia Prof. D. Ciccù, hanno ospitato il corso presso il Palazzo dei Congressi del

Policlinico Universitario di Messina e salutato i corsisti alla presenza dei Titolari di Cattedra di Odontoiatria Conservativa ed Endodonzia di Messina, Catania e Palermo.

Tutti i Soci Attivi della Sicilia hanno dato il loro proficuo apporto alla riuscita della manifestazione che si è protratta fino alle 18.30.

## WAVE ONE

# Quando l'endodonzia è sinonimo di semplicità

Wave•one, prodotto da Dentsply Maillefer, stabilisce il nuovo standard dell'endodonzia in risposta alle esigenze del dentista apportando semplicità, sicurezza ed efficacia al procedimento di sagomatura dei canali radicolari, grazie all'uso, nella maggior parte dei casi, di un unico strumento in NiTi per ogni trattamento canalare.

La complessità delle procedure endodontiche può scoraggiare molti professionisti a eseguire questo tipo di trattamenti. Wave•one™, invece, introduce il concetto di semplicità in endodonzia, per un maggiore risparmio di tempo e un maggiore comfort, offrendo contemporaneamente una tecnica che assicura trattamenti canalari di prima qualità.

### Tecnica del file unico monopaziente con rotazione alternata

Il motore Wave•one™ sfrutta il "movimento alternato" (reciprocating motion), cioè cambia alternativamente la direzione di rotazione in fase di sagomatura. Il ricorso a un'ampia angolazione di rotazione nella direzione di taglio assicura un'elevata efficienza. Inoltre, l'utilizzo di un'angolazione inferiore in direzione contraria aiuta lo strumento Wave•one ad avanzare lungo il canale, rispettandone l'anatomia. Le angolazioni ottimizzate riducono il rischio di avvitamento e di rottura dello strumento nel canale. Il "movimento alternato" di Wave•one aumenta quindi la fiducia del professionista e la sicurezza del paziente.

I vantaggi della tecnica con "movimento alternato" sono numerosi. Prima di tutto, permette di sagomare la maggior parte dei canali radicolari usando un solo strumento Wave•one™ in nichel-titanio. Pertanto non si perde tempo per cambiare gli strumenti in NiTi durante la procedura di sagomatura del canale radicolare, assicurando così al professionista la massima semplicità d'uso e diminuendo il tempo globale necessario per la sagomatura fino al 40% rispetto alla tecnica rotante tradizionale con movimento continuo. Dentsply Maillefer inoltre introduce anche un nuovo standard di trattamento proponendo gli strumenti Wave•one esclusivamente in blister pre-sterilizzati monopaziente.



L'utilizzo di un solo strumento rotante Wave•one per ogni trattamento canalare, invece di quattro o cinque strumenti, permette di adottare in modo conveniente ed ergonomico il concetto di monopaziente degli strumenti endodontici.

### Wave One sistemática completa

La sistemática Wave•one è composta oltre che dai 3 files disponibili nelle lunghezze 21-25-31 mm:

WaveOne™ File misura SMALL > 021 .06

WaveOne™ File misura PRIMARY > 025 .08

WaveOne™ File misura LARGE > 040 .08

Il sistema prevede anche di punte di carta e guttaperca con le medesime dimensioni dei canali preparati permettendo di ottenere un'otturazione con cono master rapida e precisa.

Inoltre sono disponibili anche gli otturatori dedicati anch'essi standardizzati sulle dimensioni dell'ultimo strumento Wave•one usato. Tutti questi accessori per l'otturazione sono caratterizzati dal codice colore che ne semplifica l'individuazione da parte dell'operatore.



Per informazioni sui corsi di formazione Wave•one o per una dimostrazione pratica presso il vostro studio contattare il distributore esclusivo per l'Italia

Simit Dental srl  
via Carlo Pisacane 5/A  
46100 Mantova

Tel. 0376 267811 - Fax 0376 381861

e-mail: info@simitdental.it

## KOMET ITALIA

### Corsi di endodonzia di base organizzati da KOMET Italia



Per presentare la Sequenza di Sagomatura Semplice e Sicura 4S, il nuovo sistema KOMET di strumentazione endodontica che si distingue per la sua versatilità e sicurezza, KOMET Italia organizza sul territorio nazionale, in collaborazione con i concessionari locali, corsi base di endodonzia di una giornata, con un'impostazione teorico-pratica.

I relatori, i dottori Luigi Cecchinato di Milano e Giuseppe Squeo di Bari, durante il corso presenteranno i concetti base di endodonzia: diagnosi, esame radiologico, cavità di accesso, caratteristiche generali del NiTi. I partecipanti saranno quindi avvicinati o riavvicinati al mondo dell'endodonzia per gradi. La cura endodontica viene sempre considerata nell'ottica finale di un restauro conservativo o protesico dell'elemento dentale e, quindi, mai come una mera tecnica esecutiva od operazione fine a se stessa.

Durante le prove pratiche, i corsisti avranno la possibilità di apprezzare l'elevato livello di sicurezza della Sequenza

4S e apprendere dai relatori come gestire al meglio gli strumenti in fase operativa.

Al termine del corso, sarà distribuito un opuscolo riassuntivo con gli argomenti trattati, esposti sotto forma di "Domande & Risposte".

Per informazioni sulle date e luogo di svolgimento del corso, consultare il sito [www.komet.it](http://www.komet.it) nella sezione "Attualità/Corsi endodonzia", oppure contattare il concessionario KOMET locale.



Per informazioni:  
KOMET Italia srl  
via Fabio Filzi 2  
20124 Milano

Tel. 02 67076654 - Fax 02 67479318  
e-mail: [kometitalia@komet.it](mailto:kometitalia@komet.it)

## ISTRUZIONI AGLI AUTORI

### SCOPO DELLA RIVISTA E PRINCIPI GENERALI

Il *Giornale Italiano di Endodonzia* è una pubblicazione quadrimestrale di proprietà della SIE Società Italiana di Endodonzia. Il Giornale pubblica lavori sperimentali e/o di metodologia clinica riguardanti la disciplina endodontica.

Il Giornale accetta inoltre lavori originali di Conservativa, Traumatologia dentale, Fisiopatologia sperimentale, Farmacologia e Microbiologia, qualora contengano novità e informazioni di interesse per l'Endodonzia. Vengono accettate anche note brevi che riguardino la risoluzione pratica di casi clinici e che possano essere oggetto di comunicazione.

I manoscritti sono presi in considerazione per la pubblicazione con l'accordo che non contengano materiale precedentemente pubblicato, non siano stati già pubblicati altrove (se non in forma di abstract), e che non siano in revisione nello stesso momento anche su altre riviste.

La proprietà artistica e letteraria di quanto pubblicato è riservata alla Rivista con l'atto stesso della pubblicazione e ciò viene accettato implicitamente dagli autori. Tutti i diritti riservati. È vietato riprodurre, archiviare in un sistema di riproduzione o trasmettere sotto qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, elettronico, meccanico, per fotocopia, registrazione o altro, qualsiasi parte di questa pubblicazione senza l'autorizzazione scritta dell'Editore. È obbligatoria la citazione della fonte. Se il manoscritto sarà accettato per la pubblicazione su *Giornale Italiano di Endodonzia*, gli autori dovranno garantire che il lavoro non sarà pubblicato altrove in nessun'altra lingua senza il permesso del detentore del copyright.

Gli autori i cui manoscritti includono illustrazioni, tabelle, e/o parti di testo già pubblicate in altre riviste devono richiedere il permesso di riprodurre il materiale al detentore del copyright. Questo permesso deve essere presentato in forma scritta durante l'invio del manoscritto. In assenza di permessi, tutto il materiale ricevuto sarà considerato di proprietà dell'autore del lavoro. I manoscritti che riportano i risulta-

ti di ricerche condotte su persone devono includere, nella sezione "MATERIALI E METODI" una dichiarazione che il protocollo dello studio è stato approvato dal Comitato Etico di riferimento, che lo studio è stato realizzato in accordo con gli standard etici stabiliti nella *Dichiarazione di Helsinki* del 1964, e che il consenso informato è stato ottenuto da tutti i partecipanti prima del loro arruolamento nello studio.

Tutti i dettagli che potrebbero rivelare l'identità di un paziente (inclusi le iniziali del nome e riferimenti, non necessari, ai dati personali come l'occupazione e la residenza) devono essere omessi dal testo e dal materiale illustrativo. I pazienti devono, inoltre, fornire per iscritto il consenso informato alla pubblicazione.

Se sono stati condotti esperimenti su animali, le pratiche dello studio devono essere state condotte in accordo con le linee guida degli *International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals* raccomandati dalla *World Health Organization (WHO)* per l'uso di animali da laboratorio, e tale aderenza deve essere chiaramente esplicitata nel manoscritto.

Le decisioni riguardanti la pubblicazione dei manoscritti si basano su un processo di peer-review, e l'accettazione degli articoli sarà basata sui criteri di originalità, rilevanza e contenuto scientifico dei contributi. Agli autori potrebbe essere richiesto di modificare il testo sulla base dei commenti dei referee. Le dichiarazioni riportate nei manoscritti sono sotto la responsabilità dell'autore e non dell'editore. Le opinioni espresse negli articoli sono quelle degli autori e possono non riflettere la posizione dell'editore.

Ogni autore deve compilare e firmare un modulo per la **Dichiarazione di conflitto di interesse**, che specifichi tutti i legami economici, personali o professionali che potrebbero porre in essere un conflitto di interesse, che potrebbero essere percepiti come forieri di un possibile conflitto di interesse, o che potrebbero influenzare il lavoro dell'autore descritto nel manoscritto. Il modulo deve essere inviato con il manoscritto e, se l'articolo sarà accettato per la pubblicazione, tutte le dichiarazioni appariranno dopo

il capitolo "CONCLUSIONI" nella sezione "CONFLITTO DI INTERESSI". Lo staff editoriale si riserva il diritto di rifiutare qualsiasi manoscritto che non sia conforme con le norme descritte. Gli autori saranno considerati responsabili di eventuali dichiarazioni false o del mancato adempimento delle norme sopra specificate.

Le dichiarazioni sopracitate devono essere inviate all'ufficio editoriale al seguente indirizzo E-mail:

[segreteria.sie@me.com](mailto:segreteria.sie@me.com)

### PRESENTAZIONE DELL'ARTICOLO

#### Lettera di presentazione (cover letter)

Ai fini della pubblicazione, gli autori devono sottoscrivere e firmare una lettera di presentazione (cover letter) in cui siano esplicitate le seguenti informazioni, riportate in una dichiarazione firmata dall'autore di riferimento:

- il manoscritto non è stato pubblicato né è oggetto di esame per la pubblicazione in altra rivista; l'autore ha ottenuto un permesso scritto per la riproduzione di immagini, figure o algoritmi protetti da diritti d'autore secondo le normative vigenti sul copyright; nel caso in cui l'articolo sia pubblicato, il diritto d'autore concernente il proprio articolo sarà trasferito alla Società Scientifica;
- esistono/non esistono conflitti di interesse di ordine economico o di altro tipo sull'articolo presentato (allegare anche il modulo sulla "Dichiarazione di conflitto di interesse" di cui sopra, adeguatamente compilato e firmato);
- il manoscritto è stato letto e approvato da tutti i coautori;
- in caso di articolo originale, è disponibile l'approvazione formale, da parte del Comitato Etico locale, della ricerca proposta per la pubblicazione.

#### Pagina del titolo

Si richiede di indicare in un file separato:

- titolo del lavoro in italiano e in inglese; non superiore a 45 battute, spazi inclusi e senza abbreviazioni

- nome e cognome per esteso degli autori;
- nome e indirizzo dell'Istituzione presso la quale il lavoro è stato svolto
- l'indirizzo postale completo per la corrispondenza con numero telefonico, fax e indirizzo e-mail;

### PREPARAZIONE DEL MANOSCRITTO

Deve contenere nell'ordine:

- 1) Nel primo foglio del manoscritto dovrà essere indicato:
  - **titolo del lavoro** in italiano e inglese;
  - **nome degli autori:** nome per esteso e cognome di ciascun autore;
  - **affiliazione di ogni autore:** nome dell'Istituzione presso la quale il lavoro è stato svolto
  - **indirizzo dell'autore di riferimento per la revisione di bozza**, completo di indirizzo e-mail al quale saranno inviati i PDF delle bozze, numero di telefono, fax e indirizzo postale.
- 2) Nel secondo foglio del manoscritto dovranno essere riportati:
  - **Riassunto in italiano e inglese** (circa 850 battute di lunghezza per ciascuna versione in lingua, spazi inclusi) entrambi strutturati in: Obiettivi, Materiali e metodi, Risultati e Conclusioni.
  - **Parole chiave:** 5 parole chiave in italiano e in inglese.
- 3) Nei fogli che seguono il manoscritto dovrà essere sviluppato come segue:
  - **Introduzione:** riporterà una breve descrizione degli scopi, dia indicazioni riassuntive sul suo significato e sulla bibliografia di partenza e riporti gli obiettivi della ricerca proposta.
  - **Materiali e metodi:** andranno descritti chiaramente i soggetti sottoposti a osservazioni e, in maniera dettagliata, i materiali e le metodologie utilizzati; saranno esplicitati tutti gli aspetti etici (vedi sezione Principi Generali).

andranno identificati metodologie, impianti (nome e indirizzo del costruttore tra parentesi) e procedure con dettaglio sufficiente a permettere ad altri studiosi di riprodurre i risultati.

Di tutti i farmaci andranno citati nome generico, dosaggio e vie di somministrazione. I nomi commerciali dei farmaci dovranno essere citati tra parentesi. Unità di misura, simboli, abbreviazioni dovranno essere conformi agli standard internazionali. È preferibile non utilizzare simboli e sigle poco comuni. In ogni caso essi saranno spiegati alla prima apparizione del testo. L'analisi statistica, laddove presente, andrà chiaramente descritta.

Per i test statistici più comuni (per esempio, T-test) è sufficiente il nome; in caso di test meno comuni andrà fornita una descrizione più dettagliata.

- **Risultati:** riporteranno in maniera chiara ed esaustiva i risultati della ricerca. Potranno essere schematizzati con tabelle e/o grafici o rappresentati con figure e immagini radiografiche.
- **Discussione:** analizzerà i risultati ottenuti e la loro implicazione clinica con eventuale confronto con i dati della letteratura.
- **Conclusioni:** riporteranno la significatività dei risultati e le osservazioni finali degli autori.
- **Rilevanza clinica:** La rilevanza clinica, contenuta tra 30 e 50 parole, è la conclusione che giustifica la realizzazione dell'articolo dal punto di vista clinico.
- **Conflitto di interessi:** indicare in questa sezione se sussistono o meno conflitti di interesse di ordine economico o di altro tipo sull'articolo presentato.
- **Bibliografia:** le voci bibliografiche dovranno essere presentate in ordine cronologico rispetto alla loro citazione all'interno del testo e redatte secondo le norme internazionali di Vancouver che prevedono: **1)** per ogni voce bibliografica la citazione fino a un massimo di 6 autori, se superiori citare i primi 6 seguiti da et al.; **2)** l'uso delle abbreviazioni internazionali per la citazione delle riviste, senza punteggiatura. Di seguito alcuni esempi:

- *Lavori pubblicati su riviste:* Chung CH, Friedman DS, Mante FK. Shear

bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122:282-7.

- *Libri:* Graber M, Vanarsdall RL, Vig KVL. Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis: Elsevier, 2005.

- *Capitoli di libri:* Armitage GC. Diagnosis and classification of periodontal diseases. In: Rose LF, Mealey BL, Genco RJ, Cohen DW (eds). Periodontics: Medicine, Surgery and Implants. St. Louis: Elsevier Mosby, 2004; pp. 19-31.

**NOTA:** Non redigere la bibliografia utilizzando caratteri maiuscoli, maiuscolotti o corsivi. Attenersi per le abbreviazioni delle testate alle norme internazionali dell'Index Medicus.

## TABELLE

Ogni tabella deve essere presentata alla fine del manoscritto. Le tabelle dovranno essere classificate e richiamate nel manoscritto con numeri romani e corredate da una breve didascalia. Note o legende dovranno essere riportate al piede delle tabelle, mai nella didascalia. Non saranno accettate tabelle in formato Power Point, PDF o JPEG che implicano la ribattitura del testo al fine di garantire uniformità stilistica con la grafica della rivista.

## FIGURE

Sono accettate solo **figure** fornite in formato elettronico. Le immagini dovranno essere **acquisite con risoluzione minima di 300 dpi e salvate in formato JPEG** (sono accettate anche immagini in formato EPS purché acquisite nella risoluzione minima di 600 dpi).

Per i **tratti** (flow-chart o disegni) è preferibile il formato TIFF, acquisito nella **risoluzione minima di 600 dpi**; è comunque accettato anche il formato JPEG nella risoluzione minima di 300 dpi. Disegni o immagini devono avere una base di almeno 10-12 cm e dovranno essere presentati in forma definitiva per la pubblicazione. L'editore non sarà tenuto al rifacimento grafico di disegni. Tutte le illustrazioni devono essere perfettamente a fuoco, in primo pia-

no e ben inquadrato. Lettere, numeri o simboli presenti sulle immagini dovranno avere dimensioni tali da poter risultare ancora leggibili una volta ridotti per la pubblicazione.

**La qualità delle immagini è pregiudizievole ai fini dell'accettazione del lavoro.** L'editore non sarà responsabile della qualità delle immagini qualora queste non siano conformi ai requisiti sopra menzionati.

**L'editore, inoltre, si riserva il diritto di non pubblicare immagini non conformi ai requisiti richiesti, che potrebbero pregiudicare la qualità grafica della rivista.**

**NOTA:** Le immagini devono essere presentate separatamente e non inserite all'interno del testo in Word; non devono contenere nomi commerciali o voci bibliografiche.

**Didascalie** Le didascalie vanno fornite nel file in Word alla fine del testo del manoscritto.

## ACRONIMI, SIGLE, ABBREVIAZIONI, UNITÀ DI MISURA

Non sono ammessi acronimi, sigle, abbreviazioni, unità di misura privi di legenda e/o incomprensibili. Quando necessario, può essere fornita una lista di abbreviazioni da inserire dopo l'abstract.

## ACCETTAZIONE DEI LAVORI INVIATI

I contributi inviati sono accettati per la pubblicazione sulla base dell'interesse scientifico e della rilevanza per il Giornale di Endodonzia, a insindacabile giudizio del Direttore Scientifico, che si avvarrà della valutazione scritta in cieco di almeno due revisori anonimi.

## CONSENSO INFORMATO

Negli articoli in cui sono descritti casi clinici o studi su persone dovrà essere esplicitato nel manoscritto che lo studio è stato realizzato in accordo con gli standard etici stabiliti nella *Dichiarazione di Helsinki*, e che il consenso informato è stato ottenuto da tutti i partecipanti prima del loro arruolamento nello studio (si

veda anche la relativa sezione nella parte dei Principi generali).

## CONFLITTO DI INTERESSI

Gli autori sono tenuti a dichiarare nel manoscritto, dopo la sezione "CONCLUSIONI", se sussistono o meno conflitti di interesse economico da parte di uno o più autori.

## RINGRAZIAMENTI

I "RINGRAZIAMENTI" a Istituti o persone, se presenti, dovranno essere inseriti dopo il capitolo "CONCLUSIONI".

## FINANZIAMENTI ALLO STUDIO

Gli autori sono tenuti ad inserire nel manoscritto, dopo le "CONCLUSIONI" o i "RINGRAZIAMENTI", l'indicazione che lo studio presentato è stato sostenuto o meno da fonti di finanziamento.

## CORREZIONE DELLE BOZZE

La correzione delle bozze è a cura dell'autore per gli aspetti di contenuto e dell'Editore per la parte tecnica. All'autore di riferimento, indicato nel manoscritto, verranno inviate le bozze per la correzione. Nella correzione delle bozze dovranno essere evitate correzioni che possano modificare l'impostazione grafica già definita o modifiche di contenuto che comporterebbero un nuovo processo di peer-review.

I manoscritti devono essere inviati all'**ufficio editoriale** solamente in formato elettronico attraverso il sistema editoriale elettronico del *Giornale Italiano di Endodonzia* collegandosi al sito:

<http://ees.elsevier.com/giendio>

Indirizzo:

**SIE**

**Società Italiana di Endodonzia**

via P. Custodi 3

20136 Milano

Tel. 02 8376799

Fax 02 89424876

E-mail: [segreteria.sie@me.com](mailto:segreteria.sie@me.com)