

11 VIDEOS

BIBLIOTECA
DIGITAL

INCLUYE
E-BOOK

11
VIDEOS

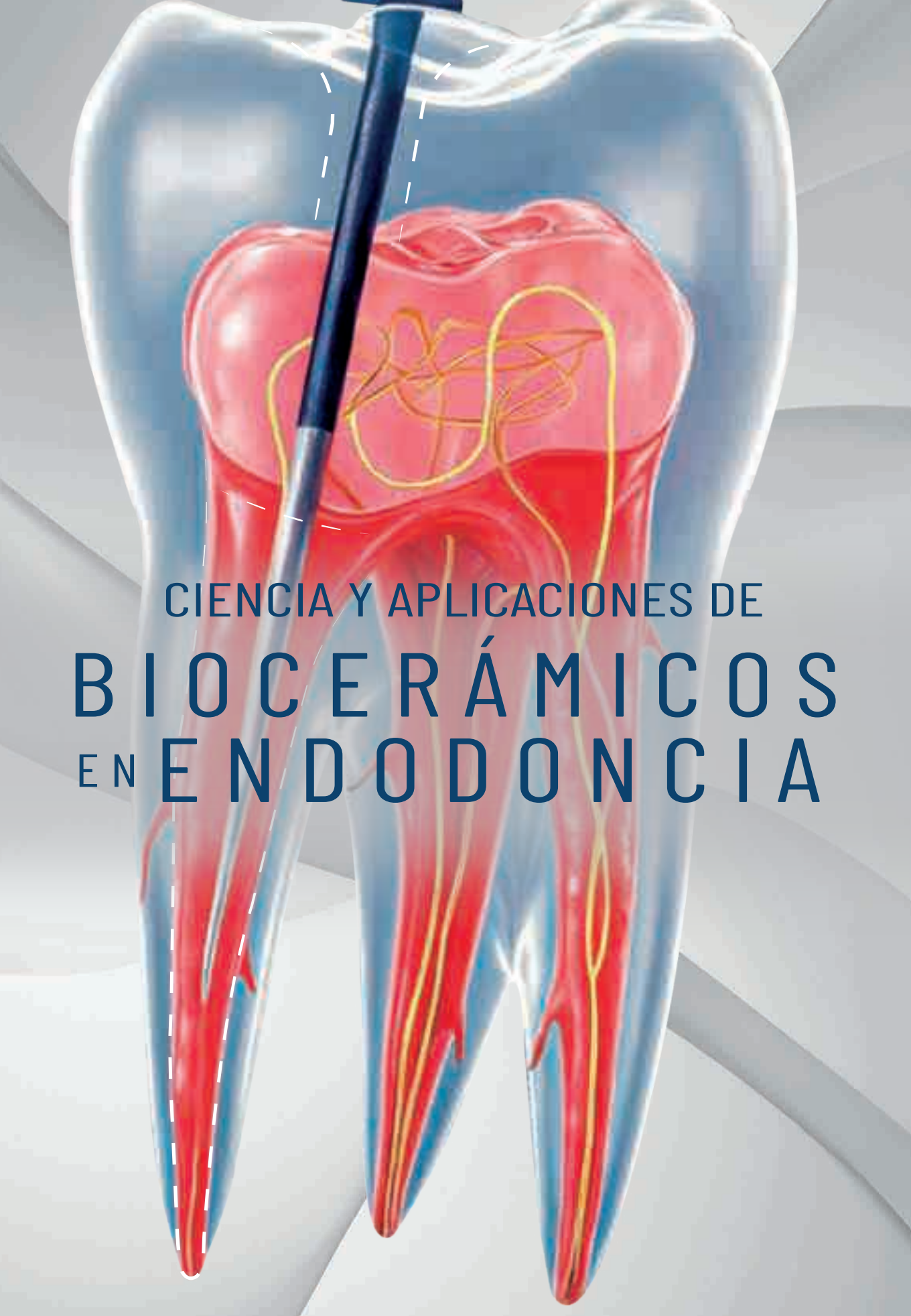
VIRESH
CHOPRA

CIENCIA Y APLICACIONES DE

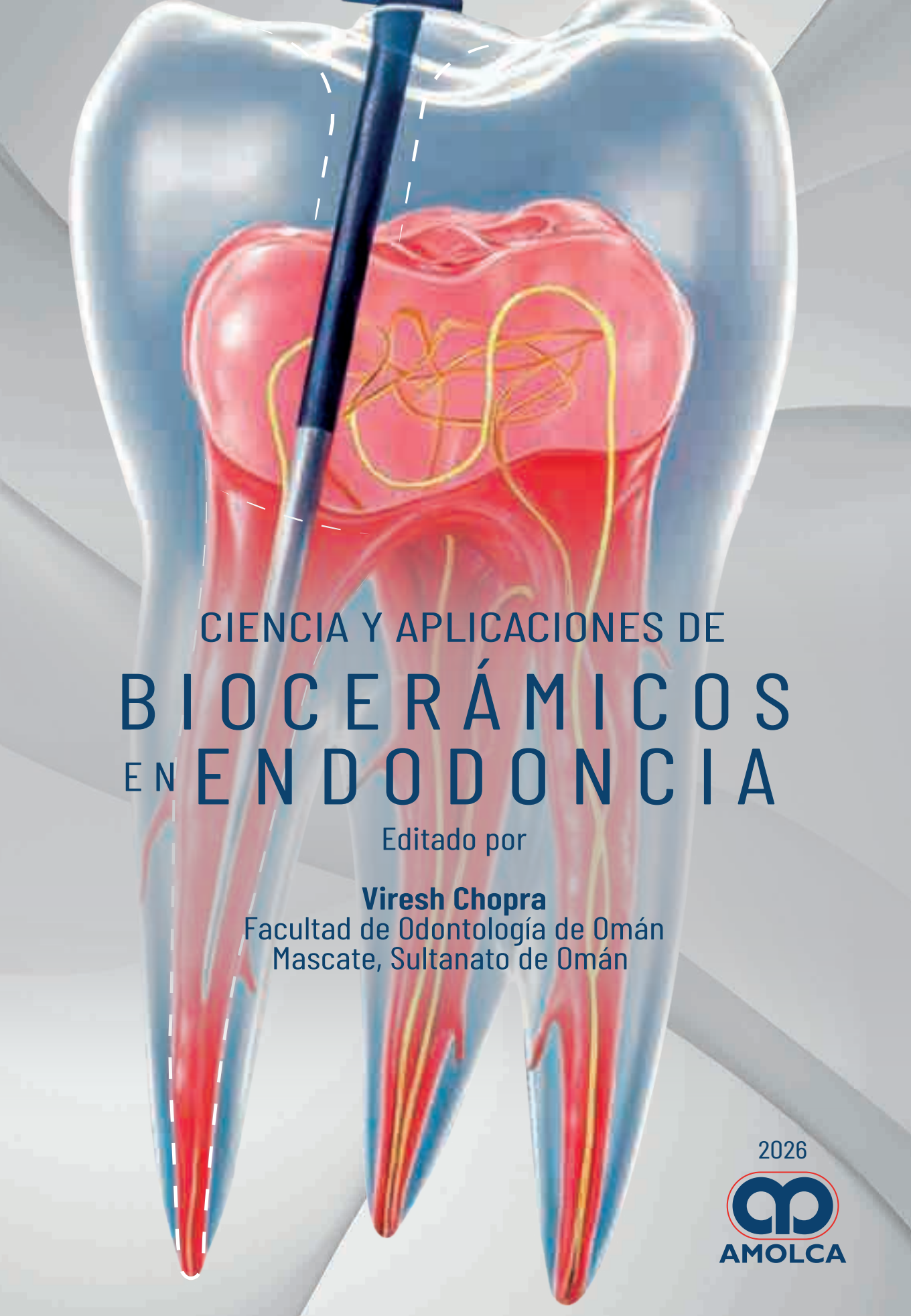
BIOCERÁMICOS EN ENDODONCIA



AMOLCA

An anatomical illustration of a tooth, likely a mandibular premolar, shown in a semi-transparent view to reveal the internal pulp space. The pulp chamber and root canal are highlighted in red. A blue root canal file is inserted into the root canal, with dashed white lines indicating its path. The pulp space is filled with a complex network of yellow lines representing the pulp tissue. The background is a light gray with curved lines.

CIENCIA Y APLICACIONES DE BIOCERÁMICOS EN ENDODONCIA

An anatomical illustration of a tooth, likely a mandibular premolar, shown in a semi-transparent view to reveal the internal root canal system. A blue root canal file is inserted into the root canal. The pulp space is highlighted in red, and the root canal system is outlined in yellow. The crown and root are shown in a light blue/white color. The background is a light gray with a subtle geometric pattern.

CIENCIA Y APLICACIONES DE BIOCERÁMICOS EN ENDODONCIA

Editado por

Viresh Chopra

Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Sultanato de Omán

2026



AMOLCA

Editor en jefe: Félix E. Suárez

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o transmitirse por ningún medio electrónico, mecánico, incluyendo fotocopiado o grabado mediante cualquier sistema de almacenamiento de información sin el permiso escrito de los editores.

El editor no es responsable (de hechos de responsabilidad, negligencia u otra) por lesión alguna resultante de cualquier materia contenido aquí. Esta publicación contiene información relacionada a principios generales de cuidados médicos que no deben ser tomados como instrucciones específicas para pacientes individuales. La información y empaque de productos manufacturados insertos deben ser revisados para el conocimiento actual, incluyendo contraindicaciones, dosis y precauciones.

Traducción autorizada de la edición en inglés publicada por John Wiley & Sons Inc. La responsabilidad por la exactitud de la traducción recae exclusivamente en AMOLCA, S.A.S, y no en John Wiley & Sons Inc. Ninguna parte de este libro podrá ser reproducida en ninguna forma sin el permiso escrito del titular original de los derechos de autor, John Wiley & Sons Inc.

Edición original en idioma inglés:

Copyright © 2024 by John Wiley & Sons, Inc.

Todos los derechos reservados. Esta traducción se publica bajo licencia del editor original John Wiley & Sons, Inc.

Bioceramics in Endodontics, by Viresh Chopra

ISBN: 978-1-119-89844-3

Edición en idioma castellano:

Esta edición ha sido traducida y publicada bajo licencia del editor original John Wiley & Sons Inc.

Copyright © 2026. Editorial Amolca S. A. S.

Ciencia y aplicaciones de biocerámicos en endodoncia, de Viresh Chopra

eISBN: 978-9962-748-32-8

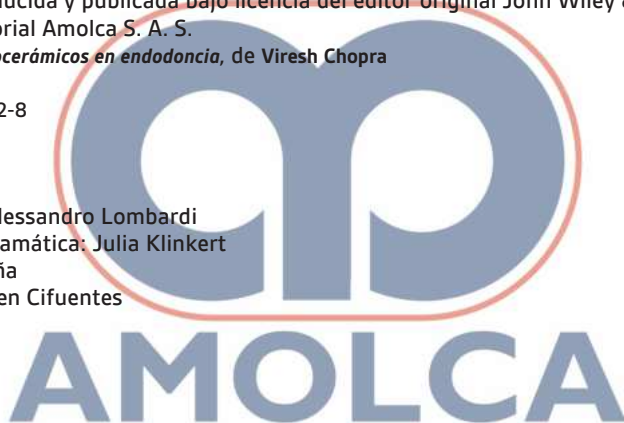
Edición año 2026

Corrección clínica: Dr. Alessandro Lombardi

Corrección de estilo y gramática: Julia Klinkert

Artes finales: Yelitza Peña

Diseño de portada: Steven Cifuentes



**CASA
MATRIZ**

Cra 43 # 9 Sur 195 Ed. Square Torre Inexmoda Ofc. 1334 - 1338 Medellín, Colombia

+573027157665

(604) 479 74 31

hola@amolca.com

www.amolca.com

AMOLCA COLOMBIA



Circular 5 #71 A -5 Barrio Laureles
(604) 444 3314
+57 3175049844
gerencia@amolca.com.co

AMOLCA PERÚ



Jr. Inclán 312 Magdalena del Mar, Lima
+51 998 128 873
ventas@amolca.com.pe

AMOLCA CHILE



+56 944182523
+56 920298344
ventas@amolcachile.com

AMOLCA MÉXICO



Arquitectura 49 – 202 o
Videoportero Amolca. Colonia
Copilco Universidad. Alcaldía
Coyoacán. C.P. 04360.
Ciudad de México.
+52 5556580882
administracion@amolcamexico.com

AMOLCA VENEZUELA



Calle VillaFlor Edificio Centro Profesional del Este
Piso 08 Oficina 81. Urbanización San Antonio /
Sabana Grande Sur Parroquia El Recreo, Municipio
Libertador. Distrito Libertador
+58 414 255 51 85
comercioexterior@amolca.com



Distribuidores

Argentina - Bolivia - Brasil - Costa Rica - Ecuador - El Salvador - España - Guatemala
Honduras - Nicaragua - Panamá - Paraguay - República Dominicana - Uruguay

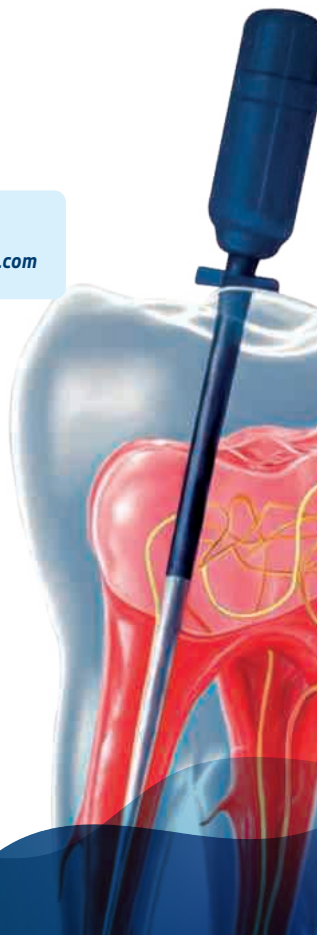


TABLA DE CONTENIDO

Lista de colaboradores---xv

Prólogo de la profesora Nutayla Said Al Harthy---xix

Prólogo de Stephen Cohen---xxi

Prefacio---xxiii

Agradecimientos---xxv

Acerca del sitio web complementario---xxvii

1 La biocerámica en odontología---1

Vineeta Nikhil, Sachin Gupta, Shikha Jaiswal y Padmanabh Jha

- 1.1. Introducción---2
- 1.2. Historia y evolución de las biocerámicas---3
- 1.3. Clasificación de las biocerámicas---4
 - 1.3.1. De acuerdo con las diferentes generaciones---4
 - 1.3.2. De acuerdo con la interacción tisular---5
 - 1.3.3. De acuerdo con la estructura---5
 - 1.3.4. De acuerdo con la composición---6
 - 1.3.5. De acuerdo con su capacidad de reabsorción---6
 - 1.3.6. De acuerdo con su uso específico en endodoncia---7
- 1.4. Formas de las biocerámicas---7
 - 1.4.1. Alúmina---7
 - 1.4.2. Zirconia---7
 - 1.4.3. Hidroxiapatita (HA)---8
 - 1.4.4. Fosfato de calcio---8
 - 1.4.5. Agregado de trióxido mineral---8
 - 1.4.6. Biodentine---9
- 1.5. Propiedades fisicoquímicas de las biocerámicas---9
 - 1.5.1. Cemento Portland---9
 - 1.5.2. ProRoot MTA---10
 - 1.5.3. MTA Angelus---12
 - 1.5.4. Biodentine---12
 - 1.5.5. BioAggregate---14

1.5.6.	Ceramicrete---14
1.5.7.	Mezcla de cemento enriquecido con calcio---15
1.5.7.1.	Propiedades físicas---15
1.5.7.2.	Actividad antibacteriana---16
1.5.7.3.	Capacidad de sellado---16
1.5.8.	Material de reparación radicular EndoSequence---16
1.5.8.1.	Tiempo de fraguado y de trabajo---16
1.5.8.2.	Valor del pH---16
1.5.8.3.	Microdureza---17
1.5.8.4.	Bioactividad---17
1.5.8.5.	Capacidad de sellado---17
1.5.8.6.	Actividad antibacteriana---17
1.5.9.	iROOT---17
1.5.9.1.	Propiedades físicas---18
1.5.10.	Endo-CPM---18
1.5.10.1.	Propiedades físicas---18
1.6.	Propiedades fisicoquímicas de algunas biocerámicas bioinertes---20
1.6.1.	Alúmina (alúmina densa de alta pureza/ Al_2O_3)---20
1.6.2.	Zirconia---20
1.7.	Propiedades biológicas de las biocerámicas---21
1.7.1.	Investigación citológica de la biocompatibilidad---21
1.7.2.	Implantación subcutánea e intraósea---23
1.7.3.	Reacciones del tejido perirradicular---23
1.7.4.	Reacciones pulpares---24
1.7.5.	Propiedades antibacterianas---26
1.8.	Aplicación de la biocerámica en odontología---26
1.9.	Ventajas de las biocerámicas---28
1.9.1.	Terapia endodóntica regenerativa---29
1.9.2.	Ventajas de las BC cuando se utilizan como material de sellado/ obturación---29
1.10.	Limitaciones---30
1.11.	Tendencias futuras---30
1.12.	Conclusión---32
	Referencias bibliográficas---32

2 Biocerámicas dentales a base de silicato de calcio: historia, estado y futuro---43

Abubaker Qutieshat, Shabab Javanmardi y Gurdeep Singh

2.1.	Introducción---44
2.2.	Biocerámicas: el qué y el porqué---45
2.3.	Materiales de reparación endodóntica con propiedades ideales---45
2.4.	Materiales a base de silicato de calcio: antecedentes históricos---45
2.5.	Propiedades químicas---48

2.5.1.	Contaminación por metales pesados---	52
2.5.2.	Reacción durante el fraguado---	53
2.6.	Silicatos de calcio sintéticos---	55
2.6.1.	Biodentine---	55
2.6.2.	BioAggregate---	55
2.6.3.	EndoSequence---	56
2.6.4.	iRoot BP Plus---	56
2.6.5.	NeoMTA Plus---	57
2.6.6.	BioRoot RCS---	57
2.7.	Reporte técnico---	57
2.7.1.	Métodos---	57
2.7.1.1.	Espectroscopia de emisión en fuentes de llama---	58
2.7.1.2.	Difracción de rayos X---	59
2.7.2.	Resultados---	60
2.8.	Recomendaciones para la implementación---	61
2.9.	Conclusión---	64
	Referencias bibliográficas---	64

3 Las biocerámicas en la endodoncia clínica---

Ayfer Atav, Burçin Arıcan y Keziban Olcay

3.1.	Introducción---	72
3.2.	Clasificación de los cementos hidráulicos en endodoncia---	73
3.2.1.	Cementos hidráulicos tipo 1---	73
3.2.1.1.	ProRoot MTA---	73
3.2.2.	Cementos hidráulicos tipo 2---	75
3.2.2.1.	MTA Angelus---	76
3.2.2.2.	MTA Bio---	77
3.2.2.3.	MM-MTA---	77
3.2.3.	Cementos hidráulicos tipo 3---	78
3.2.3.1.	EndoSeal MTA---	78
3.2.3.2.	MTA Fillapex---	78
3.2.3.3.	TheraCal LC---	79
3.2.3.4.	TheraCal PT---	80
3.2.4.	Cementos hidráulicos de tipo 4---	80
3.2.4.1.	BioAggregate---	81
3.2.4.2.	Biodentine TM ---	82
3.2.4.3.	BioRoot RCS---	83
3.2.4.4.	MTA BIORP---	84
3.2.4.5.	Bio-C Pulpo---	84
3.2.4.6.	MTA Repair HP---	85
3.2.5.	Cementos hidráulicos tipo 5---	85
3.2.5.1.	iRoot SP, EndoSequence [®] BC, TotalFill [®] , 85	
3.2.5.2.	EndoSequence [®] BC Sealer HiFlow y TotalFill [®] BC Sealer HiFlow TM ---	88

3.2.5.3.	TotalFill® BC RRM Root Repair Material (RRM) Paste, iRoot BP, EndoSequence® BC Root Repair Material (ERRM) o Bioceramic Root Repair Material (BC RRM) (Brasseler EE. UU., Savannah, GA, EE. UU.) ---88
3.2.5.4.	TotalFill® BC RRM™ Putty, iRoot BP Plus, EndoSequence® BC RRM Putty---88
3.2.5.5.	TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty, iRoot FS, EndoSequence® BC RRM Fast Set Putty---88
3.2.5.6.	Well-Root™ ST---89
3.2.5.7.	CeraSeal---90
3.2.5.8.	MTA BioSeal---90
3.2.5.9.	Bio-C Repair---91
3.2.5.10.	Bio-C Sealer---91
3.2.5.11.	Bio-C Temp---91
3.2.5.12.	Bio-C Pulpecto---92
3.2.5.13.	Bio-C Sealer ION+---92
3.2.5.14.	AH Plus Bioceramic Sealer---93
3.3.	Conclusión---93
	Referencias bibliográficas---93

4 Biocerámicas: material de obturación del ápice radicular---105

*Sanjay Miglani, Swadheena Patro, Ankita Mohanty
y Antarikshya Das*

4.1.	Introducción---106
4.2.	Endodoncia microquirúrgica---106
4.3.	Historia---107
4.4.	Propiedades del material de obturación del ápice radicular---108
4.5.	Materiales biocerámicos---108
4.5.1.	Agregado de trióxido mineral---110
4.5.2.	BioAggregate---111
4.5.3.	Biodentine---112
4.5.4.	iRoot BP Plus Bioceramic Putty---112
4.5.5.	Capasio---112
4.5.6.	Material enriquecido con calcio---113
4.5.7.	EndoSequence---114
4.5.8.	EndoBinder---115
4.5.9.	Generex A---116
4.5.10.	Quick-Set---117
4.5.11.	Ceramicrete-D---118
4.5.12.	Biovidrio---119
4.6.	Conclusión---121
	Referencias bibliográficas---121

5 Las biocerámicas como tapón apical---129

Riccardo Tonini y Marilu' Garo

- 5.1. Tapón apical---129
- 5.2. Resultados del tapón apical del MTA---131
- 5.3. Otros materiales para lograr el tapón apical---132
- 5.4. Técnica del tapón apical---133
 - 5.4.1. En la primera sesión---133
 - 5.4.2. En la segunda sesión---133
 - 5.4.3. Barreras extraapicales reabsorbibles---135
 - 5.4.4. Procedimiento de la técnica del sondaje apical---137
- 5.5. Casos clínicos complejos---141
- Referencias bibliográficas---147

6 La regeneración en endodoncia: casos clínicos---153

Abhishek Parolia, Maya Feghali y Catherine Ricci

- 6.1. Introducción---153
- 6.2. Factores que afectan al resultado clínico de la REP---155
 - 6.2.1. Etiología---155
 - 6.2.2. Tipo de diente---155
 - 6.2.3. Inducción del sangrado y de formación del coágulo sanguíneo---156
 - 6.2.4. Desinfección del sistema de conductos radiculares---156
 - 6.2.5. Barrera coronal---157
- 6.3. Materiales utilizados para el REP---157
- 6.4. Puntos clave a recordar durante la realización del REP---159
- Referencias bibliográficas---164

7 Tratamiento de las caries profundas con biocerámica---169

Antonis Chaniotis y Viresh Chopra

- 7.1. Introducción---169
- 7.2. Datos del paciente---170
 - 7.2.1. Diente---170
- 7.3. Plan de tratamiento---170
- 7.4. Objetivos del aprendizaje---172
- Referencias bibliográficas---172

8 Tratamiento regenerativo de pulpa infectada de un diente permanente mediante el uso de biocerámica---173

Antonis Chaniotis y Viresh Chopra

- 8.1. Introducción---173
- 8.2. Datos del paciente---174

- 8.2.1. Diente---174
- 8.3. Plan de tratamiento---174
- 8.3.1. Primera consulta---175
- 8.3.2. Segunda consulta---176
- 8.3.3. Seguimiento---177
- 8.4. Objetivos de aprendizaje---177
- Referencias bibliográficas---177

9 Tratamiento endodóntico de una pulpa necrosada con ápice muy abierto---179

Antonis Chaniotis y Viresb Chopra

- 9.1. Introducción---179
- 9.2. Datos del paciente---180
- 9.2.1. Diente---180
- 9.3. Plan de tratamiento---180
- 9.4. Aspectos técnicos---181
- 9.4.1. Primera consulta---181
- 9.4.2. Segunda consulta---182
- 9.5. Objetivos de aprendizaje---183
- Referencias bibliográficas---184

10 Aplicación clínica de la biocerámica como material de recubrimiento pulpar directo---185

Antonis Chaniotis y Viresb Chopra

- 10.1. Introducción---185
- 10.2. Datos del paciente---186
- 10.2.1. Diente---186
- 10.3. Plan de tratamiento---186
- 10.4. Aspectos técnicos---188
- 10.5. Objetivos de aprendizaje---188
- Referencias bibliográficas---188

11 Obturaciones basadas en selladores que utilizan biocerámicas en tratamientos no quirúrgicos de los conductos radiculares---189

Garima Poddar, Ajay Bajaj y Viresb Chopra

- 11.1. Introducción---190
- 11.2. Caso 1---192
- 11.2.1. Datos del paciente---192
- 11.2.2. Detalles del diente---192
- 11.2.3. La evaluación radiográfica del diente número 35 reveló lo siguiente---193
- 11.2.4. Diagnóstico---193
- 11.3. Plan de tratamiento---193
- 11.4. Tratamiento realizado---194

11.4.1.	Protocolo de instrumentación---194
11.4.2.	Protocolo de irrigación---194
11.4.3.	Protocolo de obturación---195
11.4.4.	Restauración posendodóntica---196
11.4.5.	Justificación del protocolo de tratamiento y del material utilizado---196
11.5.	Objetivos de aprendizaje para los lectores---196
11.6.	Caso 2---196
11.6.1.	Datos del paciente---196
11.6.2.	Detalles del diente---197
11.6.2.1.	Hallazgos del examen clínico---197
11.6.2.2.	Evaluación radiológica preoperatoria---197
11.6.3.	Diagnóstico---198
11.7.	Plan de tratamiento---200
11.8.	Tratamiento realizado---202
11.8.1.	Protocolo de instrumentación---202
11.8.2.	Protocolo de irrigación---203
11.8.3.	Protocolo de obturación---204
11.8.4.	Fase posendodóntica---205
11.8.5.	Justificación del protocolo de tratamiento y del material utilizado---206
11.9.	Objetivos del aprendizaje para los lectores---206
11.10.	Caso 3---206
11.10.1.	Datos del paciente---206
11.10.2.	Detalles del diente---206
11.10.3.	Evaluación radiológica preoperatoria---207
11.10.4.	Diagnóstico---207
11.11.	Plan de tratamiento---207
11.12.	Tratamiento realizado---207
11.12.1.	Protocolo de instrumentación---207
11.12.2.	Protocolo de irrigación---208
11.12.3.	Protocolo de obturación---209
11.12.4.	Fase de restauración posendodóntica---211
11.12.5.	Justificación del protocolo de tratamiento y del material utilizado---211
11.13.	Objetivos de aprendizaje para los lectores---211
11.14.	Discusión---211
	Referencias bibliográficas---212

12 Obturación BioConeless---215

Francesca Cerutti y Calogero Bugea

12.1.	Introducción---215
12.2.	¿Por qué BioConeless?---217
12.2.1.	BioConeless: indicaciones---221

- 12.2.2. BioConeless: ¿cómo debe ser realizado?---224
- 12.2.3. Dudas sobre la obturación total del conducto radicular con las técnicas Coneless y BioConeless---231
- 12.2.4. Preocupaciones sobre la consistencia de la obturación---234
- 12.2.4.1. Tiempo necesario para completar la obturación---234
- 12.3. Observaciones finales---234
- 12.4. Objetivos del aprendizaje---235
- Referencias bibliográficas---235

13 Tratamiento endodóntico primario con ProTaper Ultimate y AH Plus Bioceramic Sealer---239

Viresb Chopra y Harneet Chopra

- 13.1. Introducción del caso---239
- 13.1.1. Datos del paciente---239
- 13.1.2. Diente---240
- 13.2. Procedimiento de tratamiento para la primera cita---241
- 13.3. Procedimiento de tratamiento para la segunda cita---242
- 13.3.1. Protocolo de irrigación---244
- 13.4. Aspectos técnicos---244
- 13.4.1. Seguimiento---244
- 13.5. Objetivos del aprendizaje---244

14 Manejo de un tratamiento de conducto radicular no exitoso en un diente anterior con cemento de silicato de calcio---247

Viresb Chopra y Ajinkya Pawar

- 14.1. Introducción del caso---247
- 14.1.1. Datos del paciente---248
- 14.1.2. Diagnóstico (pulpar y periapical)---249
- 14.1.2.1. Lineamiento a seguir---249
- 14.2. Plan de tratamiento---249
- 14.2.1. Procedimiento para la realización del tratamiento en la primera cita---249
- 14.2.2. Procedimiento para la realización del tratamiento en la segunda cita---250
- 14.2.3. Protocolo de irrigación---252
- 14.2.3.1. Materiales utilizados para la obturación---252
- 14.3. Aspectos técnicos---252
- 14.3.1. Seguimiento---253
- 14.4. Objetivos del aprendizaje---253

15 Apexificación de un incisivo central traumático con la técnica del tapón apical utilizando cemento de silicato de calcio---255

Viresb Chopra, Harneet Chopra y Aylin Baysan

- 15.1. Introducción del caso---256

15.1.1.	Datos del paciente---256
15.1.2.	Información del diente---256
15.1.2.1.	Identificación---256
15.1.2.2.	Historia dental---256
15.1.2.3.	Hallazgos del examen clínico---256
15.1.2.4.	Diagnóstico (pulpar y periapical)---256
15.1.2.5.	Lineamiento para el tratamiento---256
15.2.	Plan de tratamiento---256
15.2.1.	Procedimientos a realizar en la primera cita---257
15.2.2.	Procedimientos a realizar en la segunda cita---258
15.2.3.	Procedimientos a realizar en la tercera cita---258
15.2.3.1.	Protocolo de irrigación---259
15.3.	Aspectos técnicos---259
15.3.1.	Seguimiento---261
15.4.	Objetivos del aprendizaje---261
15.5.	Conclusión---261

16 Obturaciones Coneless (sin cono): las biocerámicas como materiales de obturación---263

Viresh Chopra y Maryam Hasnain

16.1.	Introducción---264
16.2.	Introducción del caso---264
16.2.1.	Datos del paciente---264
16.2.2.	Información de los dientes---265
16.2.2.1.	Identificación---265
16.2.2.2.	Historia dental---265
16.2.2.3.	Diagnóstico (pulpar y periapical)---266
16.2.2.4.	Consejos---266
16.3.	Plan de tratamiento---266
16.3.1.	Procedimientos a realizar en la primera cita---266
16.3.2.	Procedimientos a realizar en la segunda consulta---268
16.3.2.1.	Protocolo de irrigación---269
16.4.	Aspectos técnicos---269
16.5.	Objetivos del aprendizaje---270
16.6.	Conclusión---271
	Referencias bibliográficas---271

17 Tratamiento selectivo de un caso con morfología interna complicada---273

Gergely Benyócs y Viresh Chopra

17.1.	Introducción del caso---273
17.1.1.	Datos del paciente---274
17.1.2.	Información del diente---274
17.1.2.1.	Identificación---274

- 17.1.2.2. Historia dental---274
- 17.1.2.3. Investigaciones---274
- 17.1.2.4. Diagnóstico (pulpar y periapical)---276
- 17.1.2.5. Lineamiento para el tratamiento---276
- 17.2. Plan de tratamiento---276
- 17.2.1. Procedimientos a realizar en la primera cita---276
- 17.2.2. Procedimiento de tratamiento para la segunda cita---277
- 17.2.2.1. Protocolo de irrigación---277
- 17.3. Aspectos técnicos---279
- 17.4. Objetivos del aprendizaje---279
- 17.5. Conclusión---280

18 Retratamiento de un molar superior con morfología interna compleja---281

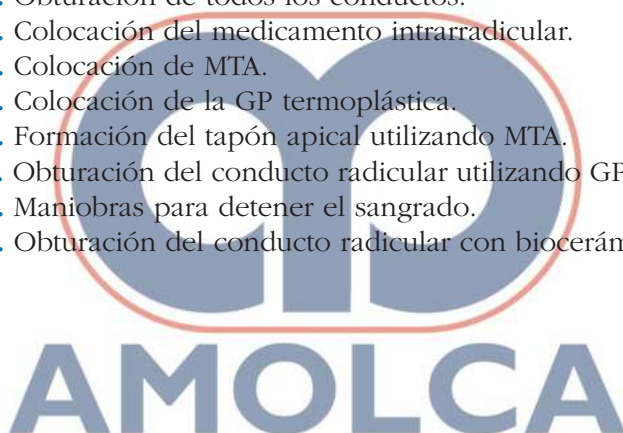
Gergely Benyócs y Viresh Chopra

- 18.1. Introducción del caso---282
- 18.2. Datos del paciente---282
- 18.2.1. Información sobre el diente---282
- 18.2.1.1. Identificación---282
- 18.2.1.2. Historia dental---282
- 18.2.1.3. Investigaciones---282
- 18.2.1.4. Diagnóstico (pulpar y periapical)---282
- 18.2.1.5. Lineamiento para el tratamiento---282
- 18.3. Plan de tratamiento---282
- 18.3.1. Procedimiento a realizar en la primera cita---283
- 18.3.2. Procedimiento a realizar en la segunda cita---284
- 18.3.2.1. Protocolo de irrigación---285
- 18.4. Aspectos técnicos---287
- 18.5. Objetivos del aprendizaje---288
- 18.6. Conclusión---288

Índice alfabético---289

Índice de videos

- VIDEO 13.1.** Ampliación de la entrada de los conductos.
- VIDEO 13.2.** Limpieza e instrumentación.
- VIDEO 13.3.** Aplicación del sellador y realización de la obturación.
- VIDEO 13.4.** Obturación de todos los conductos.
- VIDEO 14.1.** Colocación del medicamento intrarradicular.
- VIDEO 14.2.** Colocación de MTA.
- VIDEO 14.3.** Colocación de la GP termoplástica.
- VIDEO 15.1.** Formación del tapón apical utilizando MTA.
- VIDEO 15.2.** Obturación del conducto radicular utilizando GP termoplástica.
- VIDEO 16.1.** Maniobras para detener el sangrado.
- VIDEO 16.2.** Obturación del conducto radicular con biocerámicas.



AMOLCA

Lista de colaboradores

Antonis Chaniotis

Práctica privada de endodoncia
NKUA (Universidad Nacional
Capodistriaca de Atenas)
Zografou, Grecia

Burçin Arıcan

Facultad de Odontología
Departamento de Endodoncia
Universidad de Bahçeşehir
Estambul, Turquía

Ayfer Atav

Facultad de Odontología
Departamento de Endodoncia
Universidad de Istinye
Estambul, Turquía

Ajay Bajaj

Diplomado en endodoncia
Universidad Jaume I (UJI)
Castellón, España
Consulta privada en Mumbai
Maharashtra, India

Aylin Baysan

Escuela de Medicina y
Odontología
Bart de Londres
Universidad Queen Mary
Londres, Reino Unido

Gergely Benyőcs

Práctica privada
Consultorio dental Precedent
Budapest, Hungría

Calogero Bugea

Práctica privada
Gallipoli, Italia

Francesca Cerutti

Práctica privada
Lovere, Italia

Harneet Chopra

Odontología restauradora para
adultos
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán

Viresh Chopra

Odontología restauradora para
adultos
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán
Endodontología
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán
Facultad de Medicina y Odontología
Bart de Londres
Universidad Queen Mary
Londres, Reino Unido

Antarikshya Das

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Instituto Kalinga de Ciencias
Odontológicas
Universidad de Kiiit (universidad
privada reconocida)
Odisha, India

Maya Feghali

Práctica privada
París, Francia

Marilu' Garo

Investigadora matemática
Vibo Valentia, Italia

Sachin Gupta

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Facultad de Odontología de Subharti
Meerut, UP, India

Maryam Hasnain

Práctica privada
Birmingham, Reino Unido

Shikha Jaiswal

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Facultad de Odontología de Subharti
Meerut, UP, India

Shahab Javanmardi

Odontología restauradora para
adultos
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán

Padmanabh Jha

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Facultad de Odontología de Subharti
Meerut, UP, India

Sanjay Miglani

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Facultad de Odontología Jamia Millia
Islamia (A Central University)
Nueva Delhi, India

Ankita Mobanty

Odontología conservadora y
endodoncia
Anew Cosmetics Centre, Bangalore
Karnataka, India

Vineeta Nikhil

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Facultad de Odontología de Subharti
Meerut, UP, India

Keziban Olcay

Facultad de Odontología
Departamento de Endodoncia
Universidad de Estambul-Cerrahpaşa
Estambul, Turquía

Abhishek Parolia

Departamento de Endodoncia
Facultad de Odontología y de Clínica
Odontológica de la Universidad
de Iowa
Ciudad de Iowa, IA, EE. UU.
Facultad de Odontología de la
Universidad Médica Internacional
Kuala Lumpur, Malasia

Swadheena Patro

Departamento de Odontología
Conservadora y Endodoncia
Instituto Kalinga de Ciencias
Odontológicas
Universidad Kiiit (Universidad privada
acreditada)
Odisha, India

Ajinkya Pawar

Odontología conservadora
y endodóntica
Facultad de Odontología del Hospital
de Nair Mumbai, India

Garima Poddar

Diplomada en Endodoncia
Universidad Jaume I (UJI)
Castellón, España
Departamento de Odontología
Shanti Memorial Hospital Pvt. Ltd.
Cuttack, Odisha, India

Abubaker Qutieshat

Odontología restauradora para
adultos
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán

Catherine Ricci

Universidad de Niza-Sophia Antipolis
Niza, Francia

Gurdeep Singh

Odontología restauradora para
adultos
Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Omán

Riccardo Tonini

Departamento de Especialidades
Médicas y Quirúrgicas
Ciencias Radiológicas y Salud Pública
Facultad de Odontología de la
Universidad de Brescia
Brescia, Italia



Prólogo del profesor Nutayla Said Al Harthy

En la actualidad, los clínicos se enfrentan al reto de la rápida evolución de la información relacionada con las técnicas y los materiales clínicos, lo que dificulta el proceso de evaluación crítica de la bibliografía odontológica disponible para una atención centrada en el paciente y basada en la evidencia. El Dr. Viresh Chopra ha vuelto a reunir un libro de referencia, ayudando cada vez más a los clínicos interesados en la práctica de la endodoncia contemporánea en la toma de decisiones informadas en el uso de *biocerámicos en la endodoncia clínica*.

Ciencia y aplicaciones de biocerámicos en endodoncia proporciona al lector no solo la información necesaria para tener una sólida comprensión del tema dentro de la práctica actual de la endodoncia clínica. Este libro también incluye abundantes ilustraciones y numerosos casos clínicos junto con clips de video de fácil acceso, otorgando un enfoque totalmente clínico

El Dr. Viresh Chopra y sus colaboradores deben ser elogiados por su dedicación en la recopilación de este texto de referencia en endodoncia, cubriendo los antecedentes y principios básicos en el uso de la biocerámica en la endodoncia contemporánea en un formato clínicamente comprensible y atractivo.

*Profesor Nutayla Said Al Harthy, BDS, PhD, MFDS RCPS (Glas),
FDS RCPS (Glasg), FCGDent (UK)
Decano de la Facultad de Odontología de Omán
Mascate, Sultanato de Omán*

Prólogo de Stephen Cohen

Como profesor de endodoncia, he sido testigo de los rápidos avances que se han producido en el campo de la endodoncia a lo largo de los años. Una de las contribuciones más significativas en este campo ha sido la aparición de las biocerámicas. Las biocerámicas han revolucionado la forma en que abordamos los procedimientos endodónticos, proporcionándonos un medio más eficiente y eficaz de tratar a nuestros pacientes.

Este libro sobre las biocerámicas como parte de la endodoncia clínica es una guía completa que cubre todos los aspectos de este apasionante campo. A partir de la historia y el desarrollo de las biocerámicas hasta alcanzar aplicaciones clínicas actuales, el texto ofrece una visión detallada de este campo.

El autor ha reunido de forma experta una colección de capítulos que cubren los distintos tipos de biocerámicas, sus propiedades y sus aplicaciones clínicas. Además, el libro incluye estudios de casos que demuestran el uso satisfactorio de las biocerámicas en diversos procedimientos odontológicos.

Como profesor de endodoncia, recomiendo encarecidamente esta obra a cualquier persona interesada en aprender más sobre las biocerámicas. Este libro es un recurso inestimable que proporciona una comprensión profunda de este fascinante campo, y estoy seguro que será una excelente referencia durante muchos años.

*Stephen Cohen, MA, DDS, FICD, FACD
Diplomado, Junta Americana de Endodoncia
San Francisco, CA
EE. UU.*

Prefacio

La primera edición de este libro de texto incluye las últimas actualizaciones y desarrollos recientes en biocerámicas para el uso clínico en endodoncia. La obra proporciona una excelente actualización sobre la ciencia de los materiales, características y aplicaciones clínicas endodónticas de las biocerámicas para estudiantes de posgrado y residencias. Este libro presenta una serie de capítulos centrados en el origen de las biocerámicas dentales, sus propiedades físicas y mecánicas, aplicaciones clínicas, actualizaciones recientes, direcciones futuras e ideas para futuras investigaciones sobre biocerámicas. Además, se exponen casos clínicos de endodoncia, que servirán de guía para utilizar las biocerámicas para los diversos escenarios clínicos que un odontólogo encuentra en su práctica endodóntica diaria.

Este libro ha sido diseñado para un amplio abanico de la comunidad odontológica, desde estudiantes universitarios, posgraduados, endodoncistas, así como odontólogos que sientan un amor especial por la endodoncia. Esta es la razón por la que, junto con los capítulos didácticos sobre historia y propiedades de los materiales, se ha añadido una sección sobre casos clínicos. Además, esta obra cuenta con una página web complementaria en la que los lectores podrán disfrutar de videos en los que se demuestra el uso de la biocerámica en la experiencia de diversos casos clínicos. Esto dará a los lectores la oportunidad de aplicar estos materiales según el protocolo en su propia práctica utilizando estos capítulos como guía.

Este libro no habría sido posible sin las aportaciones de todos los autores y de una serie de personas que han trabajado arduamente en la preparación del texto. Como editor, me gustaría agradecer al Sr. Atul Ignatius David por haberme acompañado durante todo el curso. También me gustaría dar las gracias a la Sra. Rituparna Bose y a Susan Engelken por su continuo seguimiento. Muchas gracias a todo el equipo de WILEY por su apoyo para sacar adelante esta versión de la obra.

Este libro debería ser de interés para investigadores, estudiantes universitarios, posgraduados y odontólogos privados. Debería servir como referencia útil para científicos de materiales y odontólogos interesados en la biocerámica

y en el rendimiento del material de ingeniería dental. Esperamos que el amplio espectro de esta obra facilite el intercambio de información entre una amplia gama de profesionales de la odontología y sirva también como referencia para nuevas ideas de investigación sobre biocerámica.

*V. Chopra
Oman Dental College
Muscat, Sultanato de Omán
Escuela de Medicina y Odontología Bart de Londres
Universidad Queen Mary
Londres, Reino Unido*



Agradecimientos

“El verdadero sueño no es lo que vemos mientras dormimos sino aquello que no nos deja dormir”

Gracias es una palabra pequeña que nunca transmitiría completamente el sentimiento de gratitud y consideración que siento por cada una de las siguientes personas que han hecho posible que *Ciencia y aplicaciones de bio-cerámicos en endodoncia*, primera edición, sea una realidad.

Todos empezamos y permanecemos en estado de reposo, o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que las fuerzas/personas que nos rodean nos motiven, inspiren u obliguen a activarnos. Editar este libro me ha abierto los ojos y me ha hecho aprender mucho y apreciar la presencia del apoyo de todos los que me rodean.

En primer lugar, mi sincero agradecimiento al profesor Dayananda Y.D. Samarawickrama por creer en mí y motivarme para hacer realidad este sueño. También quiero dar las gracias a mi decano, el Dr. (Prof.) Nutayla Al Harthy, y al Dr. (Prof.) Mohammed Ismaily por confiar en mí y apoyarme en este proyecto.

“No se trata del destino, sino del viaje. Disfruta del proceso y la meta será fácil”. Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Aylin Baysan por hacerme comprender esto y por enviarme siempre la energía y la fuerza positivas necesarias que me hacen seguir adelante en todo momento.

Me gustaría aprovechar esta oportunidad para dar las gracias a cada uno de mis profesores que me han ayudado en mi crecimiento como endodoncista. Junto mis manos y hago una reverencia a mis *gurús*, el Dr. Himanshu Aeran, el Dr. Pravin Kumar, la Dra. Vineeta Nikhil, el Dr. Himanshu Sharma, el Dr. S. Datta Prasad y la Dra. Shibani Grover.

Me gustaría dar las gracias especialmente a algunas personas que han desempeñado un papel importante en mi crecimiento como académico y como clínico: el Dr. Anil Kohli por bendecirme siempre con sus consejos; el Dr. Sanjay Miglani por ser mi mentor y una fuente constante de inspiración y apoyo

en cada etapa; el Dr. K.S. Banga por motivarme siempre a mejorar; el Dr. V. Gopikrishna por inspirarme siempre con su sabiduría y darme un mensaje para llevar a casa en cada interacción; el Dr. Vivek Hegde por empujarme siempre a dar lo mejor a mis pacientes.

La verdadera fuerza de este libro son las contribuciones clínicas de eminentes investigadores y clínicos de todo el mundo. Doy las gracias a todos ellos por aceptar mi invitación a contribuir y por su amabilidad y generosidad al compartir sus conocimientos y experiencia.

Doy las gracias a todas las empresas dentales líderes que confiaron en mí para este proyecto y me apoyaron para llevarlo a cabo. Gracias a Dentsply Sirona, Produits Dentaires, CerKamed, Zirc, FKG Dentaire, Coltène/Whaledent, Eighteeth, Woodpecker, Perfectendo y bioMTA por su continuo apoyo.

Me gustaría dar las gracias al maravilloso equipo de *WILEY BLACKWELL* por su genuina pasión y profesionalidad a la hora de mostrar la luz final a este sueño. Gracias, Susan Engelken, Rituparna Bose y Atul David, por todo el peleó y el apoyo continuo.

Un agradecimiento especial a Sumit Dubey, Ashwani Mishra y Pankaj Vats por ser mis amigos y por sus oportunos consejos.

Mi más sincero agradecimiento a cada una de las siguientes personas en mi lugar de trabajo por ayudarme de diversas formas durante la génesis de esta edición.

Por último, debo mi excepcional gratitud a mis padres por sus bendiciones, a mi hermano, el Dr. Vishal Chopra, a mi hermana, la Dra. Vandana Chopra, por sus acertados consejos, a mi esposa, la Dra. Harneet Chopra, y a mis hijos Aliyah y Kabir por su inquebrantable apoyo.

The logo for AMOLCA features a large, stylized blue 'A' with a red circular outline. Below the 'A', the word 'AMOLCA' is written in a bold, blue, sans-serif font.

4

Biocerámicas: material de obturación del ápice radicular

Sanjay Miglani¹, Swadheena Patro², Ankita Mohanty³
y Antarikshya Das⁴

¹Departamento de Odontología Conservadora y Endodoncia,
Facultad de Odontología, Jamia Millia Islamia
(A Central University), Nueva Delhi, India

²Departamento de Odontología Conservadora y Endodoncia,
Instituto Kalinga de Ciencias Odontológicas,
Universidad Kiit (de educación de alta calidad), Odisha, India

³Odontología conservadora y endodoncia Anew Cosmetics Centre,
Bangalore, Karnataka, India

⁴Departamento de Odontología Conservadora y Endodoncia,
Kalinga Institute of Dental Sciences, Kiit University
(de educación de alta calidad), Odisha, India

TABLA DE CONTENIDO

- 4.1. Introducción, 106
- 4.2. Endodoncia microquirúrgica, 106
- 4.3. Historia, 107
- 4.4. Propiedades del material de obturación del ápice radicular, 108
- 4.5. Materiales biocerámicos, 108
 - 4.5.1. Agregado de trióxido mineral, 110
 - 4.5.2. BioAggregate, 111
 - 4.5.3. Biodentine, 112
 - 4.5.4. iRoot BP Plus Bioceramic Putty, 112
 - 4.5.5. Capasio, 112
 - 4.5.6. Material enriquecido con calcio, 113
 - 4.5.7. EndoSequence, 114
 - 4.5.8. EndoBinder, 115
 - 4.5.9. Generex A, 116
 - 4.5.10. Quick-Set, 117
 - 4.5.11. Ceramicrete-D, 118
 - 4.5.12. Biovidrio, 119
- 4.6. Conclusión, 121
- Referencias bibliográficas, 121

4.1. Introducción

El objetivo principal de un tratamiento endodóntico sigue siendo la desinfección quimiomecánica del sistema de conductos radiculares, lo que conduce a la eliminación del tejido necrótico y a una disminución de la carga bacteriana.¹ Aunque el protocolo de tratamiento convencional debe ser el primero en ser tomado en cuenta, ya que es considerado como el más conservador, en ocasiones el abordaje quirúrgico resulta inevitable.² La cirugía endodóntica suele conllevar a la resección de la porción apical de la raíz, seguida de la preparación del conducto del ápice radicular y la obturación. El objetivo de la obturación retrógrada es crear un sellado apical alrededor del conducto, impidiendo que los microbios y las toxinas asociadas se desplacen a los tejidos perirradiculares.³ Por lo tanto, resulta seguro afirmar que el objetivo para la realización de una cirugía endodóntica es sellar herméticamente el sistema de conductos radiculares y facilitar la regeneración erradicando la contaminación bacteriana.⁴

Los materiales endodónticos de uso clínico deben, por lo general, cumplir con ciertos requisitos. Tienen que ser biocompatibles, bioactivos, poseer actividad antimicrobiana, ser visibles en las radiografías, no manchar las estructuras dentales, ser dimensionalmente estables, fáciles de reemplazar y, a la vez, proporcionar la mejor calidad de sellado con respecto a los tejidos duros, y tener una resistencia mecánica óptima.⁵⁻¹¹ Es evidente que ningún material utilizado en odontología clínica, incluida la endodoncia, cumple todos los criterios antes mencionados.

A mediados de la década de 1990, el agregado de trióxido mineral (MTA, siglas en inglés de *Mineral Trioxide Aggregate*) fue el material biocerámico introductorio que, tras el uso clínico en la obturación del ápice radicular, contribuyó al desarrollo de otros numerosos materiales híbridos o biocerámicos. Básicamente, todos los materiales biocerámicos son biocompatibles, aunque difieren en ciertas propiedades mecánicas como el tiempo de fraguado, la resistencia a la compresión, etc. Además de utilizarse como obturaciones retrógradas, estos materiales se emplean para el recubrimiento pulpar, la reparación de perforaciones, el tratamiento de dientes con ápices abiertos y la corrección de defectos causados por la reabsorción. También se emplean como obturaciones radiculares ortógradas (apicales). A excepción del MTA, no hay mucha literatura disponible sobre los materiales biocerámicos, aunque se está expandiendo rápidamente.

Este capítulo hace hincapié en las propiedades, el rendimiento, la aplicación y los inconvenientes de diferentes biocerámicas en endodoncia cuando son utilizados en cirugía perirradicular como materiales de obturación del ápice radicular.¹²

4.2. Endodoncia microquirúrgica

Como se ha dicho, *la cirugía endodóntica es definida como un procedimiento quirúrgico en estructuras excepcionalmente pequeñas y complejas a través del uso de un microscopio quirúrgico*. Las técnicas modernas emplean dispositivos ultrasónicos que cortan con un bisel casi inapreciable o sin bisel, produciendo resultados clínicos significativamente mejores en contraste con las fresas redondas de carburo que dan un bisel de 45° cuando son utilizados

para la resección del ápice radicular. El objetivo de un bisel pronunciado es facilitar una mayor visibilidad del ápice radicular durante el procedimiento; sin embargo, esto a menudo provoca mayor daño llevando a una gran osteotomía.

En las técnicas actuales, además de utilizar dispositivos ultrasónicos, los microscopios ayudan a realizar la cirugía con precisión, proporcionando así un resultado quirúrgico más predecible.¹³

4.3. Historia

Según Saxena et al., casi todos los materiales de restauración dental han sido recomendados para ser utilizados durante una obturación del ápice radicular;¹⁴ entre ellos se encuentran la amalgama, el cemento de ionómero de vidrio, la lámina de oro, el ácido superetoxibenzoico (SuperEBA), la gutapercha y el material intermedio de restauración (IRM, siglas en inglés de *Intermediate Restorative Material*).

Farrar (1884), seguido de Rhein (1897), colocaron amalgama como material de obturación del ápice radicular.¹⁵ Abundantes investigaciones apoyaron el uso de la amalgama para obturaciones retrógradas debido a sus altas tasas de éxito. Sin embargo, tenía entre sus desventajas la corrosión, las filtraciones, la sensibilidad a la humedad, la contaminación por estaño y mercurio, la preparación de cavidades retrógradas con socavado previo, etc.; por lo tanto, la amalgama ya no es considerada como material de elección.¹⁶⁻¹⁸

Schuster en 1913 introdujo la lámina de oro para la obturación del ápice radicular; sin embargo, como resultado de las complejidades en su colocación, el acabado y el elevado costo, no pudo ser utilizado de forma rutinaria.¹⁵

En la literatura, se ha discutido muy poco sobre el empleo de GP (gutapercha) como material de obturación del ápice radicular, ya que causa microfiltración debido a la naturaleza porosa del material. Sin embargo, Amagasa et al. en 1989 reportaron una buena tasa de éxito con el uso de gutapercha para la obturación del ápice radicular.¹⁹

El óxido de zinc eugenol (ZOE), un cemento por lo demás débil debido a sus pobres propiedades mecánicas y a su alta solubilidad, fue modificado hasta lograr el IRM y el SuperEBA para mejorar sus propiedades mecánicas. Por su buena capacidad de sellado, Hendra propuso en 1970 el SuperEBA como material de obturación del ápice radicular.²⁰ En una línea similar, un estudio realizado por Bondra et al. en 1989 concluyó que el IRM podía utilizarse como obturación retrógrada porque presentaba una filtración notablemente menor en comparación con la amalgama.

Sin embargo, la irritación de los tejidos, las propiedades de difícil manipulación, la sensibilidad a la humedad y la solubilidad son características que no podían ser pasadas por alto.²¹

La resina compuesta desarrollada por Bowen, la cual era declarada como hidrófoba por naturaleza, limitaba su adhesión a la dentina (un sustrato húmedo); por lo tanto, la presencia un campo seco y agentes adhesivos dentinarios son indispensables para que una resina compuesta pueda adherirse. Se requiere el control de la humedad de la zona objetivo para permitir un sellado predecible y, dado que la humedad es, muy a menudo, evidente durante la

colocación de una obturación radicular, el uso de resina compuesta en cirugía periapical para la obturación del ápice radicular estaría limitado.¹³

Uno de los principales avances en odontología restauradora fue la aparición de las biocerámicas como nuevo grupo de materiales restauradores a principios de la década de 1990. Koch y Brave definieron la biocerámica como “productos o componentes cerámicos empleados en aplicaciones médicas y dentales, principalmente como implantes y reemplazos que poseen propiedades osteoinductivas”.²²

Numerosos autores han publicado estudios en los que se comparan las características del MTA como material retrógrado con respecto a otros materiales desde 1993. En un estudio se evaluó el tiempo necesario para que el *Staphylococcus epidermidis* se infiltrara en una capa de 3 mm de material retrógrado de amalgama, SuperEBA, IRM o MTA. En su mayoría, todas las muestras que contenían amalgama, SuperEBA o IRM mostraron filtraciones entre 6 y 57 días, mientras que la mayoría de las muestras que contenían MTA mostraron filtraciones insignificantes durante el periodo de estudio de 90 días.²³

Muchos de estos estudios respaldaron al MTA como material de obturación del ápice radicular. Por lo tanto, el MTA junto con otros cementos biocerámicos serán analizados en detalle en este capítulo.

4.4. Propiedades del material de obturación del ápice radicular

El objetivo principal de la colocación del material de obturación radicular tras la resección radicular y la preparación del ápice radicular es asegurar herméticamente el sistema de conductos radiculares, lo que impedirá que los microorganismos o sus subproductos salgan o entren en el conducto, lo que podría provocar un fracaso quirúrgico.

Además de lo obvio, hay otras propiedades que los materiales de obturación del ápice radicular tienen que poseer para ser considerados material de elección, tal como citan Shin et al. en 2017:

- 1) Deben ser bacteriostático o bactericida.
- 2) Tienen que ser dimensionalmente estable.
- 3) Debe ser radiopaco.
- 4) No debe ser corrosivo.
- 5) Tiene que resistir la disolución.
- 6) Debe poseer propiedades dentinogénicas, osteogénicas, cementogénicas.
- 7) Debe adherirse a la estructura dentaria.
- 8) No debe manchar los dientes ni los tejidos.
- 9) Debe ser de fácil manipulación.²⁴

Así pues, las propiedades ideales deben ajustarse a criterios físicos, biológicos, económicos y prácticos.

4.5. Materiales biocerámicos

Más adelante en este capítulo, hablaremos de los diferentes materiales biocerámicos disponibles, su composición, propiedades, contribución para la cirugía

Tabla 4.1. A continuación se muestra una Tabla con la lista de los cementos biocerámicos más comúnmente disponibles para material de obturación del extremo radicular.

Producto/fabricante	Composición	Tiempo de fraguado
Grey ProRoot Mineral Trioxide Aggregate (G-MTA)	Polvo: silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, aluminato tricálcico, sulfato de calcio dihidratado o yeso, aluminoferrita de calcio	165 min
Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, EE. UU.	Líquido: agua	
White ProRoot Mineral Trioxide Aggregate (W-MTA)	Polvo: silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, aluminato tricálcico, sulfato de calcio dihidratado o yeso	170 min
Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, EE. UU.	Líquido: agua	
Calcium-enriched mixture (CEM) cement	Polvo: diferentes compuestos de calcio, incluidos compuestos de óxido, sulfato, fosfato, carbonato, silicato, hidróxido y cloruro	50 min
Bionique Dent, Teherán, Irán	Líquido: solución acuosa	
Biodentine	Polvo: silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio, óxido de zirconio, óxido de calcio, óxido de hierro	45 min
Septodont, Saint-Maur-des-fossés, Cedex, Francia	Líquido: cloruro de calcio, un polímero hidrosoluble (soluble en agua), agua	
BioAggregate	Polvo: silicato tricálcico, silicato dicálcico, pentóxido de tántalo, fosfato de calcio monobásico, óxido de silicio amorfo	1260 min
Innovative Bioceramix, Vancouver, Canadá	Líquido: agua desionizada	
EndoSequence Root Repair Material Putty and Paste (ERRM)	Silicatos de calcio, óxido de zirconio, óxido de tántalo, fosfato de calcio monobásico y agentes de relleno	4 h
Brasseler USA, Savannah, GA, EE. UU.		
iRoot B P Plus Root Repair Material (BP-RRM)	Silicatos de calcio, óxido de zirconio, óxido/pentóxido de tántalo, fosfato de calcio monobásico	2 h (según el fabricante)
Innovative Bioceramix, Vancouver, Canadá		

Fuente: Abusrewil et al.¹³/bajo autorización de Elsevier.

perirradicular como material de obturación del ápice radicular y su impacto en los tejidos adyacentes (**Tabla 4.1**).

4.5.1. Agregado de trióxido mineral

El Dr. Torabinejad desarrolló el MTA a partir del cemento Portland (polvo gris) el cual fue comercializado como ProRoot MTA, tras lo cual, para resolver los problemas estéticos, se introdujo el MTA blanco, una formulación con una coloración similar a la del diente. El MTA gris está compuesto silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido de silicato tricálcico, óxido mineral y óxido de bismuto (incorporado para tornarlo más radiopaco). El MTA blanco varía del MTA gris por la ausencia de hierro. El tiempo de fraguado inicial es de 4 horas; sin embargo, el fraguado permanente requiere al menos 48 horas.

Como se ha mencionado anteriormente, el MTA, en comparación con la amalgama, el SuperEBA y el IRM, es más resistente a la contaminación bacteriana y a la penetración de fluidos. Estudios recientes revelan que cuando el MTA entra en contacto con el fluido tisular, se forma una capa de hidroxiapatita (HA) en la superficie (también conocida como biomineralización) durante su periodo de fraguado, que es responsable de un sellado biológico entre el MTA y la interfaz dentinaria. Según estudios histológicos, se observó que el MTA producía signos casi insignificantes de inflamación cuando se probó como material de obturación del ápice radicular en un modelo animal. Según un estudio realizado en la Universidad de Pensilvania en un modelo canino, se observó un nuevo crecimiento similar al cemento y al hueso en la parte superior de una obturación del ápice radicular con MTA (**Figura 4.1**). Diversos

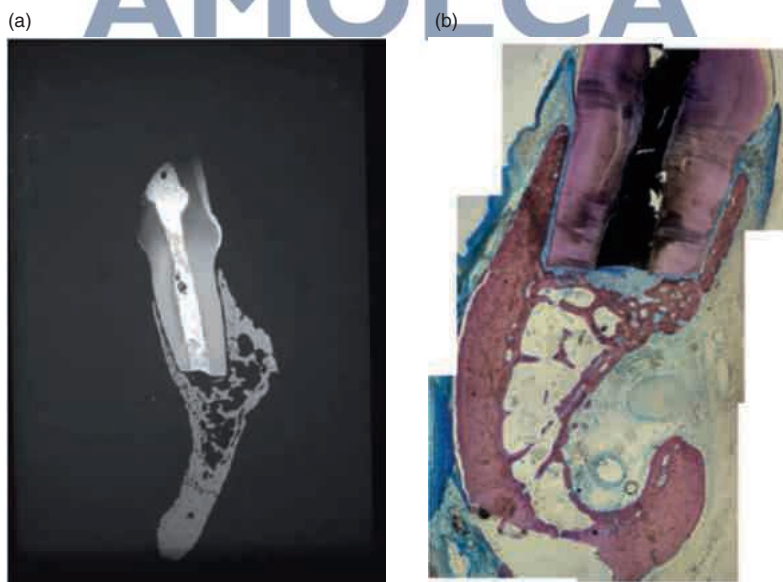


Figura 4.1. Las siguientes imágenes muestran el ápice radicular de un perro con ProRoot MTA. (a) Microtomografía computarizada. (b) Sección histológica. *Fuente:* Shin et al.²⁴/con permiso de John Wiley & Sons.

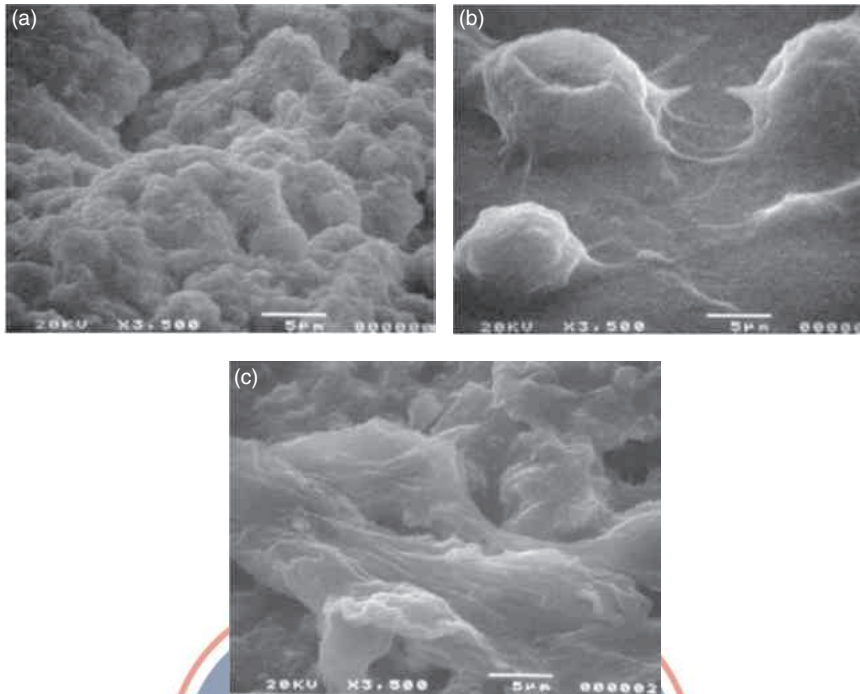


Figura 4.2. Imágenes al microscopio electrónico de barrido de células MDPC23 sobre (a) una placa de plástico. (b) y (c) ProRoot MTA; mostrando el crecimiento celular sobre la misma bajo gran aumento. Fuente: Shin et al.²⁴/con permiso de John Wiley & Sons.

cultivos celulares *in vitro* mostraron un crecimiento celular significativo y la adhesión de varias células como DPSC, células derivadas del cemento humano, osteoblastos primarios de ratón, MDPC23, etc., mostrando así un perfil de biocompatibilidad positivo (**Figura 4.2**). El elevado pH del MTA facilita la formación de tejido duro o, más concretamente, ayuda a la formación de dentina terciaria; por lo tanto, cumple los criterios de ser dentinogénico, osteogénico y cementogénico. Sin embargo, el MTA también tiene sus inconvenientes; por ejemplo, la probabilidad de manchar la estructura dentaria remanente, un tiempo de fraguado prolongado, la dificultad en la colocación del MTA después de la preparación retrógrada de la cavidad, etc.²⁴

Varias modificaciones de MTA han sido introducidas entre estas MTA Bio, MTA Angelus, OrthoMTA y EndoCem MTA. Sin embargo, se requiere más investigación para corroborar sus usos en la práctica clínica.²⁴

4.5.2. BioAggregate

El MTA monopolizó la investigación sobre materiales de obturación del ápice radicular durante casi una década, hasta que apareció un nuevo cemento biocerámico llamado BioAggregate (cemento a base de silicato de calcio). Fue introducido por Bioceramics Inc. en 2006 y promocionado por DiaDent como DiaRoot. Leal et al. en un estudio concluyeron que no había diferencia, cuando se trataba de filtraciones en cavidades retrógradas, entre MTA y BioAggregate;

ambos materiales son igualmente no citotóxicos.²⁵ Al igual que el MTA, el BioAggregate también se mezcla a partir de polvo y líquido, y con estos, también se suministra agua desionizada.

La preferencia personal dicta el material de obturación del ápice radicular a preferir entre MTA o BioAggregate porque se espera que ambos tengan un buen rendimiento. Aunque en el ápice radicular, la estética no es un área de preocupación, en regiones donde sí lo es, se puede utilizar BioAggregate o Biodentine en oposición al uso de MTA. Keskin et al. dedujeron que la estabilidad del color de los diferentes materiales a base de silicato de calcio, cuando estos eran expuestos a diferentes soluciones de irrigación, resultaba más apropiado cuando los materiales estaban libres de óxido de bismuto.²⁶

4.5.3. Biodentine

Septodont presentó Biodentine en 2011 como un material que podría ser un reemplazo para la dentina. En contraste con el MTA, que mostró una reacción de leve a insignificante, Mori et al. afirmaron que el uso de Biodentine mostró una inflamación moderada del tejido al séptimo día. Sin embargo, al decimocuarto día, ambos materiales mostraron el mismo nivel de inflamación leve.²⁷ Muchas investigaciones demuestran que la microfiltración con Biodentine es mucho menor en comparación con otros materiales. Según Grech et al., en comparación con BioAggregate, Biodentine mostró un elevado desplazamiento durante la irrigación, por lo que se deduce que la obturación con Biodentine debe ser protegida en el momento de lavar la cavidad retrógrada.²⁸

4.5.4. iRoot BP Plus Bioceramic Putty

Este material es una biocerámica de base acuosa sintetizada puramente en el laboratorio. Dado que está disponible en una fórmula hidráulica premezclada, es bastante fácil y cómodo de usar. Un estudio reciente sobre el perfil citotóxico de iRoot BP concluyó que era tan biocompatible como el MTA y no incita a una citotoxicidad crítica.¹⁴

4.5.5. Capasio

Capasio (Primus Consulting, Bradenton, FL), un material recientemente desarrollado a base de aluminosilicato de calcio, fue creado en un intento por mejorar las deficiencias de los materiales precedentes. Compuesto principalmente de vidrio dental, óxido de bismuto y aluminosilicato de calcio con un gel a base de agua, el polvo es mezclado con su gel y líquido respectivos en una proporción en peso de 4:1.²⁹ Este es moderadamente más ácido (pH = 10,9) que el WMTA (pH = 11,6) cuando finalmente fragua a los nueve minutos. Además, ha mostrado características físicas análogas o mejoradas, incluyendo radiopacidad, resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, resistencia al