



REVISTA DE LA FUNDACIÓN **JUAN JOSÉ CARRARO**

"Investigar y concientizar, respecto a la salud de los tejidos periodontales"

PERIODONCIA

OSTEOINTEGRACIÓN E IMPLANTES

AÑO 30 | 2026
www.fundacioncarraro.org
I.S.S.N.1514-9765

#51

Anescart® Forte

ADRENALINA-CARTICAÍNA **VIDRIO**



**LA EFICIENCIA DEL MEJOR ANESTÉSICO
DE ACCIÓN LOCAL, EN UNA PRESENTACIÓN
QUE GARANTIZA ESTERILIDAD DURABLE
Y SUAVIDAD DE APLICACIÓN**

-  **Máxima seguridad**
-  **Menor dolor para el paciente**
-  **Mejor dosificación**

PARA PROFESIONALES EXIGENTES



FÓRMULA:

Cada 100 ml de solución inyectable contienen:
Carticaína clorhidrato 4 g, L-Adrenalina bitartrato
(equiv. a L-Adrenalina base 1:100.000) 1,82 mg

PRESENTACIÓN:

Envase conteniendo 50 carpules de vidrio



Para ver cómo y dónde
se produce Anescart,
escanear el código QR
con la cámara de su celular



Para obtener
el prospecto del producto,
escanear el código QR



REVISTA DE LA FUNDACIÓN JUAN JOSÉ CARRARO

"Investigar y concientizar, respecto a la salud de los tejidos periodontales"

"PROPIETARIO DE LA PUBLICACION:
Fundación Juan José Carraro"

Director:
Dr. Adolfo J. Aragonés

ADMINISTRACIÓN:
Bulnes 2040 P.B.
(CP1425) Buenos Aires
Argentina
pinoaragones@gmail.com
aragones@fundacioncarraro.org
www.fundacioncarraro.org

La Revista de la Fundación Juan José Carraro es una publicación de aparición semestral. La Dirección no se hace responsable de los dichos vertidos por los autores.

Revista de edición argentina inscripta en el Registro Nacional de la Propiedad Intelectual N° 643822.

EDICIÓN
Editum
Paraná 326 | Piso 11 | 43 | C.A.B.A.
15 54633739
editum@editum.com.ar

COMITÉ CIENTÍFICO

Nos enorgullece presentarles el COMITÉ CIENTÍFICO integrado por destacadas personalidades del ámbito académico internacional que enriquecerán los contenidos de nuestra revista.

RESPONSABLE Y COORDINADOR CIENTÍFICO
PROF. DR. LUIS BUENO DDS, PHO



EDITOR EN JEFE	PAIS	UNIVERSIDAD
PROF. DR. LUIS BUENO	URUGUAY	UDELAR
ASESORES DEL EDITOR		
PROF. DR. MARIANO SANZ	ESPAÑA	U.COMPLUTENSE
PROF. DR. DANIELE CARDAROPOLI	ITALIA	U.CATANIA
PROF. DR. RICARDO FARIAS	PORTUGAL	FMDUP
PROF. DR. ANTÓN SCULEAN	SUIZA	
ROSA TARRAGÓ GIL	ESPAÑA	SERVICIO ARAGONÉS DE SALUD INVESTIGADORA, IIS, ARAGÓN, ZARAGOZA
EDITORES ASOCIADOS	PAIS	UNIVERSIDAD
PROF. DR. GIUSSEPE ROMITO	BRASIL	USP
PROF. DR. MAGDA FERES	BRASIL	UNG
PROF DR CASSIANO ROSING	BRASIL	UFRGS
PROF DR ALEX HASS	BRASIL	UFRGS
PROF DRA PATRICIA WEIDICH	BRASIL	UFRGS
PROF DR LEANDRO CHAMBRONE	BRASIL	UMETODISTA, SP.
PROF DR PAULO ROSSETTI	BRASIL	PUCMM
PROF DR THIAGO MARCHI MARTINS	BRASIL	UFP
PROF DR XIOMARA GIMENEZ	VENEZUELA	U. CENTRAL DE VENEZUELA
PROF DR ADOLFO CONTRERAS	COLOMBIA	U.DEL VALLE, COLOMBIA
PROF DR JORGE GALANTE	ARGENTINA	UBA
PROF VALMIR MACARINI	BRASIL	U.BAURU
PROF DR BELEN RETAMAL	BRASIL	UNG
PROF DR SERGIO KAHN	BRASIL	SOBRAPE. PRESIDENTE
PROF DR GERARDO MENDOZA	PERU	U.CIENTIFICA DEL SUR.
PROF DR RONALDO IUROVSKI	BRASIL	UNG
PROF DR CLAUDIO PANNUTI	BRASIL	USP
PROF DR FELIPE VIEIRA	COLOMBIA	U.JAVERIANA
PROF DR RODRIGO PELAEZ	COLOMBIA	UMANIZALES
PROF DR HECTOR CUHNA MOREIRA	BRASIL	U.SANTA MARIA
PROF DR JORGE GAMONAL	CHILE	U.CHILE
PROF DR ELCIO MARCANTONIO JUNIOR	BRASIL	USP
PROF DR RICARDO FISHER	BRASIL	U. ESTADO DO RIO DO JANEIRO
PROF DR JAMIL SHIBLI	BRASIL	UNG
PROF DR ROBERTO FERRARI	BRASIL	UNG
PROF DR SAURO GRASSI	BRASIL	UNG
PROF DR ANDRE CALLEGARI	BRASIL	INSTITUTO PRIVADO.
PROF. DRA. GLORIA LAFOURIE	COLOMBIA	U.BOSQUE

EDITORES	PAIS	UNIVERSIDAD
PROF. DR. ANTONIO MURILLO	ESPAÑA	U.ALFONSO X
PROF. DR. CLEVERTON RABELO	BRASIL	UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora)
PROF.DR. EDMUNDO DÁTRI	ARGENTINA	U.ROSARIO
DR.RODRIGO SCAVONE	ARGENTINA	U.ROSARIO
PROF.DR. ERNESTO RADICA	ARGENTINA	U.ROSARIO
PROF.DR. LUIS URZUA	ARGENTINA	UCU
PROF. DRA. ESTELA ALBERA	ARGENTINA	U.CORDOBA
PROF. DR JOAO BATISTA	BRASIL	USP
PROF. DR . JAMES COLLINS	REP.DOMINICANA	PUCMM
PROF. DR. MAURICIO GOMEZ	COLOMBIA	U.JAVERIANA
DR. JOSÉ OBED	MÉXICO	U.AUTOMOMA S.L.POTOSI
PROF. DR. MANUEL DE LA ROSA	MÉXICO	U. MONTEREY
PROF. DRA. CLAUDIA REGINA	BRASIL	UNG
DR. SERGIO HISKIN	ARGENTINA	AIOI
DRA. CRISTINA LOHA	ARGENTINA	
PROF. DR. JULIANO MILANEZI	BRASIL	UNESP
PROF. DR. LUIS GUILLERMO PEREDO	BOLIVIA	PRACTICA PRIVADA.
DR. UMBERTO DEMONER	BRASIL	Ufes
PROF. DR. ALESSANDRO LOURENCO	BRASIL	INSTITUTO LOURENCO
DR. MARCELO FAGUNDES MUÑOZ	BRASIL	UFRGS
DRA. EVELYN MANCINI	ARGENTINA	ACTIVIDAD PRIVADA
DR. RODRIGO DI NARDO	ARGENTINA	U.MAIMONIDES
DR. ENRIQUE MANZUR	CHILE	U.CHILE
PROF. DR MGUEL VARGAS	COLOMBIA	U. EL BOSQUE
DR. LUIS ALBERTO GARCIA	VENEZUELA	CEO
DRA. ELIANA ARIAS	COLOMBIA	U.ANTIOQUIA
DR. FAUSTO FRIZZERA	BRASIL	FAESA
PROF. DR. EDUARDO REY	ARGENTINA	U.MAIMONIDES
PROF. DR. NICOLÁS DUTZAN	CHILE	U.CATOLICA
DR. ALBERTO COSSO	ARGENTINA	U.CUYO
DR. MARCO MEDINA	ECUADOR	U.CENTRAL DEL ECUADOR
DR. MARIA ELISA GALLARAGA VINUEZA	ECUADOR	U.DE LAS AMERICAS
DR. EDWIN RUALES CARRERA	ECUADOR	U.FEDERAL DE SANTA CATARINA, BRASIL
DR.LENIN ISRAEL PROAÑO	ECUADOR	U.FEDERAL SANTA CATARINA, BRASIL
COMITÉ DE HONOR	PAIS	UNIVERSIDAD
PROF. DR. RUI OPPERMAN	BRASIL	UFRGS
PROF. DR. JAIME MÁRQUEZ	COLOMBIA	U.EL BOSQUE
PROF. DR, OSVALDO COSTA	ARGENTINA	UBA
PROF. DR, ERNESTO CANGA	ARGENTINA	U. CORRIENTES
PROF. DR. EDUARDO CECOTTI	ARGENTINA	UBA
PROF. DR. ARTHUR NOVAES	BRASIL	USP
PROF. DR. JORGE PITA	URUGUAY	UDELAR
PROF. DR. HUMBERTO CORBETTA	PARAGUAY	UNA
PROF. DR. JUAN JOSÉ VILLAVICENCIO	CHILE	U.CHILE
PROF. DR. FERMIN CARRANZA	ARGENTINA	UCLA
PROF. DR. ANTONIO MANUEL DE LA ROSA	MEXICO	U. DE MONTERREY

Sumario

7	EDITORIAL La Odontología Contemporánea Dr. Adolfo Aragonés (Argentina)
8	MEDICINA PERIODONTAL Y ODONTOLOGÍA DEL FUTURO
12	Prólogo
14	CAPÍTULO 1 Fundamentos de la Medicina Periodontal
18	CAPÍTULO 2 Periodontitis y enfermedades cardiovasculares: la conexión inflamatoria
22	CAPÍTULO 3 Medicina Periodontal y Endocrinología: Interacciones fisiopatológicas, implicaciones clínicas y perspectivas para una medicina integrativa
26	CAPÍTULO 4 Periodontitis y diabetes mellitus: una relación bidireccional
30	CAPÍTULO 5 Periodontitis y enfermedades neurodegenerativas: la conexión inflamatoria entre la cavidad oral y el cerebro
34	CAPÍTULO 6 Periodontitis y enfermedades cerebrovasculares: inflamación, endotelio y riesgo de ictus
38	CAPÍTULO 7 Diagnóstico periodontal basado en datos longitudinales y medicina predictiva
41	CAPÍTULO 8 Inteligencia artificial y odontología predictiva
44	CAPÍTULO 9 Epigenética, microbioma oral y medicina personalizada en odontología
48	CAPÍTULO 10 CRISPR y metagenómica en periodoncia: nuevas fronteras en la biotecnología oral
52	CAPÍTULO 11 Exosomas y medicina regenerativa en odontología
56	CAPÍTULO 12 Grafeno y biomateriales avanzados en odontología
61	CAPÍTULO 13 La odontología en la civilización maya: ciencia, arte y bioarqueología
65	CAPÍTULO 14 Las incrustaciones dentales mayas: análisis bioarqueológico y significado cultural
68	CAPÍTULO 15 El futuro de la odontología: inteligencia artificial, medicina personalizada y humanismo médico
72	CAPÍTULO 16 La responsabilidad social de la odontología en América Latina
75	CAPÍTULO 17 Política pública y salud bucodental: propuesta estratégica para Guatemala

EDITORIAL

La odontología contemporánea

Dedicamos esta edición especial, presentando una serie de excelentes trabajos clínicos y de investigación que realizó el Centro Dental Multimédica Vista Hermosa, de la Ciudad de Guatemala, bajo la dirección del Prof. Dr. Rafael Mejicano Díaz. Publicamos como adelanto de este importante trabajo, el prólogo del mismo, escrito por el Dr. Alfonso Fuentes Soria, ex rector y ex decano de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, de Guatemala.

La odontología contemporánea se encuentra en una etapa de constante y profunda transformación tanto en la conceptualización como en sus aspectos técnicos y clínicos.

Durante décadas la práctica odontológica fue entendida principalmente como una disciplina enfocada en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades localizadas en la cavidad oral.

Sin embargo, el desarrollo de nuevas investigaciones enfocadas en diversas disciplinas, como la Biología Molecular, la Microbiología, la Epidemiología y la Medicina Sistémica, entre otras, ha demostrado que la salud oral no puede comprenderse, ni tratarse de manera aislada del resto del organismo.

La Medicina Periodontal ha emergido como uno de los campos más relevantes en la transformación. Esta interrelación ha llevado a reconsiderar el papel del odontólogo dentro del sistema de salud, situándolo como un profesional clave en la detección temprana de enfermedades sistémicas.

Es precisamente dentro de esta nueva visión integradora donde se inscribe la obra del Prof. Dr. Rafael Mejicano Díaz, la que representa una valorada contribución al pensamiento odontológico contemporáneo.

Dr. Adolfo Aragones
Director

MEDICINA PERIODONTAL Y ODONTOLOGÍA DEL FUTURO

Ciencia, biotecnología y humanismo en la salud oral



Dr. Rafael Mejicano Díaz
Centro Dental Multimédica, Guatemala



Durante décadas, la odontología se enfocó principalmente en el tratamiento local de las enfermedades dentales. Sin embargo, los avances científicos de las últimas décadas han transformado profundamente nuestra comprensión de la salud oral. Hoy sabemos que la cavidad oral está estrechamente vinculada con múltiples sistemas biológicos y que las enfermedades periodontales pueden influir significativamente en la salud general del organismo.

En Medicina Periodontal y Odontología del Futuro, el Dr. Rafael Mejicano Díaz presenta una visión contemporánea e interdisciplinaria de la odontología, integrando conocimientos provenientes de la medicina, la biología molecular, la microbiología, la bioarqueología y las tecnologías emergentes.

A lo largo de esta obra se exploran temas fundamentales como la relación entre la periodontitis y enfermedades sistémicas, incluyendo patologías cardiovasculares, diabetes y enfermedades neurodegenerativas. El libro también aborda las nuevas fronteras de la odontología moderna, entre ellas la epigenética, la metagenómica, la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico clínico y el desarrollo de biomateriales avanzados como el grafeno.

Un aspecto particularmente original del libro es la incorporación de una perspectiva histórica y antropológica, incluyendo el estudio de la odontología en la civilización maya y el análisis del cráneo estucado maya, desarrollado en colaboración con especialistas en bioarqueología. Estas investigaciones revelan cómo las intervenciones dentales han estado presentes en la historia humana desde tiempos antiguos y cómo el cuerpo humano ha sido un espacio de expresión cultural, estética y simbólica.

La obra también reflexiona sobre los desafíos éticos y profesionales que enfrenta la odontología en el siglo XXI. En un contexto marcado por avances tecnológicos acelerados, el autor propone recuperar el humanismo médico como fundamento de la práctica clínica y enfatiza la importancia de integrar ciencia, tecnología y responsabilidad social.

Este libro está dirigido a odontólogos, médicos, investigadores y estudiantes interesados en comprender la evolución de la odontología hacia una disciplina más integradora, científica y profundamente vinculada con la salud general del ser humano.

Sobre el autor odontología del futuro no puede limitarse únicamente a reparar dientes. Hoy comprendemos que la boca forma parte de un complejo sistema biológico donde interactúan microbioma oral, inflamación sistémica, epigenética, neuroinflamación y salud emocional.

Dr. Rafael Mejicano Díaz

*Especialista en Prótesis Oral, MSc, Ph.Hc.
Director Clínico, Investigación y Estrategia
Centro Dental Multimédica, Guatemala.*

El Dr. Mejicano Díaz cuenta con una amplia trayectoria en el ámbito clínico, académico y científico. Su trabajo se ha centrado en el desarrollo de enfoques integradores en Prótesis Oral, Medicina periodontal, la relación entre enfermedades orales y sistémicas, así como en la incorporación de nuevas tecnologías y biomateriales en la práctica odontológica.

Administración de la práctica Odontológica

Ha participado en investigaciones interdisciplinarias que integran odontología, medicina y bioarqueología, incluyendo estudios sobre prácticas dentales en la civilización maya. Su labor académica también incluye la publicación de artículos en prensa odontológica internacional y la participación en diversas iniciativas orientadas a fortalecer la salud bucal y la educación odontológica en América Latina.

6TA JORNADA INTERNACIONAL ALADOME

8, 9 Y 10 DE OCTUBRE
IGUAZÚ, ARGENTINA

Dra. Silvana Alzogaray

Presidenta de ALADOME Argentina

La actualización científica es el motor que impulsa el crecimiento de nuestra profesión. **La medicina estética, la medicina regenerativa y las distintas especialidades odontológicas evolucionan** constantemente, brindándonos nuevas herramientas para ofrecer tratamientos más seguros, precisos e innovadores.

Con enorme satisfacción los invito a participar de la **6ta Jornada Internacional ALADOME, que se realizará los días 8, 9 y 10 de octubre en Puerto Iguazú, Argentina.**

Será un encuentro académico de excelencia donde abordaremos las últimas innovaciones en cirugía maxilofacial, periodoncia, ortodoncia, implantología oral, endodoncia, rehabilitación oral, estética dental, láser, además de medicina estética y medicina regenerativa, **junto a más de 60 destacados conferencistas nacionales e internacionales.**

Es un orgullo compartir que este congreso será declarado de **Interés Provincial por la Honorable Cámara de Representantes de la Provincia de Misiones**, una distinción impulsada por nuestra gestión desde la Presidencia de ALADOME Argentina, que reconoce el impacto científico y académico de este gran encuentro.
Los invito a ser parte de una experiencia única de aprendizaje, integración y crecimiento profesional.

Nos vemos en Puerto Iguazú, del 8 al 10 de octubre, para seguir construyendo juntos el futuro de la odontología, la medicina estética y la medicina regenerativa.



UN ENCUENTRO INTERNACIONAL

Será un espacio donde especialistas de diferentes países compartirán conocimientos, investigaciones, experiencias clínicas y las últimas tendencias en odontología, armonización orofacial y medicina estética.

MÁS QUE UN CONGRESO

Será un punto de encuentro para fortalecer la integración de nuestra comunidad científica latinoamericana, generar nuevas ideas y fomentar la excelencia profesional que nuestros pacientes merecen.

UN ENTORNO INCOMPARABLE

Los invito a ser parte de esta experiencia única. Nos encontraremos en un escenario incomparable, rodeados por una de las últimas naturas del mundo, para vivir tres días de aprendizaje, innovación y crecimiento profesional.

Metodología con para la realización de esta obra

Los Conversatorios de Medicina Periodontal organizados por Centro Dental Multimédica y FORMA constituyen una iniciativa académica innovadora orientada a integrar la odontología con la medicina, la psicología y otras disciplinas clínicas, bajo un enfoque sistémico, preventivo y basado en evidencia. El objetivo del presente artículo es sistematizar los contenidos desarrollados en dichos encuentros, analizando las interrelaciones entre la enfermedad periodontal y diversas condiciones sistémicas, así como la influencia de factores emocionales, metabólicos y microbiológicos en la salud oral. Se abordan aspectos clave como la relación entre periodontitis y enfermedades cardiovasculares, diabetes, embarazo, trastornos tiroideos, microbiota oral e intestinal, riesgos anestésicos y el rol emergente de los probióticos. Asimismo, se destaca la importancia del diagnóstico integral apoyado en sistemas estructurados, Big Data e inteligencia artificial. Este trabajo consolida una visión contemporánea de la medicina periodontal como disciplina interdisciplinaria, predictiva y centrada en el paciente.

Colaboradores:

1. Dr. Rafael Mejicano Díaz

Tema: La medicina periodontal: una nueva perspectiva sistémica

2. Dr. Rafael Espada

Tema: La medicina de las generaciones pasadas, presentes y futuras: de Sir William Osler a ChatGPT

3. Dr. Marco Antonio Aguirre

Tema: Complicaciones en las enfermedades cardiovasculares por infecciones orales

4. Dr. Marco Antonio Peñalongo Bendfeldt

Tema: La importancia de la evaluación médica previa al tratamiento dental

5. Dr. Rafael Mejicano Soto

Tema: Importancia de la eliminación de la enfermedad periodontal activa, de mantenimiento y prevención en la vitalidad del enfermo periodontal

6. Dr. Luis Bueno

Tema: Importancia de la evaluación dental del paciente diabético

7. Dr. Hugo Eduardo Pezzarossi Zelaya

Tema: Abordaje antibiótico de la enfermedad periodontal y sus complicaciones

8. Dra. Iris Cazali Leal

Tema: Probióticos en enfermedades infecciosas: estado actual

9. Dr. Otto David Orellana Chacón

Tema: Enfermedad periodontal y su relación con enfermedad cerebrovascular y enfermedad cerebral degenerativa

10. Dr. Juan Francisco Solís Bercián

Tema: Control periodontal durante el embarazo

11. Licda. Sara Reyes

Tema: Enfoque psicológico de la importancia en la higiene oral

12. Dr. Walter Roberto Molina Chang

Tema: Interrelaciones entre ginecología y periodoncia

13. Dra. Celeste Sanchelli

Tema: Enfermedad periodontal y complicaciones en anestesia

14. Dr. Carlos Córdón

Tema: Tiroides y enfermedad periodontal: un enfoque compartido

15. Dr. Vinicio Méndez

Tema: Enfermedad periodontal y gastroenterología

16. Dra. Marion Blasberg

Tema: Los aliados invisibles en la odontología.

Prólogo

La odontología contemporánea se encuentra en una etapa de profunda y constante transformación, tanto en su conceptualización como en sus aspectos técnicos, científicos y clínicos. Durante décadas, la práctica odontológica fue entendida principalmente como una disciplina enfocada en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades localizadas en la cavidad oral. Sin embargo, el desarrollo de nuevas investigaciones en áreas como la Biología Molecular, Microbiología, Epidemiología y Medicina Sistémica ha demostrado que la salud oral no puede comprenderse ni tratarse de manera aislada del resto del organismo.

En este contexto, la Medicina Periodontal ha emergido como uno de los campos más relevantes dentro de esta transformación conceptual.}

Numerosos estudios han evidenciado la estrecha relación entre la enfermedad periodontal y diversas patologías sistémicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, enfermedades neurodegenerativas y complicaciones durante el embarazo. Esta interrelación ha llevado a reconsiderar el papel del odontólogo dentro del sistema de salud, situándolo como un profesional clave en la prevención, detección temprana y acompañamiento interdisciplinario de múltiples enfermedades sistémicas.

Es precisamente dentro de esta nueva visión integradora donde se inscribe la obra del Dr. Rafael Mejicano Díaz, la cual representa una valiosa contribución al pensamiento odontológico contemporáneo en América Latina. El texto promueve una práctica profesional sustentada en el análisis crítico de la evidencia científica, en la actualización permanente y en la apertura intelectual hacia nuevas tecnologías, biomateriales y enfoques terapéuticos respaldados por investigación científica comprobada y por la experiencia clínica acumulada de profesionales altamente capacitados.

Asimismo, esta obra refleja de manera concreta el espíritu ético y académico contenido en el acta de graduación para la obtención del título de Cirujano Dentista de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la cual se establece, entre otros principios, la obligación de mantener estudio y actualización

permanente, buscar el consejo de profesionales con mayor experiencia cuando sea necesario y preservar el secreto profesional, previo cumplimiento de la Ley de Colegiación Profesional Obligatoria.

A lo largo de su trayectoria clínica, académica y editorial, el Dr. Mejicano ha promovido una visión integradora de la odontología, articulando la práctica clínica con la investigación científica, la educación continua, la innovación tecnológica y la reflexión ética sobre el ejercicio profesional. Se destaca particularmente su disposición permanente para compartir conocimientos, experiencias y aprendizajes adquiridos durante décadas de ejercicio clínico y académico. Este libro constituye el resultado de años de experiencia, observación clínica, reflexión y análisis científico.

En sus capítulos se integran temas que abarcan desde la medicina periodontal y el microbioma oral, hasta las aplicaciones de inteligencia artificial, epigenética, nuevas biotecnologías y propuestas de política pública en salud bucodental. Uno de los aspectos más valiosos de esta obra es su carácter profundamente interdisciplinario. El texto no se limita a describir técnicas o procedimientos clínicos, sino que propone una comprensión más amplia de la odontología como una disciplina que interactúa activamente con la medicina, la biología, la salud pública, la antropología y las ciencias sociales.

Además de incorporar algunos de los avances científicos más recientes, la obra incluye reflexiones sobre la civilización maya y sus aportes a la odontología y a la bioarqueología dental, aspectos históricos y culturales que no han sido suficientemente difundidos en la literatura científica regional.

En un momento histórico en el cual la odontología avanza hacia modelos preventivos, personalizados y sistémicos, este libro representa una invitación a reflexionar sobre el futuro de la profesión y sobre la necesidad de construir una odontología más científica, más humana y más integrada con la medicina y la sociedad.

Dr. Alfonso Fuentes Soria.

*Ex rector y ex decano de la Facultad de Odontología
de la Universidad de San Carlos*

ELGYDIUM

ANTI-PLACA

**Acción antiplaca y
antibacteriana**



**Previene la formación
de placa dental
y sarro**



ELGYDIUM ANTIPLACA
PASTA DENTAL
75 ml



ORAL CARE

www.sidus.com.ar

CAPÍTULO 1

Fundamentos de la Medicina Periodontal

• Introducción

La medicina periodontal representa uno de los desarrollos conceptuales más relevantes en la evolución contemporánea de la odontología. Durante gran parte del siglo XX, la periodoncia fue considerada una especialidad centrada principalmente en el tratamiento local de los tejidos de soporte dental. Sin embargo, el avance de la investigación científica ha demostrado que la enfermedad periodontal es mucho más que una patología limitada a la cavidad oral.

Actualmente se reconoce que la periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica multifactorial asociada a disbiosis del microbioma oral y a una respuesta inmunológica alterada del huésped ⁽¹⁾⁽²⁾.

Esta condición puede generar efectos sistémicos a través de múltiples mecanismos biológicos, entre los cuales destacan la inflamación sistémica, la bacteriemia transitoria y la liberación de mediadores inflamatorios ⁽³⁾.

El concepto de medicina periodontal surge precisamente de la necesidad de integrar el conocimiento odontológico con la medicina sistémica. Bajo este enfoque, la salud periodontal no solo se considera un objetivo terapéutico local, sino también un componente esencial del equilibrio fisiológico general del organismo ⁽⁴⁾.

Este paradigma transforma el papel del odontólogo dentro del sistema de salud, situándolo

como un profesional capaz de identificar factores de riesgo sistémicos, participar en estrategias de prevención médica y colaborar con otros especialistas en el manejo integral del paciente.

• Evolución histórica de la periodoncia

El estudio de las enfermedades periodontales tiene raíces antiguas. Evidencias arqueológicas demuestran que diversas civilizaciones, incluyendo las culturas maya, egipcia, griega y romana, reconocían la presencia de inflamación gingival y pérdida dental ⁽⁵⁾.

No obstante, el desarrollo científico de la periodoncia como disciplina comenzó a consolidarse durante el siglo XIX, cuando se establecieron las primeras descripciones sistemáticas de las enfermedades gingivales y periodontales. Durante esta etapa, el enfoque terapéutico se centraba principalmente en la eliminación de cálculo dental y en la mejora de la higiene oral.

A mediados del siglo XX, la investigación microbiológica permitió identificar diversas bacterias asociadas a la enfermedad periodontal. Este descubrimiento llevó al desarrollo del llamado modelo infeccioso de la periodontitis, que atribuía el origen de la enfermedad principalmente a la presencia de microorganismos patógenos en la placa bacteriana ⁽⁶⁾.

Sin embargo, investigaciones posteriores demostraron que la presencia de bacterias por sí sola

no explicaba completamente la progresión de la enfermedad periodontal. Individuos con niveles similares de placa bacteriana podían presentar respuestas clínicas muy diferentes ⁽⁷⁾.

Este hallazgo condujo al desarrollo del modelo inflamatorio de la enfermedad periodontal, que reconoce la importancia de la respuesta inmunológica del huésped en la progresión de la enfermedad.

Hoy en día, la periodontitis se entiende como el resultado de una interacción compleja entre microbiota oral, sistema inmunológico, factores genéticos y condiciones ambientales ⁽⁸⁾.

• Microbioma oral y disbiosis

La cavidad oral alberga uno de los ecosistemas microbianos más complejos del cuerpo humano. Se estima que más de 700 especies bacterianas pueden habitar en diferentes nichos de la boca, incluyendo dientes, lengua, mucosa oral y bolsas periodontales ⁽⁹⁾.

En condiciones de salud, estas comunidades microbianas mantienen un equilibrio dinámico con el organismo huésped. Este equilibrio es fundamental para la estabilidad del ecosistema oral y para el mantenimiento de la salud periodontal.

Sin embargo, diversos factores pueden alterar este equilibrio, generando lo que se conoce como disbiosis microbiana. Entre estos factores se encuentran la higiene oral deficiente, el tabaquismo, diversas enfermedades sistémicas, el estrés crónico, alteraciones inmunológicas y cambios en la dieta ⁽¹⁰⁾.

La disbiosis favorece el crecimiento de bacterias periodontopatógenas, como *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola*. Estas bacterias poseen diversos mecanismos de virulencia que les permiten evadir el sistema inmunológico y provocar una respuesta inflamatoria persistente ⁽¹¹⁾.

La inflamación resultante conduce a la destrucción

progresiva de los tejidos de soporte dental, incluyendo ligamento periodontal y hueso alveolar.

• Inflamación y respuesta inmunológica

La inflamación es un mecanismo biológico fundamental para la defensa del organismo frente a infecciones. Sin embargo, cuando la respuesta inflamatoria se vuelve crónica o desregulada, puede provocar daño tisular significativo.

En la enfermedad periodontal, la presencia de bacterias patógenas desencadena una respuesta inmunológica compleja que involucra diversos tipos celulares y mediadores químicos ⁽¹²⁾.

Entre los principales mediadores inflamatorios involucrados en la periodontitis se encuentran interleucina-1 (IL-1), interleucina-6 (IL-6), factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), prostaglandinas y metaloproteinasas de matriz (MMP) ⁽¹³⁾.

Estas moléculas contribuyen a la degradación del tejido conectivo y a la reabsorción ósea, procesos que caracterizan la progresión de la enfermedad periodontal.

Además, la liberación sistémica de estos mediadores puede contribuir al desarrollo o agravamiento de diversas enfermedades sistémicas.

• Periodontitis como enfermedad sistémica

Uno de los descubrimientos más importantes de las últimas décadas ha sido la identificación de múltiples vínculos entre la enfermedad periodontal y diversas patologías sistémicas.

Entre las asociaciones más estudiadas se encuentran las enfermedades cardiovasculares. La inflamación periodontal puede contribuir a la disfunción endotelial y al desarrollo de aterosclerosis. Bacterias periodontales han sido identificadas en placas ateromatosas, lo que sugiere una posible participación en la patogénesis cardiovascular ⁽¹⁴⁾.

La relación entre diabetes mellitus y enfermedad

periodontal es bidireccional. La hiperglucemia favorece la inflamación periodontal, mientras que la periodontitis puede dificultar el control metabólico de la diabetes ⁽¹⁵⁾.

Investigaciones recientes también han detectado bacterias periodontales y mediadores inflamatorios en tejidos cerebrales de pacientes con enfermedad de Alzheimer, lo que sugiere una posible relación entre inflamación periodontal y procesos neurodegenerativos ⁽¹⁶⁾.

Asimismo, la inflamación periodontal se ha asociado con mayor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer ⁽¹⁷⁾.

Estos hallazgos han contribuido a consolidar el concepto de medicina periodontal, que propone una visión integradora entre odontología y medicina sistémica.

• Implicaciones clínicas

La integración de la medicina periodontal en la práctica clínica implica cambios importantes en la forma de evaluar y tratar a los pacientes.

El diagnóstico periodontal debe incluir no solo la evaluación de los tejidos periodontales, sino también la identificación de factores de riesgo sistémicos ⁽¹⁸⁾.

Entre los elementos diagnósticos fundamentales se encuentran la profundidad de sondaje periodontal, el nivel de inserción clínica, el sangrado al sondaje, la movilidad dentaria y la evaluación radiográfica del hueso alveolar.

En la práctica clínica contemporánea, herramientas como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permiten evaluar con mayor precisión la arquitectura ósea y la progresión de la enfermedad periodontal ⁽¹⁹⁾.

Asimismo, el enfoque terapéutico debe orientarse no solo a controlar la infección bacteriana, sino

también a modular la respuesta inflamatoria del huésped.

• El papel del odontólogo en la medicina moderna

La evolución hacia un modelo de medicina periodontal implica una redefinición del papel del odontólogo dentro del sistema de salud.

El odontólogo moderno debe ser capaz de identificar factores de riesgo sistémicos, colaborar con médicos especialistas, participar en estrategias de prevención de enfermedades crónicas y educar a los pacientes sobre la relación entre salud oral y salud general ⁽²⁰⁾.

Esta visión interdisciplinaria permite mejorar los resultados clínicos y promover una atención más integral del paciente.

• Conclusión

La medicina periodontal representa un cambio fundamental en la comprensión de la salud oral. Lejos de ser una disciplina limitada al tratamiento de enfermedades locales, la periodoncia moderna se integra cada vez más con la medicina sistémica.

La evidencia científica acumulada demuestra que la enfermedad periodontal puede influir en múltiples procesos fisiológicos y patológicos del organismo. Por esta razón, el control de la inflamación periodontal debe considerarse una prioridad dentro de las estrategias de prevención en salud.

En el futuro, la integración de nuevas tecnologías, el estudio del microbioma y el desarrollo de terapias personalizadas permitirán profundizar aún más en el conocimiento de estas interacciones.

La medicina periodontal no solo amplía el campo de acción de la odontología, sino que también contribuye al desarrollo de un modelo de salud más preventivo, interdisciplinario y centrado en el bienestar integral del paciente.

Referencias bibliográficas

- (1) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17038
- (2) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification. *J Periodontol*. 2018;89 Suppl 1:S159-S172
- (3) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet*. 2005;366:1809-1820
- (4) Offenbacher S, Beck JD, Moss K. Periodontal disease and systemic health: current status. *J Dent Educ*. 2010;74:207-213
- (5) Ring ME. *Dentistry: An Illustrated History*. New York: Abradale Press; 1985
- (6) Socransky SS, Haffajee AD. The bacterial etiology of destructive periodontal disease. *J Periodontol*. 1992;63:322-331
- (7) Page RC, Kornman KS. The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. *Periodontol* 2000. 1997;14:9-11
- (8) Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol*. 2015;15:30-44
- (9) Dewhirst FE, Chen T, Izard J. The human oral microbiome. *J Bacteriol*. 2010;192:5002-5017
- (10) Marsh PD, Zaura E. Dental biofilm: ecological interactions in health and disease. *J Clin Periodontol*. 2017;44 Suppl 18:S12-S22
- (11) Lamont RJ, Koo H, Hajishengallis G. The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nat Rev Microbiol*. 2018;16:745-759

Capítulo 2

Periodontitis y enfermedades cardiovasculares: la conexión inflamatoria

Introducción

Durante las últimas décadas, la investigación médica ha demostrado que muchas enfermedades crónicas comparten mecanismos fisiopatológicos comunes relacionados con procesos inflamatorios persistentes. Entre estas condiciones destacan las enfermedades cardiovasculares, consideradas actualmente una de las principales causas de mortalidad en el mundo ⁽¹⁾.

Paralelamente, numerosos estudios han identificado una posible relación entre la enfermedad periodontal y diversas patologías cardiovasculares, incluyendo la aterosclerosis, el infarto de miocardio y los accidentes cerebrovasculares ⁽²⁾. Esta asociación ha despertado un creciente interés científico, ya que sugiere que las infecciones crónicas de la cavidad oral podrían contribuir al desarrollo o agravamiento de enfermedades sistémicas.

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica caracterizada por la destrucción progresiva de los tejidos de soporte dental. Este proceso inflamatorio no se limita a los tejidos periodontales, sino que puede generar efectos sistémicos a través de diversos mecanismos biológicos, como la liberación de mediadores inflamatorios, la bacteriemia transitoria y la activación del sistema inmunológico ⁽³⁾.

El concepto de medicina periodontal ha surgido

precisamente para describir estas interacciones entre la salud oral y la salud sistémica. En este contexto, comprender la relación entre periodontitis y enfermedades cardiovasculares representa un paso fundamental hacia una práctica odontológica más integrada con la medicina general.

2- Enfermedades cardiovasculares: panorama general

Las enfermedades cardiovasculares constituyen un grupo amplio de patologías que afectan al corazón y a los vasos sanguíneos. Entre las más frecuentes se encuentran la enfermedad coronaria, el infarto agudo de miocardio, la insuficiencia cardíaca, la enfermedad cerebrovascular y la enfermedad arterial periférica ⁽⁴⁾.

Uno de los procesos fisiopatológicos centrales en muchas de estas enfermedades es la aterosclerosis, una condición caracterizada por la acumulación de lípidos, células inflamatorias y tejido fibroso en las paredes arteriales ⁽⁵⁾.

Durante mucho tiempo, la aterosclerosis fue considerada simplemente una consecuencia del depósito de colesterol en las arterias. Sin embargo, investigaciones más recientes han demostrado que se trata de un proceso inflamatorio complejo en el que intervienen múltiples factores biológicos ⁽⁶⁾.

Entre los factores de riesgo tradicionales para las

enfermedades cardiovasculares se encuentran la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia, el tabaquismo, la obesidad, la diabetes mellitus y el sedentarismo. A estos factores se han añadido en años recientes otros elementos relacionados con procesos inflamatorios crónicos, entre ellos la enfermedad periodontal ⁽⁷⁾.

3- Evidencia epidemiológica de la asociación

Diversos estudios epidemiológicos han encontrado asociaciones significativas entre periodontitis y enfermedades cardiovasculares. Aunque estas asociaciones no necesariamente implican una relación causal directa, los datos acumulados sugieren que la enfermedad periodontal podría actuar como un factor de riesgo adicional ⁽⁸⁾. Algunas investigaciones han mostrado que los pacientes con periodontitis moderada o severa presentan mayor incidencia de enfermedad coronaria en comparación con individuos con encías sanas ⁽⁹⁾. Asimismo, se ha observado una mayor prevalencia de eventos cardiovasculares en pacientes con enfermedad periodontal avanzada. Estudios de cohorte han señalado que la presencia de pérdida ósea alveolar y de bolsas periodontales profundas puede correlacionarse con mayor riesgo de infarto de miocardio ⁽¹⁰⁾. Además, varios trabajos han demostrado que el tratamiento periodontal puede reducir ciertos marcadores inflamatorios sistémicos, como la proteína C reactiva, lo que sugiere que el control de la inflamación periodontal podría tener efectos beneficiosos a nivel sistémico ⁽¹¹⁾.

4- Mecanismos biológicos de interacción

La relación entre periodontitis y enfermedades cardiovasculares puede explicarse mediante diversos mecanismos fisiopatológicos.

4.1 Inflamación sistémica

La periodontitis genera una respuesta inflamatoria crónica caracterizada por la liberación de

mediadores inflamatorios al torrente sanguíneo. Entre los mediadores más relevantes se encuentran la interleucina-1, la interleucina-6, el factor de necrosis tumoral alfa y la proteína C reactiva ⁽¹²⁾.

Estos mediadores pueden contribuir a la disfunción endotelial, un proceso clave en el desarrollo de la aterosclerosis ⁽¹³⁾.

4.2- Bacteriemia periodontal

Durante actividades cotidianas como la masticación o el cepillado dental, las bacterias presentes en las bolsas periodontales pueden ingresar al torrente sanguíneo, generando episodios de bacteriemia transitoria ⁽¹⁴⁾.

Diversos estudios han identificado ADN de bacterias periodontales en placas ateroscleróticas, lo que sugiere que estos microorganismos podrían participar en el proceso inflamatorio vascular ⁽¹⁵⁾. Entre las bacterias periodontales más estudiadas en este contexto se encuentran *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* y *Tannerella forsythia*. Estas bacterias poseen factores de virulencia capaces de estimular respuestas inflamatorias y alterar la función endotelial ⁽¹⁶⁾.

4.3- Activación inmunológica

La presencia persistente de bacterias periodontales puede estimular el sistema inmunológico, generando una respuesta inflamatoria prolongada que favorece el desarrollo de lesiones ateroscleróticas ⁽¹⁷⁾.

Además, algunos antígenos bacterianos pueden inducir fenómenos de mimetismo molecular, en los cuales el sistema inmunológico reacciona contra tejidos propios del organismo ⁽¹⁸⁾.

5- Disfunción endotelial

El endotelio vascular desempeña un papel fundamental en la regulación del flujo sanguíneo y en el mantenimiento de la homeostasis vascular. La inflamación sistémica asociada con la perio-

don'titis puede afectar la función del endotelio, reduciendo la producción de óxido nítrico y favoreciendo la adhesión de células inflamatorias a las paredes arteriales ⁽¹⁹⁾.

Este proceso constituye uno de los primeros pasos en la formación de placas ateroscleróticas.

6- Implicaciones clínicas

La posible relación entre enfermedad periodontal y enfermedades cardiovasculares tiene importantes implicaciones para la práctica clínica.

En primer lugar, resalta la importancia de considerar la salud periodontal como un componente integral de la salud general del paciente. Los odontólogos deben estar atentos a la presencia de factores de riesgo cardiovascular en sus pacientes, tales como hipertensión arterial, diabetes mellitus, tabaquismo y obesidad ⁽²⁰⁾. Asimismo, el tratamiento periodontal puede desempeñar un papel relevante en la reducción de la carga inflamatoria sistémica. Aunque el tratamiento periodontal no sustituye el manejo médico de las enfermedades cardiovasculares, puede contribuir a mejorar el estado inflamatorio general del paciente.

7- Enfoque interdisciplinario

El manejo de pacientes con enfermedades sisté-

micas requiere un enfoque interdisciplinario en el que odontólogos y médicos colaboren estrechamente. La comunicación entre profesionales de la salud permite desarrollar estrategias preventivas más eficaces y mejorar los resultados clínicos ⁽²¹⁾. En este contexto, la medicina periodontal promueve una visión integrada en la que la salud oral se reconoce como un componente esencial del bienestar general.

Conclusión

La evidencia científica disponible sugiere que la enfermedad periodontal puede desempeñar un papel importante en la fisiopatología de diversas enfermedades cardiovasculares. Aunque todavía se requieren más estudios para comprender completamente los mecanismos de esta interacción, los datos actuales destacan la importancia de la salud periodontal dentro de las estrategias de prevención médica.

El reconocimiento de estas conexiones representa un paso significativo hacia una odontología más integrada con la medicina, en la cual el control de la inflamación periodontal se convierte en un componente clave de la salud sistémica.

En el futuro, la investigación en microbioma, inmunología y medicina personalizada permitirá profundizar en la comprensión de estas complejas interacciones biológicas.

Referencias bibliográficas

- (1) World Health Organization. *Cardiovascular diseases (CVDs)*. Geneva: WHO; 2023.
- (2) Tonetti MS, Van Dyke TE. Periodontitis and atherosclerotic cardiovascular disease: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop. *J Clin Periodontol*. 2013;40(S14):S24-S29.
- (3) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. *Periodontal diseases*. Lancet. 2005;366:1809-1820.
- (4) Libby P, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP. *Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*. Philadelphia: Elsevier; 2019.
- (5) Ross R. Atherosclerosis: an inflammatory disease. *N Engl J Med*. 1999;340:115-126.
- (6) Libby P. Inflammation in atherosclerosis. *Nature*. 2002;420:868-874.
- (7) Ridker PM. Inflammation, C-reactive protein, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2003;107:363-369.
- (8) Beck JD, Offenbacher S. Relationships among clinical measures of periodontal disease and their associations with systemic markers. *Ann Periodontol*. 2002;7:79-89.
- (9) Humphrey LL, Fu R, Buckley DI, Freeman M, Helfand M. Periodontal disease and coronary heart disease incidence. *J Gen Intern Med*. 2008;23:2079-2086.
- (10) DeStefano F, Anda RF, Kahn HS, Williamson DF, Russell CM. Dental disease and risk of coronary heart disease and mortality. *BMJ*. 1993;306:688-691.
- (11) D'Aiuto F, Parkar M, Andreou G, Suvan J, Brett PM, Ready D et al. Periodontitis and systemic inflammation: control of the local infection is associated with reduction in serum inflammatory markers. *J Dent Res*. 2004;83:156-160.
- (12) Graves DT, Cochran D. The contribution of interleukin-1 and tumor necrosis factor to periodontal tissue destruction. *J Periodontol*. 2003;74:391-401.
- (13) Genco RJ, Van Dyke TE. Prevention: reducing the risk of CVD in patients with periodontitis. *Nat Rev Cardiol*. 2010;7:479-480.
- (14) Lockhart PB, Brennan MT, Sasser HC, Fox PC, Paster BJ, Bahrani-Mougeot FK. Bacteremia associated with toothbrushing and dental extraction. *Circulation*. 2008;117:3118-3125.
- (15) Haraszthy VI, Zambon JJ, Trevisan M, Zeid M, Genco RJ. Identification of periodontal pathogens in atheromatous plaques. *J Periodontol*. 2000;71:1554-1560.
- (16) Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol*. 2015;15:30-44.
- (17) Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F et al. Periodontitis and cardiovascular diseases. Consensus report. *J Clin Periodontol*. 2020;47:268-288.
- (18) Rosenfeld ME, Campbell LA. Pathogens and atherosclerosis: update on the potential contribution of multiple infectious organisms. *Circulation*. 2011;123:1020-1022.
- (19) Davignon J, Ganz P. Role of endothelial dysfunction in atherosclerosis. *Circulation*. 2004;109:III27-III32.
- (20) Tonetti MS, Jepsen S, Jin L, Otomo-Corgel J. Impact of periodontal therapy on systemic health. *J Clin Periodontol*. 2017;44(S18):S70-S85.
- (21) Sanz M, D'Aiuto F, Deanfield J, Fernandez-Avilés F. European workshop in periodontal health and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2010;31:1369-1377.

Capítulo 3

Medicina Periodontal y Endocrinología: Interacciones fisiopatológicas, implicaciones clínicas y perspectivas para una medicina integrativa

Resumen

La medicina periodontal ha evolucionado hacia un enfoque interdisciplinario que reconoce la interacción entre la salud oral y múltiples sistemas biológicos. Entre estos, el sistema endocrino desempeña un papel central debido a su influencia en la regulación del metabolismo, la inflamación y la respuesta inmunológica. Diversas investigaciones han demostrado que trastornos endocrinos como la diabetes mellitus, la osteoporosis, las alteraciones tiroideas y los desequilibrios hormonales pueden modificar la susceptibilidad a la enfermedad periodontal y afectar su evolución clínica. A su vez, la inflamación periodontal crónica puede influir en el metabolismo sistémico y contribuir al descontrol endocrino. El presente capítulo analiza las bases biológicas de la relación entre periodoncia y endocrinología, revisa la evidencia científica disponible y propone un enfoque clínico integrador que fortalezca la colaboración entre odontología y medicina.

Introducción

Durante décadas la odontología fue considerada una disciplina separada de la medicina general. Sin embargo, la evidencia científica acumulada en los últimos treinta años ha demostrado que las enfermedades bucales, particularmente la enfermedad periodontal, forman parte de procesos inflamatorios sistémicos que interactúan con di-

versos sistemas fisiológicos del organismo ⁽¹⁾. La medicina periodontal surge precisamente como una disciplina integradora que estudia las relaciones bidireccionales entre la enfermedad periodontal y múltiples enfermedades sistémicas, entre ellas las cardiovasculares, metabólicas, inmunológicas y endocrinas ⁽²⁾. El sistema endocrino regula funciones biológicas fundamentales como el metabolismo de la glucosa, el equilibrio

hormonal, la densidad ósea, la respuesta inmunológica y la modulación de la inflamación. Por ello, las alteraciones endocrinas pueden modificar de manera significativa la respuesta de los tejidos periodontales frente a la infección bacteriana ⁽³⁾. De forma paralela, la inflamación periodontal crónica puede generar mediadores inflamatorios capaces de influir en la regulación endocrina sistémica. Esta interacción bidireccional constituye uno de los fundamentos conceptuales de la medicina periodontal contemporánea ⁽⁴⁾. El objetivo del presente capítulo es analizar la relación fisiopatológica entre la enfermedad periodontal y los trastornos endocrinos, con especial énfasis en la diabetes mellitus, las alteraciones tiroideas, la osteoporosis y los cambios hormonales, así como discutir sus implicaciones clínicas en la práctica odontológica moderna.

Bases fisiopatológicas de la interacción entre sistema endocrino y enfermedad periodontal

La enfermedad periodontal es una patología inflamatoria crónica inducida por biofilm bacteriano que afecta los tejidos de soporte del diente, incluyendo el ligamento periodontal, el cemento radicular y el hueso alveolar ⁽⁵⁾. La progresión de esta enfermedad depende no solo de la carga bacteriana, sino también de la respuesta inmunoinflamatoria del huésped. Diversos mediadores inflamatorios, como interleucinas, prostaglandinas y factor de necrosis tumoral, participan activamente en la destrucción tisular periodontal ⁽⁶⁾. El sistema endocrino influye en esta respuesta mediante la regulación de procesos metabólicos, hormonales y celulares. Hormonas como la insulina, el cortisol, las hormonas tiroideas, los estrógenos y la hormona del crecimiento modulan la respuesta inflamatoria, el metabolismo óseo y la función inmunológica ⁽⁷⁾. Cuando se producen alteraciones endocrinas, estos mecanismos reguladores pueden verse comprometidos, aumentando la susceptibilidad a la inflamación periodontal o acelerando la destrucción de los tejidos de soporte dental.

Diabetes mellitus y enfermedad periodontal

La diabetes mellitus representa la relación más estudiada entre endocrinología y periodoncia. Numerosos estudios han demostrado que existe una relación bidireccional entre ambas enfermedades ⁽⁸⁾. Los pacientes con diabetes mal controlada presentan mayor prevalencia y severidad de periodontitis debido a diversos mecanismos biológicos, entre ellos: hiperglucemia crónica, incrementando los mediadores inflamatorios de disfunción vascular. Estos factores favorecen la destrucción periodontal y dificultan la reparación de los tejidos ⁽⁹⁾. Por otra parte, la inflamación periodontal puede contribuir al descontrol metabólico en pacientes diabéticos al aumentar la resistencia a la insulina y elevar los niveles sistémicos de citocinas proinflamatorias ⁽¹⁰⁾. Diversos estudios clínicos han demostrado que el tratamiento periodontal puede mejorar el control glucémico en pacientes diabéticos, evidenciado por una reducción en los niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) ⁽¹¹⁾.

Alteraciones tiroideas y salud periodontal

Las hormonas tiroideas participan en la regulación del metabolismo celular, el crecimiento y el desarrollo óseo. Tanto el hipotiroidismo como el hipertiroidismo pueden influir en la salud periodontal ⁽¹²⁾. En el hipotiroidismo se han observado alteraciones en la cicatrización, disminución de la respuesta inmunológica y mayor susceptibilidad a infecciones crónicas. Estas condiciones pueden favorecer el desarrollo de periodontitis ⁽¹³⁾. En contraste, el hipertiroidismo puede aumentar el metabolismo óseo y alterar el equilibrio entre formación y resorción del hueso alveolar, lo cual puede afectar la estabilidad periodontal ⁽¹⁴⁾. Osteoporosis y metabolismo óseo periodontal La osteoporosis es una enfermedad metabólica caracterizada por disminución de la densidad mineral ósea y deterioro de la microarquitectura del hueso ⁽¹⁵⁾. Debido a que el hueso alveolar forma parte del sistema esquelético, diversos estudios

han sugerido que los pacientes con osteoporosis pueden presentar mayor pérdida ósea periodontal ⁽¹⁶⁾. La reducción en los niveles de estrógenos durante la menopausia es uno de los factores que contribuyen tanto a la osteoporosis sistémica como a cambios en los tejidos periodontales ⁽¹⁷⁾. Aunque la relación entre osteoporosis y periodontitis continúa siendo objeto de investigación, existe evidencia que sugiere que ambas condiciones pueden compartir mecanismos inflamatorios comunes.

Cambios hormonales y enfermedad periodontal

Las variaciones hormonales que ocurren durante etapas como la pubertad, el embarazo y la menopausia pueden modificar la respuesta inflamatoria gingival ⁽¹⁸⁾. Durante el embarazo, el aumento de progesterona y estrógenos puede intensificar la respuesta inflamatoria frente a la placa bacteriana, generando gingivitis gestacional o granulomas piógenos ⁽¹⁹⁾. En la menopausia, la disminución de estrógenos puede afectar el metabolismo óseo y favorecer cambios en los tejidos periodontales, incluyendo mayor pérdida de inserción periodontal ⁽²⁰⁾.

Implicaciones clínicas para la medicina periodontal

El reconocimiento de la relación entre sistema endocrino y enfermedad periodontal tiene importantes implicaciones para la práctica clínica. El odontólogo moderno debe comprender que la evaluación periodontal no puede limitarse únicamente a los factores locales. Es necesario considerar el estado sistémico del paciente, incluyendo su condición metabólica y endocrina. La colaboración interdisciplinaria entre odontólogos, médicos internistas, endocrinólogos y otros especialistas es esencial para lograr un manejo

integral del paciente. Este enfoque permite identificar factores sistémicos que influyen en la enfermedad periodontal, mejorar el diagnóstico, optimizar los tratamientos y contribuir al control de enfermedades sistémicas asociadas.

Perspectivas futuras

La medicina periodontal se encuentra en un proceso de expansión conceptual que integra conocimientos provenientes de la biología molecular, la inmunología, la endocrinología y la medicina sistémica. El desarrollo de nuevas tecnologías diagnósticas, incluyendo biomarcadores inflamatorios, análisis del microbioma y herramientas de medicina personalizada, permitirá comprender con mayor profundidad la interacción entre la enfermedad periodontal y los sistemas endocrinos. Asimismo, el enfoque de medicina integrativa abre la posibilidad de diseñar estrategias terapéuticas que combinen el tratamiento periodontal con intervenciones metabólicas, nutricionales y hormonales orientadas a mejorar la salud global del paciente.

Conclusiones

La relación entre medicina periodontal y endocrinología constituye uno de los pilares conceptuales de la odontología moderna. Las alteraciones endocrinas pueden modificar la susceptibilidad a la enfermedad periodontal, mientras que la inflamación periodontal crónica puede influir en el metabolismo sistémico. El reconocimiento de esta interacción bidireccional refuerza la necesidad de un enfoque clínico interdisciplinario que integre la odontología con la medicina general. La medicina periodontal representa, por tanto, un modelo integrador que contribuye a comprender la salud oral como parte inseparable de la salud sistémica.

Referencias bibliográficas

- (1) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet*. 2005;366:1809-1820
- (2) Offenbacher S, Beck JD. The concept of periodontal medicine. *Periodontology* 2000. 2005;23:9-12
- (3) Mealey BL, Ocampo GL. Diabetes mellitus and periodontal disease. *Periodontology* 2000. 2007;44:127-153
- (4) Chapple ILC, Genco R. Diabetes and periodontal diseases: consensus report. *Journal of Periodontology*. 2013;84:S106-S112
- (5) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:17038
- (6) Van Dyke TE, Serhan CN. Resolution of inflammation: a new paradigm for the pathogenesis of periodontal diseases. *Journal of Dental Research*. 2003;82:82-90
- (7) D'Aiuto F, Graziani F, Tete S, Gabriele M, Tonetti MS. Periodontitis and systemic inflammation. *Journal of Clinical Periodontology*. 2004;31:112-118
- (8) Taylor GW. Bidirectional interrelationships between diabetes and periodontal diseases. *Annals of Periodontology*. 2001;6:99-112
- (9) Lalla E, Papapanou PN. Diabetes mellitus and periodontitis: a tale of two common interrelated diseases. *Nature Reviews Endocrinology*. 2011;7:738-748
- (10) Preshaw PM, Alba AL, Herrera D. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia*. 2012;55:213
- (11) Teeuw WJ, Gerdes VEA, Loos BG. Effect of periodontal treatment on glycemic control of diabetic patients. *Diabetes Care*. 2010;33:421-427
- (12) Mariotti A. Hormonal influences on gingival tissues. *Periodontology* 2000. 1994;6:57-73
- (13) Scardina GA, Messina P. Systemic diseases and periodontal disease. *International Journal of Dentistry*. 2012;2012:1-8
- (14) Krall EA. The periodontal-systemic connection: implications for treatment of patients with osteoporosis and periodontal disease. *Annals of Periodontology*. 2001;6:209-213
- (15) Reddy MS. Oral osteoporosis: is there an association between periodontitis and osteoporosis. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2002;23:21-28
- (16) Wactawski-Wende J. Periodontal diseases and osteoporosis. *Annals of Periodontology*. 2001;6:197-208
- (17) Payne JB. The association between osteopenia and periodontal disease. *Journal of Periodontology*. 2007;78:2003-2013
- (18) Kornman KS, Loesche WJ. Effects of estradiol and progesterone on *Bacteroides* species. *Infection and Immunity*. 1982;35:256-263
- (19) Gürsoy M, Pajukanta R, Sorsa T, Könönen E. Clinical changes in periodontium during pregnancy and postpartum. *Journal of Clinical Periodontology*. 2008;35:576-583
- (20) Reinhardt RA, Payne JB. Influence of estrogen and osteoporosis on periodontal disease. *Periodontology* 2000. 2000;23:55-69

Capítulo 4

Periodontitis y diabetes mellitus: una relación bidireccional

Introducción

La diabetes mellitus es una de las enfermedades crónicas más prevalentes en el mundo contemporáneo. Se caracteriza por alteraciones en el metabolismo de la glucosa derivadas de defectos en la secreción de insulina, en su acción o en ambos mecanismos. Las consecuencias de la diabetes mal controlada incluyen complicaciones microvasculares y macrovasculares que afectan diversos órganos y sistemas del organismo ⁽¹⁾. Durante las últimas décadas, numerosas investigaciones han demostrado que la diabetes también se encuentra estrechamente relacionada con la salud periodontal. La periodontitis ha sido considerada incluso como la sexta complicación de la diabetes, debido a la alta prevalencia y gravedad con la que se presenta en pacientes diabéticos ⁽²⁾. A diferencia de otras asociaciones entre enfermedades sistémicas y enfermedades orales, la relación entre periodontitis y diabetes se caracteriza por ser bidireccional. Esto significa que la diabetes aumenta la susceptibilidad a desarrollar enfermedad periodontal, mientras que la inflamación periodontal puede dificultar el control metabólico de la glucosa ⁽³⁾. Comprender esta interacción es fundamental para el desarrollo de estrategias terapéuticas integradas que permitan mejorar tanto la salud oral como la salud sistémica de los pacientes.

Panorama epidemiológico

La diabetes mellitus afecta actualmente a cientos de millones de personas en todo el mundo, y su prevalencia continúa aumentando debido a

factores como el envejecimiento poblacional, el sedentarismo, la obesidad y los cambios en los hábitos alimentarios ⁽⁴⁾.

Existen dos formas principales de diabetes

Diabetes tipo 1. Se caracteriza por un origen autoinmune asociado con la destrucción de las células beta pancreáticas responsables de la producción de insulina. Los pacientes requieren tratamiento con insulina para sobrevivir.

Diabetes tipo 2. Se caracteriza por resistencia a la insulina y producción insuficiente de esta hormona. Se encuentra estrechamente asociada con obesidad, sedentarismo y factores metabólicos relacionados con el estilo de vida. La diabetes tipo 2 representa aproximadamente el 90 a 95 por ciento de los casos de diabetes a nivel mundial ⁽⁴⁾. Diversos estudios epidemiológicos han demostrado que los pacientes con diabetes presentan una mayor prevalencia y severidad de enfermedad periodontal en comparación con individuos no diabéticos. Asimismo, la progresión de la periodontitis tiende a ser más rápida en pacientes con control glucémico deficiente ⁽⁵⁾.

Impacto de la diabetes en los tejidos periodontales

La hiperglucemia crónica produce múltiples alteraciones fisiológicas que afectan directamente la salud periodontal.

3.1 Alteraciones en la respuesta inmunológica

La diabetes puede comprometer la función de diversos componentes del sistema inmunológico,

incluyendo neutrófilos, macrófagos y linfocitos. Estas alteraciones reducen la capacidad del organismo para controlar infecciones bacterianas, lo que facilita la colonización de bacterias periodontopatógenas y favorece la destrucción de los tejidos periodontales ⁽⁶⁾.

3.2 Formación de productos finales de glicación avanzada

Los niveles elevados de glucosa en sangre favorecen la formación de productos finales de glicación avanzada conocidos como AGEs. Estos compuestos pueden acumularse en los tejidos periodontales y unirse a receptores específicos denominados RAGE, desencadenando una respuesta inflamatoria intensa. La activación del sistema AGE-RAGE contribuye a la liberación de citocinas proinflamatorias, al aumento del estrés oxidativo y a la destrucción progresiva del tejido conectivo y del hueso alveolar ⁽⁷⁾.

3.3 Alteraciones en la microcirculación

La diabetes también puede afectar la microcirculación sanguínea debido a cambios estructurales en los vasos sanguíneos y al engrosamiento de la membrana basal. Estas alteraciones reducen el suministro de oxígeno y nutrientes a los tejidos periodontales, comprometiendo la capacidad de reparación tisular y favoreciendo la progresión de la enfermedad periodontal ⁽⁸⁾.

Efecto de la periodontitis en el control glucémico

Así como la diabetes puede agravar la enfermedad periodontal, la inflamación periodontal también puede afectar el metabolismo de la glucosa. La periodontitis es una fuente crónica de inflamación que libera mediadores inflamatorios al torrente sanguíneo.

Entre estos mediadores destacan la interleucina-1, la interleucina-6 y el factor de necrosis tumoral alfa. Estas moléculas inflamatorias pueden interferir con la señalización de la insulina en diversos tejidos del organismo, favoreciendo la resistencia a la insulina y dificultando el control

de los niveles de glucosa en sangre ⁽⁹⁾.

Por esta razón, la inflamación periodontal puede contribuir al deterioro del control metabólico en pacientes diabéticos.

Evidencia clínica

Numerosos estudios clínicos han evaluado el impacto del tratamiento periodontal en el control glucémico de pacientes con diabetes.

Algunos trabajos han demostrado que el tratamiento periodontal no quirúrgico, combinado con mejoras en la higiene oral, puede producir una reducción modesta pero significativa en los niveles de hemoglobina glicosilada HbA1c. Esta reducción suele situarse aproximadamente entre 0.3 y 0.6 por ciento, lo cual puede ser clínicamente relevante en el manejo metabólico de pacientes diabéticos ⁽¹⁰⁾.

Aunque el tratamiento periodontal no sustituye la terapia médica para la diabetes, puede formar parte de un enfoque integral orientado a mejorar la salud metabólica del paciente.

Implicaciones clínicas para el odontólogo

La relación bidireccional entre diabetes y enfermedad periodontal implica que el odontólogo debe desempeñar un papel activo en la identificación y manejo de pacientes con riesgo metabólico.

Una evaluación médica adecuada del paciente es fundamental. El odontólogo debe obtener información detallada sobre el estado metabólico del paciente, incluyendo diagnóstico de diabetes, medicación utilizada, valores recientes de glucosa y niveles de hemoglobina glicosilada HbA1c.

El tratamiento periodontal debe orientarse a reducir la carga bacteriana y controlar la inflamación de los tejidos periodontales mediante procedimientos como raspado y alisado radicular, control de placa bacteriana y educación en higiene oral. Asimismo, la comunicación y coordinación con el médico tratante permite mejorar el manejo integral del paciente diabético, facilitando el control tanto de la enfermedad periodontal como del metabolismo glucémico.

Prevención y educación del paciente

La educación del paciente desempeña un papel fundamental en el manejo de la relación entre diabetes y salud periodontal.

Los pacientes diabéticos deben ser informados sobre la importancia de mantener una adecuada higiene oral, realizar controles odontológicos periódicos y mantener un control metabólico adecuado.

El control glicémico adecuado contribuye significativamente a reducir el riesgo de progresión de la enfermedad periodontal y a mejorar la respuesta al tratamiento periodontal ⁽¹¹⁾.

Conclusión

La relación entre periodontitis y diabetes mellitus constituye uno de los ejemplos más claros de

la interacción entre salud oral y salud sistémica. La evidencia científica demuestra que la diabetes aumenta la susceptibilidad a desarrollar enfermedad periodontal, mientras que la inflamación periodontal puede afectar negativamente el control glucémico.

Esta relación bidireccional subraya la importancia de adoptar un enfoque interdisciplinario en el manejo de pacientes diabéticos. La medicina periodontal propone precisamente esta integración entre odontología y medicina, reconociendo que el control de la inflamación oral puede contribuir al bienestar general del paciente.

A medida que avanza la investigación científica, es probable que el papel de la odontología en el manejo de enfermedades sistémicas continúe ampliándose, consolidando una visión más integrada de la salud.

Referencias bibliográficas

- (1) American Diabetes Association. *Diagnosis and classification of diabetes mellitus*. *Diabetes Care*. 2023;46(Suppl 1):S19-S40.
- (2) Loe H. Periodontal disease: the sixth complication of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1993;16(1):329-334.
- (3) Preshaw PM, Alba AL, Herrera D, Jepsen S, Konstantinidis A, Makrilakis K et al. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia*. 2012;55(1):21-31.
- (4) International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021.
- (5) Taylor GW, Borgnakke WS. Periodontal disease: associations with diabetes, glycemic control and complications. *Oral Dis*. 2008;14(3):191-203.
- (6) Mealey BL, Oates TW. Diabetes mellitus and periodontal diseases. *J Periodontol*. 2006;77(8):1289-1303.
- (7) Lalla E, Schmidt AM. Enhanced interaction of advanced glycation end products with their cellular receptor RAGE: implications for the pathogenesis of periodontal disease in diabetes. *Ann Periodontol*. 2001;6(1):113-119.
- (8) Grossi SG, Genco RJ. Periodontal disease and diabetes mellitus: a two-way relationship. *Ann Periodontol*. 1998;3(1):51-61.
- (9) ID'Aiuto F, Sabbah W, Netuveli G, Donos N, Hingorani AD, Deanfield J et al. Association of the metabolic syndrome with severe periodontitis in a large US population-based survey. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93(10):3989-3994.
- (10) Simpson TC, Weldon JC, Worthington HV, Needleman I, Wild SH, Moles DR et al. Treatment of periodontal disease for glycaemic control in people with diabetes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;11:CD004714.
- (11) Chapple IL, Genco R. Diabetes and periodontal diseases: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop. *J Periodontol*. 2013;84(Suppl 4):S106-S112.

LÍNEA ANALGÉSICOS

ELGYDOL

Ketorolac Sublingual

RÁPIDA POTENCIA ANALGÉSICA
EN 6 MINUTOS

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo
10 comprimidos sublinguales

DUOMAX

Ibuprofeno / Paracetamol

SINERGIA ANALGÉSICA POTENCIADA
PARA EL CONTROL DEL DOLOR

PRESENTACIONES: Envases conteniendo
10 y 20 comprimidos

FLEXICAMIN A

Piroxicam / Dipirona / Carisoprodo

RÁPIDA Y POTENTE ACCIÓN
EN PROCESOS INFLAMATORIOS
CON INTENSO DOLOR SOMÁTICO

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo
20 comprimidos

ARTRO RED

Diclofenac potásico / Paracetamol

SINERGIA ANALGÉSICA Y
ANTIINFLAMATORIA DE RÁPIDA ACCIÓN

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo
20 comprimidos recubiertos

FLEXINA 600

Clorzoxazona / Ibuprofeno

ANTIINFLAMATORIO NO ESTEROIDE
ANALGÉSICO - MIORELAJANTE

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo
20 comprimidos recubiertos

DECADRON

Dexametasona

LA MARCA MUNDIAL DEL CORTICOIDE

PRESENTACIÓN: Frasco ampolla de
2 ml. + Jeringa descartable



ORAL CARE

www.sidus.com.ar

Capítulo 5

Periodontitis y enfermedades neurodegenerativas: la conexión inflamatoria entre la cavidad oral y el cerebro

Introducción

Las enfermedades neurodegenerativas representan uno de los mayores desafíos de salud pública del siglo XXI. Entre ellas, la enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson destacan por su elevada prevalencia, su impacto progresivo sobre la autonomía de los pacientes y la carga que generan sobre los sistemas de salud y las familias.

Durante décadas, estas enfermedades fueron consideradas trastornos neurológicos primarios cuya etiología se atribuía principalmente a factores genéticos, alteraciones metabólicas cerebrales y procesos degenerativos propios del sistema nervioso central. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que múltiples factores sistémicos pueden influir en la aparición y progresión de estas patologías, entre ellos los procesos inflamatorios crónicos ⁽¹⁾.

En este contexto, la enfermedad periodontal ha comenzado a recibir una atención creciente como posible factor contribuyente en los mecanismos inflamatorios asociados a la neurodegeneración. La periodontitis es una infección crónica caracterizada por la presencia de bacterias periodontopatógenas y una respuesta inflamatoria persistente que puede tener repercusiones sistémicas ⁽²⁾.

El estudio de la relación entre periodontitis y enfermedades neurodegenerativas forma parte de

un campo emergente dentro de la medicina periodontal, cuyo objetivo es comprender cómo la inflamación oral puede influir en la fisiopatología del sistema nervioso central.

2- Enfermedades neurodegenerativas: una visión general

Las enfermedades neurodegenerativas se caracterizan por la pérdida progresiva de neuronas en diferentes regiones del cerebro. Esta degeneración neuronal produce alteraciones cognitivas, motoras y funcionales que tienden a agravarse con el paso del tiempo.

Entre las enfermedades neurodegenerativas más relevantes se encuentran la enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson.

La enfermedad de Alzheimer constituye la causa más frecuente de demencia a nivel mundial. Se caracteriza por un deterioro progresivo de la memoria, alteraciones cognitivas, cambios conductuales y pérdida de la capacidad funcional. Desde el punto de vista neuropatológico, esta enfermedad se asocia con la acumulación de placas extracelulares de beta-amiloide y la formación de ovillos neurofibrilares compuestos por proteína tau hiperfosforilada ⁽³⁾.

La enfermedad de Parkinson, por su parte, se caracteriza principalmente por síntomas motores como temblor en reposo, rigidez muscular, bradicinesia y alteraciones del equilibrio. Estas mani-

festaciones se relacionan con la degeneración de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra del mesencéfalo ⁽⁴⁾.

Aunque estas enfermedades presentan mecanismos patológicos distintos, ambas comparten procesos inflamatorios y alteraciones inmunológicas que contribuyen al daño neuronal progresivo.

3- Inflamación sistémica y neurodegeneración

La inflamación crónica se ha convertido en uno de los elementos centrales en la investigación contemporánea sobre enfermedades neurodegenerativas.

Diversos estudios han demostrado que la activación persistente del sistema inmunológico puede contribuir a la degeneración neuronal. En el cerebro, las células inmunológicas conocidas como microglía desempeñan un papel fundamental en la regulación de la respuesta inflamatoria.

Cuando la microglía se activa de manera prolongada, puede liberar mediadores inflamatorios capaces de producir daño neuronal. Entre los mediadores más importantes involucrados en estos procesos se encuentran la interleucina 1 (IL-1), la interleucina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) ⁽⁵⁾.

La presencia de inflamación sistémica persistente, como la generada por infecciones crónicas, puede amplificar la activación microglial y favorecer un entorno neuroinflamatorio que contribuye a la progresión de enfermedades neurodegenerativas ⁽⁶⁾.

En este contexto, la enfermedad periodontal representa una fuente potencial de inflamación sistémica prolongada.

4 - Bacterias periodontales y sistema nervioso central.

Una de las áreas más interesantes de investigación en los últimos años ha sido el estudio de la posible presencia de bacterias periodontales en el sistema nervioso central.

Diversos estudios han identificado componentes bacterianos en tejidos cerebrales de pacientes

con enfermedad de Alzheimer. En particular, la bacteria *Porphyromonas gingivalis*, considerada uno de los principales patógenos periodontales, ha sido detectada en muestras cerebrales obtenidas en estudios post mortem ⁽⁷⁾.

Esta bacteria produce enzimas proteolíticas conocidas como gingipainas, las cuales pueden degradar proteínas estructurales y desencadenar respuestas inflamatorias intensas en los tejidos ⁽⁸⁾.

Algunos investigadores han propuesto que las bacterias periodontales o sus productos podrían alcanzar el cerebro a través de diversas vías biológicas, entre ellas la circulación sanguínea durante episodios de bacteriemia, la migración a través de nervios craneales como el nervio trigémino o el transporte mediante sistemas linfáticos ⁽⁹⁾.

Aunque todavía se requiere mayor investigación para confirmar plenamente estos mecanismos, los hallazgos actuales sugieren que la infección periodontal podría contribuir a procesos inflamatorios cerebrales.

5- Periodontitis y enfermedad de Alzheimer

Diversos estudios epidemiológicos han encontrado asociaciones entre enfermedad periodontal y deterioro cognitivo.

Los pacientes con periodontitis crónica presentan con mayor frecuencia deterioro de la memoria, disminución de funciones cognitivas y mayor riesgo de desarrollar demencia en comparación con individuos con adecuada salud periodontal ⁽¹⁰⁾.

Una de las hipótesis propuestas sugiere que la inflamación sistémica asociada con la periodontitis podría favorecer la producción o acumulación de proteínas beta-amiloide en el cerebro, una de las características patológicas más importantes de la enfermedad de Alzheimer ⁽¹¹⁾.

Además, la activación crónica de la microglía inducida por mediadores inflamatorios sistémicos podría acelerar los procesos de daño neuronal.

Aunque la relación causal definitiva aún se encuentra en investigación, la evidencia disponible sugiere que la salud periodontal podría influir en la salud cognitiva a largo plazo.

6 - Periodontitis y enfermedad de Parkinson

La enfermedad de Parkinson también ha sido objeto de investigaciones relacionadas con la salud oral. Los pacientes con Parkinson suelen presentar dificultades para mantener una adecuada higiene oral debido a limitaciones motoras como temblor, rigidez muscular y disminución de la destreza manual.

Estas condiciones favorecen el desarrollo de gingivitis y periodontitis ⁽¹²⁾.

Por otra parte, la inflamación sistémica asociada con la enfermedad periodontal podría contribuir al deterioro neuronal característico del Parkinson mediante la activación de mecanismos neuroinflamatorios.

Algunos estudios han sugerido que la presencia de infecciones crónicas puede intensificar los procesos inflamatorios sistémicos que participan en la progresión de esta enfermedad ⁽¹³⁾.

7- Implicaciones clínicas

El posible vínculo entre enfermedad periodontal y enfermedades neurodegenerativas tiene importantes implicaciones para la práctica odontológica contemporánea.

En primer lugar, resalta la importancia de considerar la salud oral como parte integral de la salud general del paciente. La cavidad oral no debe entenderse únicamente como un sistema aislado, sino como un componente del organismo que puede influir en procesos sistémicos complejos.

Los odontólogos pueden desempeñar un papel relevante en la prevención de procesos inflamatorios crónicos que potencialmente podrían afectar otros sistemas del organismo.

Asimismo, los pacientes con enfermedades neurodegenerativas requieren una atención odontológica especial debido a las dificultades que presentan para mantener una adecuada higiene oral.

El manejo clínico de estos pacientes debe incluir programas preventivos intensivos, educación dirigida a familiares y cuidadores, controles periódicos y tratamiento periodontal temprano para reducir la carga inflamatoria sistémica ⁽¹⁴⁾.

8 - Medicina periodontal y neurología

La interacción entre odontología y neurología representa un campo emergente dentro de la investigación biomédica contemporánea.

El estudio de la relación entre infecciones crónicas, inflamación sistémica y neurodegeneración podría abrir nuevas perspectivas en la prevención y tratamiento de enfermedades neurológicas.

En este contexto, la medicina periodontal promueve una visión interdisciplinaria en la que la salud oral se reconoce como un componente importante del bienestar sistémico y neurológico.

La integración entre odontólogos, neurólogos, investigadores biomédicos y profesionales de la salud pública podría contribuir a desarrollar estrategias preventivas más eficaces y a mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por enfermedades neurodegenerativas ⁽¹⁵⁾.

Conclusión

Las enfermedades neurodegenerativas constituyen uno de los mayores retos médicos del mundo contemporáneo.

Aunque sus causas son complejas y multifactoriales, la evidencia científica actual sugiere que la inflamación sistémica desempeña un papel relevante en su desarrollo y progresión.

La enfermedad periodontal, como infección crónica caracterizada por inflamación persistente, podría contribuir a estos procesos mediante diversos mecanismos biológicos que incluyen la liberación de mediadores inflamatorios, la activación inmunológica sistémica y la posible diseminación de bacterias periodontales o sus productos hacia el sistema nervioso central.

Si bien aún se requiere mayor investigación para establecer con precisión la naturaleza causal de esta relación, los hallazgos actuales refuerzan la importancia de la salud periodontal dentro de un enfoque integral de la medicina.

La integración entre odontología, neurología e investigación biomédica podría ofrecer nuevas oportunidades para comprender mejor estas complejas interacciones y para desarrollar estrategias preventivas orientadas a reducir el impacto de las enfermedades neurodegenerativas.

Referencias bibliográficas

- (1) Heneka MT, Carson MJ, El Khoury J, Landreth GE, Brosseron F, Feinstein DL et al. Neuroinflammation in Alzheimer's disease. *Lancet Neurol.* 2015;14(4):388-405.
- (2) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet.* 2005;366(9499):1809-1820.
- (3) Selkoe DJ, Hardy J. The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease at 25 years. *EMBO Mol Med.* 2016;8(6):595-608.
- (4) Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Brundin P, Volkmann J et al. Parkinson disease. *Nat Rev Dis Primers.* 2017;3:17013.
- (5) Perry VH, Holmes C. Microglial priming in neurodegenerative disease. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(4):217-224.
- (6) Holmes C, Cunningham C, Zotova E, Woolford J, Dean C, Kerr S et al. Systemic inflammation and disease progression in Alzheimer disease. *Neurology.* 2009;73(10):768-774.
- (7) Dominy SS, Lynch C, Ermini F, Benedyk M, Marczyk A, Konradi A et al. *Porphyromonas gingivalis* in Alzheimer's disease brains. *Sci Adv.* 2019;5(1):eaau3333.
- (8) Olsen I, Singhrao SK. Gingipain inhibitors and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis.* 2020;73(4):1273-1278.
- (9) Kamer AR, Craig RG, Dasanayake AP, Brys M, Glodzick-Sobanska L, de Leon MJ. Inflammation and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis.* 2008;13(4):437-449.
- (10) Chen CK, Wu YT, Chang YC. Association between chronic periodontitis and the risk of Alzheimer's disease. *J Clin Periodontol.* 2017;44(7):692-699.
- (11) Kamer AR, Morse DE, Holm-Pedersen P, Mortensen EL, Avlund K. Periodontal inflammation in relation to cognitive function. *J Clin Periodontol.* 2012;39(4):340-347.
- (12) Hanaoka A, Kashiwara K. Increased frequencies of caries, periodontal disease and tooth loss in patients with Parkinson's disease. *J Clin Neurosci.* 2009;16(10):1279-1282.
- (13) Chen CK, Huang JY, Wu YT, Chang YC. Dental scaling decreases the risk of Parkinson's disease. *J Periodontol.* 2018;89(6):643-649.
- (14) Ide M, Harris M, Stevens A, Sussams R, Hopkins V, Culliford D et al. Periodontitis and cognitive decline in Alzheimer's disease. *PLoS One.* 2016;11(3):e0151081.
- (15) Gaur S, Agnihotri R. Alzheimer's disease and chronic periodontitis. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2015;5(1):25-29.

Capítulo 6

Periodontitis y enfermedades cerebrovasculares: inflamación, endotelio y riesgo de ictus

Introducción

Las enfermedades cerebrovasculares constituyen una de las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo. Entre ellas, el accidente cerebrovascular o ictus representa una condición médica de gran impacto social debido a sus consecuencias neurológicas permanentes y a la carga que impone a los sistemas de salud ⁽¹⁾.

Tradicionalmente, los factores de riesgo más reconocidos para el ictus incluyen hipertensión arterial, diabetes mellitus, tabaquismo, hipercolesterolemia y enfermedades cardíacas. Sin embargo, investigaciones recientes han comenzado a identificar nuevos factores asociados con el riesgo cerebrovascular, entre ellos la inflamación sistémica derivada de infecciones crónicas ⁽²⁾.

La enfermedad periodontal, caracterizada por inflamación persistente de los tejidos de soporte dental, ha sido propuesta como un posible factor contribuyente en el desarrollo de enfermedades cerebrovasculares. La periodontitis genera una respuesta inflamatoria crónica que puede afectar el sistema vascular y favorecer procesos ateroscleróticos ⁽³⁾.

En este contexto, la medicina periodontal ha ampliado el campo de estudio de la odontología, integrando la salud oral dentro de una perspectiva más amplia de la medicina sistémica.

2 - Enfermedades cerebrovasculares

Las enfermedades cerebrovasculares comprenden un grupo de trastornos que afectan el flujo

sanguíneo hacia el cerebro. Cuando el suministro de oxígeno y nutrientes se interrumpe, las células cerebrales pueden sufrir daño irreversible ⁽⁴⁾.

Existen dos tipos principales de ictus.

El ictus isquémico es el tipo más frecuente y ocurre cuando una arteria que suministra sangre al cerebro se obstruye, generalmente debido a la formación de un trombo o a la presencia de una placa aterosclerótica ⁽⁵⁾.

El ictus hemorrágico se produce cuando un vaso sanguíneo cerebral se rompe, provocando hemorragia dentro del tejido cerebral ⁽⁶⁾.

El ictus isquémico representa aproximadamente el 80–85 % de los casos a nivel mundial ⁽¹⁾.

3- Aterosclerosis y enfermedad vascular

La aterosclerosis es uno de los principales procesos fisiopatológicos implicados en las enfermedades cerebrovasculares. Se caracteriza por la acumulación de lípidos, células inflamatorias y tejido fibroso en las paredes arteriales ⁽⁷⁾.

Este proceso puede provocar estrechamiento de las arterias, reducción del flujo sanguíneo y formación de trombos. La evolución de estas placas ateroscleróticas puede culminar en eventos tromboembólicos que afectan el flujo sanguíneo cerebral ⁽⁸⁾.

La inflamación desempeña un papel fundamental en el desarrollo y progresión de la aterosclerosis. Diversos mediadores inflamatorios contribuyen a la disfunción endotelial y a la formación de placas ateroscleróticas ⁽⁹⁾.

4 - Inflamación periodontal y sistema vascular

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica que produce liberación de mediadores inflamatorios al torrente sanguíneo ⁽³⁾.

Entre los mediadores más relevantes se encuentran la interleucina-1 (IL-1), la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la proteína C reactiva (PCR) ⁽¹⁰⁾.

Estos mediadores pueden influir en el sistema vascular promoviendo procesos inflamatorios en el endotelio de los vasos sanguíneos. La inflamación sistémica sostenida puede contribuir al desarrollo de aterosclerosis y aumentar el riesgo de eventos cerebrovasculares ⁽¹¹⁾.

Diversos estudios han demostrado que pacientes con periodontitis presentan niveles elevados de marcadores inflamatorios sistémicos, lo que refuerza la hipótesis de una conexión biológica entre enfermedad periodontal y patología vascular ⁽¹²⁾.

5 - Bacteriemia periodontal

Las bolsas periodontales constituyen reservorios bacterianos que pueden liberar microorganismos al torrente sanguíneo durante actividades cotidianas como la masticación, el cepillado dental o procedimientos odontológicos ⁽¹³⁾.

Esta bacteriemia transitoria puede permitir que bacterias periodontales circulen por el sistema vascular y entren en contacto con el endotelio arterial.

Diversos estudios han identificado ADN de bacterias periodontales en placas ateroscleróticas de arterias carótidas humanas, lo que sugiere una posible participación de estos microorganismos en el desarrollo de enfermedad vascular ⁽¹⁴⁾.

Entre las bacterias más estudiadas en este contexto se encuentran *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* y *Treponema denticola*, microorganismos que poseen factores de virulencia capaces de estimular respuestas inflamatorias y alterar la función endotelial ⁽¹⁵⁾.

6 - Disfunción endotelial

El endotelio es una capa de células que recubre la superficie interna de los vasos sanguíneos y

desempeña un papel esencial en la regulación del flujo sanguíneo, la coagulación y la respuesta inflamatoria ⁽¹⁶⁾.

La inflamación sistémica puede provocar disfunción endotelial, una condición caracterizada por reducción de la producción de óxido nítrico, aumento de la adhesión celular e incremento del estrés oxidativo ⁽¹⁷⁾.

La disfunción endotelial es considerada uno de los primeros pasos en el desarrollo de la aterosclerosis. Cuando el endotelio pierde su capacidad reguladora, aumenta la probabilidad de formación de placas ateroscleróticas y fenómenos trombóticos ⁽¹⁸⁾.

La inflamación periodontal crónica puede contribuir a este proceso, favoreciendo la progresión de enfermedad vascular mediante mecanismos inflamatorios y bacterianos ⁽¹⁹⁾.

7 - Evidencia científica

Diversos estudios epidemiológicos han encontrado asociaciones entre enfermedad periodontal y mayor riesgo de ictus ⁽²⁰⁾.

Investigaciones realizadas en poblaciones adultas han demostrado que los individuos con periodontitis severa presentan una mayor probabilidad de sufrir eventos cerebrovasculares en comparación con aquellos con encías sanas ⁽²¹⁾.

Asimismo, estudios clínicos han señalado que la pérdida de inserción periodontal y la presencia de bolsas periodontales profundas pueden correlacionarse con mayor riesgo vascular ⁽²²⁾.

Aunque estos estudios no establecen necesariamente una relación causal directa, sugieren que la enfermedad periodontal podría actuar como un factor de riesgo adicional dentro del complejo conjunto de factores que contribuyen al desarrollo de enfermedades cerebrovasculares ⁽²³⁾.

8 - Implicaciones clínicas

La posible relación entre periodontitis y enfermedades cerebrovasculares tiene importantes implicaciones para la práctica odontológica.

En primer lugar, destaca la necesidad de considerar la salud periodontal dentro de una visión más amplia de la salud sistémica. El odontólogo puede desempeñar un papel importante en la

identificación de pacientes con factores de riesgo cardiovascular y cerebrovascular ⁽²⁴⁾.

Entre los factores que deben evaluarse se encuentran hipertensión arterial, diabetes mellitus, tabaquismo, obesidad y antecedentes familiares de enfermedad vascular.

El control de la inflamación periodontal podría contribuir a reducir la carga inflamatoria sistémica y mejorar la salud vascular del paciente ⁽²⁵⁾.

9 - Prevención y medicina interdisciplinaria

La prevención de enfermedades cerebrovasculares requiere la colaboración entre múltiples disciplinas médicas.

El odontólogo puede participar activamente en estrategias de prevención mediante diagnóstico temprano de periodontitis, tratamiento periodontal oportuno, educación del paciente sobre higiene oral y coordinación con médicos especialistas ⁽²⁶⁾.

La medicina periodontal promueve precisamente esta integración interdisciplinaria entre odontología y medicina general, reconociendo que la sa-

lud oral forma parte integral del estado de salud global del individuo ⁽²⁷⁾.

Conclusión

La evidencia científica sugiere que la enfermedad periodontal puede influir en procesos inflamatorios sistémicos relacionados con el desarrollo de enfermedades cerebrovasculares.

Aunque todavía se requieren más estudios para establecer con precisión la naturaleza de esta relación, los datos disponibles resaltan la importancia de la salud periodontal como componente del bienestar general.

El control de la inflamación periodontal no solo contribuye a preservar los tejidos de soporte dental, sino que también podría desempeñar un papel en la prevención de enfermedades sistémicas.

La medicina periodontal representa un avance importante hacia una visión más integrada de la salud, en la cual odontólogos y médicos colaboran para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Referencias bibliográficas

- (1) Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins S, Sacco RL, Hacke W et al. World Stroke Organization global stroke fact sheet. *Int J Stroke*. 2022;17(1):18-29.
- (2) Libby P, Ridker PM, Hansson GK. Inflammation in atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(23):2129-2138.
- (3) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis. *J Periodontol*. 2018;89(Suppl1):S159-S172.
- (4) Hankey GJ. Stroke. *Lancet*. 2017;389(10069):641-654.
- (5) Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. *Lancet*. 2008;371(9624):1612-1623.
- (6) Campbell BCV, De Silva DA, Macleod MR, Coultts SB, Schwamm LH, Davis SM et al. Ischaemic stroke. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5:70.
- (7) Ross R. Atherosclerosis – an inflammatory disease. *N Engl J Med*. 1999;340:115-126.
- (8) Lusis AJ. Atherosclerosis. *Nature*. 2000;407:233-241.
- (9) Hansson GK. Inflammation, atherosclerosis and coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2005;352:1685-1695.
- (10) Preshaw PM, Taylor JJ. How has research into cytokine interactions and their role in driving immune responses impacted our understanding of periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2011;38(Suppl 11):60-84.
- (11) Paraskevas S, Huizinga JD, Loos BG. A systematic review and meta-analysis on C-reactive protein in relation to periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2008;35:277-290.
- (12) D'Aiuto F, Parkar M, Andreou G, Suvan J, Brett PM, Ready D et al. Periodontitis and systemic inflammation. *J Dent Res*. 2004;83:156-160.
- (13) Lockhart PB, Brennan MT, Sasser HC, Fox PC, Paster BJ, Bahrani-Mougeot FK. Bacteremia associated with tooth brushing and dental extraction. *Circulation*. 2008;117:3118-3125.
- (14) Haraszthy VI, Zambon JJ, Trevisan M, Zeid M, Genco RJ. Identification of periodontal pathogens in atheromatous plaques. *J Periodontol*. 2000;71:1554-1560.
- (15) Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol*. 2015;15:30-44.
- (16) Gimbrone MA, García-Cardena G. Endothelial cell dysfunction and the pathobiology of atherosclerosis. *Circ Res*. 2016;118:620-636.
- (17) Davignon J, Ganz P. Role of endothelial dysfunction in atherosclerosis. *Circulation*. 2004;109:III27-III32.
- (18) Bonetti PO, Lerman LO, Lerman A. Endothelial dysfunction. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2003;23:168-175.
- (19) Reyes L, Herrera D, Kozarov E, Roldán S, Prohulske-Fox A. Periodontal bacterial invasion and infection. *J Clin Periodontol*. 2013;40(Suppl 14):S30-S50.
- (20) Lafon A, Pereira B, Dufour T, Rigouby V, Giroud M, Béjot Y et al. Periodontal disease and stroke. *J Neurol*. 2014;261:1-8.
- (21) Humphrey LL, Fu R, Buckley DI, Freeman M, Helfand M. Periodontal disease and coronary heart disease incidence. *J Gen Intern Med*. 2008;23:2079-2086.
- (22) Lee HJ, Choi EK, Park JB, Han KD, Oh S. Tooth loss predicts myocardial infarction and stroke. *J Dent Res*. 2019;98:164-170.
- (23) Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F et al. Periodontitis and cardiovascular diseases. *J Clin Periodontol*. 2020;47:268-288.
- (24) Tonetti MS, Van Dyke TE. Periodontitis and atherosclerotic cardiovascular disease. *J Periodontol*. 2013;84:S24-S29.
- (25) D'Aiuto F, Orlandi M, Gunsolley JC. Evidence that periodontal treatment improves biomarkers. *J Clin Periodontol*. 2013;40(Suppl 14):S85-S105.
- (26) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet*. 2005;366:1809-1820.
- (27) Chapple ILC, Genco R. Diabetes and periodontal diseases. *J Clin Periodontol*. 2013;40(Suppl 14):S106-S112.

Capítulo 7

Diagnóstico periodontal basado en datos longitudinales y medicina predictiva

Introducción

Uno de los cambios más importantes en la medicina contemporánea es la transición de un modelo reactivo hacia un modelo predictivo, preventivo y personalizado. Durante gran parte del siglo XX, la práctica clínica estuvo orientada principalmente a tratar enfermedades una vez que estas ya se habían manifestado clínicamente. Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías biomédicas, el análisis avanzado de datos y los avances en biología molecular han permitido anticipar la evolución de muchas enfermedades antes de que produzcan daños irreversibles⁽¹⁾.

En odontología, este cambio de paradigma es especialmente relevante en el campo de la periodoncia. La enfermedad periodontal es un proceso inflamatorio crónico que se desarrolla lentamente a lo largo del tiempo y que está influido por múltiples factores biológicos, ambientales y conductuales⁽²⁾.

Debido a esta naturaleza progresiva y multifactorial, el seguimiento longitudinal de los pacientes se convierte en una herramienta fundamental para comprender la evolución de la enfermedad periodontal. El diagnóstico moderno no debe basarse únicamente en una evaluación puntual del estado clínico del paciente, sino en el análisis comparativo de los datos obtenidos a lo largo del tiempo.

Este enfoque permite identificar patrones de progresión, evaluar la respuesta a los tratamientos y establecer estrategias terapéuticas más preci-

sas. La integración de registros clínicos sistemáticos, estudios radiográficos avanzados y herramientas digitales de análisis de datos constituye la base de lo que puede denominarse diagnóstico periodontal basado en datos longitudinales.

Evolución del diagnóstico periodontal

Tradicionalmente, el diagnóstico periodontal se ha basado en la evaluación clínica de diversos parámetros, entre ellos la profundidad de sondaje, el nivel de inserción clínica, el sangrado al sondaje, la movilidad dentaria, la presencia de compromiso de furcaciones y la evaluación radiográfica del hueso alveolar⁽³⁾.

Estos indicadores continúan siendo fundamentales para el diagnóstico y manejo de la enfermedad periodontal. No obstante, cuando se interpretan de forma aislada pueden ofrecer una visión limitada del estado real del paciente.

El verdadero valor diagnóstico de estos parámetros se manifiesta cuando se analizan en el tiempo, permitiendo observar tendencias de progresión o estabilidad de la enfermedad.

Por ejemplo, una profundidad de sondaje de cinco milímetros puede representar situaciones clínicas muy distintas dependiendo de si se trata de una condición estable durante varios años o de una lesión que ha progresado rápidamente en pocos meses.

El enfoque longitudinal permite comprender estas diferencias y tomar decisiones clínicas más informadas.

Importancia del seguimiento longitudinal

El seguimiento longitudinal consiste en registrar y comparar los datos clínicos del paciente a lo largo de diferentes momentos de evaluación. Este enfoque permite construir una historia biológica de la enfermedad periodontal y comprender mejor la dinámica de los procesos inflamatorios y destructivos que afectan los tejidos de soporte dental.

Entre las principales ventajas del seguimiento longitudinal se encuentra la identificación de la progresión de la enfermedad. El análisis comparativo de mediciones periodontales permite detectar cambios sutiles que podrían pasar desapercibidos en una evaluación aislada.

Otra ventaja importante es la evaluación de la respuesta al tratamiento. El seguimiento sistemático de los parámetros clínicos permite determinar si las intervenciones terapéuticas han sido efectivas o si es necesario modificar el enfoque terapéutico.

Asimismo, el seguimiento longitudinal facilita la estratificación del riesgo periodontal. Los pacientes pueden clasificarse según su probabilidad de progresión de la enfermedad, lo que permite planificar controles y tratamientos más personalizados ⁽⁴⁾.

Finalmente, este enfoque fortalece la medicina preventiva, ya que el diagnóstico temprano permite intervenir antes de que se produzcan daños irreversibles en los tejidos periodontales.

Herramientas diagnósticas contemporáneas

El desarrollo de nuevas tecnologías ha ampliado significativamente las capacidades diagnósticas en odontología.

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permite obtener imágenes tridimensionales de las estructuras dentales y óseas con alta resolución y mínima distorsión geométrica ⁽⁵⁾.

En el diagnóstico periodontal, la tomografía permite evaluar con precisión la altura del hueso alveolar, identificar defectos óseos angulares, analizar la arquitectura trabecular y detectar lesiones que pueden no ser visibles en radiografías convencionales.

En pacientes adultos, especialmente mayores de treinta y cinco años, la utilización de tomografía puede proporcionar información valiosa sobre el estado del soporte óseo y facilitar una planificación terapéutica más precisa.

Otro elemento fundamental es el uso de registros clínicos digitales. Los sistemas digitales de registro clínico permiten almacenar y analizar grandes volúmenes de información relacionada con la salud del paciente.

Estos sistemas facilitan el seguimiento preciso de parámetros clínicos, la comparación de mediciones a lo largo del tiempo y la visualización gráfica de la evolución periodontal del paciente.

Inteligencia artificial y análisis de datos

El desarrollo de herramientas de inteligencia artificial está comenzando a transformar el diagnóstico médico y odontológico. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes conjuntos de datos clínicos para identificar patrones que podrían no ser evidentes para el observador humano ⁽⁶⁾.

En el contexto periodontal, estas tecnologías podrían permitir predecir la progresión de la enfermedad, identificar pacientes de alto riesgo y optimizar la planificación terapéutica.

Además, la inteligencia artificial puede facilitar el análisis de imágenes radiográficas y tomográficas, mejorando la detección de cambios sutiles en la estructura ósea y en los tejidos periodontales.

Aunque estas aplicaciones aún se encuentran en desarrollo, su potencial para mejorar el diagnóstico periodontal es considerable y probablemente desempeñará un papel central en la odontología del futuro.

Medicina personalizada en odontología

El concepto de medicina personalizada implica adaptar el diagnóstico y el tratamiento a las características biológicas individuales de cada paciente. En el campo de la periodoncia, esto significa considerar una amplia variedad de factores que influyen en la evolución de la enfermedad periodontal ⁽⁷⁾.

Entre estos factores se encuentran la predisposición genética, la composición del microbioma

oral, la respuesta inmunológica del huésped, los hábitos de vida y la presencia de enfermedades sistémicas.

La integración de estos factores con los datos clínicos longitudinales permite desarrollar estrategias terapéuticas más eficaces y adaptadas a las características individuales de cada paciente. Este enfoque representa un cambio importante en la filosofía de la práctica odontológica, ya que promueve un modelo de atención centrado en la biología del paciente y no únicamente en el tratamiento de lesiones.

Integración clínica

La implementación del diagnóstico periodontal basado en datos longitudinales requiere una organización sistemática del proceso clínico.

Entre los elementos clave para su aplicación se encuentran el registro clínico completo del paciente, la evaluación radiográfica periódica, el seguimiento sistemático de los parámetros periodontales y el análisis comparativo de los resultados obtenidos en cada control clínico.

Este enfoque permite construir una historia biológica individual de la enfermedad periodontal en cada paciente, facilitando decisiones clínicas más precisas y mejor fundamentadas.

Además, la integración de los datos clínicos con herramientas digitales de análisis puede contribuir a mejorar la calidad del diagnóstico y la planificación terapéutica.

Implicaciones para la práctica odontológica

La adopción de un enfoque basado en datos longitudinales tiene importantes implicaciones para

la práctica odontológica contemporánea.

En primer lugar, promueve una odontología más científica y basada en evidencia, al fundamentar las decisiones clínicas en el análisis sistemático de la evolución del paciente.

En segundo lugar, permite mejorar la comunicación con el paciente, ya que la evolución de la enfermedad puede explicarse mediante datos objetivos y comparaciones temporales que facilitan la comprensión del proceso patológico.

Finalmente, este enfoque contribuye a fortalecer el papel del odontólogo como profesional de la salud comprometido con la prevención, el diagnóstico temprano y el manejo integral de enfermedades crónicas.

Conclusión

El diagnóstico periodontal basado en datos longitudinales representa un avance significativo en la evolución de la práctica odontológica. La integración de registros clínicos sistemáticos, estudios radiográficos avanzados y herramientas digitales permite comprender mejor la evolución de la enfermedad periodontal y desarrollar estrategias terapéuticas más precisas.

En el futuro, la incorporación de inteligencia artificial, el análisis del microbioma oral y el desarrollo de modelos de medicina personalizada probablemente ampliarán aún más las capacidades diagnósticas de la periodoncia.

Este enfoque no solo mejora la calidad del diagnóstico clínico, sino que también contribuye al desarrollo de una odontología más preventiva, predictiva e integrada con la medicina moderna.

Referencias bibliográficas

- (1) Topol EJ. *The patient will see you now: the future of medicine is in your hands*. New York: Basic Books; 2015.
- (2) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:17038.
- (3) Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza FA. *Carranza's clinical periodontology*. 13th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
- (4) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification. *Journal of Periodontology*. 2018;89(Suppl 1):S159–S172.
- (5) Scarfe WC, Angelopoulos C. *Maxillofacial cone beam computed tomography: principles, techniques and clinical applications*. Berlin: Springer; 2018.
- (6) Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of Dental Research*. 2020;99(7):769–774.
- (7) Offenbacher S, Beck JD, Moss K, Mendoza L, Paquette DW, Barrow DA et al. Results from the Periodontal and Systemic Disease Study. *Journal of Periodontology*. 2009;80(4):553–564.

Capítulo 8

Inteligencia artificial y odontología predictiva

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una de las tecnologías más transformadoras de la medicina contemporánea. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones complejos y generar modelos predictivos está modificando profundamente la forma en que se diagnostican, previenen y tratan diversas enfermedades ⁽¹⁾.

En odontología, la integración de la inteligencia artificial abre nuevas posibilidades para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar los tratamientos y desarrollar modelos de atención más personalizados. Este avance tecnológico forma parte de una transición hacia lo que algunos autores denominan odontología predictiva, un enfoque que busca anticipar la aparición y progresión de enfermedades mediante el análisis sistemático de datos clínicos, biológicos y conductuales ⁽²⁾.

La enfermedad periodontal, por su naturaleza crónica y multifactorial, representa un campo especialmente adecuado para la aplicación de herramientas de inteligencia artificial. El análisis de variables clínicas longitudinales, combinadas con datos microbiológicos y radiográficos, permite desarrollar modelos capaces de predecir la evolución de la enfermedad en diferentes pacientes ⁽³⁾.

Este capítulo explora el papel de la inteligencia artificial en la transformación de la odontología y analiza sus posibles aplicaciones en el diagnóstico y manejo de las enfermedades periodontales. Concepto de inteligencia artificial en medicina La inteligencia artificial puede definirse como el conjunto de tecnologías que permiten a las máquinas realizar tareas que normalmente requie-

ren inteligencia humana, como el reconocimiento de patrones, el aprendizaje a partir de datos y la toma de decisiones ⁽⁴⁾.

Dentro del campo médico, la inteligencia artificial se apoya principalmente en técnicas de aprendizaje automático (machine learning) y aprendizaje profundo (deep learning). Estos sistemas utilizan algoritmos capaces de analizar grandes cantidades de datos para identificar relaciones y patrones que pueden ser utilizados para generar predicciones o recomendaciones clínicas ⁽⁵⁾.

En medicina, las aplicaciones más comunes de la inteligencia artificial incluyen el análisis automatizado de imágenes médicas, el diagnóstico asistido por computadora, la predicción del riesgo de enfermedades, el desarrollo de estrategias de medicina personalizada y la optimización de tratamientos clínicos ⁽⁶⁾.

Inteligencia artificial en odontología

La odontología ha comenzado a incorporar herramientas de inteligencia artificial en diversas áreas clínicas y de investigación.

Uno de los campos más desarrollados es el diagnóstico radiográfico asistido por inteligencia artificial. Los algoritmos pueden analizar radiografías dentales digitales para detectar caries, pérdida ósea periodontal, lesiones periapicales y alteraciones anatómicas con niveles de precisión comparables a los de especialistas experimentados ⁽⁷⁾.

Otra aplicación importante es el análisis automatizado de imágenes tridimensionales obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Estas herramientas permiten identificar defectos óseos, evaluar la arquitectura trabe-

cular y mejorar la planificación de tratamientos implantológicos⁽⁸⁾.

Asimismo, los sistemas de planificación digital integran escaneos intraorales, modelos tridimensionales y datos radiográficos para diseñar tratamientos restauradores y quirúrgicos con mayor precisión, reduciendo errores y optimizando resultados clínicos⁽⁹⁾.

Odontología predictiva

La odontología predictiva busca anticipar la aparición de enfermedades antes de que se manifiesten clínicamente.

Este enfoque se basa en el análisis integrado de múltiples variables biológicas y conductuales, entre ellas el historial clínico del paciente, los datos radiográficos, los hábitos de vida, la composición del microbioma oral y diversos factores genéticos⁽¹⁰⁾.

Los modelos predictivos desarrollados mediante inteligencia artificial permiten identificar pacientes con mayor riesgo de desarrollar determinadas patologías.

En periodoncia, este enfoque podría permitir identificar pacientes con riesgo elevado de progresión periodontal, establecer protocolos preventivos personalizados y optimizar la frecuencia de controles clínicos según el perfil biológico individual⁽¹¹⁾.

Integración con registros clínicos longitudinales
El seguimiento longitudinal de los pacientes constituye una herramienta fundamental en el diagnóstico y manejo de las enfermedades periodontales.

La inteligencia artificial puede potenciar significativamente este enfoque mediante el análisis automatizado de los datos registrados a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, los algoritmos pueden analizar cambios en la profundidad de sondaje periodontal, variaciones en el nivel de inserción clínica, evolución radiográfica del hueso alveolar y patrones de inflamación gingival⁽¹²⁾.

El análisis longitudinal de estos datos permite identificar patrones de progresión de la enfermedad y generar alertas tempranas para el clínico, facilitando intervenciones preventivas oportunas.

Inteligencia artificial y medicina personalizada

La integración de inteligencia artificial con herramientas de biología molecular y análisis del microbioma abre nuevas posibilidades para el desarrollo de tratamientos personalizados.

Cada paciente presenta características biológicas únicas que influyen en su susceptibilidad a la enfermedad periodontal y en su respuesta a los tratamientos.

La inteligencia artificial puede integrar información procedente de diversas fuentes, como datos clínicos, perfiles microbiológicos, marcadores inflamatorios y datos genéticos, generando modelos que permitan diseñar estrategias terapéuticas adaptadas a cada individuo⁽¹³⁾.

Este enfoque coincide con la transición hacia una medicina más precisa y personalizada, en la cual las decisiones clínicas se basan en el análisis integral de múltiples dimensiones biológicas.

Limitaciones y desafío

A pesar de su enorme potencial, la aplicación de la inteligencia artificial en odontología enfrenta diversos desafíos científicos, técnicos y éticos.

Uno de los principales problemas es la calidad de los datos. Los modelos de inteligencia artificial dependen de bases de datos clínicas amplias, bien estructuradas y confiables. Registros clínicos incompletos o inconsistentes pueden afectar significativamente la precisión de los algoritmos⁽¹⁴⁾.

Otro desafío importante es la interpretación clínica de los resultados. La inteligencia artificial debe entenderse como una herramienta de apoyo para el profesional, no como un sustituto del juicio clínico.

Además, el uso de inteligencia artificial en medicina plantea cuestiones éticas relacionadas con la privacidad de los datos, la transparencia de los algoritmos y la responsabilidad clínica en la toma de decisiones⁽¹⁵⁾.

El papel del odontólogo en la era de la inteligencia artificial

La incorporación de tecnologías de inteligencia

artificial no disminuye la importancia del profesional odontológico.

Por el contrario, exige una formación más amplia y una mayor capacidad de interpretación científica y clínica.

El odontólogo del futuro deberá combinar conocimientos biomédicos sólidos con habilidades clínicas avanzadas, comprensión de tecnologías digitales y capacidad de análisis crítico.

Asimismo, la relación humana entre el profesional y el paciente continuará siendo un elemento fundamental de la práctica clínica. La tecnología puede mejorar la precisión diagnóstica, pero la empatía, la comunicación y la comprensión del contexto humano del paciente seguirán siendo insustituibles ⁽¹⁶⁾.

Conclusión

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar profundamente la práctica odontológica, especialmente en el campo del diagnóstico y la prevención de enfermedades.

La integración de análisis de datos clínicos, imágenes digitales y modelos predictivos permitirá desarrollar una odontología más precisa, personalizada y preventiva.

Sin embargo, estas tecnologías deben entenderse como herramientas complementarias al conocimiento clínico del profesional. La odontología del futuro probablemente combinará avances tecnológicos con una visión humanista de la medicina, en la cual la innovación científica se utilice para mejorar la calidad de vida de los pacientes y fortalecer la práctica clínica basada en evidencia.

Referencias bibliográficas

- (1) Topol EJ. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books; 2019.
- (2) Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *J Dent Res*. 2020;99(7):769-774.
- (3) Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Dent*. 2018;77:106-111.
- (4) Russell S, Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. London: Pearson; 2021.
- (5) Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: trends, perspectives and prospects. *Science*. 2015;349(6245):255-260.
- (6) Esteve A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med*. 2019;25:24-29.
- (7) Krois J, Ekert T, Meinhold L, et al. Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss. *Sci Rep*. 2019;9:8495.
- (8) Arijji Y, Fukuda M, Kise Y, et al. Automatic detection and classification of mandibular canal in CBCT images using deep learning. *Oral Radiol*. 2019;35:191-197.
- (9) Mangano F, Admakin O, Bonacina M, Lerner H. Artificial intelligence and augmented reality in implant dentistry. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1882.
- (10) Collins FS, Varmus H. A new initiative on precision medicine. *N Engl J Med*. 2015;372:793-795.
- (11) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17038.
- (12) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis. *J Periodontol*. 2018;89(Suppl 1):S159-S172.
- (13) Ginsburg GS, Phillips KA. Precision medicine: from science to value. *Health Aff*. 2018;37(5):694-701.
- (14) Obermeyer Z, Emanuel EJ. Predicting the future: big data, machine learning and clinical medicine. *N Engl J Med*. 2016;375:1216-1219.
- (15) Floridi L, Cowls J, Beltrametti M, et al. AI4People—an ethical framework for a good AI society. *Minds Mach*. 2018;28:689-707.
- (16) Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25:44-56.

Capítulo 9

Epigenética, microbioma oral y medicina personalizada en odontología

Introducción

La medicina contemporánea está experimentando una profunda transformación conceptual impulsada por el desarrollo de nuevas disciplinas científicas como la genómica, la epigenética y el estudio del microbioma humano.

Estas áreas de investigación han permitido comprender que muchas enfermedades no dependen únicamente de factores genéticos, sino también de la interacción dinámica entre el organismo y su entorno ⁽¹⁾.

En este contexto, la odontología también ha comenzado a adoptar enfoques más integradores orientados hacia la medicina personalizada, un modelo que busca adaptar las estrategias diagnósticas y terapéuticas a las características biológicas individuales de cada paciente ⁽²⁾.

La enfermedad periodontal representa un ejemplo paradigmático de patología multifactorial en la cual intervienen múltiples variables como la microbiota oral, la respuesta inmunológica del huésped, factores ambientales y condiciones sistémicas ⁽³⁾.

La integración de conocimientos provenientes de la epigenética y del estudio del microbioma oral permite comprender mejor la complejidad de estas interacciones biológicas y abre nuevas perspectivas para el desarrollo de estrategias preventivas y terapéuticas más precisas ⁽⁴⁾.

Este capítulo analiza el papel de la epigenética y del microbioma oral en la salud periodontal y explora cómo estos avances científicos pueden

contribuir al desarrollo de una odontología más personalizada y preventiva.

2 - Concepto de epigenética

La epigenética estudia los cambios en la expresión de los genes que no implican modificaciones en la secuencia del ADN. Estos cambios regulan la forma en que la información genética es utilizada por las células y pueden ser inducidos por diversos factores ambientales, metabólicos y conductuales ⁽⁵⁾.

Entre los principales mecanismos epigenéticos se encuentran la metilación del ADN, las modificaciones de histonas y la regulación mediada por ARN no codificante ⁽⁶⁾.

La metilación del ADN consiste en la adición de grupos metilo a determinadas regiones del genoma, lo que generalmente conduce a la represión de la expresión génica. Las modificaciones de histonas, por su parte, alteran la estructura de la cromatina y regulan el acceso de los complejos de transcripción al ADN ⁽⁷⁾.

Asimismo, diversos tipos de ARN no codificante, como los microARN, desempeñan un papel importante en la regulación postranscripcional de la expresión génica ⁽⁸⁾.

Uno de los aspectos más relevantes de la epigenética es que permite explicar cómo factores externos como la dieta, el estrés, el tabaquismo o las infecciones pueden modificar la actividad genética sin alterar el código genético subyacente ⁽⁹⁾.

3 - Epigenética y enfermedad periodontal

Diversas investigaciones han demostrado que los procesos epigenéticos pueden desempeñar un papel importante en la regulación de la respuesta inflamatoria asociada con la enfermedad periodontal ⁽¹⁰⁾.

La inflamación periodontal se caracteriza por la activación de múltiples genes relacionados con la respuesta inmunológica y la producción de mediadores inflamatorios. Los mecanismos epigenéticos pueden influir en la intensidad y duración de esta respuesta ⁽¹¹⁾.

Por ejemplo, determinados patrones de metilación del ADN han sido asociados con la regulación de genes implicados en la producción de citoquinas proinflamatorias como interleucina-1 beta (IL-1 β), factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) e interleucina-6 (IL-6), moléculas que desempeñan un papel central en la destrucción de los tejidos periodontales ⁽¹²⁾.

Asimismo, factores ambientales como el tabaquismo, el estrés crónico o determinadas condiciones metabólicas pueden modificar los patrones epigenéticos relacionados con la respuesta inflamatoria periodontal ⁽¹³⁾.

Estos hallazgos sugieren que la susceptibilidad individual a la enfermedad periodontal podría estar influida no solo por factores genéticos heredados, sino también por modificaciones epigenéticas inducidas por el ambiente y el estilo de vida ⁽¹⁴⁾.

4 - El microbioma oral

El microbioma oral está compuesto por la comunidad de microorganismos que habitan la cavidad oral. Este ecosistema microbiano incluye bacterias, hongos, virus y protozoos que interactúan entre sí y con el organismo huésped ⁽¹⁵⁾.

Se estima que la cavidad oral alberga más de 700 especies microbianas diferentes, muchas de las cuales participan activamente en procesos fisiológicos relacionados con la homeostasis oral ⁽¹⁶⁾. En condiciones de salud, el microbioma oral mantiene un equilibrio dinámico que contribuye a la estabilidad del ecosistema oral. Sin embargo, diversos factores pueden alterar este equilibrio y provocar lo que se conoce como disbiosis microbiana ⁽¹⁷⁾.

La disbiosis se caracteriza por un cambio en la composición y actividad de la comunidad microbiana, favoreciendo la proliferación de bacterias patógenas capaces de desencadenar procesos inflamatorios ⁽¹⁸⁾.

En el caso de la enfermedad periodontal, la disbiosis favorece la proliferación de bacterias periodontopatógenas como *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* y *Treponema denticola*, microorganismos que forman parte del denominado complejo rojo asociado con la progresión de la periodontitis ⁽¹⁹⁾.

5 - Interacción entre microbioma y sistema inmunológico

La interacción entre el microbioma oral y el sistema inmunológico del huésped desempeña un papel fundamental en el desarrollo y progresión de la enfermedad periodontal ⁽²⁰⁾.

En condiciones normales, el sistema inmunológico mantiene bajo control la proliferación bacteriana mediante mecanismos de defensa que incluyen la respuesta inmunitaria innata, la producción de anticuerpos y la actividad de diversas células inmunológicas ⁽²¹⁾.

Cuando este equilibrio se altera, la respuesta inflamatoria puede volverse excesiva o desregulada, lo que conduce a la destrucción progresiva de los tejidos periodontales, incluyendo el ligamento periodontal y el hueso alveolar ⁽²²⁾.

La epigenética puede influir en este proceso regulando la expresión de genes implicados en la respuesta inmunológica y en la producción de mediadores inflamatorios ⁽²³⁾.

De esta manera, los mecanismos epigenéticos actúan como un puente biológico entre los factores ambientales, el microbioma oral y la respuesta inmunológica del huésped ⁽²⁴⁾.

6 - Medicina personalizada en odontología

La integración del conocimiento sobre epigenética y microbioma está contribuyendo al desarrollo de una odontología más personalizada.

La medicina personalizada se basa en el reconocimiento de que cada paciente presenta características biológicas únicas que influyen en su susceptibilidad a las enfermedades y en su respuesta al tratamiento ⁽²⁵⁾.

En el contexto periodontal, este enfoque implica considerar múltiples variables, entre ellas la composición del microbioma oral, la predisposición genética, el perfil inflamatorio del huésped, los hábitos de vida y la presencia de enfermedades sistémicas ⁽²⁶⁾.

La evaluación conjunta de estos factores permite desarrollar estrategias terapéuticas adaptadas a cada paciente, lo que puede mejorar la eficacia de los tratamientos y reducir el riesgo de progresión de la enfermedad periodontal ⁽²⁷⁾.

7- Nuevas herramientas diagnósticas

Los avances tecnológicos en biología molecular y bioinformática están facilitando el desarrollo de nuevas herramientas para el estudio del microbioma oral y de los procesos epigenéticos ⁽²⁸⁾. Entre estas herramientas se encuentran la secuenciación genética del microbioma, el análisis metagenómico, la evaluación de biomarcadores inflamatorios y los estudios epigenéticos basados en perfiles de metilación del ADN ⁽²⁹⁾.

Estas tecnologías permiten obtener información detallada sobre la composición microbiana de la cavidad oral y sobre los mecanismos moleculares que regulan la respuesta inflamatoria del huésped ⁽³⁰⁾.

En conjunto, estas herramientas diagnósticas están contribuyendo al desarrollo de modelos predictivos que pueden mejorar la identificación temprana de pacientes con riesgo elevado de enfermedad periodontal ⁽³¹⁾.

8 - Implicaciones clínicas

La incorporación de conocimientos epigenéticos y microbiológicos en la práctica clínica tiene el potencial de transformar significativamente el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades periodontales.

Entre las posibles aplicaciones clínicas se encuentran la identificación de pacientes con mayor susceptibilidad a la enfermedad periodontal, el desarrollo de terapias dirigidas al microbioma oral, el diseño de estrategias preventivas personalizadas y la optimización del seguimiento clínico de los pacientes ⁽³²⁾.

Asimismo, la comprensión de los mecanismos epigenéticos podría contribuir al desarrollo de nuevas intervenciones terapéuticas orientadas a modular la respuesta inflamatoria del huésped ⁽³³⁾. Aunque muchas de estas aplicaciones aún se encuentran en desarrollo, su potencial para transformar la práctica odontológica es considerable.

9 - Perspectivas futuras

La investigación en epigenética y microbioma oral continúa avanzando rápidamente.

En el futuro, es probable que la integración de estas áreas con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el análisis masivo de datos y la biología de sistemas permita desarrollar modelos diagnósticos aún más precisos y personalizados ⁽³⁴⁾.

La odontología podría evolucionar hacia un modelo de atención en el cual la prevención y el tratamiento se basen en el análisis detallado de las características biológicas de cada paciente, integrando información genética, epigenética, microbiológica y clínica ⁽³⁵⁾.

Este enfoque representa uno de los pilares fundamentales de la medicina de precisión aplicada a la salud oral.

Conclusión

La epigenética y el estudio del microbioma oral están ampliando significativamente la comprensión de los mecanismos biológicos que intervienen en la enfermedad periodontal.

Estos avances científicos permiten reconocer que la salud periodontal depende de una compleja interacción entre factores genéticos, microbiológicos, inmunológicos y ambientales.

La integración de estos conocimientos dentro del marco de la medicina personalizada ofrece nuevas oportunidades para mejorar la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades orales.

A medida que la investigación continúe avanzando, la odontología podrá adoptar enfoques cada vez más precisos y personalizados, contribuyendo así al desarrollo de una medicina más integral y centrada en el paciente.

Referencias bibliográficas

- (1) Feil R, Fraga MF. Epigenetics and the environment: emerging patterns and implications. *Nat Rev Genet.* 2012;13:97-109
- (2) Hood L, Friend SH. Predictive, personalized, preventive, participatory medicine. *Nat Rev Clin Oncol.* 2011;8:184-187
- (3) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers.* 2017;3:17038
- (4) Offenbacher S, Barros SP, Beck JD. Rethinking periodontal inflammation. *J Periodontol.* 2008;79:1577-1584
- (5) Bird A. Perceptions of epigenetics. *Nature.* 2007;447:396-398
- (6) Goldberg AD, Allis CD, Bernstein E. Epigenetics: a landscape takes shape. *Cell.* 2007;128:635-638
- (7) Cedar H, Bergman Y. Linking DNA methylation and histone modification. *Nat Rev Genet.* 2009;10:295-304
- (8) Esteller M. Non-coding RNAs in human disease. *Nat Rev Genet.* 2011;12:861-874
- (9) Jirtle RL, Skinner MK. Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nat Rev Genet.* 2007;8:253-262
- (10) Barros SP, Offenbacher S. Epigenetics: connecting environment and genotype to phenotype and disease. *J Dent Res.* 2009;88:400-408
- (11) Kurushima Y, et al. Epigenetic mechanisms in periodontal disease. *J Oral Biosci.* 2019;61:21-26
- (12) Zhang S, Barros SP, Moretti AJ, Yu N, Zhou J, Preisser JS, et al. Epigenetic regulation of inflammatory cytokines in periodontal disease. *J Dent Res.* 2013;92:121-127
- (13) Nibali L, Donos N. Environmental influences on the epigenetics of periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 2013;40:S111-S115
- (14) Larsson L, Thorbert-Mros S, Rymo L, Berglundh T. Influence of epigenetic modifications on periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 2015;42:S120-S137
- (15) Dewhirst FE, et al. The human oral microbiome. *J Bacteriol.* 2010;192:5002-5017
- (16) Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature.* 2012;486:207-214
- (17) Hajishengallis G, Lamont RJ. Beyond the red complex and into more complexity. *Mol Oral Microbiol.* 2012;27:409-419
- (18) Darveau RP. The oral microbial consortium's interaction with the periodontal host. *Nat Rev Microbiol.* 2010;8:481-490
- (19) Socransky SS, Haffajee AD. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol.* 1998;25:134-144
- (20) Hajishengallis G. Immunomicrobial pathogenesis of periodontitis. *Nat Rev Immunol.* 2015;15:30-44
- (21) Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet.* 2005;366:1809-1820
- (22) Graves DT. Cytokines that promote periodontal tissue destruction. *J Periodontol.* 2008;79:1585-1591
- (23) Bartold PM, Van Dyke TE. Periodontitis: a host-mediated disruption of microbial homeostasis. *Nat Rev Microbiol.* 2013;11:718-726
- (24) Hajishengallis G, Chavakis T. Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities. *Nat Rev Immunol.* 2021;21:426-440
- (25) Collins FS, Varmus H. A new initiative on precision medicine. *N Engl J Med.* 2015;372:793-795
- (26) Meyle J, Chapple I. Molecular aspects of the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol.* 2000. 2015;69:7-17
- (27) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis. *J Periodontol.* 2018;89:S159-S172
- (28) Quince C, Walker AW, Simpson JT, Loman NJ, Segata N. Shotgun metagenomics. *Nat Biotechnol.* 2017;35:833-844
- (29) Knight R, et al. Best practices for analysing microbiomes. *Nat Rev Microbiol.* 2018;16:410-422
- (30) Integrative HMP Research Network Consortium. The integrative human microbiome project. *Nature.* 2014;514:183-186
- (31) Segata N, et al. Metagenomic biomarker discovery. *Genome Biol.* 2011;12:R60
- (32) Kornman KS. Mapping the pathogenesis of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2008;35:210-219
- (33) Van Dyke TE, Bartold PM. Risk factors for periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2013;40:S8-S19
- (34) Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25:44-56
- (35) Auffray C, Hood L, Imbeaud S. From functional genomics to systems medicine. *Genome Med.* 2010;2:2

Capítulo 10

CRISPR y metagenómica en periodoncia: nuevas fronteras en la biotecnología oral

Introducción

El desarrollo de la biología molecular en las últimas décadas ha revolucionado profundamente la comprensión de los procesos biológicos que subyacen a numerosas enfermedades humanas. Entre los avances más significativos destacan las tecnologías de edición genética y las herramientas de análisis metagenómico, que permiten estudiar con gran precisión tanto el material genético de los organismos como la estructura y dinámica de comunidades microbianas complejas ⁽¹⁾.

En el campo de la odontología, estas tecnologías están comenzando a abrir nuevas perspectivas para el estudio de la enfermedad periodontal. La periodontitis es una patología multifactorial en la que interactúan bacterias periodontopatógenas, la respuesta inmunológica del huésped y diversos factores ambientales y conductuales ⁽²⁾.

Comprender estas interacciones a nivel molecular es fundamental para desarrollar estrategias terapéuticas más eficaces y orientadas a la medicina personalizada. En este contexto destacan dos herramientas biotecnológicas de gran relevancia: la tecnología CRISPR-Cas, que permite modificar genes de manera altamente precisa, y la metagenómica, que facilita el análisis integral del microbioma oral ⁽³⁾.

La convergencia de estas tecnologías promete transformar la forma en que se estudian y se tratan las enfermedades periodontales. Concepto de CRISPR-Ca CRISPR es el acrónimo de Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic

Repeats. Este sistema molecular fue identificado inicialmente en bacterias como parte de un mecanismo de defensa adaptativa frente a virus bacteriófagos ⁽⁴⁾.

Las bacterias almacenan fragmentos del material genético de virus previamente encontrados en regiones CRISPR de su genoma. Cuando el virus vuelve a infectar la célula bacteriana, estas secuencias sirven como guía para que proteínas especializadas conocidas como Cas (CRISPR-associated proteins) reconozcan y destruyan el ADN viral invasor ⁽⁵⁾.

A partir de este mecanismo natural se desarrolló una herramienta de edición genética extraordinariamente precisa conocida como CRISPR-Cas9. Esta tecnología permite realizar modificaciones específicas en el ADN mediante la introducción de cortes dirigidos en secuencias genéticas previamente seleccionadas ⁽⁶⁾.

Las aplicaciones fundamentales de esta tecnología incluyen la posibilidad de cortar secuencias específicas de ADN, eliminar genes defectuosos, insertar nuevas secuencias genéticas y modificar la expresión de determinados genes.

Gracias a su precisión, versatilidad y relativa simplicidad técnica, CRISPR se ha convertido en una de las herramientas más poderosas de la biotecnología moderna.

Aplicaciones potenciales de CRISPR en medicina

En el campo de la medicina, la tecnología CRISPR ha despertado un enorme interés debido a su potencial para tratar enfermedades genéticas y

modificar procesos biológicos a nivel molecular. Investigaciones recientes han explorado su uso para la corrección de mutaciones responsables de enfermedades hereditarias, así como para el desarrollo de terapias dirigidas contra ciertos tipos de cáncer ⁽⁷⁾.

Otra línea de investigación importante se centra en el desarrollo de estrategias antimicrobianas basadas en CRISPR.

Estas tecnologías permitirían atacar selectivamente microorganismos patógenos mediante la introducción de sistemas de edición genética capaces de interferir con genes esenciales para la supervivencia bacteriana ⁽⁸⁾.

Aunque muchas de estas aplicaciones aún se encuentran en etapas experimentales, los avances en este campo progresan rápidamente y están abriendo nuevas posibilidades para la medicina del futuro.

CRISPR y microbiología oral

En el ámbito de la microbiología oral, CRISPR ofrece la posibilidad de desarrollar estrategias innovadoras para controlar bacterias patógenas involucradas en enfermedades periodontales.

Una de las aplicaciones más prometedoras consiste en el diseño de sistemas CRISPR capaces de dirigirse específicamente contra bacterias periodontopatógenas sin afectar las bacterias beneficiosas del microbioma oral ⁽⁹⁾.

Este enfoque permitiría eliminar bacterias patógenas específicas, reducir la disbiosis del microbioma oral y preservar el equilibrio microbiano saludable. A diferencia de los antibióticos de amplio espectro, que pueden alterar de forma significativa la microbiota oral, las terapias basadas en CRISPR podrían ofrecer una intervención mucho más selectiva y biológicamente compatible con la ecología microbiana de la cavidad oral.

Metagenómica y microbioma oral

La metagenómica es una disciplina que permite analizar el material genético presente en comunidades microbianas completas sin necesidad de aislar ni cultivar cada microorganismo de forma individual ⁽¹⁰⁾.

Mediante técnicas avanzadas de secuenciación genética, es posible identificar la composición

bacteriana del microbioma, evaluar su diversidad y estudiar las funciones metabólicas de las comunidades microbianas presentes en distintos ecosistemas biológicos.

En la cavidad oral, la metagenómica ha permitido identificar cientos de especies bacterianas que interactúan entre sí y con el organismo huésped. Estos estudios han demostrado que el microbioma oral constituye un ecosistema altamente dinámico en el que las interacciones microbianas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la salud oral ⁽¹¹⁾.

Disbiosis y enfermedad periodontal

La enfermedad periodontal no está asociada únicamente a la presencia de una bacteria específica, sino a un desequilibrio general en la comunidad microbiana oral. Este fenómeno se conoce como disbiosis microbiana ⁽¹²⁾.

Los estudios metagenómicos han demostrado que durante la progresión de la periodontitis se produce una alteración significativa en la composición del microbioma oral, caracterizada por el incremento de bacterias periodontopatógenas y la disminución de microorganismos asociados a estados de salud.

Este cambio en la comunidad microbiana interactúa con la respuesta inmunológica del huésped, desencadenando un proceso inflamatorio crónico que conduce a la destrucción progresiva de los tejidos periodontales, incluyendo el ligamento periodontal y el hueso alveolar ⁽¹³⁾.

Integración de CRISPR y metagenómica

La combinación de herramientas de edición genética como CRISPR con técnicas de análisis metagenómico abre nuevas posibilidades para el manejo de enfermedades periodontales.

El análisis metagenómico permite identificar con gran precisión los microorganismos predominantes en el microbioma oral de un paciente específico. A partir de esta información, tecnologías basadas en CRISPR podrían utilizarse para modificar selectivamente la composición microbiana, eliminando bacterias patógenas o alterando su capacidad de causar enfermedad ⁽¹⁴⁾.

Este enfoque podría conducir al desarrollo de terapias microbiológicas dirigidas y adaptadas

a las características biológicas individuales de cada paciente, lo que representa un paso importante hacia la medicina periodontal personalizada.

Desafíos éticos y científicos

A pesar de su enorme potencial terapéutico, el uso de tecnologías de edición genética plantea importantes desafíos éticos y científicos. Entre las principales preocupaciones se encuentran la seguridad de las modificaciones genéticas, la posibilidad de efectos no deseados en otras regiones del genoma y el impacto que estas intervenciones podrían tener en ecosistemas microbianos complejos ⁽¹⁵⁾.

Asimismo, la aplicación clínica de estas tecnologías requiere marcos regulatorios sólidos que garanticen su uso responsable y seguro. La investigación en este campo debe avanzar con prudencia y bajo estrictos criterios éticos y científicos.

Perspectivas futuras

La integración de biología molecular, microbiología avanzada y tecnologías digitales está transformando rápidamente el panorama de la investigación biomédica.

En odontología, estas herramientas podrían permitir el desarrollo de estrategias terapéuticas mucho más precisas y personalizadas. La com-

binación de metagenómica, inteligencia artificial, medicina personalizada y edición genética podría conducir a una nueva generación de tratamientos dirigidos específicamente a los mecanismos biológicos que subyacen a la enfermedad periodontal ⁽¹⁶⁾.

En el futuro, es posible que el manejo clínico de la periodontitis incluya el análisis genómico del microbioma oral de cada paciente, seguido de intervenciones biotecnológicas diseñadas para restaurar el equilibrio microbiano y modular la respuesta inflamatoria del huésped.

Conclusión

La tecnología CRISPR y las herramientas de análisis metagenómico representan avances extraordinarios en el

campo de la biotecnología moderna. Su aplicación en odontología podría revolucionar la comprensión del microbioma oral y abrir nuevas posibilidades para el tratamiento de enfermedades periodontales.

Aunque todavía se requieren numerosos estudios para desarrollar aplicaciones clínicas seguras y eficaces, el potencial de estas tecnologías es considerable. La integración de biotecnología avanzada con el conocimiento clínico de la periodoncia podría contribuir al desarrollo de una odontología más científica, precisa y orientada hacia la medicina personalizada.

Referencias bibliográficas

- (1) Alberts B, Johnson A, Lewis J, Morgan D, Raff M, Roberts K. *Molecular Biology of the Cell*. 6th ed. New York: Garland Science; 2015.
- (2) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17038.
- (3) Segata N. Metagenomics and the microbiome. *Nat Methods*. 2018;15:1–2.
- (4) Barrangou R, Marraffini LA. CRISPR-Cas systems: prokaryotes upgrade to adaptive immunity. *Mol Cell*. 2014;54:234–244.
- (5) Horvath P, Barrangou R. CRISPR-Cas, the immune system of bacteria and archaea. *Science*. 2010;327:167–170.
- (6) Doudna JA, Charpentier E. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*. 2014;346:1258096.
- (7) Ledford H. CRISPR gene editing in human cells: new frontiers in medicine. *Nature*. 2015;522:20–24.
- (8) Bikard D, Barrangou R. Using CRISPR-Cas systems as antimicrobials. *Curr Opin Microbiol*. 2017;37:155–160.
- (9) Hale JD, Bester E, Giraud E. CRISPR applications in microbiology and oral health research. *Front Microbiol*. 2019;10:1680.
- (10) Handelsman J. Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2004;68:669–685.
- (11) Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*. 2012;486:207–214.
- (12) Hajishengallis G, Lamont RJ. Polymicrobial synergy and dysbiosis in inflammatory disease. *Trends Mol Med*. 2012;18:172–180.
- (13) Darveau RP. Periodontitis: a polymicrobial disruption of host homeostasis. *Nat Rev Microbiol*. 2010;8:481–490.
- (14) Zuberi A, Misba L, Khan AU. CRISPR interference as a promising antimicrobial strategy against bacterial pathogens. *Pathog Dis*. 2017;75:ftx011.
- (15) National Academies of Sciences. *Human genome editing: science, ethics and governance*. Washington DC: National Academies Press; 2017.
- (16) Gilbert JA, Quinn RA, Debelius J, Xu ZZ, Morton J, Garg N. Microbiome-wide association studies link dynamic microbial consortia to disease. *Nature*. 2016;535:94–103.

Capítulo 11

Exosomas y medicina regenerativa en odontología

Introducción

La medicina regenerativa representa uno de los campos más prometedores de la biomedicina contemporánea. Su objetivo principal consiste en restaurar la estructura y función de tejidos dañados mediante el uso de células, biomateriales y moléculas bioactivas capaces de estimular procesos naturales de reparación biológica ⁽¹⁾.

En odontología, la regeneración de los tejidos periodontales ha sido un desafío clínico durante décadas. La pérdida de hueso alveolar, ligamento periodontal y cemento radicular asociada con la enfermedad periodontal puede comprometer la estabilidad dental, alterar la función masticatoria y afectar significativamente la calidad de vida de los pacientes ⁽⁸⁾.

Tradicionalmente, los tratamientos regenerativos en odontología han incluido injertos óseos, membranas de regeneración tisular guiada y el uso de factores de crecimiento. Aunque estas técnicas han permitido avances importantes, aún presentan limitaciones relacionadas con la predictibilidad biológica y la capacidad de regenerar completamente las estructuras periodontales.

En este contexto, el desarrollo de nuevas herramientas biotecnológicas ha ampliado considerablemente las posibilidades terapéuticas. Entre estas herramientas destacan los exosomas, pequeñas vesículas extracelulares capaces de transportar moléculas bioactivas entre células y regular diversos procesos fisiológicos ⁽¹⁾⁽²⁾.

El estudio de los exosomas está abriendo nuevas perspectivas en la regeneración tisular y podría tener aplicaciones relevantes en periodoncia, implantología y odontología regenerativa.

¿Qué son los exosomas?

Los exosomas son vesículas extracelulares de tamaño nanométrico, generalmente entre 30 y 150 nanómetros de diámetro, liberadas por diversos tipos celulares como parte de los mecanismos naturales de comunicación intercelular ⁽²⁾⁽³⁾.

Estas vesículas contienen una compleja carga molecular compuesta por proteínas, lípidos, ARN mensajero, microARN y fragmentos de ADN. A través de estos componentes, los exosomas pueden transferir información biológica desde una célula emisora hacia una célula receptora ⁽³⁾.

Una vez que el exosoma se fusiona con la membrana de la célula receptora, su contenido molecular puede modificar diversos procesos celulares, incluyendo la regulación genética, la síntesis de proteínas y la actividad metabólica ⁽⁹⁾.

Este sistema de comunicación intercelular desempeña un papel importante en múltiples procesos biológicos, entre ellos la regulación inmunológica, la angiogénesis, la reparación tisular y la diferenciación celular ⁽¹⁰⁾.

Origen de los exosomas

Los exosomas pueden ser producidos por diferentes tipos celulares presentes en el organismo. Entre las fuentes más estudiadas se encuentran las células madre mesenquimales, las células inmunológicas, las células epiteliales y las células endoteliales ⁽⁵⁾.

Las células madre mesenquimales han despertado especial interés en el campo de la medicina regenerativa debido a su capacidad para secretar exosomas con propiedades regenerativas y moduladoras de la inflamación ⁽⁶⁾.

Los exosomas derivados de estas células contienen factores bioactivos capaces de estimular la regeneración tisular, promover la proliferación celular y modular respuestas inmunológicas que participan en los procesos de cicatrización. Diversos estudios han demostrado que gran parte del efecto terapéutico atribuido a las células madre podría estar mediado por los exosomas que estas células liberan hacia el microambiente tisular ⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

Mecanismos biológicos de acción

Los exosomas ejercen sus efectos biológicos mediante la transferencia de moléculas bioactivas entre células.

Cuando un exosoma es internalizado por una célula receptora, su contenido molecular puede modificar múltiples procesos celulares ⁽³⁾⁽⁹⁾.

Entre los principales mecanismos biológicos asociados con los exosomas se encuentran la regulación de la expresión genética, la modulación de la respuesta inflamatoria y la estimulación de procesos regenerativos ⁽¹⁰⁾.

En el contexto de la regeneración tisular, los exosomas pueden estimular la proliferación celular, favoreciendo la multiplicación de células necesarias para la reparación de tejidos.

Asimismo, pueden inducir la diferenciación de células progenitoras hacia tipos celulares específicos involucrados en la regeneración.

Otro mecanismo relevante es la angiogénesis, proceso mediante el cual se forman nuevos vasos sanguíneos que aportan oxígeno y nutrientes al tejido en reparación ⁽⁴⁾.

Además, los exosomas pueden modular la respuesta inflamatoria, reduciendo procesos inflamatorios excesivos que podrían interferir con la cicatrización.

Exosomas y regeneración periodontal

La regeneración periodontal implica la reconstrucción coordinada de tres estructuras fundamentales: el hueso alveolar, el ligamento periodontal y el cemento radicular ⁽⁸⁾.

La investigación reciente sugiere que los exosomas derivados de células madre mesenquimales pueden estimular la regeneración de estas es-

tructuras mediante la activación de mecanismos celulares complejos ⁽⁴⁾.

Estudios experimentales han demostrado que los exosomas pueden promover la formación de nuevo hueso alveolar, estimular la proliferación de fibroblastos periodontales y favorecer la reorganización del ligamento periodontal.

Además, los exosomas pueden contribuir a modular la respuesta inflamatoria local, creando un microambiente biológico favorable para los procesos regenerativos.

Estos hallazgos sugieren que los exosomas podrían convertirse en una herramienta terapéutica innovadora para el tratamiento de defectos periodontales y la recuperación de tejidos de soporte dental dañados por procesos inflamatorios crónicos ⁽⁴⁾⁽⁸⁾.

Aplicaciones en Implantología

La regeneración ósea constituye un elemento clave en la implantología contemporánea. En numerosos pacientes, la pérdida de hueso alveolar asociada con enfermedad periodontal, trauma o reabsorción fisiológica requiere procedimientos de aumento óseo antes de la colocación de implantes dentales.

Los exosomas podrían contribuir a mejorar los resultados de estos procedimientos al estimular la formación de nuevo tejido óseo y favorecer la vascularización del área regenerada ⁽⁷⁾.

Además, estas vesículas extracelulares pueden facilitar la integración de biomateriales utilizados en procedimientos de regeneración ósea guiada, promoviendo la interacción biológica entre el biomaterial y el tejido circundante.

Otro aspecto de gran interés es su posible papel en la osteointegración. Al estimular la actividad de osteoblastos y favorecer la formación de matriz ósea, los exosomas podrían contribuir a mejorar la estabilidad biológica de los implantes dentales ⁽⁴⁾⁽⁷⁾.

Ventajas potenciales frente a terapias celulares

Las terapias basadas en células madre han generado gran interés en medicina regenerativa, pero su aplicación clínica enfrenta desafíos regulatorios, logísticos y de seguridad.

El uso de exosomas podría ofrecer diversas ventajas frente a las terapias celulares tradicionales. Debido a que no contienen células completas, los exosomas presentan un menor riesgo de rechazo inmunológico ⁽¹⁰⁾.

Asimismo, su estabilidad biológica facilita su almacenamiento, transporte y manipulación en entornos clínicos.

Otra ventaja potencial es la reducción del riesgo de proliferación celular descontrolada o formación tumoral, una preocupación presente en algunas terapias celulares ⁽⁹⁾.

Estas características convierten a los exosomas en candidatos atractivos para el desarrollo de terapias regenerativas más seguras y controlables. Desafíos actuales

A pesar de su gran potencial terapéutico, el uso clínico de exosomas aún enfrenta diversos desafíos científicos y regulatorios.

Uno de los principales retos consiste en la estandarización de los métodos de aislamiento y purificación de exosomas, ya que diferentes técnicas pueden producir vesículas con características biológicas variables ⁽³⁾.

Otro desafío importante es el control de calidad de los exosomas utilizados en aplicaciones terapéuticas, así como la determinación de dosis óptimas y esquemas de administración adecuados. Además, se requieren estudios clínicos a largo plazo que permitan evaluar con mayor precisión la seguridad y eficacia de estas terapias en humanos ⁽¹⁰⁾.

La investigación en este campo continúa avanzando rápidamente y es probable que en los próximos años se desarrollen protocolos más estandarizados para su uso clínico.

Futuro de la medicina regenerativa en odontología

La integración de nuevas tecnologías biomédicas está transformando el campo de la odontología regenerativa.

La combinación de exosomas, biomateriales avanzados, ingeniería de tejidos e impresión tridimensional podría permitir el desarrollo de terapias capaces de regenerar estructuras dentales y periodontales con una precisión biológica sin precedentes.

Este enfoque representa un cambio conceptual respecto a la odontología tradicional, que históricamente se ha centrado en la reparación mecánica de tejidos dañados mediante restauraciones o prótesis.

La odontología del futuro podría orientarse cada vez más hacia la restauración biológica de los tejidos, utilizando herramientas capaces de estimular los propios mecanismos regenerativos del organismo ⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾.

Conclusión

Los exosomas representan una de las herramientas más prometedoras dentro del campo de la medicina regenerativa contemporánea. Su capacidad para transportar información molecular entre células y modular procesos biológicos complejos los convierte en elementos clave para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas ⁽¹⁾⁽¹⁰⁾.

En odontología, estas vesículas extracelulares podrían desempeñar un papel relevante en la regeneración periodontal, la regeneración ósea y la mejora de la osteointegración en implantología ⁽⁴⁾⁽⁸⁾.

Aunque todavía se requieren más estudios para establecer protocolos clínicos seguros y estandarizados, la evidencia científica actual sugiere que los exosomas podrían convertirse en una herramienta fundamental en la evolución de la odontología regenerativa.

La integración de estas tecnologías con el conocimiento clínico y los biomateriales avanzados permitirá avanzar hacia una práctica odontológica más biológica, predictiva y orientada a la regeneración de los tejidos.

Referencias bibliográficas

- (1) Raposo G, Stoorvogel W. Extracellular vesicles: exosomes, microvesicles, and friends. *J Cell Biol.* 2013;200(4):373-383
- (2) Théry C, Zitvogel L, Amigorena S. Exosomes: composition, biogenesis and function. *Nat Rev Immunol.* 2002;2(8):569-579
- (3) Colombo M, Raposo G, Théry C. Biogenesis, secretion, and intercellular interactions of exosomes and other extracellular vesicles. *Annu Rev Cell Dev Biol.* 2014;30:255-289
- (4) Qin Y, Sun R, Wu C, Wang L, Zhang C. Exosome: a novel approach to stimulate bone regeneration through regulation of osteogenesis and angiogenesis. *Int J Mol Sci.* 2016;17(5):712
- (5) Narayanan R, Huang CC, Ravindran S. Hijacking the cellular mail: exosome mediated differentiation of mesenchymal stem cells. *Stem Cells Int.* 2016;2016:3808674
- (6) Zhang S, Chuah SJ, Lai RC, Hui JHP, Lim SK, Toh WS. MSC exosomes mediate cartilage repair by enhancing proliferation and attenuating apoptosis of chondrocytes. *Stem Cell Res Ther.* 2018;9(1):1-12
- (7) Xie H, Wang Z, Zhang L, Lei Q, Zhao A, Wang H. Extracellular vesicle-functionalized decalcified bone matrix scaffolds with enhanced proangiogenic and osteogenic performance for bone regeneration. *Biomaterials.* 2017;146:109-121
- (8) Chen FM, Zhang J, Zhang M, An Y, Chen F, Wu ZF. A review on endogenous regenerative technology in periodontal regenerative medicine. *Biomaterials.* 2010;31(31):7892-7927
- (9) Van Niel G, D'Angelo G, Raposo G. Shedding light on the cell biology of extracellular vesicles. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2018;19(4):213-228
- (10) Kalluri R, LeBleu VS. The biology, function, and biomedical applications of exosomes. *Science.* 2020;367(6478):eaau6977

Capítulo 12

Grafeno y biomateriales avanzados en odontología

Introducción

El desarrollo de nuevos biomateriales ha sido uno de los motores de la innovación en odontología durante las últimas décadas. La evolución desde materiales restauradores tradicionales hacia biomateriales bioactivos ha permitido mejorar significativamente la resistencia, la biocompatibilidad y la funcionalidad de las restauraciones dentales⁽¹⁾.

Durante gran parte del siglo XX, los materiales restauradores se enfocaron principalmente en la reposición estructural de los tejidos dentales perdidos. Sin embargo, el avance de la ciencia de materiales, la nanotecnología y la biología molecular ha permitido desarrollar biomateriales capaces de interactuar activamente con los tejidos biológicos, favoreciendo procesos de regeneración y reparación tisular⁽²⁾.

En este contexto, el descubrimiento del grafeno ha generado un enorme interés en múltiples áreas de la ciencia y la ingeniería, incluyendo la medicina y la odontología. El grafeno es un material compuesto por una sola capa de átomos de carbono organizados en una estructura hexagonal bidimensional, lo que le confiere propiedades físicas, químicas y biológicas extraordinarias⁽³⁾.

Entre sus características más relevantes destacan su elevada resistencia mecánica, su extraordinaria conductividad eléctrica y térmica, su gran flexibilidad estructural y su amplia superficie de interacción molecular. Estas propiedades han despertado un creciente interés en el uso del grafeno y de sus derivados en aplicaciones biomé-

dicas, incluyendo la regeneración tisular, el desarrollo de materiales restauradores y la ingeniería de tejidos⁽⁴⁾.

El presente capítulo explora el potencial del grafeno como biomaterial avanzado en odontología, analizando sus propiedades, sus aplicaciones actuales en investigación y sus posibles implicaciones futuras en restauraciones dentales, implantología y medicina regenerativa.

Propiedades del grafeno

El grafeno fue aislado experimentalmente por primera vez en 2004 por los científicos Andre Geim y Konstantin Novoselov mediante un método de exfoliación mecánica del grafito. Este descubrimiento revolucionó el campo de la física y la ciencia de materiales, motivo por el cual ambos investigadores recibieron el Premio Nobel de Física en el año 2010⁽⁵⁾.

Desde el punto de vista estructural, el grafeno consiste en una monocapa de átomos de carbono dispuestos en una red cristalina hexagonal bidimensional. Esta estructura le confiere propiedades mecánicas, eléctricas y químicas únicas que superan ampliamente a muchos materiales convencionales⁽⁶⁾.

Entre las propiedades más relevantes del grafeno destacan su extraordinaria resistencia mecánica. Diversos estudios han demostrado que el grafeno posee una resistencia a la tracción aproximadamente doscientas veces superior a la del acero, a pesar de ser uno de los materiales más delgados conocidos⁽⁷⁾.

Otra característica importante es su elevada conductividad eléctrica. El grafeno permite el movimiento de electrones con una movilidad extremadamente alta, lo que lo convierte en uno de los mejores conductores eléctricos conocidos ⁽⁸⁾. Además, el grafeno presenta una notable conductividad térmica, lo que facilita la disipación de calor en sistemas tecnológicos y biomédicos. Esta propiedad podría tener aplicaciones en el diseño de materiales biomédicos que requieren estabilidad térmica ⁽⁹⁾.

Desde el punto de vista biológico, una de las propiedades más relevantes del grafeno es su gran área superficial. Al tratarse de un material bidimensional, cada átomo se encuentra expuesto a la superficie, lo que facilita su interacción con biomoléculas, proteínas y células ⁽¹⁰⁾.

Diversos estudios experimentales también han demostrado que ciertas formas de grafeno, particularmente el óxido de grafeno y el grafeno reducido, pueden presentar niveles aceptables de biocompatibilidad cuando se utilizan en concentraciones adecuadas y bajo condiciones controladas ⁽¹¹⁾.

Grafeno y materiales restauradores

Uno de los campos más prometedores para la aplicación del grafeno en odontología es el desarrollo de nuevos materiales restauradores con propiedades mecánicas y biológicas mejoradas. Los materiales compuestos utilizados actualmente en restauraciones dentales deben cumplir múltiples requisitos funcionales. Entre ellos se encuentran la resistencia mecánica, la estabilidad química, la biocompatibilidad, la estética y la adecuada adhesión a los tejidos dentales ⁽¹²⁾.

Sin embargo, a pesar de los avances en la tecnología de resinas compuestas, todavía existen limitaciones relacionadas con la resistencia al desgaste, la fatiga mecánica y la degradación del material a lo largo del tiempo ⁽¹³⁾.

La incorporación de nanopartículas de grafeno en matrices poliméricas ha sido investigada como una estrategia para mejorar las propiedades de los materiales restauradores. Estudios experimentales han demostrado que pequeñas

cantidades de grafeno pueden aumentar significativamente la resistencia mecánica de las resinas compuestas ⁽¹⁴⁾.

Entre los beneficios potenciales observados se incluyen el aumento de la resistencia a la fractura, la mejora de la estabilidad estructural del material, la reducción del desgaste y el incremento de la durabilidad de las restauraciones dentales ⁽¹⁵⁾.

Estos avances podrían contribuir al desarrollo de restauraciones más resistentes y duraderas, reduciendo la necesidad de reemplazos frecuentes y mejorando los resultados clínicos a largo plazo.

Propiedades antibacterianas

Una de las características más interesantes del grafeno en el campo biomédico es su potencial actividad antibacteriana.

Diversas investigaciones han demostrado que ciertos materiales basados en grafeno pueden inhibir el crecimiento bacteriano mediante diferentes mecanismos físicos y químicos ⁽¹⁶⁾.

Uno de los mecanismos propuestos es el daño físico a las membranas bacterianas. Las láminas de grafeno pueden actuar como estructuras afiladas que interactúan con las paredes celulares bacterianas, provocando alteraciones estructurales que conducen a la muerte celular ⁽¹⁷⁾.

Otro mecanismo descrito es la generación de especies reactivas de oxígeno, las cuales pueden inducir estrés oxidativo en las bacterias y alterar sus funciones metabólicas esenciales ⁽¹⁸⁾.

Asimismo, algunos estudios sugieren que el grafeno puede interferir con los procesos metabólicos microbianos mediante interacciones directas con proteínas y enzimas bacterianas ⁽¹⁹⁾.

En odontología, estas propiedades antibacterianas podrían ser particularmente útiles para reducir la colonización bacteriana en restauraciones dentales, implantes y materiales protésicos.

La incorporación de grafeno en biomateriales podría contribuir a disminuir la formación de biopeículas bacterianas y reducir el riesgo de caries secundarias, mucositis periimplantaria y periimplantitis ⁽²⁰⁾.

Grafeno en implantología

La implantología moderna depende en gran medida de la capacidad de los implantes dentales para integrarse adecuadamente con el tejido óseo circundante. Este proceso, conocido como osteointegración, es fundamental para el éxito clínico a largo plazo de los implantes ⁽²¹⁾.

En los últimos años, la investigación en biomateriales ha explorado el uso de recubrimientos nanotecnológicos para mejorar la interacción entre la superficie del implante y el tejido óseo.

Los recubrimientos basados en grafeno han mostrado resultados prometedores en estudios experimentales. Se ha observado que estos recubrimientos pueden favorecer la adhesión celular y estimular la proliferación de células osteoblásticas ⁽²²⁾.

Además, algunos estudios sugieren que las superficies modificadas con grafeno pueden mejorar la diferenciación osteogénica de células madre mesenquimales, lo que podría contribuir a acelerar el proceso de formación ósea alrededor de los implantes ⁽²³⁾.

Estos avances podrían mejorar la estabilidad inicial de los implantes y aumentar las tasas de éxito en procedimientos de implantología oral.

Grafeno y regeneración ósea

La regeneración ósea es un componente esencial en diversos procedimientos odontológicos, incluyendo la regeneración ósea guiada, la cirugía periodontal regenerativa y la reconstrucción ósea para implantes dentales.

Los materiales derivados del grafeno han sido investigados como componentes de andamios biológicos o scaffolds destinados a favorecer el crecimiento de tejido óseo ⁽²⁴⁾.

Estos andamios tridimensionales pueden proporcionar una estructura física que facilite la adhesión, proliferación y diferenciación de células osteogénicas.

Además, el grafeno puede actuar como plataforma para la liberación controlada de factores de crecimiento y moléculas bioactivas, lo que podría potenciar los procesos de regeneración tisular ⁽²⁵⁾.

Estas características hacen del grafeno un candidato prometedor para aplicaciones en ingeniería ósea y regeneración periodontal.

Grafeno e ingeniería de tejidos

La ingeniería de tejidos es un campo interdisciplinario que combina principios de biología celular, ingeniería biomédica y ciencia de materiales con el objetivo de desarrollar estructuras capaces de reemplazar o regenerar tejidos dañados ⁽²⁶⁾.

Debido a su gran área superficial y a su capacidad de interacción molecular, el grafeno puede actuar como un material de soporte ideal para la adhesión y crecimiento celular.

Diversos estudios han demostrado que los biomateriales basados en grafeno pueden estimular la diferenciación celular, mejorar la adhesión celular y favorecer la organización de tejidos en desarrollo ⁽²⁷⁾.

En el contexto de la odontología, estas propiedades podrían tener aplicaciones en la regeneración periodontal, la reparación del ligamento periodontal y el desarrollo de nuevas estrategias para la regeneración pulpar y ósea.

Desafíos y consideraciones de seguridad

A pesar del enorme potencial del grafeno en aplicaciones biomédicas, todavía existen importantes desafíos relacionados con su uso clínico.

Uno de los principales aspectos que requiere mayor investigación es la posible toxicidad de ciertas formas de grafeno, especialmente cuando se utilizan en concentraciones elevadas o cuando presentan determinadas características estructurales ⁽²⁸⁾.

También es necesario comprender mejor los mecanismos de biodegradación del grafeno dentro del organismo, así como sus posibles efectos a largo plazo sobre los tejidos biológicos.

Otro desafío importante es la estandarización de los métodos de producción del grafeno. Diferentes técnicas de síntesis pueden generar materiales con propiedades físicas y químicas distintas, lo que dificulta la comparación de resultados entre estudios ⁽²⁹⁾.

Por estas razones, es necesario continuar realizando investigaciones experimentales y ensayos clínicos que permitan establecer con mayor claridad la seguridad y eficacia del grafeno en aplicaciones odontológicas.

Futuro de los biomateriales en odontología

El desarrollo de biomateriales avanzados está transformando rápidamente el campo de la odontología.

La integración de nanotecnología, biología molecular e ingeniería de tejidos está permitiendo diseñar materiales capaces de interactuar activamente con los tejidos biológicos y estimular procesos de regeneración.

En este contexto, los biomateriales odontológicos del futuro podrían no limitarse a reemplazar estructuras dañadas, sino que también podrían

inducir respuestas biológicas específicas orientadas a la reparación tisular.

El grafeno y sus derivados se perfilan como componentes importantes en esta nueva generación de biomateriales inteligentes, capaces de combinar propiedades mecánicas superiores con funciones biológicas avanzadas ⁽³⁰⁾.

Conclusión

El grafeno representa uno de los materiales más prometedores en el campo de la ciencia de materiales y la biomedicina contemporánea.

Sus extraordinarias propiedades mecánicas, eléctricas, químicas y biológicas ofrecen múltiples posibilidades para el desarrollo de biomateriales avanzados en odontología.

Aunque aún se requieren investigaciones adicionales para establecer plenamente su seguridad y eficacia clínica, los avances actuales sugieren que el grafeno podría contribuir significativamente al desarrollo de restauraciones dentales más resistentes, implantes más estables y terapias regenerativas más eficaces.

La integración de biomateriales avanzados con los principios de la medicina regenerativa podría marcar el inicio de una nueva etapa en la evolución científica y clínica de la odontología.

Referencias bibliográficas

- (1) Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' Science of Dental Materials*. 12th ed. St Louis: Elsevier; 2013
- (2) Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE. *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 2013
- (3) Geim AK, Novoselov KS. The rise of graphene. *Nat Mater*. 2007;6:183-191
- (4) Geim AK. Graphene: status and prospects. *Science*. 2009;324:1530-1534
- (5) Novoselov KS, Geim AK. Nobel Lecture: Graphene: materials in the flatland. *Rev Mod Phys*. 2011;83:837-849
- (6) Castro Neto AH, Guinea F, Peres NMR, Novoselov KS, Geim AK. The electronic properties of graphene. *Rev Mod Phys*. 2009;81:109-162
- (7) Lee C, Wei X, Kysar JW, Hone J. Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science*. 2008;321:385-388
- (8) Bolotin KI, Sikes KJ, Jiang Z, Klima M, Fudenberg G, Hone J et al. Ultrahigh electron mobility in suspended graphene. *Solid State Commun*. 2008;146:351-355
- (9) Balandin AA. Thermal properties of graphene and nanostructured carbon materials. *Nat Mater*. 2011;10:569-581
- (10) Liu Y, Dong X, Chen P. Biological and chemical sensors based on graphene materials. *Chem Soc Rev*. 2012;41:2283-2307
- (11) Bitounis D, Ali-Boucetta H, Hong BH, Min DH, Kostarelos K. Prospects and challenges of graphene in biomedical applications. *Adv Mater*. 2013;25:2258-2268
- (12) Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater*. 2011;27:29-38
- (13) Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*. 2011;56:59-66
- (14) Goyal V, Balandin AA. Thermal properties of the hybrid graphene-metal nano-micro-composites. *Appl Phys Lett*. 2012;100:073113
- (15) Rafiee MA, Rafiee J, Yu ZZ, Koratkar N. Buckling resistant graphene nanocomposites. *Appl Phys Lett*. 2009;95:223103
- (16) Akhavan O, Ghaderi E. Toxicity of graphene and graphene oxide nanowalls against bacteria. *ACS Nano*. 2010;4:5731-5736
- (17) Tu Y, Lv M, Xiu P, Huynh T, Zhang M, Castelli M et al. Destructive extraction of phospholipids from bacterial membranes by graphene nanosheets. *Nat Nanotechnol*. 2013;8:594-601
- (18) Gurunathan S, Han JW, Dayem AA, Eppakayala V, Kim JH. Oxidative stress-mediated antibacterial activity of graphene oxide. *Int J Nanomedicine*. 2012;7:5901-5914
- (19) Palmieri V, Papi M. Can graphene take part in the fight against COVID-19? *Nano Today*. 2020;33:100883
- (20) Perreault F, de Faria AF, Elimelech M. Environmental applications of graphene-based nanomaterials. *Chem Soc Rev*. 2015;44:5861-5896
- (21) Albrektsson T, Brånemark PI. Osseointegration of bone implants. *Acta Orthop Scand*. 1981;52:155-170
- (22) Nayak TR, Andersen H, Makam VS, Khaw C, Bae S, Xu X et al. Graphene for controlled and accelerated osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells. *ACS Nano*. 2011;5:4670-4678
- (23) Lee WC, Lim CHY, Shi H, Tang LAL, Wang Y, Lim CT et al. Origin of enhanced stem cell growth and differentiation on graphene and graphene oxide. *ACS Nano*. 2011;5:7334-7341
- (24) Depan D, Girase B, Shah JS, Misra RDK. Structure-process-property relationship of the polar graphene oxide-mediated cellular response and stimulated growth of osteoblasts on hybrid chitosan network structure nanocomposite scaffolds. *Acta Biomater*. 2011;7:3432-3445
- (25) Shin SR, Li YC, Jang HL, Khoshakhlagh P, Akbari M, Nasajpour A et al. Graphene-based materials for tissue engineering. *Adv Drug Deliv Rev*. 2016;105:255-274
- (26) Langer R, Vacanti JP. Tissue engineering. *Science*. 1993;260:920-926
- (27) Goenka S, Sant V, Sant S. Graphene-based nanomaterials for drug delivery and tissue engineering. *J Control Release*. 2014;173:75-88
- (28) Fadeel B, Bussy C, Merino S, Vázquez E, Flahaut E, Mouchet F et al. Safety assessment of graphene-based materials. *ACS Nano*. 2018;12:10582-10620
- (29) Reina G, González-Domínguez JM, Criado A, Vázquez E, Bianco A, Prato M. Promises, facts and challenges for graphene in biomedical applications. *Chem Soc Rev*. 2017;46:4400-4416
- (30) Dreyer DR, Park S, Bielawski CW, Ruoff RS. The chemistry of graphene oxide. *Chem Soc Rev*. 2010;39:228-240

Capítulo 13

La odontología en la civilización maya: ciencia, arte y bioarqueología

Dr. Rafael Mejicano Díaz

Especialista en Prótesis Oral, MSc,
Ph.Hc. Director Clínico, Investigación
y Estrategia Centro Dental Multimédica,
Guatemala

Resumen

La civilización maya desarrolló complejas prácticas de modificación dental que integraban conocimientos técnicos, simbolismo cultural y conceptos estéticos avanzados para su época. Las evidencias arqueológicas demuestran que los mayas realizaron limados dentales, incrustaciones ornamentales y tratamientos corporales asociados con identidad social, estatus y cosmovisión religiosa. El presente artículo analiza las principales prácticas odontológicas documentadas en poblaciones mayas prehispánicas desde una perspectiva interdisciplinaria que integra odontología, arqueología y bioarqueología. Asimismo, se revisan investigaciones relacionadas con el cráneo estucado maya y los aportes científicos contemporáneos desarrollados por equipos multidisciplinarios encabezados por especialistas como la Dra. Vera Tiesler. El análisis evidencia que las intervenciones dentales mayas constituyen una de las primeras manifestaciones históricas de odontología estética y representan una fuente invaluable para comprender la biología, cultura y organización social de las civilizaciones mesoamericanas.

Palabras clave

Odontología maya, bioarqueología, modificaciones dentales, incrustaciones dentales, civilización maya, cráneo estucado, antropología dental.

Introducción

La civilización maya constituye una de las culturas más avanzadas y complejas del mundo antiguo. Sus aportes en arquitectura, matemáticas, astronomía, escritura y organización social han sido ampliamente documentados por la arqueología y la antropología moderna ⁽⁸⁾.

Sin embargo, uno de los aspectos menos explorados y más fascinantes de esta civilización corresponde a las prácticas relacionadas con la modificación corporal y específicamente con la odontología.

Diversas investigaciones arqueológicas han demostrado que las poblaciones mayas realizaron procedimientos dentales altamente especializa-

dos que incluían modificaciones intencionales de la forma dental, incrustaciones ornamentales y tratamientos funerarios asociados con el simbolismo del cuerpo humano ⁽³⁾⁽⁵⁾.

Estas prácticas reflejan no solamente una notable habilidad técnica, sino también una profunda concepción estética, religiosa y cultural relacionada con la identidad social y la cosmovisión mesoamericana.

El estudio contemporáneo de estas prácticas ha sido enriquecido mediante investigaciones interdisciplinarias que integran arqueología, bioarqueología, antropología física y odontología. En este contexto destacan los trabajos científicos desarrollados por la Dra. Vera Tiesler, una de las principales especialistas internacionales en bioarqueología maya ⁽¹⁾⁽²⁾.

Asimismo, investigaciones recientes como el estudio "Unveiling an Ancient Stuccoed Skull from Guatemala" han permitido ampliar el conocimiento sobre las prácticas funerarias mayas y sobre el papel simbólico del cuerpo humano dentro de estas sociedades antiguas ⁽⁷⁾.

Fuentes científicas para el estudio de la odontología maya

El conocimiento actual sobre la odontología en la civilización maya proviene de múltiples fuentes arqueológicas y científicas.

Entre las principales fuentes destacan los restos óseos y dentales recuperados en excavaciones arqueológicas. El análisis de denticiones provenientes de contextos funerarios permite identificar modificaciones realizadas durante la vida de los individuos ⁽⁵⁾.

Los estudios bioarqueológicos modernos han incorporado herramientas como microscopía electrónica, análisis químico de materiales, estudios isotópicos y análisis morfológicos dentales que permiten reconstruir aspectos relacionados con dieta, salud oral y prácticas culturales de las poblaciones antiguas ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

Adicionalmente, las representaciones artísticas presentes en códices, esculturas, murales y cerámica maya aportan información relevante sobre ideales estéticos y modificaciones corporales practicadas por estas poblaciones ⁽⁸⁾.

Modificaciones dentales intencionales

Las modificaciones dentales constituyen una de las prácticas odontológicas más características de la civilización maya.

Estas intervenciones consistían en alteraciones deliberadas de la forma dental realizadas principalmente sobre incisivos y caninos. Entre las modificaciones documentadas destacan el limado de bordes incisales, la creación de diseños geométricos, formas puntiagudas, escalonadas y alteraciones decorativas realizadas sobre esmalte dental ⁽³⁾⁽⁵⁾.

Las modificaciones corporales eran relativamente comunes en diversas culturas mesoamericanas y cumplían funciones relacionadas con identidad cultural, diferenciación social y simbolismo religioso ⁽⁴⁾.

En el caso de las poblaciones mayas, las modificaciones dentales probablemente estaban asociadas con ideales de belleza, estatus social y representación simbólica del individuo dentro de la comunidad.

Diversos estudios sugieren que estos procedimientos eran realizados por especialistas que poseían conocimientos empíricos importantes sobre anatomía dental y técnicas manuales de precisión.

Incrustaciones dentales ornamentales

Las incrustaciones dentales representan una de las manifestaciones más sofisticadas de la odontología maya.

Estas prácticas consistían en la perforación controlada de pequeñas cavidades sobre la superficie vestibular de incisivos y caninos, donde posteriormente eran colocadas piedras ornamentales cuidadosamente talladas ⁽³⁾.

Entre los materiales utilizados destacan jade, turquesa, hematita y pirita.

El jade poseía un profundo significado simbólico dentro de la cosmovisión maya, asociado con conceptos relacionados con fertilidad, regeneración, vida y poder político-religioso ⁽⁸⁾.

Los análisis microscópicos realizados sobre dientes modificados demuestran que las perforaciones eran efectuadas con notable precisión técnica.

ca, evitando generalmente la exposición pulpar y preservando la viabilidad dental ⁽⁵⁾.

La regularidad de las cavidades observadas sugiere el uso de herramientas rotatorias manuales combinadas con abrasivos minerales capaces de perforar esmalte y dentina superficial de forma controlada ⁽⁴⁾⁽⁵⁾.

Estas evidencias indican que los artesanos mayas poseían conocimientos técnicos avanzados y un importante dominio manual para intervenir estructuras dentales sin provocar daños irreversibles.

Técnicas y materiales utilizados

Los estudios bioarqueológicos sugieren que las poblaciones mayas utilizaron instrumentos abrasivos de piedra, perforadores rotatorios accionados mediante cuerdas o arcos y diversos minerales abrasivos para realizar las perforaciones dentales ⁽⁴⁾.

La precisión observada en múltiples especímenes arqueológicos evidencia un considerable desarrollo tecnológico para la época.

Otro aspecto relevante corresponde al uso de materiales adhesivos utilizados para fijar las incrustaciones ornamentales dentro de las cavidades dentales.

Algunas investigaciones químicas han identificado posibles restos de resinas vegetales y compuestos naturales con propiedades adhesivas y potencial actividad antibacteriana o antiinflamatoria ⁽⁵⁾.

Estos hallazgos sugieren que las poblaciones mayas pudieron desarrollar mezclas empíricas destinadas no solamente a fijar los materiales ornamentales, sino también a reducir el riesgo de infección posterior al procedimiento.

El cráneo estucado maya y la bioarqueología contemporánea

Uno de los hallazgos más extraordinarios relacionados con prácticas funerarias mayas corresponde al denominado cráneo estucado.

Este procedimiento funerario consistía en recubrir el cráneo del individuo con capas de estuco

modelado destinadas a reconstruir o idealizar los rasgos faciales del difunto ⁽¹⁾.

En numerosos casos, el estuco era pintado y decorado como parte de complejos rituales asociados con la muerte, transformación espiritual y tránsito hacia el mundo de los ancestros.

Las investigaciones desarrolladas por la Dra. Vera Tiesler han permitido comprender mejor el significado ritual y simbólico de estas prácticas funerarias dentro de la cosmovisión maya ⁽¹⁾⁽²⁾.

El análisis bioarqueológico de estos especímenes permite estudiar múltiples aspectos biológicos y culturales, incluyendo morfología craneal, modificaciones dentales, patologías, desgaste dental y tratamientos post mortem.

En algunos casos, los individuos sometidos a este tipo de ritual funerario presentan incrustaciones dentales y modificaciones ornamentales que podrían relacionarse con estatus social o identidad cultural.

Contribución científica contemporánea

El interés académico por las prácticas funerarias y odontológicas mayas ha impulsado investigaciones interdisciplinarias contemporáneas.

Entre ellas destaca el estudio "Unveiling an Ancient Stuccoed Skull from Guatemala", desarrollado por un equipo multidisciplinario conformado por el Dr. Otto Orellana, la Dra. Vera Tiesler, el Dr. Rafael Mejicano Díaz, la Dra. Jaquelin Cano, Katherine Sandoval, Claudia Quintanilla, Luisa Mainou y Sofía Paredes ⁽⁷⁾.

Esta investigación integró análisis bioarqueológicos, antropológicos y odontológicos para estudiar un cráneo estucado procedente de Guatemala.

Desde la perspectiva odontológica, el estudio permitió evaluar características dentales relevantes, patrones de desgaste y posibles modificaciones ornamentales presentes en la dentición.

Los hallazgos aportan información significativa sobre salud oral, dieta, identidad cultural y prácticas funerarias de las poblaciones mayas antiguas.

Asimismo, el estudio demuestra el potencial científico de la colaboración interdisciplinaria entre odontólogos, antropólogos, arqueólogos y especialistas en bioarqueología.

Odontología estética y simbolismo cultural

Las incrustaciones dentales mayas pueden considerarse una de las primeras manifestaciones históricas de odontología estética.

El brillo generado por materiales como jade, pirita o hematita producía efectos visuales llamativos al hablar o sonreír, evidenciando la importancia de la apariencia dental dentro de los sistemas culturales mayas ⁽³⁾⁽⁸⁾.

Desde una perspectiva histórica, estas prácticas pueden interpretarse como antecedentes remotos de los procedimientos contemporáneos orientados al mejoramiento estético dental.

Sin embargo, en el contexto maya, estas modificaciones trascendían lo puramente cosmético y se relacionaban profundamente con identidad, espiritualidad y simbolismo social.

Importancia bioarqueológica de los dientes

Los dientes constituyen uno de los registros biológicos más resistentes y valiosos para el estudio de poblaciones antiguas.

A través del análisis odontológico es posible obtener información relacionada con dieta, enfermedades, estrés fisiológico, hábitos culturales y modificaciones corporales realizadas durante la vida del individuo ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

Por esta razón, la odontología se ha convertido en una herramienta fundamental dentro de la bioarqueología moderna.

El análisis dental permite reconstruir aspectos esenciales de la historia biológica y cultural de las civilizaciones antiguas, aportando evidencia científica para comprender procesos sociales, ambientales y simbólicos.

Conclusiones

La odontología en la civilización maya representa una extraordinaria integración entre conocimiento técnico, simbolismo cultural y estética corporal.

Las modificaciones dentales, las incrustaciones ornamentales y los complejos tratamientos funerarios como el cráneo estucado evidencian un importante desarrollo empírico relacionado con anatomía dental y manipulación corporal.

Las investigaciones bioarqueológicas contemporáneas han ampliado significativamente el conocimiento sobre estas prácticas y demuestran el enorme valor científico del análisis odontológico para comprender la historia cultural y biológica de las civilizaciones antiguas.

Asimismo, los estudios interdisciplinarios actuales evidencian cómo la odontología moderna puede contribuir de manera significativa a la arqueología, la antropología física y la bioarqueología mesoamericana.

Referencias bibliográficas

- (1) Tiesler V. *The Bioarchaeology of Artificial Cranial Modifications*. New York: Springer; 2014
- (2) Tiesler V, Cucina A. *New Perspectives on Human Sacrifice and Ritual Body Treatments in Ancient Maya Society*. New York: Springer; 2007
- (3) Fastlicht S. *Tooth mutilations and dental decorations of the ancient Maya*. Chicago: University of Chicago Press; 1976
- (4) Romero J. *Dental mutilation, trepanation and cranial deformation*. In: Stewart TD, editor. *Handbook of Middle American Indians*. Austin: University of Texas Press; 1971
- (5) Cucina A, Tiesler V. *Dental modification in ancient Mesoamerica*. *Ancient Mesoamerica*. 2003;14:221-240
- (6) Tiesler V. *Body modification in the ancient Maya world*. *Latin American Antiquity*. 2011;22:3-20
- (7) Orellana O, Tiesler V, Mejicano R, Cano J, Sandoval K, Quintanilla C, Mainou L, Paredes S. *Unveiling an Ancient Stuccoed Skull from Guatemala. Bioarchaeological perspectives on Maya mortuary practices*
- (8) Sharer RJ, Traxler LP. *The Ancient Maya*. Stanford: Stanford University Press; 2006
- (9) White CD. *Human biology of the ancient Maya: diet, health and lifestyle*. Gainesville: University Press of Florida; 1997
- (10) Wright LE, Schwarcz HP. *Stable isotopes and the reconstruction of prehistoric diet in the Maya region*. *Journal of Archaeological Science*. 1998;25:115-129

Capítulo 14

Las incrustaciones dentales mayas: análisis bioarqueológico y significado cultural

Las incrustaciones dentales practicadas por las civilizaciones mesoamericanas, particularmente por los mayas, constituyen uno de los ejemplos más notables de modificación corporal documentados en la historia de la humanidad. Estas intervenciones, realizadas hace más de mil años, evidencian un conocimiento empírico sorprendentemente preciso de la anatomía dental, así como una sofisticada concepción estética y simbólica del cuerpo humano.

Los hallazgos arqueológicos provenientes de diversos sitios del área maya han permitido documentar múltiples denticiones que presentan incrustaciones elaboradas con materiales ornamentales como jade, pirita o turquesa. Estas intervenciones consistían en la preparación de cavidades en la superficie vestibular de los dientes, en las cuales posteriormente se insertaban pequeñas piedras decorativas fijadas mediante adhesivos naturales.

El estudio de estas prácticas proporciona información valiosa no solo sobre técnicas dentales antiguas, sino también sobre la organización social, los sistemas simbólicos y los ideales estéticos de la civilización maya. Desde una perspectiva bioarqueológica, las incrustaciones dentales representan una evidencia tangible de la interacción entre tecnología, identidad cultural y expresión estética en las sociedades precolombinas.

Distribución geográfica de las incrustaciones dentales

Las incrustaciones dentales han sido identificadas en numerosos sitios arqueológicos del área

mesoamericana, especialmente dentro del territorio ocupado por la civilización maya. La amplia distribución geográfica de estos hallazgos sugiere que esta práctica formaba parte de una tradición cultural extendida y socialmente reconocida.

Se han documentado ejemplos significativos en diversas regiones, entre ellas las tierras bajas mayas del actual territorio guatemalteco, la península de Yucatán en México, Belice y áreas de Honduras occidental.

Entre los sitios arqueológicos que han proporcionado evidencias bien documentadas de incrustaciones dentales destacan Tikal, Copán, Calakmul, Palenque y Piedras Negras. Los restos humanos recuperados en estos lugares muestran patrones relativamente consistentes en cuanto a la localización de las incrustaciones, los materiales utilizados y las técnicas de perforación.

La presencia de estas prácticas en diferentes regiones del área maya sugiere la existencia de conocimientos técnicos compartidos y posiblemente transmitidos a través de redes culturales y artesanales.

Materiales utilizados en las incrustaciones

Los materiales empleados en las incrustaciones dentales poseían un profundo valor simbólico dentro de la cosmovisión maya. La elección de determinadas piedras o minerales no respondía únicamente a criterios estéticos, sino también a significados culturales y religiosos.

El jade fue uno de los materiales más apreciados en la cultura maya. Su color verde estaba estrecha-

mente asociado con el maíz, la fertilidad, la vida y la regeneración. Debido a su rareza y valor simbólico, el jade era frecuentemente utilizado por individuos pertenecientes a las élites sociales.

La pirita, conocida por su brillo metálico, generaba efectos luminosos cuando la persona hablaba o sonreía. Este efecto visual pudo haber tenido connotaciones simbólicas relacionadas con la luz, el poder o el estatus.

La turquesa también fue utilizada en ciertas incrustaciones, aunque con menor frecuencia. Su color azul estaba asociado en diversas culturas mesoamericanas con elementos celestes y con el agua.

En algunos casos se han identificado incrustaciones elaboradas con hematita, un mineral oscuro que también pudo haber tenido significados rituales o estéticos.

La selección de estos materiales sugiere que las incrustaciones dentales funcionaban como marcadores visibles de identidad, pertenencia social y posiblemente jerarquía dentro de la estructura social maya.

Técnicas de perforación dental

El análisis microscópico y tomográfico de dientes con incrustaciones ha permitido identificar características técnicas notables en las cavidades preparadas para alojar las piedras ornamentales.

Estas cavidades presentan bordes bien definidos, profundidades cuidadosamente controladas y formas generalmente circulares o elípticas. Tales características indican que los artesanos mayas desarrollaron técnicas relativamente precisas para intervenir sobre el esmalte dental sin provocar daños excesivos en la estructura interna del diente.

Diversos investigadores han sugerido que los mayas utilizaban herramientas rotatorias manuales combinadas con abrasivos minerales para realizar estas perforaciones. Algunos estudios proponen el uso de dispositivos accionados mediante arcos o cuerdas que permitían generar un movimiento rotatorio continuo, similar a los sistemas utilizados en otras técnicas artesanales mesoamericanas.

Uno de los aspectos más sorprendentes es que muchas de estas perforaciones evitaban la exposición pulpar, lo cual sugiere un conocimien-

to empírico considerable de la anatomía dental y de los límites estructurales del esmalte y la dentina.

Adhesivos utilizados

Las piedras ornamentales eran fijadas dentro de las cavidades dentales mediante el uso de adhesivos naturales.

Diversos estudios químicos han identificado restos de compuestos orgánicos que podrían corresponder a resinas vegetales o mezclas minerales.

Algunas investigaciones sugieren que estos adhesivos podrían haber estado compuestos por resinas derivadas de plantas locales, posiblemente combinadas con otros materiales orgánicos o minerales que aumentaban su capacidad de adhesión.

Existen también indicios de que ciertos compuestos utilizados podían poseer propiedades antimicrobianas. Si esta hipótesis se confirma, podría explicar la relativa ausencia de signos de infección en muchos de los dientes con incrustaciones documentados en registros arqueológicos.

Significado social y simbólico

Las incrustaciones dentales probablemente tenían múltiples significados dentro de la sociedad maya. Más allá de su dimensión estética, estas modificaciones corporales podían funcionar como símbolos visibles de estatus social, pertenencia cultural o participación en determinadas prácticas rituales.

La utilización de materiales valiosos como el jade sugiere que algunas incrustaciones estaban asociadas con individuos de alto rango dentro de la estructura social maya. Asimismo, la modificación dental pudo haber servido como marcador de identidad grupal o como elemento distintivo dentro de determinadas comunidades.

Desde una perspectiva antropológica, las modificaciones corporales, incluyendo las dentales, suelen desempeñar un papel importante en la construcción de identidades sociales y en la expresión de valores culturales.

Edad y contexto de las intervenciones

Los estudios bioarqueológicos indican que las

incrustaciones dentales eran realizadas generalmente en individuos jóvenes o adultos. Este patrón sugiere que las intervenciones podían estar asociadas con procesos de transición social o con rituales de iniciación.

En muchas culturas antiguas, las modificaciones corporales se realizaban durante momentos clave del ciclo vital, como el paso de la adolescencia a la vida adulta o la incorporación a determinados roles sociales.

Es posible que las incrustaciones dentales formaran parte de ceremonias o prácticas simbólicas destinadas a marcar estos momentos de transformación social.

Contribuciones de la bioarqueología moderna

Las investigaciones contemporáneas han incorporado diversas herramientas científicas para estudiar las modificaciones dentales en poblaciones antiguas.

Entre las técnicas más utilizadas se encuentran la microscopía electrónica, la tomografía computarizada, los análisis químicos de materiales y los estudios isotópicos.

Estas metodologías permiten examinar con gran precisión la morfología de las cavidades dentales, identificar los materiales utilizados en las incrustaciones y reconstruir aspectos del contexto biológico y cultural en el que se realizaron estas intervenciones.

La bioarqueología moderna ha permitido comprender con mayor profundidad la complejidad técnica y simbólica de las modificaciones dentales mayas.

Relevancia para la historia de la odontología

Las incrustaciones dentales mayas representan uno de los antecedentes más antiguos conocidos de intervenciones relacionadas con la estética dental. Estas prácticas demuestran que el interés por modificar la apariencia de los dientes tiene raíces profundas en la historia de la humanidad. Desde una perspectiva histórica, estas intervenciones pueden considerarse una forma temprana de odontología estética, desarrollada mucho antes del surgimiento de la odontología científica moderna.

El estudio de estas prácticas permite ampliar la comprensión de la evolución de los tratamientos dentales y de la relación entre estética, tecnología y cultura en diferentes sociedades humanas.

Conclusión

Las incrustaciones dentales mayas constituyen una de las evidencias más sorprendentes del conocimiento técnico y de la sensibilidad estética desarrollados por las civilizaciones mesoamericanas. Estas prácticas reflejan una combinación notable de habilidad artesanal, comprensión empírica de la anatomía dental y profundo simbolismo cultural.

El estudio de estas intervenciones no solo contribuye al conocimiento histórico de la odontología, sino que también permite comprender mejor la compleja relación entre cuerpo, cultura y sociedad en las civilizaciones antiguas.

Las investigaciones bioarqueológicas continúan revelando nuevos aspectos de estas prácticas, consolidando a la odontología maya como uno de los capítulos más fascinantes en la historia de la medicina y de las ciencias de la salud.

Referencias bibliográficas

- (1) Tiesler V. *Dental modification in ancient Mesoamerica. Latin American Antiquity*. 1999.
- (2) Tiesler V. *The Bioarchaeology of Artificial Cranial Modifications*. New York: Springer. 2014.
- (3) Cucina A, Tiesler V. *Dental modification in pre-Hispanic Mesoamerica. Ancient Mesoamerica*. 2006.
- (4) Romero J. *Dental mutilation, trephination and cranial deformation. Handbook of Middle American Indians*. University of Texas Press. 1971.
- (5) White CD, Schwarcz HP. *Ancient Maya diet and dental modifications. Journal of Archaeological Science*. 1989.
- (6) Sharer RJ, Traxler LP. *The Ancient Maya*. Stanford University Press. 2006.
- (7) Saul JM. *The Human Skeletal Remains of Altar de Sacrificios. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*. Harvard University. 1972.
- (8) Buikstra JE, Ubelaker DH. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey. 1994.

Capítulo 15

El futuro de la odontología: inteligencia artificial, medicina personalizada y humanismo médico

Introducción

La odontología se encuentra en un momento de transformación profunda impulsada por avances científicos, tecnológicos y conceptuales que están redefiniendo la manera en que se entiende la salud oral.

Durante gran parte del siglo XX, la práctica odontológica se centró principalmente en el tratamiento mecánico de enfermedades dentales mediante restauraciones, prótesis y procedimientos quirúrgicos.

Sin embargo, en las primeras décadas del siglo XXI ha comenzado a consolidarse un nuevo paradigma que integra conocimientos provenientes de diversas disciplinas como la biología molecular, la inteligencia artificial, la medicina personalizada, la bioingeniería y la ciencia de datos.

Este nuevo enfoque plantea que la salud oral no puede entenderse de forma aislada, sino como parte de un sistema biológico complejo que interactúa con la salud general del individuo. En este contexto, la odontología se orienta cada vez más hacia la prevención, el diagnóstico temprano y la personalización de los tratamientos.

Al mismo tiempo, la incorporación de tecnologías digitales y herramientas de inteligencia artificial está modificando profundamente los procesos diagnósticos, la planificación terapéutica y la gestión clínica.

Este capítulo analiza algunas de las tendencias que probablemente definirán el futuro de la odontología en las próximas décadas.

Inteligencia artificial en odontología

La inteligencia artificial se ha convertido en una de las tecnologías más influyentes en múltiples áreas de la medicina. En odontología, su incorporación está abriendo nuevas posibilidades para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar la planificación terapéutica y facilitar la toma de decisiones clínicas.

Los sistemas de inteligencia artificial pueden analizar grandes cantidades de datos clínicos y radiológicos para identificar patrones que pueden no ser evidentes para el ojo humano. En el campo odontológico, los algoritmos de aprendizaje automático están siendo utilizados para analizar radiografías, tomografías y fotografías clínicas con el fin de detectar alteraciones tempranas.

Entre las aplicaciones más relevantes se encuentran la detección de lesiones cariosas incipientes, la identificación de pérdida ósea periodontal y el análisis de alteraciones estructurales en radiografías o tomografías.

Estas herramientas no sustituyen al profesional, pero pueden funcionar como sistemas de apoyo para el clínico, contribuyendo a mejorar la precisión diagnóstica y a reducir el riesgo de errores interpretativos.

A medida que los sistemas de inteligencia artificial se integren con bases de datos clínicas cada vez más amplias, su capacidad predictiva y diagnóstica probablemente continuará aumentando.

Análisis de datos clínicos longitudinales

Uno de los aspectos más prometedores del uso de inteligencia artificial en odontología es el análisis de datos clínicos longitudinales. A lo largo del tiempo, cada paciente genera una gran cantidad de información clínica que, cuando se registra de manera sistemática, puede convertirse en una fuente valiosa de conocimiento clínico.

Entre estos datos se encuentran los registros periodontales, las radiografías, las tomografías, las fotografías clínicas y los antecedentes médicos del paciente.

La acumulación de información a lo largo del tiempo permite analizar la evolución de la salud oral de cada individuo. Mediante herramientas de análisis de datos, es posible identificar patrones de progresión de enfermedades, respuestas a tratamientos y factores de riesgo específicos.

La inteligencia artificial puede analizar estos conjuntos de datos para desarrollar modelos predictivos capaces de anticipar la progresión de enfermedades como la periodontitis o la caries dental.

Este enfoque abre la posibilidad de una odontología más preventiva, basada en la anticipación del riesgo y en intervenciones tempranas dirigidas a evitar la progresión de las enfermedades.

Medicina personalizada en odontología

La medicina personalizada representa uno de los cambios conceptuales más importantes en la medicina contemporánea. Su objetivo es adaptar las estrategias diagnósticas y terapéuticas a las características biológicas individuales de cada paciente.

En odontología, este enfoque implica considerar múltiples factores que influyen en la salud oral, entre ellos la predisposición genética, el microbioma oral, la respuesta inmunológica, los hábitos de vida y las condiciones sistémicas del paciente.

La integración de estos factores permite diseñar tratamientos más específicos y eficaces, ajustados a las necesidades biológicas de cada individuo.

El desarrollo de herramientas de análisis molecular, estudios genéticos y evaluaciones epigené-

ticas abre nuevas posibilidades para identificar pacientes con mayor susceptibilidad a determinadas enfermedades orales.

Este enfoque podría transformar profundamente la manera en que se previenen y tratan las enfermedades odontológicas, orientando la práctica clínica hacia estrategias cada vez más individualizadas.

Integración con la medicina sistémica

La investigación científica contemporánea ha demostrado que la salud oral se encuentra estrechamente vinculada con la salud general del organismo. Numerosos estudios han identificado asociaciones entre la enfermedad periodontal y diversas condiciones sistémicas.

Entre estas se encuentran las enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus, las enfermedades neurodegenerativas y algunas complicaciones del embarazo.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de una mayor integración entre la odontología y la medicina. El manejo de los pacientes requiere cada vez más una colaboración interdisciplinaria entre odontólogos, médicos, infectólogos, cardiólogos, endocrinólogos y otros profesionales de la salud. Este enfoque interdisciplinario permite comprender mejor la interacción entre las enfermedades orales y sistémicas, y facilita el desarrollo de estrategias terapéuticas más integrales.

En este contexto, la odontología moderna tiende a consolidarse como una disciplina plenamente integrada dentro de la medicina.

Odontología digital

La digitalización está transformando rápidamente la práctica odontológica. Las tecnologías digitales permiten mejorar la precisión diagnóstica, optimizar la planificación terapéutica y aumentar la eficiencia en los procesos clínicos.

Entre las herramientas tecnológicas más relevantes se encuentran los escáneres intraorales, la tomografía computarizada de haz cónico, los sistemas de diseño asistido por computadora y las tecnologías de impresión tridimensional.

Estas herramientas permiten obtener registros digitales altamente precisos de las estructuras

dentales y maxilofaciales. A partir de estos registros, es posible diseñar restauraciones, prótesis e implantes con un alto grado de exactitud.

La odontología digital también facilita la comunicación entre clínicos, laboratorios dentales y pacientes, permitiendo visualizar los tratamientos de manera más clara y comprensible.

La integración de estas tecnologías está contribuyendo a una odontología más precisa, eficiente y predecible.

Educación continua y formación profesional

La rápida evolución de la ciencia y la tecnología implica que los profesionales de la salud deben mantener un proceso constante de actualización. La educación continua se convierte en un elemento fundamental para garantizar una práctica odontológica basada en evidencia científica y en los avances tecnológicos más recientes.

Las instituciones académicas y los centros de formación profesional tienen la responsabilidad de promover programas educativos que integren conocimientos científicos, habilidades clínicas y reflexión ética.

La formación del odontólogo del futuro deberá incluir no solo conocimientos tradicionales de odontología clínica, sino también competencias en biología molecular, análisis de datos, tecnologías digitales y medicina sistémica.

Este proceso de formación permanente permitirá que los profesionales puedan adaptarse a los cambios científicos y tecnológicos que continuarán transformando la práctica odontológica.

Ética y humanismo en la práctica odontológica

A pesar de los avances tecnológicos, es importante recordar que la práctica de la odontología sigue siendo una actividad profundamente humana. El uso de tecnologías avanzadas no debe sustituir la relación de confianza entre el profesional de la salud y el paciente.

La ética profesional, la empatía y el compromiso

con el bienestar del paciente continúan siendo elementos fundamentales de la práctica médica. El desarrollo tecnológico debe ir acompañado de una reflexión ética que garantice que los avances científicos se utilicen en beneficio de la sociedad. La historia de la medicina ha demostrado que el progreso científico debe mantenerse siempre vinculado a valores humanistas que coloquen la dignidad humana en el centro de la práctica clínica.

El odontólogo del futuro

El odontólogo del futuro probablemente deberá integrar múltiples competencias. Además de habilidades clínicas tradicionales, será necesario desarrollar conocimientos en áreas como biología molecular, análisis de datos, tecnología digital y medicina sistémica.

Asimismo, será fundamental mantener una perspectiva humanista que permita comprender al paciente no solo como un caso clínico, sino como una persona con necesidades físicas, emocionales y sociales.

La combinación entre conocimiento científico, dominio tecnológico y sensibilidad humana permitirá formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos de la odontología del siglo XXI.

Conclusión

La odontología se encuentra en una etapa de transición hacia un modelo más integrado, científico y personalizado. La incorporación de tecnologías como la inteligencia artificial, el análisis de datos clínicos, la medicina personalizada y la odontología digital tiene el potencial de transformar profundamente la práctica clínica.

Sin embargo, estos avances deben integrarse dentro de un marco ético y humanista que mantenga al paciente en el centro de la atención.

El futuro de la odontología probablemente estará definido por la convergencia entre ciencia, tecnología y humanismo médico, permitiendo desarrollar una práctica profesional más precisa, preventiva e integral.

Referencias bibliográficas

- (1) Topol EJ. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books; 2019
- (2) Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K et al. *A guide to deep learning in healthcare*. *Nat Med*. 2019;25:24-29
- (3) Schwendicke F, Samek W, Krois J. *Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges*. *J Dent Res*. 2020;99:769-774
- (4) Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. *Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm*. *J Dent*. 2018;77:106-111
- (5) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. *Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification*. *J Periodontol*. 2018;89:S159-S172
- (6) Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F, Bouchard P et al. *Periodontitis and cardiovascular diseases*. *J Clin Periodontol*. 2020;47:268-288
- (7) Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. *3D printing in dentistry*. *Br Dent J*. 2015;219:521-529
- (8) Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. *European Society of Endodontology position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics*. *Int Endod J*. 2019;52:1675-1678
- (9) Osler W. *Aequanimitas: With Other Addresses to Medical Students, Nurses and Practitioners of Medicine*. Philadelphia: Blakiston; 1904
- (10) Haffajee AD, Socransky SS. *Microbial etiological agents of destructive periodontal diseases*. *Periodontol 2000*. 2005;38:9-16

Capítulo 16

La responsabilidad social de la odontología en América Latina

Introducción

La odontología, como disciplina de la salud, no puede limitarse exclusivamente al ámbito clínico individual. Su verdadera dimensión se manifiesta cuando se comprende como parte de un sistema más amplio de responsabilidad social orientado a mejorar la salud colectiva.

En América Latina, millones de personas aún carecen de acceso regular a servicios odontológicos básicos. Las desigualdades socioeconómicas, las limitaciones en la infraestructura sanitaria y la escasa integración de la salud bucal en los sistemas públicos de salud han generado una situación en la que numerosas enfermedades orales permanecen sin diagnóstico ni tratamiento durante largos períodos de tiempo.

La salud bucal continúa siendo una de las áreas más descuidadas dentro de las políticas públicas de salud en la región. A pesar de su clara relación con la salud sistémica, la nutrición, el desarrollo infantil y la calidad de vida, la atención odontológica suele ocupar un lugar secundario en la planificación sanitaria de muchos países latinoamericanos.

En este contexto, el odontólogo no solo es un profesional clínico, sino también un agente de transformación social. Su trabajo puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, reducir desigualdades y fortalecer los sistemas de salud.

Este capítulo reflexiona sobre la responsabilidad social de la odontología en América Latina y sobre el papel que los profesionales de la salud bucal pueden desempeñar en la construcción de sociedades más saludables, equitativas y sostenibles.

La carga de enfermedad bucal en América Latina

Las enfermedades bucales continúan siendo uno de los problemas de salud más frecuentes en la población mundial y representan una carga signi-

ficativa para los sistemas de salud pública.

Entre las principales condiciones que afectan a las poblaciones latinoamericanas se encuentran:

caries dental

enfermedad periodontal

pérdida prematura de dientes

infecciones orales

cáncer oral

La caries dental sigue siendo la enfermedad crónica más común en la infancia y afecta a millones de niños en toda la región. En muchos casos, la falta de acceso a servicios odontológicos preventivos y restauradores conduce a la progresión de la enfermedad y a la pérdida temprana de dientes. La enfermedad periodontal también representa un problema de salud pública relevante, especialmente en poblaciones adultas y envejecidas. La evidencia científica actual ha demostrado que la periodontitis puede estar asociada con diversas enfermedades sistémicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares, diabetes y trastornos neurodegenerativos ^{(1) (2)}.

Las consecuencias de las enfermedades bucales no se limitan al dolor o a la pérdida dental. Estas condiciones pueden afectar la nutrición, la comunicación, la autoestima y la integración social de las personas.

A pesar de su alta prevalencia, muchas enfermedades bucales son prevenibles mediante medidas relativamente simples, como educación en salud oral, higiene adecuada y acceso oportuno a servicios odontológicos.

Desigualdad en el acceso a la atención odontológica

Uno de los principales desafíos en América Latina es la profunda desigualdad en el acceso a los servicios de salud bucal.

En muchas regiones, especialmente en áreas rurales, comunidades indígenas o zonas urbanas marginales, los servicios odontológicos son limi-

tados o inexistentes. Esta situación genera una brecha significativa entre los grupos poblacionales que tienen acceso regular a atención odontológica y aquellos que no.

Entre los factores que contribuyen a esta situación se encuentran distribución desigual de profesionales de la salud, limitaciones en la infraestructura sanitaria, costos elevados de tratamiento y escasa integración de la odontología en los sistemas de salud pública.

En numerosos países de la región, la mayor parte de los servicios odontológicos se concentra en el sector privado, lo que dificulta el acceso para amplios sectores de la población.

Como resultado, muchas personas buscan atención odontológica únicamente cuando presentan dolor o complicaciones avanzadas, lo que aumenta la complejidad y el costo de los tratamientos.

Integración de la salud bucal en los sistemas de salud

Uno de los retos más importantes para mejorar la salud bucal en América Latina es la integración efectiva de la odontología dentro de los sistemas de salud pública.

Durante décadas, la salud oral ha sido considerada un componente secundario dentro de las políticas sanitarias. Sin embargo, la evidencia científica actual demuestra que las enfermedades bucales pueden tener importantes repercusiones en la salud general.

La inflamación crónica asociada con la enfermedad periodontal, por ejemplo, ha sido vinculada con diversas patologías sistémicas, lo que refuerza la necesidad de abordar la salud bucal como parte integral de la medicina ^{(3) (4)}.

Por esta razón, es necesario promover políticas públicas que integren la salud bucal en los programas de atención primaria que fortalezcan los servicios odontológicos en centros de salud y desarrollen programas preventivos en escuelas y que se promuevan campañas de educación en salud oral.

La integración de la odontología en los sistemas de salud no solo mejora los indicadores de salud bucal, sino que también puede contribuir a reducir los costos asociados con enfermedades sistémicas relacionadas.

Educación y prevención

La prevención constituye uno de los pilares fundamentales para mejorar la salud bucal de la población.

Las estrategias preventivas pueden incluir programas educativos en escuelas, campañas comunitarias de promoción de higiene oral, aplicación de sellantes y flúor en poblaciones infantiles, capacitación de personal auxiliar de salud.

La educación en salud oral puede contribuir significativamente a reducir la prevalencia y la incidencia de enfermedades dentales y mejorar los hábitos de higiene en la población.

Diversos estudios han demostrado que los programas preventivos dirigidos a niños y adolescentes pueden tener un impacto duradero en la reducción de caries y otras enfermedades bucales ⁽⁵⁾.

Además, las intervenciones preventivas suelen ser considerablemente más costo-efectivas que los tratamientos restauradores o quirúrgicos.

Formación de profesionales comprometidos

Las facultades de odontología desempeñan un papel fundamental en la formación de profesionales conscientes de su responsabilidad social.

La educación odontológica debe incluir no solo conocimientos científicos y habilidades clínicas, sino también una formación ética que permita comprender las necesidades reales de la sociedad.

Los programas académicos deberían fomentar compromiso con la salud pública, sensibilidad hacia poblaciones vulnerable, participación en programas comunitarios y desarrollo de liderazgo profesional.

La formación de odontólogos comprometidos con el bienestar social puede contribuir a fortalecer los sistemas de salud y a ampliar el acceso a la atención odontológica.

Innovación y acceso a la tecnología

Los avances tecnológicos ofrecen nuevas oportunidades para mejorar el acceso a los servicios odontológicos.

Tecnologías como:

Teleodontología, sistemas digitales de diagnóstico, inteligencia artificial, biomateriales avanzados pueden contribuir a ampliar la cobertura de servicios y mejorar la eficacia y eficiencia de los sistemas de salud.

La teleodontología, por ejemplo, permite realizar evaluaciones iniciales, seguimiento de pacientes y educación en salud oral a distancia, lo que resulta particularmente útil en comunidades rurales o de difícil acceso ⁽⁶⁾.

Sin embargo, es importante garantizar que estos avances tecnológicos no amplíen las desigualdades existentes, sino que contribuyan a reducirlas mediante estrategias de implementación equitativas.

Odontología y desarrollo social

La salud bucal está estrechamente relacionada con el desarrollo social.

Las enfermedades dentales pueden afectar la nutrición, la capacidad de comunicación, la autoestima y las oportunidades laborales de las personas.

En poblaciones vulnerables, la pérdida dental prematura puede limitar la integración social y afectar significativamente la calidad de vida.

En este sentido, mejorar la salud bucal de la población puede tener efectos positivos en diversos aspectos del desarrollo humano.

Por esta razón, la odontología debe considerarse una parte importante de las estrategias de desarrollo social y de reducción de desigualdades.

Liderazgo profesional

Los odontólogos pueden desempeñar un papel importante como líderes en la promoción de políticas públicas orientadas a mejorar la salud bucal.

La participación de profesionales de la odontología en espacios de toma de decisiones puede contribuir a fortalecer las políticas de salud pública.

Esto puede incluir la participación en:

colegios profesionales

*instituciones académicas
organizaciones de salud pública
programas gubernamentales*

El liderazgo profesional puede ser un factor clave para impulsar cambios positivos en los sistemas de salud.

Los odontólogos que participan en la formulación de políticas sanitarias pueden contribuir a posicionar la salud bucal como una prioridad dentro de las agendas nacionales de salud.

Conclusión

La odontología tiene una responsabilidad social que trasciende la práctica clínica individual.

En América Latina, donde persisten importantes desigualdades en el acceso a los servicios de salud bucal, los odontólogos pueden desempeñar un papel fundamental en la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y la reducción de inequidades.

La integración de la odontología en los sistemas de salud pública, el fortalecimiento de la educación preventiva y el desarrollo de políticas sanitarias orientadas a mejorar el acceso a los servicios son pasos esenciales para avanzar hacia una sociedad más saludable.

El compromiso ético y social de los profesionales de la odontología será determinante para construir un futuro en el que la salud bucal sea reconocida como un componente esencial del bienestar humano.

Referencias bibliográficas

- (1) Petersen PE, Ogawa H. The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontol* 2000. 2012;60(1):15-39.
- (2) Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification. *J Periodontol*. 2018;89(Suppl 1):S159-S172.
- (3) Sanz M, D'Aiuto F, Deanfield J, Fernández-Avilés F. European workshop in periodontal health and cardiovascular disease. *Eur Heart J Suppl*. 2010;12(Suppl B):B1-B2.
- (4) Chapple ILC, Genco R. Diabetes and periodontal diseases: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop. *J Clin Periodontol*. 2013;40(Suppl 14):S106-S112.
- (5) Watt RG. Strategies and approaches in oral disease prevention and health promotion. *Bull World Health Organ*. 2005;83(9):711-718.
- (6) Estai M, Kanagasingam Y, Tennant M, Bunt S. A systematic review of the research evidence for the benefits of teledentistry. *J Telemed Telecare*. 2018;24(3):147-156.

Capítulo 17

Política pública y salud bucodental: propuesta estratégica para Guatemala

En el contexto de la medicina periodontal y de la evolución contemporánea de la odontología, resulta cada vez más evidente que la salud bucodental no puede ser comprendida únicamente como un problema clínico individual. Se trata también de un desafío estructural de salud pública que requiere políticas nacionales, estrategias preventivas y una organización eficiente de los recursos humanos sanitarios.

Guatemala enfrenta actualmente una profunda brecha en el acceso a servicios de atención odontológica. Amplios sectores de la población, especialmente en áreas rurales y comunidades con limitaciones socioeconómicas, carecen de acceso regular a diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades bucodentales. Esta situación favorece la persistencia de altos índices de caries dental, enfermedad periodontal y pérdida prematura de dientes.

Las enfermedades orales representan algunas de las patologías crónicas más prevalentes en el mundo. La caries dental y la enfermedad periodontal afectan a miles de millones de personas y constituyen una carga significativa para los sistemas de salud ⁽¹⁾. En países con desigualdades estructurales en el acceso a la atención médica, estas enfermedades tienden a progresar sin diagnóstico oportuno ni tratamiento adecuado.

La situación en Guatemala refleja este patrón. La concentración de profesionales odontológicos en áreas urbanas, las limitaciones presupuestarias del sistema de salud pública, las barreras geográficas y la escasa educación preventiva

han contribuido a mantener elevados niveles de enfermedad bucodental en amplios sectores de la población ⁽²⁾.

Desde la perspectiva de la medicina periodontal, esta problemática adquiere una dimensión aún mayor. La evidencia científica contemporánea ha demostrado que las enfermedades periodontales se encuentran asociadas con múltiples condiciones sistémicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, partos prematuros y trastornos neurodegenerativos ⁽³⁾⁽⁴⁾.

Esto significa que la falta de cuidado oral no solo afecta la cavidad bucal, sino que puede contribuir al desarrollo o agravamiento de diversas enfermedades sistémicas. En consecuencia, la salud bucodental debe considerarse un componente integral de la salud pública.

Ante este panorama, resulta indispensable desarrollar una política nacional de salud bucodental orientada a fortalecer la prevención, ampliar la cobertura de servicios odontológicos y promover una cultura de cuidado oral desde las etapas tempranas de la vida.

Una de las propuestas centrales consiste en la creación de una Dirección Nacional de Salud Bucodental dentro del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Esta instancia tendría la responsabilidad de diseñar, coordinar y supervisar las políticas nacionales relacionadas con la salud oral, así como de desarrollar programas preventivos basados en evidencia científica.

El fortalecimiento del Programa Nacional de Salud Bucal constituye otro elemento esencial de

esta estrategia. Para lograr un impacto real en la población, dicho programa requiere recursos financieros adecuados, capacidad operativa ampliada y mecanismos de vigilancia epidemiológica que permitan monitorear la prevalencia de las enfermedades bucodentales.

La integración de la educación bucodental en el sistema escolar representa también una herramienta estratégica de gran importancia. Las escuelas ofrecen un entorno ideal para promover hábitos saludables desde la infancia.

Programas educativos orientados a la higiene oral, la nutrición saludable y la prevención de caries pueden generar cambios significativos en los patrones de salud de la población.

La instalación de clínicas odontológicas dentro de los centros de salud del primer nivel de atención permitiría ampliar significativamente la cobertura de servicios. Estas clínicas podrían ofrecer diagnóstico temprano, atención preventiva y tratamientos básicos, reduciendo las barreras geográficas que actualmente limitan el acceso a la atención odontológica.

En regiones remotas o de difícil acceso, las unidades móviles odontológicas pueden desempeñar un papel fundamental en la prestación de servicios de salud oral. Estas unidades permiten llevar programas preventivos, tratamientos básicos y actividades educativas a comunidades que de otra manera permanecerían excluidas del sistema sanitario.

Un componente especialmente relevante de esta estrategia es la formación de higienistas dentales especializados en prevención y tratamiento periodontal básico. La enfermedad periodontal constituye una de las patologías crónicas más frecuentes en la población adulta. Sin embargo, muchos de los procedimientos necesarios para su control, como la profilaxis profesional, la eliminación de cálculo dental y el raspado supra-gingival, pueden ser realizados por higienistas dentales debidamente capacitados.

La creación de programas académicos de formación de higienistas dentales permitiría ampliar significativamente la cobertura de servicios

preventivos y terapéuticos. Estos profesionales podrían integrarse a centros de salud, clínicas comunitarias, programas escolares y unidades móviles, contribuyendo al control de la enfermedad periodontal en amplios sectores de la población.

Experiencias internacionales han demostrado que la participación de higienistas dentales en programas comunitarios mejora los indicadores de salud oral y reduce los costos del sistema sanitario ⁽⁹⁾. La incorporación de este recurso humano en Guatemala podría representar un paso importante hacia un modelo de atención más preventivo y eficiente.

La implementación de una política nacional integral de salud bucodental podría generar múltiples beneficios para la población guatemalteca. Entre los impactos esperados se incluyen la reducción de la prevalencia de caries dental, el control de la enfermedad periodontal, la disminución de la pérdida prematura de dientes y la mejora en la calidad de vida de los pacientes.

Además, el fortalecimiento de la salud oral puede contribuir a mejorar la nutrición, la comunicación oral y la integración social de las personas. Desde una perspectiva económica, las estrategias preventivas suelen ser altamente costo-efectivas, ya que reducen la necesidad de tratamientos complejos en etapas avanzadas de la enfermedad.

En síntesis, la falta de cuidado oral en Guatemala constituye un desafío importante para el sistema de salud pública.

La implementación de políticas integrales orientadas a la prevención, la educación y la ampliación de la cobertura de atención odontológica puede contribuir significativamente a mejorar la salud bucodental de la población.

El desarrollo de una política nacional de salud bucodental no solo fortalecería el sistema sanitario, sino que también consolidaría la integración entre odontología y medicina, reconociendo el papel fundamental que la cavidad oral desempeña en la salud general.

Referencias bibliográficas

- (1) Petersen PE, Ogawa H. The global burden of periodontal disease. *Periodontology 2000*. 2012;60:15–39
- (2) Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. Situación de salud bucal en Guatemala. MSPAS. Guatemala
- (3) Tonetti MS, Van Dyke TE. Periodontitis and atherosclerotic cardiovascular disease. *Journal of Periodontology*. 2013;84:S24–S29
- (4) Kamer AR, Craig RG, Dasanayake AP. Inflammation and Alzheimer's disease: possible role of periodontal disease. *Alzheimer's and Dementia*. 2008;4:242–250
- (5) Dye BA, Thornton-Evans G, Li X. Dental caries and tooth loss in adults in the United States. *NCHS Data Brief*. 2015
- (6) Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:17038
- (7) Hajishengallis G. Periodontitis: From microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nature Reviews Immunology*. 2015;15:30–44
- (8) Griffin SO, Jones K, Tomar SL. An economic evaluation of community water fluoridation. *Journal of Public Health Dentistry*. 2001;61:78–86
- (9) Nash DA, Friedman JW, Kardos TB. Dental therapists: a global perspective. *International Dental Journal*. 2012;62:61–70



3-DAY CERTIFICATE IN AESTHETICS IN PERIODONTOLOGY AND IMPLANTOLOGY

EN | ES

Shayan Barootchi

Ma. Elisa Galárraga

Lorenzo Tavelli



Exclusive training in Quito, Ecuador | Nov 27-29, 2026



info@tissuexcourses.com
tissuexcourses.com

TissueX



Reglamento de Publicaciones

1. Alcance y política editorial

Revista de la Fundación Juan José Carraro es la publicación oficial de la Fundación Juan José Carraro. Publica artículos originales e inéditos sobre la especialidad, si bien pueden haber sido comunicados en sociedades científicas, en cuyo caso corresponderá mencionarlo.

Fundación Juan José Carraro considerará para la publicación de los artículos, los requerimientos establecidos por el Comité Científico.

La Dirección se reserva el derecho de rechazar artículos por razones técnicas, científicas, porque no se ajusten estrictamente al reglamento o porque no posean el nivel de calidad mínimo exigible acorde con la jerarquía de la publicación. Asimismo, en los casos en que por razones de diagramación o espacio se estime conveniente podrán efectuarse reducciones o modificaciones del texto, o material gráfico, así como correcciones de estilo que no afecten los conceptos o conclusiones del artículo, sin previa autorización de los autores.

La responsabilidad por el contenido, afirmaciones y autoría de los trabajos corresponde exclusivamente a los autores. La revista tampoco se res-

ponsabiliza por la pérdida del material enviado, por lo que se sugiere a los autores guardar copia del trabajo remitido.

2. Proceso de arbitraje

Todo manuscrito enviado a Revista Fundación Juan José Carraro para su publicación será sometido a la evaluación del Comité Editorial. Una vez entregado el trabajo a la Secretaría de Redacción, el Comité de Redacción evalúa (sin identificación de los autores) si cumple con las condiciones como para ser publicado, designándose como mínimo dos árbitros para su análisis, uno del Comité y un revisor externo. La Secretaría de Redacción informará su dictamen (aceptación, aceptación con correcciones, no aceptación) a los autores del artículo, manteniendo el anonimato de los revisores. El orden de publicación de los trabajos queda a criterio del Comité de Redacción.

La publicación de un artículo no implica que la revista comparta las expresiones vertidas en él.

3. Formato del manuscrito

Los trabajos enviados a publicación en la Revista Fundación Juan José Carraro deberán ajustarse a

las siguientes instrucciones:

Los artículos deben ser editados en fuente Arial tamaño 12, procesado en MS Word a doble espacio. Las páginas deberán numerarse en forma correlativa en el ángulo superior derecho de cada una. En la primer página debe figurar: título en español e inglés, nombre y apellido de él o los autores, datos filiatorios de cada uno de ellos. A pie de la portada se debe colocar los datos del autor responsable.

Serán aceptados para su revisión solamente aquellos trabajos enviados "online" a: info@fundacioncarraro.org

4. Cuadros, gráficos y tablas

Deben ser legibles y claros, presentarse en páginas separadas y tener título.

5. Fotografías

El requerimiento mínimo para fotos clínicas e histopatológicas es 2,3 megapíxeles (equivalente a 300 dpi en gráfica) con alta resolución, en formato JPG O TIFF, las que serán enviadas "online" en info@fundacioncarraro.org

Las fotografías de observaciones microscópicas llevarán el número de ampliación efectuada y técnica utilizada. Si se utiliza material de otros autores, publicados o no, deberá adjuntarse el permiso de reproducción correspondiente. Los textos explicativos de las fotografías (epígrafes) figurarán en un hoja aparte. Para publicarlas se requiere autorización (consentimiento informado).

6. Clasificación o tipos de trabajos

Trabajo original: corresponde a un trabajo de investigación (trata de encontrar respuesta a uno o varios interrogantes planteados, debe describir en forma completa pero concisa los resultados de una investigación clínica o de laboratorio que se encuadre en los criterios de la metodología cien-

tífica), a una serie de casos (conjunto de dos o más casos de interés, con una revisión del tema) o a la comunicación de una nueva entidad o un caso cuya originalidad esté dada por los aspectos epidemiológicos, clínicos o terapéuticos.

Trabajo de investigación

El manuscrito deberá ajustarse al siguiente formato:

- **Página de título:** es la primera página numerada y debe incluir el título en español y en inglés, conciso e informativo.
- **Resumen y palabras clave:** en español e inglés, acompañarán el trabajo por separado. Debe ser estructurado y de hasta 250 palabras. El resumen estructurado contiene: los antecedentes, el objetivo, el diseño, métodos, los resultados y las conclusiones. Al pie de cada resumen deberá figurar una lista de 2 o 3 palabras clave (key words). Véase versión online.
- **Texto del artículo:** organizado con una introducción, material y métodos, resultados, comentarios. Extensión hasta 10 páginas.
- **Cuadros y gráficos:** hasta 6.
- **Fotografías:** hasta 8.
- **Referencias.**

Serie de casos

El manuscrito deberá ajustarse al siguiente formato:

- **Página de título:** es la primera página numerada y debe incluir el título en español y en inglés, conciso e informativo.
- **Resumen y palabras clave:** en español e inglés, acompañarán el trabajo por separado. Extensión máxima 150 palabras.
- **Texto del artículo:** organizado con una introducción, serie de casos, comentarios. Extensión hasta 6 páginas.
- **Introducción:** plantea los antecedentes y el in-



terés de la comunicación.

Serie de casos: describe concisamente los casos presentados. Se incorporarán tablas cuando el número importante de casos lo requiera.

Comentarios: incluye una revisión del tema con referencias a los casos presentados, y se expresan coincidencias o diferencias, propuestas o hipótesis si se adecuan.

- **Cuadros y gráficos:** hasta 2.
- **Fotografías:** hasta 6.
- **Referencias**

Caso clínico

El manuscrito deberá ajustarse al siguiente formato:

- **Página de título:** es la primera página numerada y debe incluir el título en español y en inglés, conciso e informativo.
- **Cantidad de autores:** hasta 5.
- **Resumen y palabras clave:** en español e inglés, acompañarán el trabajo por separado. Extensión máxima, 100 palabras.
- **Texto del artículo:** organizado: caso clínico (redactado en tiempo verbal pasado) y comentario.
- **Extensión hasta 3 páginas.**
- **Fotografías:** hasta 4.
- **No incluye cuadros ni tablas.**
- **Referencias:** hasta 10.

¿Cuál es su diagnóstico?

- **Página de título:** es la primera página numerada y debe incluir el título en español y en inglés con la lesión que se presenta, obviando el diagnóstico.
- **Cantidad de autores:** hasta 4.
- **Caso clínico con descripción dermatológica y estudio histopatológico:** extensión máxima, has-

ta 2 páginas.

- **Fotografías:** hasta 4 (2 clínicas y 2 histopatológicas).
- **Diagnóstico.**
- **Comentario actualizado de la entidad presentada.**
- **Referencias:** hasta 10.

Otros artículos:

Revista de la Fundación Juan José Carraro publica también artículos de actualización o revisión, cartas al editor.

7. Referencias

Es de alto interés la revisión e inclusión de referencias nacionales sobre el tema presentado. Numere las citas bibliográficas ("referencias") en el orden en que las menciona por primera vez en el texto, identifíquelas mediante números arábigos, en superíndice al final de la frase o párrafo en que se las alude. Las referencias consecutivas van separadas por un guión (p. ej., 1-5) y las no correlativas, por comas (p. ej., 1,6,9). Las referencias que sean citadas únicamente en las tablas o en las leyendas de las figuras deben numerarse en la secuencia que corresponda a la primera vez que se cita. Los resúmenes de presentaciones en congresos pueden ser citados como referencias únicamente cuando están publicados en revistas de circulación común. No incluya como referencias a "observaciones no publicadas" ni a "comunicaciones personales", las que sí pueden insertarse entre paréntesis en el texto. Puede incluirse como referencias a: trabajos que están oficialmente aceptados por una revista y en trámite de publicación; en este caso indique la referencia completa, agregando a continuación del nombre abreviado de la revista, entre paréntesis, la

expresión “en prensa”. Los trabajos que han sido enviados a publicación pero que todavía no han sido oficialmente aceptados, no deben colocarse entre las referencias, sino que pueden ser citados en el texto, entre paréntesis, como “observaciones no publicadas”. El orden en la anotación de cada referencia de textos impresos y electrónicos debe ser el siguiente:

Textos impresos

a. Artículos en revistas:

- **Apellido e inicial del nombre del o de los autores.** Si son más de cuatro autores, colocar los cuatro primeros y agregar et ál. según corresponda. Limite la puntuación a comas que separen los autores entre sí.
- **Título completo del artículo,** en su idioma original.
- **Nombre de la revista en que apareció.**
- **Año de publicación, volumen de la revista, página inicial y final del artículo.**
- **Ejemplo:** Abeldaño A., Pelegrina M.P., Neglia V., Kien M.C., et ál. Linfoma cutáneo de células grandes CD 30+. Tratamiento con interferón alfa 2b, Dermatol. Argent. 2003;9:268-272.

b. Capítulos en libros

- **Apellido e inicial del nombre del o los autores del capítulo.**
- **Título del capítulo.**
- **Apellido e inicial del nombre del o los autores del libro.**
- **Título del libro.** Editorial, lugar y año. Páginas.
- **Ejemplo:** Yaar M., Gilch rest B. Envejecimiento cutáneo. En: Fitzpatrick T.B., Freedberg I.M., Ei-

sen A.Z. et ál. Dermatología en Medicina General. Ed. Panamericana, Buenos Aires, 2001:1792-1802.

Textos electrónicos

a. Artículos en revistas

- **Nombre de los autores** (si son más de cuatro nombres, consignar los cuatro primeros más el agregado de et ál.),
- **Título completo del trabajo** [tipo de soporte]
- **Nombre de la revista,** fecha de publicación, <disponibilidad y acceso>, [fecha de consulta], número normatizado (ISSN o ISBN).
- **Ejemplo:** Myers M., Yang J., Stampe P. Visualization and functional analysis of amaxi-k channel fused to green fluorescent protein (GFP). [en línea], Electronic journal of Biotechnology, 15 de diciembre de 1999, vol. 2, nro 3. <<http://www.ejb.org/content/vol2/issue3/full/index.html>>, [consulta: 28 de diciembre del 2000], ISSN 0717-3458.

b. Capítulos en libros

- **Autor/es del capítulo**
- **Título del capítulo**
- **Autor/es del libro**
- **Título del libro,** [tipo de soporte], editorial, <disponibilidad y acceso>, [fecha de consulta], número normatizado (ISBN).
- **Se encarece a los autores que se aclare al pie de la bibliografía si hay A.R.B.** (ampliación de referencias bibliográficas), las cuales podrán ser remitidas por el autor a pedido del lector.
- **Se recomienda la revisión de la bibliografía nacional y su inclusión.**
- **Los autores son responsables de la exactitud de sus referencias.**

Clorhexidina
0,12%

Eludril ACTIV



Clorhexidina
0,12%

&

Sin
Alcohol

- > Previene la formación de placa
- > Reduce el desarrollo de placa bacteriana
- > Complemento de cuidados dentales

- **PERIODONTITIS**
- **IMPLANTES**
- **ENCÍAS IRRITADAS:**
vinculadas a la acumulación de placa



ORAL CARE

www.sidusoralcare.com.ar

ÚNICOS CON UNA PRESENTACIÓN PARA CADA NECESIDAD DEL PACIENTE ODONTOLÓGICO

ANESCART FORTE **VIDRIO** ANESCART FORTE

Adrenalina / Carticaina

UNA PRESENTACIÓN PARA CADA NECESIDAD DEL ODONTÓLOGO

PRESENTACIONES: Envase conteniendo 50 carpules de vidrio y envases conteniendo 50 y 100 carpules de plástico

INDICAN (con Epinefrina) *Lidocaina / Epinefrina*

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo 50 carpules de 1,8 ml

INDICAN SPRAY *Lidocaina*

PRESENTACIÓN:

Frasco spray conteniendo 60 ml

INDICAN GEL *Lidocaina*

PRESENTACIÓN:

Pomo conteniendo 20 g

INDICAN (sin Epinefrina) *Lidocaina*

PRESENTACIÓN: Envase conteniendo 50 carpules de 1,8 ml

