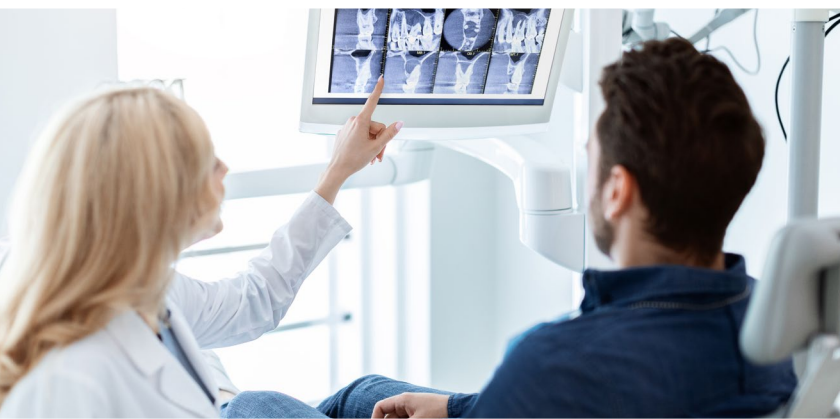


REVISTA CIENTÍFICA DE FORMACIÓN CONTINUADA

CIENTÍFICA DENTAL

www.cientificadental.es
www.coem.org.es

Indexada en / Indexed in: IME (Índice Médico Español), IBECs, LATINDEX y GOOGLE ACADEMICO



Artículo original

6

Rehabilitaciones completas mandibulares sobre 4 implantes. Estudio retrospectivo del comportamiento a largo plazo. Influencia del voladizo, de la longitud de los implantes y su distribución en la mandíbula

15

Colaboración especial

Medir qué cosas: las variables (II)

18

Artículo original

Detección de manipulaciones radiográficas en Endodoncia: la inteligencia artificial en la lucha contra el fraude radiográfico

25

Caso clínico

Colocación de implante postextracción con provisionalización inmediata en el sector estético: caso clínico con seguimiento a 4 años

coem 

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE ODONTÓLOGOS
Y ESTOMATÓLOGOS DE LA 1ª REGIÓN

ENERO-FEBRERO-
MARZO-ABRIL 2026
ISSN 1697-6398 volumen 23 - número 1

CIENTÍFICA DENTAL

EDITOR

Ilustre Colegio Oficial de Odontólogos y Estomatólogos de la 1ª Región

DIRECTORA

SUBDIRECTORA

JEFA DE REDACCIÓN

M^ª Isabel Leco Berrocal

M^ª Victoria Mateos Moreno

Nuria Velasco Sanz

COMITÉ EDITORIAL

Ana Arias Paniagua

Aranzazu Senosiain Oroquieta

Belén Morón Conejo

Carlos Cobo Vázquez

Carlos Sastre Segovia

Carmen Benito Vicente

Cristina Meniz García

Cristina Mourelle Cacharrón

Estefanía Moreno Sinovas

Eugenio Grano de Oro Cordero

Francisco Martínez Rus

Guillermo Pradés Ramiro

Jaime Jiménez García

Jaime Molinos Morera

Javier Cremades Aparicio

Jesús Calatayud Sierra

José Rábago Cervera

José Santos Carrillo Baracaldo

Juan Manuel Prieto Setién

Lara Vivero Couto

Laura Ceballos García

Luis Flores Legasa

Luis Segura-Mori Sarabia

Marcela Bisheimer Chémez

María Paz Salido Rodríguez-Manzaneque

Mónica Miegimolle Herrero

Pablo García-Camba Varela

Paloma Planells del Pozo

Paola Beltri Oltra

Pedro Casillas Ascanio

Pedro Julián Mayoral Sanz

Pedro Molinero Mourelle

Ramón Lorenzo Vignau

Rosa Mourelle Martínez

Rosario Garcillán Izquierdo

Santiago Ochandiano Caicoya

COMITÉ INTERNACIONAL

Giuseppe Scuzzo (Italia)

Wilson Delgado Azañero (Perú)

Sidney Kina (Brasil)

José Vicente Bagán Sebastián (España)

Cristina Fernández Pérez (España)



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE ODONTÓLOGOS
Y ESTOMATÓLOGOS DE LA 1ª REGIÓN

Indexada en / Indexed in:

- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Título clave: Cient.Dent.

www.coem.org.es
www.cientificadental.es

e-mail: comunicacion@coem.org.es

Edita: Ilustre Colegio Oficial de Odontólogos y Estomatólogos de la 1ª Región.

Tel.: 91 561 29 05

Publicidad:

e-mail: publicidad@coem.org.es

Publicación autorizada por el Mº de Sanidad como soporte válido: 23/04-R-CM

©2004

ISSN: 1697-6398

Diseño y maquetación:

La Kreateca

C/ Perú 6 - B. Planta 2. Oficina 4

28290 Las Rozas. Madrid

Tel.: 91 137 31 00

Los estudios, opiniones y/o manifestaciones efectuadas en los artículos insertados en la presente revista, así como la publicidad contenida en la misma, son exclusiva responsabilidad de sus autores o empresas que se publicitan.

En cualquier caso, los estudios, las opiniones y/o manifestaciones efectuadas así como las publicidades insertadas no han sido ni adoptadas, ni aprobadas ni consensuadas de ningún modo por la Junta de Gobierno, por lo que no deben tomarse, en ningún caso, como actos propios del Colegio Oficial de Odontólogos y Estomatólogos de la 1ª Región, quien a estos efectos queda exonerado de cualquier responsabilidad que pudiera derivarse al respecto, ni garantiza la exactitud de los datos incluidos ni acepta responsabilidad alguna por el uso que se haga posteriormente de los mismos.

DE LA MISMA MANERA, LAS OPINIONES Y HECHOS CONSIGNADOS EN CADA ARTÍCULO EN LA REVISTA SON DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS AUTORES. EL COLEGIO NO SE HACE RESPONSABLE, EN NINGÚN CASO, DE LA CREDIBILIDAD Y AUTENTICIDAD DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS.

TRATAMIENTO DE DATOS DE CARÁCTER PERSONAL

De acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se les informa que sus datos serán tratados e incorporados a un fichero titularidad del Ilustre Colegio de Odontólogos y Estomatólogos de la 1ª Región, utilizándose para la gestión del envío de la revista, así como el envío de información sobre actividades o asuntos relacionados con la odontología. Puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición dirigiéndose a las dependencias del Colegio, sito en la Mauricio Legendre, 38, 28046 Madrid, mediante solicitud debidamente cumplimentada, que está a su disposición en el Colegio.

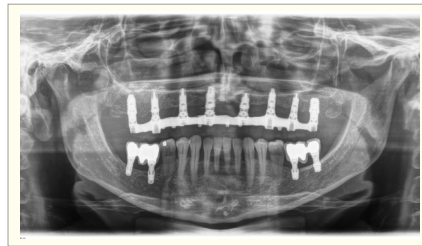


Premios Revista

Científica Dental

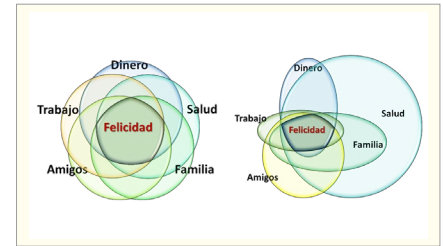
- Mejor Artículo Científico
- Mejor Caso Clínico
- Mejor Primera Publicación (Autor Novel)

DESTACADOS



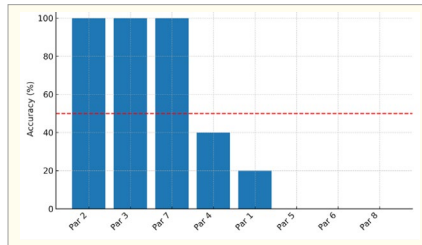
Artículo original.

Rehabilitaciones completas mandibulares sobre 4 implantes. Estudio retrospectivo del comportamiento a largo plazo. Influencia del voladizo, de la longitud de los implantes y su distribución en la mandíbula.



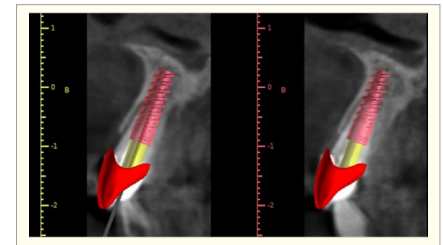
Colaboración especial.

Medir qué cosas: las variables (II).



Artículo original.

Detección de manipulaciones radiográficas en Endodencia: la inteligencia artificial en la lucha contra el fraude radiográfico.



Caso clínico.

Colocación de implante postextracción con provisión inmediata en el sector estético: caso clínico con seguimiento a 4 años.



¿Quieres anunciarte en Científica Dental?
Infórmate llamando al 91 561 29 05
o en publicidad@coem.org.es

sumario

EDITORIAL 5

ARTÍCULO ORIGINAL 6

REHABILITACIONES COMPLETAS MANDIBULARES SOBRE 4 IMPLANTES. ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO. INFLUENCIA DEL VOLADIZO, DE LA LONGITUD DE LOS IMPLANTES Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA MANDÍBULA

ANITUA E.

COLABORACIÓN ESPECIAL 15

MEDIR QUÉ COSAS: LAS VARIABLES (II)

DE LA MACORRA GARCÍA JC.

ARTÍCULO ORIGINAL 18

DETECCIÓN DE MANIPULACIONES RADIOGRÁFICAS EN ENDODONCIA: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA LUCHA CONTRA EL FRAUDE RADIOGRÁFICO

DÍAZ-FLORES GARCÍA V, GARCÍA MONEO N, LLORENTE DE PEDRO M, FREIRE Y, SUÁREZ A.

CASO CLÍNICO 25

COLOCACIÓN DE IMPLANTE POSTEXTRACCIÓN CON PROVISIONALIZACIÓN INMEDIATA EN EL SECTOR ESTÉTICO: CASO CLÍNICO CON SEGUIMIENTO A 4 AÑOS

GUERRA DE LA CRUZ CJ, LÓPEZ-JUSTO M, COBO-VÁZQUEZ C, LÓPEZ-QUILES J, SÁEZ-ALCAIDE LM.

CONTENTS

EDITORIAL 5

ORIGINAL ARTICLE 6

MANDIBULAR FULL-ARCH REHABILITATIONS SUPPORTED BY FOUR IMPLANTS: A RETROSPECTIVE STUDY OF LONG-TERM OUTCOMES. INFLUENCE OF CANTILEVER LENGTH, IMPLANT LENGTH, AND IMPLANT DISTRIBUTION IN THE MANDIBLE

ANITUA E.

SPECIAL COLLABORATION 15

MEASURE WHAT THINGS: THE VARIABLES (II)

DE LA MACORRA GARCÍA JC.

ORIGINAL ARTICLE 18

DETECTING RADIOGRAPHIC MANIPULATION IN ENDODONTICS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIGHT AGAINST RADIOGRAPHIC FRAUD

DÍAZ-FLORES GARCÍA V, GARCÍA MONEO N, LLORENTE DE PEDRO M, FREIRE Y, SUÁREZ A

CLINICAL CASE 25

IMMEDIATE IMPLANT PLACEMENT WITH IMMEDIATE PROVISIONALIZATION IN THE ESTHETIC ZONE: A 4-YEAR FOLLOW-UP CASE REPORT

GUERRA DE LA CRUZ CJ, LÓPEZ-JUSTO M, COBO-VÁZQUEZ C, LÓPEZ-QUILES J, SÁEZ-ALCAIDE LM.



EDITORIAL



Dra. Mª Isabel Leco Berrocal
Directora de la revista
Científica Dental del Ilustre
Colegio Oficial de Odontólogos y
Estomatólogos de la 1ª Región.



**Dra. Mª Victoria
Mateos Moreno**
Subdirectora de la revista
Científica Dental del Ilustre
Colegio Oficial de Odontólogos y
Estomatólogos de la 1ª Región.

Queridos colegiados, compañeros y lectores de *Científica Dental*:

El presente número de *Científica Dental* refleja, una vez más, el compromiso con la excelencia científica y la actualización constante en el ámbito de la Odontología. La calidad y el rigor de los trabajos incluidos ponen de manifiesto el alto nivel investigador y clínico de los autores, así como la relevancia de las temáticas abordadas.

El trabajo de Anitua aporta evidencia clínica a largo plazo sobre las rehabilitaciones mandibulares completas sobre cuatro implantes cortos, demostrando un comportamiento clínico y radiográfico altamente favorable. Sus resultados, comparables e incluso superiores a los obtenidos con implantes más largos, refuerzan el uso de esta alternativa terapéutica en pacientes con mandíbulas edéntulas y limitación ósea posterior, aportando una solución predecible y mínimamente invasiva.

En el apartado de colaboración especial el Prof. De la Macorra aporta una reflexión de gran valor sobre el papel de las variables en investigación clínica, profundizando en la correcta definición, clasificación y análisis de las variables, aspectos fundamentales para el diseño metodológico y la interpretación de los resultados científicos, constituyendo una lectura imprescindible para clínicos e investigadores.

El equipo de Díaz-Flores y cols. presenta una temática de gran actualidad, la aplicación de la inteligencia artificial en la detección de manipulaciones radiográficas en endodoncia. Este estudio evalúa la capacidad de un modelo de lenguaje para diferenciar imágenes originales de imágenes alteradas. Los resultados subrayan las limitaciones actuales de estas herramientas para aplicaciones clínicas, forenses o académicas.

Finalmente, este número se completa con el caso clínico de Guerra de la Cruz y cols. centrado en la colocación de implantes postextracción con provisionalización inmediata en el sector estético, con un seguimiento de cuatro años. Este trabajo detalla la aplicación de protocolos actuales en implantología estética, destacando la importancia de la planificación y ejecución para lograr resultados funcionales y estables a largo plazo.

Desde el equipo de *Científica Dental* confiamos en que los contenidos de este número resulten de interés y utilidad para el lector. Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores por su confianza y por compartir sus investigaciones, trabajos clínicos y aportaciones académicas.

Como en cada edición, seguimos abiertos a nuevas propuestas, colaboraciones y sugerencias que contribuyan a enriquecer la revista.

Os esperamos en el próximo número.



ARTÍCULO
ORIGINAL



Anitua, Eduardo

Práctica privada en implantología oral, Fundación Eduardo Anitua, Vitoria.

Investigador clínico, Fundación Eduardo Anitua, Vitoria, España. Instituto Universitario para la Medicina Regenerativa Oral e Implantología (UIRMI), Vitoria, España.

Indexada en / Indexed in:

- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Correspondencia:

Dr. Eduardo Anitua,
Eduardo Anitua Foundation; C/ Jose
María Cagigal 19, 01007 Vitoria, Spain;
Phone: +34 945160653,
eduardo@fundacioneduardoanitua.org

Fecha de recepción:
12 de enero de 2026.
Fecha de aceptación para su publicación:
31 de marzo de 2026.

REHABILITACIONES COMPLETAS MANDIBULARES SOBRE 4 IMPLANTES. ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO. INFLUENCIA DEL VOLADIZO, DE LA LONGITUD DE LOS IMPLANTES Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA MANDÍBULA

Rehabilitaciones completas mandibulares sobre 4 implantes. Estudio retrospectivo del comportamiento a largo plazo. Influencia del voladizo, de la longitud de los implantes y su distribución en la mandíbula.
Anitua E.
Cient. Dent. 2026; 23; 1; 6-14

RESUMEN

Introducción: La rehabilitación fija mandibular sobre cuatro implantes se ha consolidado como una alternativa predecible para el tratamiento de mandíbulas totalmente edéntulas. Sin embargo, persisten dudas sobre la influencia del voladizo protésico, la longitud de los implantes y su distribución en el comportamiento óseo a largo plazo. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento clínico y radiográfico de rehabilitaciones completas mandibulares soportadas por cuatro implantes, comparando implantes cortos y largos.

Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo sobre una cohorte consecutiva de pacientes tratados entre 2001 y 2018 con prótesis híbridas mandibulares atornilladas sobre cuatro implantes. Se incluyeron exclusivamente pacientes con seguimiento clínico y radiográfico completo. Los implantes se clasificaron en dos grupos según su longitud: cortos (<10 mm) y largos (≥ 10 mm). Se analizaron la supervivencia implantar, la pérdida ósea marginal mesial y distal, y variables quirúrgicas y protésicas. El análisis estadístico se realizó con un nivel de significación de $p < 0,05$.

Resultados: Se evaluaron 26 prótesis híbridas soportadas por 104 implantes, con un seguimiento medio de $12,2 \pm 4,4$ años. La supervivencia implantar fue del 100% en ambos grupos. La pérdida ósea marginal fue significativamente menor en los implantes cortos tanto a nivel mesial como distal ($p < 0,01$). Las rehabilitaciones sobre implantes largos presentaron mayor voladizo distal y mayor tiempo en función.

MANDIBULAR FULL-ARCH REHABILITATIONS SUPPORTED BY FOUR IMPLANTS: A RETROSPECTIVE STUDY OF LONG-TERM OUTCOMES. INFLUENCE OF CANTILEVER LENGTH, IMPLANT LENGTH, AND IMPLANT DISTRIBUTION IN THE MANDIBLE

ABSTRACT

Introduction: Fixed mandibular full-arch rehabilitation supported by four implants has become a widely accepted treatment option for fully edentulous patients. Nevertheless, the influence of cantilever extension, implant length, and implant distribution on long-term peri-implant bone behavior remains controversial. The aim of this retrospective study was to evaluate the long-term clinical and radiographic performance of mandibular full-arch rehabilitations supported by four implants, comparing short and long implants.

Methods: A retrospective cohort study was conducted including patients treated between 2001 and 2018 with mandibular screw-retained hybrid prostheses supported by four implants. Only patients with complete clinical and radiographic follow-up were included. Implants were divided into two groups according to length: short (<10 mm) and long (≥ 10 mm). Implant survival, marginal bone loss, and surgical and prosthetic variables were analyzed. Statistical analysis was performed with a significance level set at $p < 0.05$.

Results: A total of 26 mandibular full-arch prostheses supported by 104 implants were evaluated, with a mean follow-up of 12.2 ± 4.4 years. Implant survival was 100% in both groups. Short implants exhibited significantly lower marginal bone loss at

Conclusión: Las rehabilitaciones mandibulares completas sobre cuatro implantes cortos muestran un comportamiento clínico y radiográfico altamente favorable a largo plazo, comparable o superior al de implantes largos, constituyendo una alternativa fiable en mandíbulas edéntulas con limitación ósea posterior.

PALABRAS CLAVE

Implantes dentales; Mandíbula edéntula; Prótesis fija implantosoportada; Implantes dentales cortos; Pérdida ósea marginal.

both mesial and distal sites compared to long implants ($p < 0.01$). Protheses supported by long implants showed greater distal cantilever extension and longer functional follow-up.

Conclusion: Mandibular full-arch rehabilitations supported by four short implants demonstrate excellent long-term clinical and radiographic outcomes, with marginal bone stability comparable or superior to that observed with long implants, representing a reliable treatment option for edentulous mandibles with posterior bone atrophy.

KEY WORDS

Dental implants; Edentulous mandible; Implant-supported dental prosthesis; Short dental implants; Marginal bone loss.

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación de mandíbulas totalmente edéntulas ha experimentado una transformación sustancial en las últimas décadas, especialmente en pacientes con atrofia ósea avanzada en los sectores posteriores. En los inicios de la implantología oral, el enfoque más extendido consistía en la colocación de dos implantes interforaminales y la posterior confección de una sobredentadura, una solución pragmática que evitaba recurrir a técnicas regenerativas complejas y presentaba un perfil de morbilidad reducido para el paciente¹⁻⁴. Aunque predecible, este tratamiento ofrecía una estabilidad limitada y, a medio plazo, frecuentemente requería mantenimiento protésico adicional. La evolución de la implantología en los últimos años condujo a propuestas nuevas, como la colocación de cuatro implantes entre los forámenes mentonianos para soportar una prótesis fija mandibular⁵⁻⁹. Por lo general, este tipo de rehabilitaciones se basaba en el empleo de implantes de elevada longitud, para soportar todo el peso de la rehabilitación, llegando a insertarse implantes que ocupaban toda la altura ósea residual de la mandíbula^{8,10}. Sin embargo, este planteamiento generaba inevitablemente un voladizo distal amplio debido a la imposibilidad anatómica de extender los implantes hacia las zonas más posteriores sin asumir riesgos sobre el nervio dentario inferior. Dicho voladizo podía producir incrementos significativos en los momentos de torsión, cargas no axiales y tensiones concentradas, comprometiendo biomecánicamente el conjunto y favoreciendo tanto la aparición de complicaciones protésicas como el remodelado óseo marginal acelerado¹¹⁻¹⁵.

Con el fin de reducir la extensión del cantilever, surgieron alternativas basadas en la angulación distal de los implantes, generalmente en torno a 30–45°, lo que permitía desplazar los puntos de apoyo hacia regiones más posteriores sin invadir el canal mandibular^{16,17}. Si bien esta estrategia, demostró buenos resultados en manos expertas, diversos

estudios biomecánicos han señalado que la inclinación de los implantes genera patrones de carga más complejos y puede incrementar las tensiones en los implantes distales y en la prótesis, particularmente bajo carga masticatoria^{11,18-20}. La introducción de los implantes cortos y extracortos supuso un cambio conceptual decisivo, ya que permitió abordar la atrofia ósea posterior sin necesidad de angulaciones extremas ni cirugías reconstructivas²¹⁻²⁷. Diversos estudios de alto nivel han demostrado que los implantes de ≤ 8 mm y más recientemente los extracortos de 5,5 y 6,5 mm ofrecen tasas de supervivencia equiparables a las de implantes convencionales, siempre que se utilicen bajo un protocolo quirúrgico y protésico controlado, con distribución axial de cargas y ferulización rígida²³⁻³². En el contexto mandibular, este enfoque ha permitido rehabilitar con éxito mandíbulas edéntulas mediante cuatro implantes paralelos, incluso añadiendo un pequeño voladizo distal cuando la situación clínica lo requiere, sin comprometer la estabilidad biomecánica global del sistema³³⁻³⁵.

Actualmente, la rehabilitación fija mandibular soportada sobre cuatro implantes paralelos cortos o extracortos se ha consolidado como una de las alternativas más utilizadas, al simplificar el tratamiento, reducir la morbilidad, evitar procedimientos regenerativos avanzados y minimizar los riesgos biomecánicos asociados a los implantes angulados o a cantilevers extensos^{32,33,36-41}. Sin embargo, persiste una cuestión relevante desde el punto de vista clínico y biomecánico: ¿se comportan de igual manera las prótesis soportadas exclusivamente sobre implantes cortos que aquellas sustentadas por implantes más largos colocados en la región interforaminal? Aunque la longitud del implante ha sido tradicionalmente considerada un factor clave para la estabilidad mecánica, la evidencia contemporánea sugiere que el diseño macrogeométrico, la calidad ósea, la distribución protésica y el control oclusal pueden tener un peso igual o incluso superior en el pronóstico⁴²⁻⁴⁵. Bajo esta premisa, el presente estudio retrospectivo compara

el rendimiento clínico y radiográfico de prótesis híbridas mandibulares soportadas por cuatro implantes, evaluando de forma diferenciada los casos rehabilitados con implantes cortos frente a aquellos con implantes largos, todos tratados por el mismo cirujano y siguiendo un protocolo protésico uniforme. El objetivo es determinar si existe algún comportamiento diferencial en cuanto a supervivencia, estabilidad crestal o patrón de remodelado óseo a largo plazo que permita optimizar la toma de decisiones clínicas en pacientes con mandíbulas edéntulas y atrofia ósea en altura en los sectores posteriores.

MATERIAL Y MÉTODO

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo sobre una cohorte consecutiva de pacientes rehabilitados mediante prótesis híbridas mandibulares soportadas por cuatro implantes. Los tratamientos fueron realizados en un centro privado especializado en implantología oral (Vitoria, España) durante los años 2001-2018. Solo se incluyeron en el análisis aquellos pacientes que hubieran completado de forma íntegra el seguimiento clínico y radiográfico hasta la fecha actual, lo que garantizó la disponibilidad de registros comparables a lo largo de todo el periodo de observación. Todos los pacientes presentaban mandíbulas completamente edéntulas rehabilitadas mediante cuatro implantes, existiendo dos grupos: 4 implantes largos interforaminales sin angulación y 4 implantes cortos distribuidos en la mandíbula totalmente edéntula de forma biomecánicamente favorable. La intervención quirúrgica fue llevada a cabo por el mismo profesional siguiendo el protocolo de fresado biológico⁴⁶, que se caracteriza por trabajar a bajas revoluciones y sin irrigación externa, favoreciendo la preservación del hueso autólogo y optimizando la estabilidad primaria del implante. Durante la inserción se registró el torque final alcanzado y se documentaron las características anatómicas del lecho mediante el Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) preoperatorio, a partir del cual se obtuvieron los valores de densidad ósea expresados en unidades Hounsfield (HU). Los implantes se clasificaron posteriormente en dos grupos según su longitud: cortos (<10 mm) y largos (≥ 10 mm).

Todas las rehabilitaciones protésicas siguieron un mismo protocolo estandarizado. Una vez completada la cirugía, se procedió a la carga inmediata mediante una prótesis provisional atornillada sobre pilares transeptiliales, diseñada para distribuir las cargas de forma progresiva durante los primeros meses. Pasado un intervalo de entre seis y doce meses, y tras confirmar la estabilidad clínica y radiográfica de los implantes, se elaboró la prótesis definitiva. Esta consistió en una estructura metálica, revestida con resina acrílica, conformando una prótesis híbrida atornillada que mantenía el mismo esquema funcional que la provisio-

nal. El control radiográfico se llevó a cabo mediante radiografías panorámicas estandarizadas, realizadas siempre con el mismo sistema de posicionamiento reproducible, que incluía referencias en el suelo para los pies y apoyos simultáneos en glabella y mentón, con el fin de mantener constantes las relaciones angulares y minimizar la distorsión entre visitas. La medición de la pérdida ósea marginal se efectuó sobre la última radiografía panorámica obtenida bajo este protocolo de estandarización. Una vez digitalizada la imagen, se procedió a su calibración mediante un software específico (Digora for Windows, SOREDEX Digital Imaging Systems), utilizando como referencia una longitud conocida (el propio implante). Tras incorporar dicho valor, el programa corregía la magnificación inherente de la técnica panorámica, permitiendo realizar mediciones lineales exactas y exentas de distorsión. La pérdida ósea marginal se cuantificó en las superficies mesial y distal de cada implante, expresándose siempre como valor absoluto.

El análisis estadístico se efectuó considerando cada implante como unidad de estudio para las variables anatómicas, radiográficas y mecánicas, mientras que la prótesis (conjunto de cuatro implantes) se tomó como unidad para las variables protésicas y funcionales. Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables cuantitativas se expresaron mediante media y desviación estándar, y las cualitativas mediante frecuencias y porcentajes. Asimismo, se compararon los grupos de implantes cortos y largos para determinar posibles diferencias en la pérdida ósea marginal, aplicando pruebas paramétricas o no paramétricas según la distribución. Todos los análisis se realizaron con SPSS v25.0 (IBM, Chicago, IL, USA), estableciendo un nivel de significación de $p < 0.05$.

Este estudio retrospectivo se realizó conforme a los principios éticos de la Declaración de Helsinki. El análisis se basó exclusivamente en datos clínicos y radiográficos previamente recogidos, sin intervención ni influencia sobre el tratamiento de los pacientes. De acuerdo con la normativa local, no se requirió la aprobación de un comité de ética para este tipo de estudios retrospectivos con datos anonimizados. Todos los datos fueron tratados de forma confidencial y anonimizados antes de su análisis.

RESULTADOS

Fueron evaluadas 26 prótesis híbridas mandibulares soportadas por cuatro implantes, lo que genera un total de 104 implantes. De estas 26 prótesis, 12 fueron prótesis sobre implantes cortos (longitud < 10 mm) y 14 como prótesis sobre implantes largos (≥ 10 mm). La muestra presentó un claro predominio femenino, con 21 mujeres (80,8%) y

5 varones (19,2%). La edad media de los pacientes fue de $69,7 \pm 11,2$ años en el momento del inicio del estudio. A nivel de implante, la densidad media del hueso receptor fue de 866.16 ± 146.35 HU, mientras que el torque medio de inserción alcanzó 47.88 ± 9.01 Ncm. En cuanto a los diámetros de los implantes, en el grupo de los implantes cortos, el más frecuente fue el de 3,5 mm con un 56,5% de los casos, mientras que en el grupo de los implantes largos el diámetro predominante fue para 3,5 y 3,75 mm con un 32,1% para cada una de las categorías (Figura 1.a). En cuanto a la distribución de las longitudes, en el grupo de los implantes cortos, la más frecuente fue 7,5 mm con un 54,3% mientras que en los implantes largos la más frecuente fue 10 mm (47,2%) (Figura 1.b).

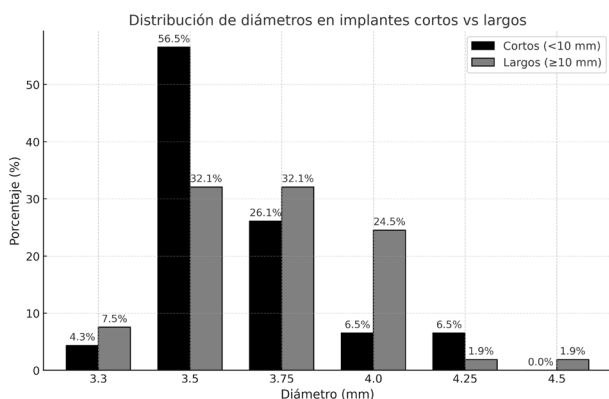


Figura 1a. Distribución de los diámetros más frecuentes en los dos grupos de pacientes (implantes cortos y largos).

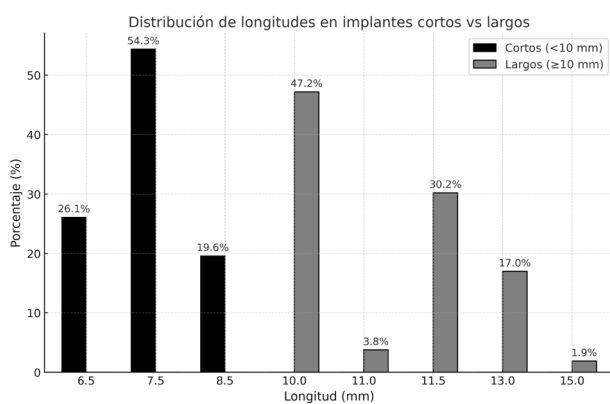


Figura 1b Distribución de las longitudes más frecuentes en los dos grupos de pacientes (implantes cortos y largos).

Todos los implantes fueron rehabilitados con prótesis híbridas atornilladas, sobre transeptal. Este transeptal presentó una altura entre 1 y 4 mm siendo el más frecuen-

te 3 mm en el 75,8% de los casos. La distribución de las alturas de los transeptales se muestra en la Figura 2.

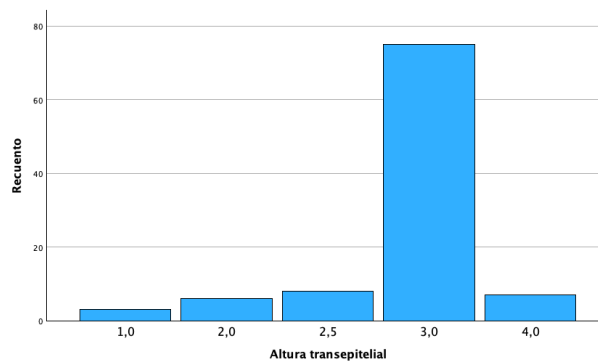


Figura 2. Altura de los transeptales utilizados en cada uno de los implantes con predominio de 3 mm en la mayoría de los casos.

El análisis global de los 99 implantes reveló una pérdida ósea marginal media de $0,77 \pm 0,26$ mm en la superficie mesial y $0,79 \pm 0,29$ mm en la distal, valores que se mantuvieron dentro de los rangos considerados clínicamente aceptables para rehabilitaciones mandibulares. Cuando los implantes se categorizaron según su longitud, se observaron diferencias claras entre ambos grupos. Los implantes cortos (<10 mm) mostraron una pérdida ósea mesial media de $0,61 \pm 0,23$ mm y distal de $0,56 \pm 0,22$ mm, mientras que los implantes largos (≥ 10 mm) presentaron pérdidas significativamente mayores (mesial: $0,92 \pm 0,19$ mm; distal: $0,99 \pm 0,17$ mm). Dado que las pruebas de normalidad (Shapiro–Wilk) mostraron una distribución no normal en todos los grupos ($p < 0,001$), se aplicó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U. Los resultados confirmaron diferencias estadísticamente significativas tanto en la pérdida ósea mesial ($U = 2068,5$; $p < 0,001$) como en la distal ($U = 2247,0$; $p < 0,005$), indicando que los implantes cortos presentaron un comportamiento óseo más favorable que los implantes largos a lo largo del tiempo. Durante el tiempo de seguimiento que fue de media de 12,2 años ($\pm 4,4$; rango 6-23 años) no se objetivaron fracasos en ninguno de los implantes por lo que la supervivencia acumulada fue del 100%. El análisis del periodo de seguimiento mostró diferencias claras entre ambos grupos. Los implantes largos (≥ 10 mm) presentaron un tiempo medio de función de $14,1 \pm 4,2$ años (rango: 9–23 años), mientras que los implantes cortos (<10 mm) registraron un seguimiento significativamente menor, con una media de $9,8 \pm 2,7$ años (rango: 6–15 años). En las Figuras 3- 10 se muestran dos casos incluidos en el estudio, uno de cada situación descrita.

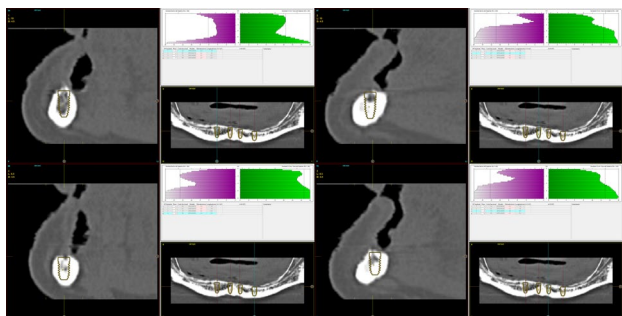


Figura 3. Planificación de los implantes en la mandíbula edéntula ocupando el área entre los forámenes en el grupo de los implantes largos. Se observa que hace 17 años el enfoque era utilizar todo el volumen óseo disponible, con el concepto de colocar el implante de mayor longitud para soportar la carga biomecánica, concepto que años después se ha visto que no era necesario.

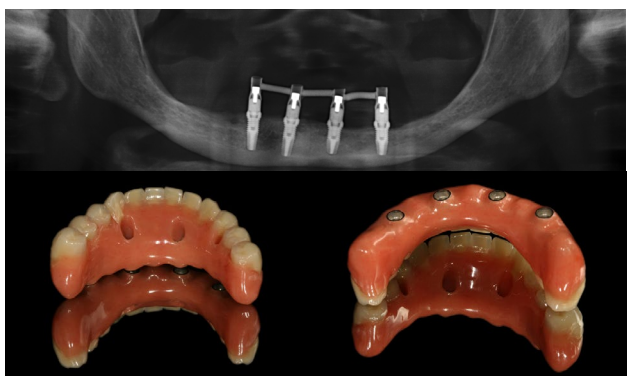


Figura 4. Primera prótesis de carga inmediata realizada en resina.

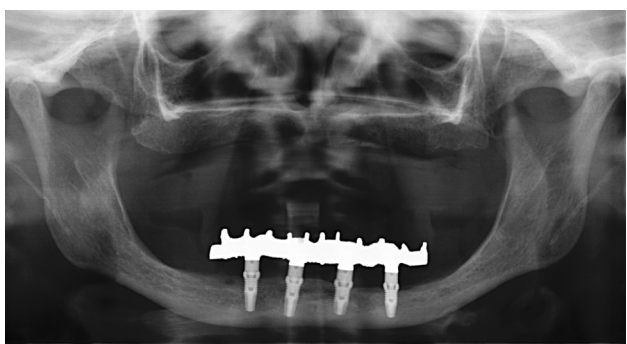


Figura 5a. Prótesis definitiva.



Figura 5b. Radiografía 20 años después, con estabilidad ósea en todos los implantes. Posteriormente se realizó la rehabilitación superior, en este caso con otro concepto con implantes más cortos y evitándose los voladizos.



Figura 6. Imagen radiográfica inicial del segundo paciente, en el grupo de implantes cortos. Presenta dos incisivos inferiores con pérdida ósea avanzada que serán extraídos en el momento de la colocación de los implantes mandibulares.

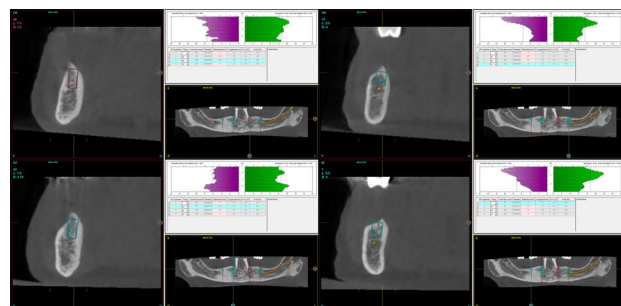


Figura 7. Cortes seccionales del CBCT de planificación con los implantes cortos que serán insertados. En la zona más posterior, existe altura suficiente para colocar implantes extracortos rectos, sin recurrir a angulaciones para salvar la proximidad del nervio dentario.

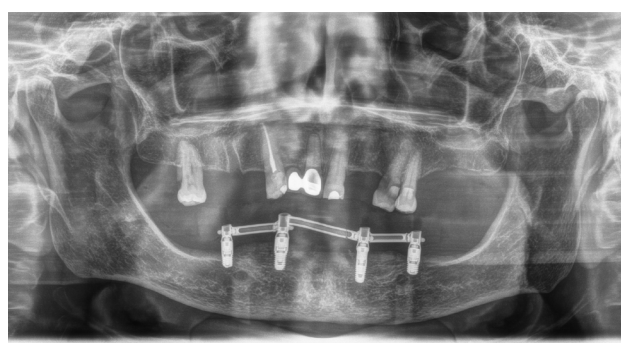


Figura 8. Radiografía con la prótesis de carga inmediata realizada mediante barras articuladas y terminada en resina.

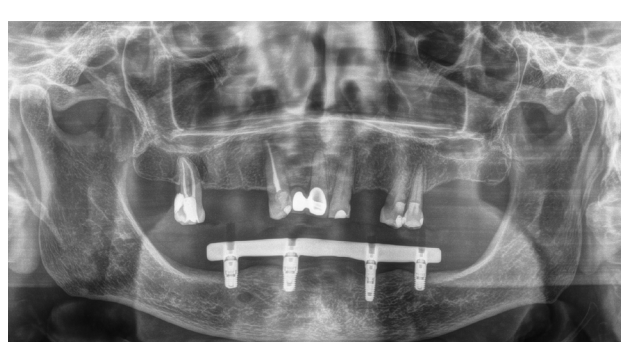


Figura 9. Radiografía en el momento de colocación de la prótesis final, se observa una estructura realizada por CAD-CAM y también atornillada sobre los transeptiliales.



Figura 10. Radiografía a los 12 años con la estabilidad completa del tratamiento.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que las rehabilitaciones mandibulares completas soportadas sobre cuatro implantes presentan un comportamiento clínico altamente favorable a largo plazo, con una supervivencia del 100% tras un seguimiento medio superior a 12 años. Estas cifras se sitúan dentro de los valores más altos publicados en la literatura internacional para prótesis híbridas mandibulares, cuyas tasas de éxito oscilan habitualmente entre el 94% y el 99% en seguimientos prolongados^{6,11,15,17,18,20,37,40,47}.

Los implantes cortos (<10 mm) mostraron una pérdida ósea mesial media de $0,61 \pm 0,23$ mm y distal de $0,56 \pm 0,22$ mm, mientras que los implantes largos (≥ 10 mm) presentaron pérdidas significativamente mayores (mesial: $0,92 \pm 0,19$ mm; distal: $0,99 \pm 0,17$ mm). Esta diferencia coincide con varias publicaciones recientes que señalan que, cuando existe una distribución axial favorable y un control biomecánico adecuado, la longitud del implante no determina per se el comportamiento crestal, y que los implantes cortos pueden presentar igual o incluso menor remodelado marginal que los implantes convencionales²⁰.

Un aspecto clave para interpretar estos resultados es el tiempo de seguimiento, ya que en nuestra cohorte los implantes largos presentaron significativamente más años en función intraoral. El análisis del periodo de seguimiento mostró diferencias claras entre ambos grupos. Los implantes largos (≥ 10 mm) presentaron un tiempo medio de función de $14,1 \pm 4,2$ años (rango: 9–23 años), mientras que los implantes cortos (<10 mm) registraron un seguimiento significativamente menor, con una media de $9,8 \pm 2,7$ años (rango: 6–15 años). La comparación mediante la prueba de Mann–Whitney U reveló diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p < 0,001$). Este mayor tiempo en función de los implantes largos constituye un factor relevante a considerar en la interpretación de las diferencias observadas en la pérdida ósea marginal. La literatura demuestra que la pérdida ósea crestal es más

pronunciada durante los primeros 12 meses y tiende a estabilizarse posteriormente, aunque existe un remodelado lento y continuo asociado al tiempo^{36,48–50}. Por tanto, es plausible que parte de la mayor pérdida ósea observada en los implantes largos esté relacionada con el mayor periodo de observación, aunque con los datos y el análisis realizado en el presente estudio, no podemos establecer esta correlación. Este factor debe considerarse al comparar ambos grupos y será analizado en estudios futuros con modelos de regresión ajustados por tiempo.

Por otro lado, la ausencia de fracasos implantares en ambos grupos es especialmente destacable, ya que la rehabilitación completa sobre cuatro implantes ha sido históricamente objeto de preocupación biomecánica, tanto por la carga concentrada como por la presencia potencial de cantilevers en las prótesis^{12,15}. En técnicas como el All-on-4 descrito por Malo, donde los implantes distales se angulan $30\text{--}45^\circ$, se han reportado supervivencias elevadas, pero también mayores tasas de complicaciones mecánicas y protésicas, especialmente relacionadas con la sobrecarga distal y la fatiga del tornillo o de la estructura^{13,47}. En contraste, la estrategia utilizada en este estudio, basada en cuatro implantes paralelos, cortos o largos según la disponibilidad ósea, reduce la complejidad biomecánica y distribuye las cargas de forma más homogénea, minimizando los momentos de flexión sobre los implantes distales¹⁸. La capacidad de los implantes cortos para sostener rehabilitaciones completas ha sido respaldada por múltiples estudios. Diferentes trabajos de la literatura internacional han demostrado que los implantes cortos (≤ 8 mm) alcanzan supervivencias comparables a los convencionales y presentan tasas similares de complicaciones mecánicas, siempre que se respeten principios biomecánicos como la ferulización rígida, la correcta pasividad protésica y la ausencia de cantilevers excesivos^{21,22,35–41,51–56}. Los resultados de este estudio refuerzan esta evidencia, mostrando que los implantes cortos no solo no incrementan la pérdida ósea, sino que pueden presentar un comportamiento marginal más estable en el largo plazo.

En relación con el voladizo, en nuestra cohorte únicamente las prótesis soportadas por implantes largos presentaban un mayor cantilever distal, mientras que las rehabilitaciones basadas en implantes cortos no lo requerían o tenían uno de longitud mínima. La literatura indica que la presencia de cantilever puede aumentar de forma significativa las tensiones sobre los implantes distales y favorecer el remodelado óseo marginal^{12,15,57–60}. Este hecho podría contribuir a explicar las mayores pérdidas óseas del grupo de implantes largos, al margen del dato del tiempo de seguimiento anteriormente discutido y subraya la relevancia clínica de planificar rehabilitaciones sin voladizo siempre que la anatomía y los implantes cortos lo permitan. Finalmente, la estabilidad de las rehabilitaciones en ambos grupos con-

firma que el protocolo estandarizado aplicado en esta serie constituido por fresado biológico, carga progresiva y estructura híbrida atornillada sobre transepitelial, con implantes siempre paralelos, sin inclinaciones distales, proporciona un entorno favorable para la osteointegración y el mantenimiento periimplantario a largo plazo. Este enfoque coincide con las tendencias actuales hacia tratamientos mínimamente invasivos, pero biomecánicamente sólidos, reduciendo la necesidad de angulaciones extremas o regeneraciones complejas sin comprometer los resultados clínicos^{30,32,61,62}.

CONCLUSIONES

En conjunto, los hallazgos del presente estudio sugieren que las rehabilitaciones completas mandibulares sobre cuatro implantes cortos representan una alternativa fiable, biomecánicamente estable y clínicamente predecible, con un comportamiento marginal igual o superior al observado en implantes largos. Futuros estudios prospectivos, idealmente con análisis multivariantes ajustados por tiempo de seguimiento, permitirán confirmar y ampliar estas conclusiones.



BIBLIOGRAFÍA

1. Zarb JP, Zarb GA. Implant prosthodontic management of anterior partial edentulism: long-term follow-up of a prospective study. *J Can Dent Assoc* 2002;68:92–96.
2. Huband ML. Implant retained overdentures in mandibular reconstruction: a case report. *J Dent Technol* 1998;15:12–16.
3. Garrett NR, Kapur KK, Hamada MO, et al. A randomized clinical trial comparing the efficacy of mandibular implant-supported overdentures and conventional dentures in diabetic patients. Part II. Comparisons of masticatory performance. *J Prosthet Dent*. 1998;79:632–640.
4. Velasco-Ortega E, Matos-Garrido N, Jiménez-Guerra A, et al. Early loading of two implants supporting mandibular overdentures in geriatric edentulous patients: A 12-year follow-up study. 2023;12:3825.
5. Single support of atrophic edentulous mandible with endosseous implants. Modified method of implantation with ledermann titanium plasma-coated screw implants (TPS);98:842-848.
6. Babbush CA. Reconstruction of the edentulous mandible. *Int Dent J* 1985;35:266–276.
7. Jemt T, Lekholm U, Adell R. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:211–217.
8. Messias A, Nicolau P, Guerra F. Different interventions for rehabilitation of the edentulous maxilla with implant-supported prostheses: An overview of systematic reviews. *Int J Prosthodont* 2021;34:s63–84.
9. Kostunov J, Giannakopoulos NN, Rammelsberg P, et al. Two- versus four-narrow-implant-retained dentures with immediate-loaded anterior implants: 9 years randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2025;27:e70033..
10. Durkan R, Oyar P, Deste G. Maxillary and mandibular all-on-four implant designs: A review. *Niger J Clin Pract* 2019;22:1033–1040.
11. Gallucci G, Avrampou M, Taylor J, et al. Maxillary implant-supported fixed prosthesis: A survey of reviews and key variables for treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;31:s192–197.
12. Pereira ALC, Tórres CSP, Campos M de FTP, et al. Effect of cantilever extension on bone loss in mandibular complete-arch implant-supported fixed prostheses with three and four implants. *Int J Prosthodont* 2024;37:271–281.
13. Güçlü ZB, Gürbüz A, Deste Gökyay G, et al. Mechanical response of different frameworks for maxillary all-on-four implant-supported fixed dental prosthesis: 3D finite element analysis. *Biomedizinische Technik* 2022;67:419–428.
14. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1983;49:843–8.
15. Schnitman P, Rubenstein JE, Jeffcoat MK, et al. Implant prostheses. Blade vs. cantilever--clinical trial. *J Oral Implantol* 1986;12:449–459.
16. Bedrossian E, Bedrossian E. Treatment planning the edentulous mandible. review of biomechanical and clinical considerations: An update. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;34:e33–41.
17. Maló P, Rangert B, Nobre M. "All-on-four" immediate-function concept with brånemark system® implants for completely edentulous mandibles: A retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:2–9.
18. Anitua E, Larrazabal Saez de Ibarra N, Saracho Rotaetche L. Implant-supported prostheses in the edentulous mandible: Biomechanical analysis of different implant configurations via finite element analysis. *Dent J (Basel)* 2022;11:4
19. Zampelis A, Rangert B, Heijl L. Tilting of splinted implants for improved prosthodontic support: A two-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2007;97:S35-43
20. Turp I, Turp V, Tuncel İ, et al. Stress distribution of four implant supported overdentures with tilted standard-sized implants and mini implants. *Eur Oral Res* 2024;58:95–101.
21. Nisand D, Renouard F. Short implant in limited bone volume. *Periodontol* 2000 2014;66:72–96.
22. Ramani S, Vijayalakshmi R, Kumari CBN, et al. A short review on minimally invasive implants. *Bioinformation* 2023;19:655-658.
23. Anitua E, Flores J, Flores C, et al. Long-term outcomes of immediate loading of short implants: A controlled retrospective cohort study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016;31:1360–1366.
24. Anitua E, Alkhraisat MH. 15-year follow-up of short dental implants placed in the partially edentulous patient: mandible vs maxilla. *Annals of Anatomy* 2019;222:88–93.
25. Lozano-Carrascal N, Anglada-Bosqued A, Salomó-Coll O, et al. Short implants (<8mm) versus longer implants (≥8mm) with lateral sinus floor augmentation in posterior atrophic maxilla: A meta-

- analysis of RCT's in humans. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2020;25:e168–79.
26. Altaib FH, Alqutaibi AY, Al-Fahd A, et al. Short dental implant as alternative to long implant with bone augmentation of the atrophic posterior ridge: A systematic review and meta-analysis of RCTs. *Quintessence Int (Berl)* 2019.
 27. Chen S, Ou Q, Wang Y, et al. Short implants (5-8 mm) vs long implants (≥ 10 mm) with augmentation in atrophic posterior jaws: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J Oral Rehabil* 2019;46:1192–1203.
 28. De N Dias FJ, Pecorari VGA, Martins C, et al. Short implants versus bone augmentation in combination with standard-length implants in posterior atrophic partially edentulous mandibles: systematic review and meta-analysis with the Bayesian approach. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:90–96.
 29. Al-Johany S. Survival Rates of Short Dental Implants (≤ 6.5 mm) Placed in Posterior Edentulous Ridges and Factors Affecting Their Survival After a 12-Month Follow-up Period: Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;34:605–621.
 30. Anitua E, Alkhraist M, Piñas L, et al. Implant survival and crestal bone loss around extra-short implants supporting a fixed denture: the effect of crown height space, crown-to-implant ratio, and offset placement of the prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:682–689.
 31. Ravidà A, Wang IC, Sammartino G, et al. Prosthetic rehabilitation of the posterior atrophic maxilla, short (≤ 6 mm) or long (≥ 10 mm) dental implants? A systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis: Naples consensus report working group A. *Implant Dent* 2019;28:590–602.
 32. Anitua E, Alkhraisat MH. Fifteen-year follow-up of short dental implants in the completely edentulous jaw: submerged versus nonsubmerged healing. *Implant Dent* 2019;28:551–555.
 33. Jung RE, Al-Nawas B, Araujo M, et al. Group 1 ITI Consensus report: The influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:69–77.
 34. Carosi P, Ottria L, Lio F, et al. The health of soft tissues around four dental implants loaded immediately supporting a 4-year-old fixed screw-retained prosthesis. *J Biol Regul Homeost Agents* 2021;35:57–66.
 35. Lizio G, Pellegrino G, Felice P. Posterior jaws rehabilitation with < 7 mm-short implants. A review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2022;123:e45–56.
 36. Hakobyan G, Jilavyan A, Khachatryan G, et al. Evaluation of the survival rate of short implants placed in the posterior atrophic mandible: 5-year clinical study. *Quintessence Int (Berl)* 2022;53:690–696.
 37. Pistilli R, Barausse C, Checchi L, et al. Rehabilitation of the Atrophic posterior mandible with short (4-mm) implants: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014;34:713–718.
 38. Doganay O, Kilic E. Comparative finite element analysis of short implants with different treatment approaches in the atrophic mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2020;35:e69–76.
 39. Peixoto HE, Camati PR, Faot F, et al. Rehabilitation of the atrophic mandible with short implants in different positions: A finite elements study. *Materials Science and Engineering C* 2017;80:122–128.
 40. Barausse C, Ravidà A, Bonifazi L, et al. Extra-short (4-mm) implants placed after regenerative failures in the posterior atrophic mandible: A retrospective study. *Int J Oral Implantol (Berl)* 2023;16:31–38.
 41. Anitua E. Extra-short implants ≤ 6.5 mm: long-term results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16:250–259.
 42. Yeh Y-T, Chu T-M, Blanchard S, et al. Effects on ridge dimensions, bone density, and implant primary stability with osseodensification approach in implant osteotomy preparation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021;36:474–484.
 43. Ao J, Li T, Liu Y, et al. Optimal design of thread height and width on an immediately loaded cylinder implant: a finite element analysis. *Comput Biol Med* 2010;40:681–686.
 44. McCullough JJ, Klokkevold PR. The effect of implant macro-thread design on implant stability in the early post-operative period: a randomized, controlled pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2017;28:1218–1226.
 45. Heimes D, Becker P, Pabst A, et al. How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review. *Int J Implant Dent* 2023;9(1):20
 46. Anitua E, Carda C, Andia I. A novel drilling procedure and subsequent bone autograft preparation: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:138-45. Erratum in: *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22:309.
 47. Durkan R, Oyar P, Deste G. Maxillary and mandibular all-on-four implant designs: A review. *Niger J Clin Pract* 2019;22:1033–1040.
 48. Gholami H, Mericske-Stern R, Kessler-Liechti G, et al. Radiographic bone level changes of implant-supported restorations in edentulous and partially dentate patients: 5-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:898–904.
 49. Palmer R. Treatment outcomes in implant dentistry. *Prim Dent J* 2013;2:4.
 50. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, et al. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2022;24:630–642.
 51. Testori T, Weinstein RL, Wallace SS. Short implants in the posterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:497–504.
 52. Nedir R. Clinical outcomes of ultra-short implants. *Clin Oral Implants Res* 2017;28:109–117.
 53. Buser D, Halbritter S, Hart C, Bornstein MM, Grütter L, Chappuis V, Belser UC. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. *J Periodontol* 2009;80:152–62.
 54. Thoma DS. A review of the survival of short implants. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:87–93.
 55. Hirani M, Arnantha H, Al-Mossallami A, et al. Clinical outcomes of short dental implants supporting prostheses in the posterior region. *Br Dent J* 2024;1-6.
 56. Ramos AHN, Cornacchia GM, Nunes E, et al. Extra short 4mm implants used to rehabilitation of atrophic posterior mandible. A serial case reports. *J Clin Exp Dent* 2020;12:e519–522.
 57. Storelli S, Del Fabbro M, Scanferla M, et al. Implant supported cantilevered fixed dental rehabilitations in partially edentulous patients: Systematic review of the literature. Part I. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:253–274.
 58. Rocuzzo A, Jensen SS, Worsaae N, et al. Implant-supported 2-unit cantilevers compared with single crowns on adjacent implants: A comparative retrospective case series. *J Prosthet Dent* 2020;123:717–723.
 59. Romeo E, Storelli S. Systematic review of the survival rate and the biological, technical, and aesthetic complications of fixed dental prostheses with cantilevers on implants reported in longitudinal studies with a mean of 5 years follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:39–49.
 60. Schmid E, Morandini M, Rocuzzo A, et al. Clinical and radiographic outcomes of implant-supported fixed dental prostheses with cantilever extension. A retrospective cohort study with a follow-up of at least 10 years. *Clin Oral Implants Res* 2020;31:1243–1252.
 61. Anitua E. [5.5 mm implant. A solution for severe atrophies without sacrificing predictability]. *Rev Cient Odontol (Universidad Científica Del Sur)* 2023;10:e137.
 62. Anitua E, Flores C, Fernández-de-Retana S, et al. Performance of immediately loaded short implants using low-speed drilling protocol and plasma rich in growth factors: A controlled retrospective observational study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2023;43:232–239b.



COLABORACIÓN
ESPECIAL



Prof. José Carlos de la Macorra García
Licenciado en Medicina,
Especialista en Estomatología,
Especialista en Medicina del
Trabajo, Doctor en Medicina y
Cirugía (1988) en la Universidad
Complutense de Madrid.
Profesor Emérito (Universidad
Complutense de Madrid).

Correspondencia:
Prof. José Carlos de la Macorra García
Departamento de Odontología
Conservadora y Prótesis.
Facultad de Odontología.
Plaza Ramón y Cajal s/n
Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
macorra@ucm.es

MEDIR QUÉ COSAS: Las variables (II)

CONTINUACIÓN DEL ARTÍCULO MEDIR QUÉ COSAS:
LAS VARIABLES (I)

De la Macorra García JC.
Medir qué cosas: las variables (II).
Cient. Dent. 2026; 23; 1; 15-17

¿QUÉ TIPOS DE VARIABLES HAY?

Hay dos maneras principales de diferenciar los tipos de variables en un estudio:

- Por el **papel** que juegan en el estudio. Las principales serán las variables:

- **Independiente**, también denominada factor, intervención, criterio o predictora.

Es todo factor, característica, tratamiento o exposición, tanto ambiental como personal, que puede desarrollar un efecto o tener una influencia sobre una o más de las variables dependientes. Es habitualmente esa asociación o influencia lo que se quiere estudiar.

Un **factor** es un elemento o causa que actúa junto con otros (la temperatura o el tiempo, por ejemplo). Una **característica** es algo que da carácter o sirve para distinguir a alguien o algo de sus semejantes (el sexo, la altura, al peso, la condición socioeconómica, la pertenencia a un grupo determinado, etc.). Un **tratamiento** es un conjunto de medios que se emplean para curar o aliviar una enfermedad (un tratamiento analgésico, un tipo de grabado ácido, el tipo de cirugía empleado, etc.). Una **exposición** es la acción de someter a los casos a los efectos de ciertos agentes (el tipo de enseñanza, la cantidad o tipo de lectura, las horas de tv, etc.).

Son frecuentemente manipuladas, controladas, por el experimentador (o modifi-

cadas por la naturaleza, si es un estudio observacional), de manera que el experimentador decide la intensidad de la exposición, el nivel o la presencia o no del factor a que se expone a los diferentes grupos.

En el contexto del estudio no dependen de otra variable y, frecuentemente -pero no siempre- son únicas.

- **Dependiente**, respuesta u *outcome*. Es todo efecto, respuesta o resultado que puede estar influido por, o depender de, una o más de las variables independientes.

- De **confusión**. De ellas se ha hablado ya en otro artículo de esta serie¹. En resumen, son aquellas variables, diferentes de la variable independiente, que pueden afectarla, lo que puede llevar a conclusiones erróneas acerca de la relación entre las variables independiente y dependiente, pues distorsionan la medida de la asociación.

- **Latente**^a, u ocultas, inobservables. Son variables, características, de interés, relevantes para el estudio, que no pueden ser medidas u observadas directamente.

Son el objeto de la medida, el concepto latente que se quiere medir, pero son habitualmente constructos^b. Estas variables son complejas y su estudio requiere descomponer estos conceptos abstractos en dimensiones e indicadores observables. Son muy comunes en los estudios sociométricos.

^aLatente: oculto, escondido o aparentemente inactivo. Sus sinónimos son: subyacente, implícito, oculto, encubierto, larvado, recóndito, secreto, profundo (RAE).

^bConstructo: construcción teórica para comprender un problema determinado (RAE).

Por ejemplo, para medir la felicidad, la inteligencia, la ansiedad, la satisfacción, la salud, etc., se utiliza(n) una (o varias) variable(s) sustitutiva(s) (denominadas *proxy*) o métodos matemáticos relativamente complejas (análisis factorial, ...)². Estas variables proxy miden la variable latente con un margen adicional de error.

Si quisiéramos medir la felicidad, un concepto inobservable directamente, deberíamos primero descomponerlo en otros factores, estos sí medibles: el estado de salud, la familia, los amigos, la ocupación laboral, el dinero, etc (Figura 1a.). Además, deberemos dar a cada uno de estos factores un peso diferenciado, atendiendo a criterios difíciles de estandarizar (Figura 1b). Se comprende que se van acumulando las posibilidades de cometer errores: en la identificación de los factores -que puede no ser completa o incluir factores irrelevantes-, en la asignación del peso de cada uno -que siempre tendrá un carácter parcialmente arbitrario-, y en la medición de cada uno de ellos -con la presencia de los errores de medición ya conocidos-.

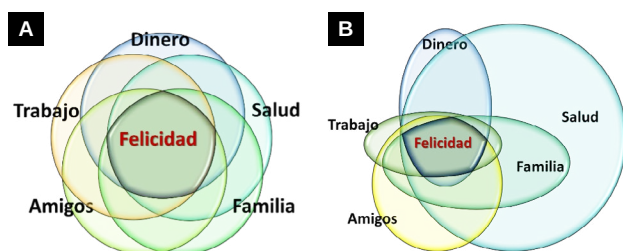


Figura 1. La medición de la felicidad

- Por los **tipos de datos** que se producirán en la medición. En la Tabla modificada de Doménech³, se esquematizan dichos tipos. Es básico definir, previamente a la medición y durante el diseño del estudio, el tipo de datos que se espera

obtener. De ello dependerán muchas cosas. Por ejemplo, el tipo de test estadístico que podrá emplearse.

Un estudio más detallado de las características de cada uno de estos tipos de datos puede encontrarse en los trabajos de Ochoa y Molina^{4,5}.

A este respecto deben mencionarse varias precauciones en el momento de seleccionar el tipo de variable (categórica o numérica).

- Siempre es preferible realizar las mediciones de manera que los resultados se obtengan como una variable continua. Esto no siempre es posible, por ejemplo, cuando la variable es necesariamente nominal (sexo, grupo sanguíneo, éxito o fracaso, etc.). Una variable registrada de manera continua contiene mucha más información que si se recoge como una variable categórica. Además, las variables numéricas admiten tests estadísticos más sensibles y discriminantes.

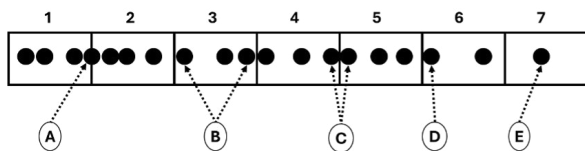
- La medición de las variables cuantitativas continuas no produce valores exactos, porque el instrumento de medida tiene limitaciones: frecuentemente tendrán apariencia discontinua o discreta.

- Las variables categóricas pueden tener más sentido clínico y ser más fácilmente entendidas. Por ejemplo, reportar una movilidad de una articulación mecánica en grados es menos fácil de visualizar que si se reporta en categorías (por ejemplo: ausente, baja, media, alta). Pero la recogida de datos en forma numérica siempre puede transformarse, en el momento del reporte de los resultados, en una variable categórica (por ejemplo: 0: ausente; 1-15°: baja; 16-40°: media; 41-90°: alta), mientras se conserva la información. Esto no puede hacerse en el otro sentido: una variable recogida en forma de categoría no puede transformarse en continua. La información que ya se ha perdido no puede recuperarse.

Tabla. TIPOS DE DATOS GENERADOS AL MEDIR LAS VARIABLES

	DATOS NO MÉTRICOS Variables Cualitativas (CATEGÓRICAS)		DATOS MÉTRICOS Variables Cuantitativas (NUMÉRICAS)	
	Nominales	Ordinales	Discretas	Continuas
¿Pueden ordenarse los casos?	No	Sí	Sí	Sí
Número de categorías	2 (BINARIAS)	> 2	≥ 2	
Ejemplos	¿Complicación? ¿Éxito? ¿Muerte? ¿Válido?	Sexo. Grupo sanguíneo. Estado Civil	Grado de dolor. Grado de disfunción. Escala ASA. Curso académico.	Nº de hijos. Nº de dientes. Nº de episodios. Nº de aprobados. Talla. Longitud. Peso. Concentración en sangre

- Además de que en las categorías los límites son arbitrarios, hacen que se pierda precisión. En la Figura 2 se muestran varios inconvenientes de la categorización, muchos de las cuales conducen a pérdida de precisión.



- A: Dificulta la atribución de los casos a cada categoría, en los casos límite
- B: Minimiza diferencias grandes entre los casos
- C: Maximiza diferencias pequeñas entre los casos
- D: Asigna valores centrales a todos los casos
- E: Puede distorsionar al obligar a crear categorías extremas

Figura 2. Inconvenientes de la categorización.

¿CUÁNTAS VARIABLES DEBERÍA HABER EN MI ESTUDIO?

Al establecer el protocolo de un estudio, el investigador novel -y no sólo él- tiene tendencia a añadir variables que no son manifiestamente relevantes, pero podrían eventualmente serlo, y lo hace con la esperanza de conseguir hallazgos importantes y, quizá, inesperados⁶.

Pero es conveniente seguir los principios de parsimonia^c y de eficiencia, para establecer un conjunto de variables realmente útiles y minimizar el coste en tiempo y dinero. El exceso en la recolección de datos hasta a los investigadores, enmaraña la transcripción y el manejo de los datos y de su análisis y favorece la acumulación de errores.

^cParsimonia: frugalidad y moderación en los gastos (RAE).



BIBLIOGRAFÍA

1. De la Macorra García JC. La causalidad y la confusión. *Cient Dent* 2025;22(2):21-24.
2. Bauer GR, Mahendran M, Walwyn C, Shokoohi M. Latent variable and clustering methods in intersectionality research: systematic review of methods applications. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2022;57(2):221-37. <https://doi.org/10.1007/s00127-021-02195-6>.
3. Doménech Massons JM. Descripción de caracteres cuantitativos. *Métodos estadísticos en Ciencias de la Salud*. Esplugues de Llobregat, Barcelona, España: Signo, S.A.; 1999.
4. Ochoa Sangrador C, Molina Arias M. Evaluación de la precisión de las pruebas diagnósticas (2). *Variables continuas*. *Evid Pediatr* 2017;13:45-49.
5. Ochoa Sangrador C, Molina Arias M. Evaluación de la precisión de las pruebas diagnósticas (1). *Variables discretas*. *Evid Pediatr* 2017;13:28-33.
6. Hulley SB, Newman TB, Cummings SR. Planning the measurements: Precision, accuracy, and validity. *Designing Clinical Research*. 4th ed: Wolters Kluwer. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.



ARTÍCULO ORIGINAL



Díaz-Flores García, Víctor
Profesor Contratado Doctor. Departamento de Odontología Pre-Clinica I. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.

García Moneo, Natalia
Profesora de Grado en Odontología. Departamento de Odontología Pre-Clinica II. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.

Llorente de Pedro, María
Profesora de Grado en Odontología. Departamento de Odontología Pre-Clinica II. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.

Freire, Yolanda
Profesora Contrada Doctor. Departamento de Odontología Pre-Clinica II. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.

Suárez, Ana
Profesora Titular de Odontología. Vicedecana de Odontología. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.

correspondencia:

Natalia García Moneo.
Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid. C. Tajo, s/n, 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid.
natalia.garcia@universidadeuropea.es

Fecha de recepción: 5 de marzo de 2026.
Fecha de aceptación para su publicación: 14 de abril de 2026.

ARTÍCULO GANADOR PREMIO CIENTÍFICO ANUAL
"PROFESOR DR. D. PEDRO RUIZ DE TEMIÑO MALO" 2025

DETECCIÓN DE MANIPULACIONES RADIOGRÁFICAS EN ENDODONCIA: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA LUCHA CONTRA EL FRAUDE RADIOGRÁFICO

Díaz-Flores García V, García Moneo N, Llorente de Pedro M, Freire Y, Suárez A.
Detección de manipulaciones radiográficas en Endodoncia: la inteligencia artificial en la lucha contra el fraude radiográfico. *Cient. Dent.* 2026; 23; 1; 18-24

RESUMEN

Introducción: La radiografía digital ha mejorado la precisión diagnóstica en odontología, pero también ha introducido el riesgo de manipulaciones indetectables, con posibles implicaciones clínicas, forenses y legales. Este estudio evaluó la capacidad de ChatGPT-4o para diferenciar entre radiografías intraorales originales y radiografías alteradas digitalmente.

Métodos: Ocho radiografías se modificaron intencionadamente para simular alteraciones frecuentes y se analizaron junto con sus originales. Cada par se evaluó mediante ChatGPT-4o en 30 sesiones independientes (240 consultas en total), calculando la exactitud diagnóstica y la repetibilidad intramodelo, esta última mediante los coeficientes kappa de Fleiss, AC1 de Gwet y alfa de Krippendorff.

Resultados: ChatGPT-4o alcanzó una exactitud global del 37,4% (IC 95%: 30,9–44,0), significativamente inferior a lo esperado por azar ($p < 0,001$) y menor que el 56% reportado previamente para observadores humanos. El rendimiento varió notablemente entre los pares de imágenes (0%–100%). A pesar de la baja exactitud, los índices de repetibilidad indicaron una consistencia interna moderada a sustancial, lo que sugiere respuestas estables, pero frecuentemente incorrectas. ChatGPT-4o no logró detectar de forma fiable la manipulación radiográfica y obtuvo un rendimiento inferior al de un clínico.

Conclusiones: Aunque el modelo muestra potencial como herramienta accesible, su exactitud actual resulta insuficiente para aplicaciones clínicas, forenses o académicas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de conjuntos de datos más amplios, entrenamiento multimodal e integración con sistemas de verificación consolidados para mejorar su fiabilidad.

Palabras clave: Radiografía dental; Endodoncia; Reconocimiento de Patrones Automatizado; ChatGPT; Fraude; Seguridad del paciente.

DETECTING RADIOGRAPHIC MANIPULATION IN ENDODONTICS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIGHT AGAINST RADIOGRAPHIC FRAUD

ABSTRACT

Introduction: Digital radiography has enhanced diagnostic accuracy in dentistry but introduced the risk of undetectable image manipulation, with potential clinical, forensic, and legal consequences. This study examined the ability of ChatGPT-4o to differentiate between original intraoral radiographs and digitally altered counterparts.

Methods: Eight radiographs were deliberately modified to replicate common alterations and assessed alongside their originals. Each pair was analysed by ChatGPT-4o in 30 independent sessions (240 queries), and diagnostic accuracy was calculated. Intramodel repeatability was evaluated using Fleiss' kappa, Gwet's AC1, and Krippendorff's alpha.

Results: ChatGPT-4o achieved an overall accuracy of 37.4% (95% CI: 30.9–44.0), significantly lower than chance ($p < 0.001$) and below the 56% accuracy previously reported for human observers. Performance varied substantially across image pairs (0%–100%). Despite poor accuracy, repeatability indices indicated moderate to substantial internal consistency, suggesting stable yet frequently incorrect responses. ChatGPT-4o was unable to reliably detect radiographic manipulation and performed worse than clinicians.

Conclusions: Although the model shows promise as an accessible tool, its current accuracy is inadequate for clinical, forensic, or academic use. These findings highlight the need for larger datasets, multimodal training, and integration with established verification systems to improve reliability.

Key words: Dental Radiography; Endodontics; Pattern Recognition Automated; ChatGPT; Fraud; Patient Safety.

INTRODUCCIÓN

La radiografía es una herramienta esencial en endodoncia, ya que proporciona información clave para el diagnóstico y el seguimiento de las estructuras dentarias y óseas que no son accesibles mediante la exploración clínica. En muchos casos, se convierte en la única vía para revelar patologías ocultas o justificar la necesidad de tratamiento¹.

El desarrollo de la radiografía digital, inicialmente mediante la digitalización de la película convencional y posteriormente a través de sensores directos, transformó radicalmente la práctica clínica al permitir una adquisición de imágenes más rápida, una menor exposición a la radiación y una mejor gestión del almacenamiento y la preservación. También introdujo la posibilidad de procesar las imágenes para optimizar su visualización, ampliando así las capacidades diagnósticas del profesional².

Sin embargo, esta evolución tecnológica trajo consigo un nuevo desafío. El formato digital de las imágenes abrió la puerta a un riesgo significativo: la posible manipulación intencionada de su contenido. Una radiografía que antes se percibía como un registro objetivo e inmutable puede hoy alterarse con relativa facilidad. Una edición maliciosa podría modificar diagnósticos, pronósticos y planes de tratamiento, así como ocultar errores clínicos o incluso simular procedimientos nunca realizados^{3,4}.

Hoy en día, las herramientas de edición de imágenes están al alcance de cualquier usuario. Incluso de forma gratuita, con software de código abierto como GNU Image Manipulation Program (GIMP; The GIMP Development Team, Free Software Foundation, Boston, MA, EE. UU.), es posible añadir, eliminar o modificar estructuras con un alto grado de indetectabilidad^{5,6}.

Las consecuencias de estas alteraciones van mucho más allá del ámbito clínico: pueden influir de forma determinante en litigios, reclamaciones o procesos de acreditación profesional^{4,7}. Y aunque en radiología médica se han desarrollado protocolos de autenticación, en odontología no existen estándares ampliamente implantados que garanticen la integridad de las imágenes.

Esta laguna en el control convierte la manipulación digital en un problema global. Trasciende la práctica clínica y se inscribe en un escenario forense más amplio, donde la manipulación digital constituye un desafío constante, descrito como una “carrera armamentística” entre los falsificadores y las técnicas diseñadas para detectarlos⁸. En este contexto, los métodos de detección pasiva, que operan únicamente con la información contenida en la propia imagen, adquieren especial relevancia, ya que en odontología no es habitual insertar marcas de agua especiales ni metadatos^{8,9}.

La magnitud del problema ha quedado reflejado en estudios previos. Ya en 1997 se reconoció la dificultad de los profesionales de la odontología para identificar radiografías manipuladas¹⁰, y, veinte años después, un análisis más amplio mostró que incluso odontólogos con experiencia solo alcanzaron una tasa de acierto del 56% en la detección de alteraciones. En otras palabras, casi la mitad de las falsificaciones pasaron desapercibidas¹¹.

Ante este panorama, en los últimos años han surgido nuevas herramientas, como los modelos de lenguaje a gran escala (LLM) con capacidades de análisis multimodal, capaces de procesar texto e imágenes de forma simultánea. Estos sistemas, están siendo evaluados como posibles herramientas de interés en la detección de alteraciones en imágenes médicas y odontológicas. Varios estudios han demostrado su utilidad, lo que abre una vía prometedora para reforzar la autenticidad de las radiografías digitales¹².

No se ha explorado aún de forma sistemática si un Large Language Model (LLM), sin entrenamiento específico para la tarea, es capaz de identificar alteraciones radiográficas y con qué grado de reproducibilidad¹¹. Por ello, este estudio se diseñó como una prueba de concepto, no con el objetivo de entrenar el modelo, sino de examinar su capacidad inicial en la detección de modificaciones, así como analizar la estabilidad de su rendimiento en la detección de radiografías intraorales manipuladas. Este enfoque pretende contribuir al desarrollo de estrategias objetivas y reproducibles que garanticen la autenticidad de las imágenes en contextos clínicos, jurídicos y forenses.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional y repetible de pruebas diagnósticas diseñado para evaluar la capacidad y la repetibilidad de un modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial, ChatGPT (versión 4o), en la identificación de imágenes radiográficas originales frente a imágenes modificadas digitalmente.

El estudio se concibió como una prueba piloto de concepto. En lugar de maximizar el número de casos, el diseño priorizó medidas repetidas sobre una muestra más pequeña, generando así datos suficientes para estimar la exactitud con intervalos de confianza del 95% y calcular múltiples coeficientes de fiabilidad. Este enfoque nos permitió caracterizar tanto el rendimiento como la reproducibilidad a pesar del número limitado de pares de imágenes.

2.1 Comité ético

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Europea de Madrid (código de aprobación 2025-56) y se llevó a cabo de acuerdo con los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes fueron informados de los objetivos del estudio y otorgaron su

consentimiento informado por escrito. Para garantizar la protección de datos, todas las sesiones se realizaron utilizando la función de chat temporal de ChatGPT, que impide el almacenamiento permanente de las conversaciones¹³.

2.2 Diseño del estudio

Se seleccionaron ocho radiografías intraorales de diagnóstico o tratamiento endodóntico a partir de las historias clínicas disponibles. Las radiografías se obtuvieron de la base de datos de la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Europea de Madrid. El dispositivo de adquisición digital utilizado fue un VistaScan Mini (Dürr Dental SE, Bietigheim-Bissingen, Alemania).

Cada radiografía se exportó a formato JPG para su manipulación mediante el software Adobe Photoshop 2021 (Adobe Inc., San José, CA, EE. UU.). Se realizó una modificación diferente en cada radiografía. Las modificaciones efectuadas en cada radiografía se detallan en la Tabla.

Tabla. MODIFICACIONES realizadas en cada radiografía

Número de radiografía intraoral	Modificación realizada
1	Eliminación de la extrusión de cemento endodóntico.
2	Sustitución de la zona radiolúcida en una raíz tratada endodónticamente y preparada para perno por una radiopacidad similar a la de la obturación endodóntica.
3	Relleno radiolúcido en el lado distal de la raíz con una imagen de densidad similar a la del hueso alveolar.
4	Relleno radiolúcido en el lado mesial de la raíz con una imagen de densidad similar a la del hueso alveolar.
5	Creación de una imagen radiolúcida compatible con caries en la zona distal de una corona.
6	Imagen radiolúcida compatible con caries en la zona distal de una corona con apariencia similar a dentina y esmalte.
7	Imagen radiolúcida compatible con caries en la zona distal de una corona con apariencia similar a dentina.
8	Los conductos radiculares de un molar se rellenan con un material compatible con el de obturación endodóntica, con parte del material extruido hacia la zona periapical.

Las imágenes modificadas se importaron en el software de gestión de radiografías VistaSoft (Dürr Dental SE, Bietigheim-Bissingen, Alemania) y las imágenes originales y modificadas se volvieron a importar en formato Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM), ya que este formato permite verificar datos como los parámetros

de adquisición, las fechas e incluso diferencias de calidad/contraste (mediante conversión directa a JPG en ChatGPT para su visualización).

Cada par de radiografías se subió de forma independiente al chatbot, solicitándole que identificara cuál de las dos radiografías presentadas correspondía a la radiografía original, para lo cual se utilizó el siguiente prompt: "De estas dos radiografías dentales, una es la original y la otra está modificada digitalmente. Necesito que me digas cuál es la original y cuál es la modificada. Lee manualmente los archivos DICOM en formato binario para comparar las imágenes y los metadatos e identificar cuál es la original y cuál está modificada y, si necesitas más información, conviértelas a JPG para continuar el análisis."

Para minimizar posibles sesgos derivados de la memoria o del contexto conversacional, cada par se evaluó en 30 sesiones independientes ("nueva conversación"), distribuidas en distintos momentos del día, siguiendo la metodología descrita por Freire y cols.¹⁴. En total, se realizaron 240 registros (8 pares × 30 repeticiones). Algunos ejemplos de las radiografías modificadas pueden observarse en la Figura 1.



Figura 1. Ejemplos de radiografías originales (izquierda) y modificadas (derecha).

2.3 Análisis estadístico

La exactitud diagnóstica se evaluó globalmente y por par de imágenes calculando la proporción de aciertos (respuestas correctas/30 repeticiones) y sus intervalos de confianza del 95% (IC95%) mediante el método binomial de Wald, según la metodología previamente empleada por Freire y cols.¹⁴. La comparación con el valor esperado por

azar (0,50) se realizó mediante prueba binomial bilateral, siguiendo el enfoque descrito por Díaz-Flores y cols.¹¹ Se analizaron tanto la exactitud global (porcentaje de aciertos considerando todos los pares) como la exactitud por par (porcentaje de aciertos calculado individualmente para cada par).

La repetibilidad intramodelo se estimó a partir de las 30 repeticiones de cada par y de forma global, utilizando las siguientes métricas: porcentaje de acuerdo global, kappa de Fleiss/Conger, coeficiente de Gwet (AC1) y alfa de Krippendorff. La interpretación se realizó según la escala de Gwet (0,0–0,2 pobre; 0,2–0,4 leve; 0,4–0,6 moderada; 0,6–0,8 sustancial; 0,8–1,0 casi perfecta).

Por último, para contextualizar el rendimiento del modelo, se realizó una comparación indirecta con el referente humano previamente publicado (56% de aciertos)¹¹, lo que permitió situar los resultados obtenidos en relación con un estándar de referencia clínicamente relevante.

RESULTADOS

3.1. Exactitud

La exactitud global obtenida por el modelo fue del 37,4% (IC95%: 30,9–44,0%), una diferencia estadísticamente significativa respecto al 50% esperado por azar (prueba binomial bilateral, $p < 0,001$). El análisis por par de imágenes ($n = 8$) mostró una marcada heterogeneidad, con una mediana de exactitud del 30,0% (rango: 0–100%), como se muestra en la Figura 2.

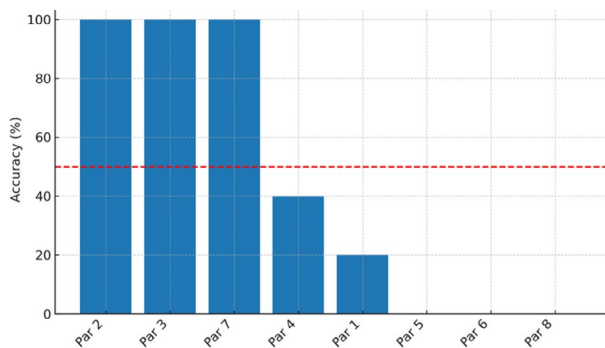


Figura 2. Exactitud global (accuracy) por par de imágenes.

La Figura 3 muestra la estimación puntual y el intervalo de confianza de la exactitud para cada par. Se observa que algunos pares fueron identificados correctamente en todas las repeticiones, mientras que otros no registraron ningún acierto.

Como referencia contextual, Díaz-Flores y cols.¹¹ indicaron que dentistas con experiencia identificaron correcta-

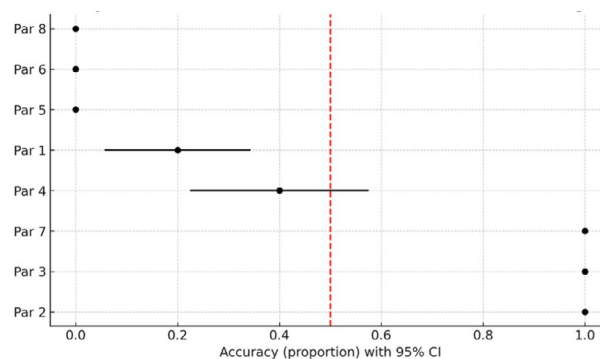


Figura 3. Estimaciones de la exactitud con IC del 95 % por cada par de imágenes.

mente radiografías manipuladas en el 56% de los casos. En comparación con este valor de referencia, la exactitud global de ChatGPT-4o (del 37,4%) indica un rendimiento sustancialmente inferior, a pesar de su elevada consistencia interna.

3.1. Repetibilidad

La concordancia media observada (P) fue de 0,772. La repetibilidad global, evaluada mediante el coeficiente kappa de Fleiss, alcanzó un valor de 0,61, lo que corresponde a un grado sustancial de concordancia. El coeficiente global de Gwet (AC1) fue de 0,57, interpretado como concordancia moderada, mientras que el alfa de Krippendorff fue de 0,77, lo que indica una alta consistencia en las respuestas.

A nivel de cada par, la repetibilidad intramodelo mostró valores muy elevados para el coeficiente AC1 (mediana: 1,00), lo que refleja que el modelo tendió a mantener invariante su respuesta a lo largo de las 30 repeticiones, con independencia de su corrección. La relación entre la exactitud y el coeficiente AC1 por par se muestra en la Figura 4, evidenciando que un alto grado de consistencia no implica necesaria-

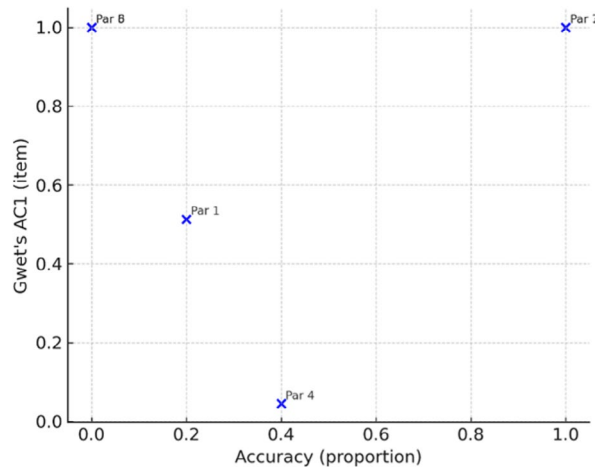


Figura 4. Relación entre la exactitud (accuracy) y la repetibilidad intramodelo.

mente mayor exactitud. En esta figura solo se analizan los pares con valores calculables tanto para la exactitud como para el AC1 de Gwet (pares 1, 3, 4 y 8).

Por el contrario, los valores de kappa por pares presentaron una mediana de aproximadamente $-0,03$, resultado atribuible a la conocida sensibilidad de esta métrica a distribuciones extremadamente desequilibradas entre categorías.

En el estudio de referencia con evaluadores humanos¹¹, la tasa global de aciertos fue del 56,2 % (371/660 decisiones). En comparación, el modelo evaluado alcanzó el 37,4 % (79/211 decisiones), con una diferencia absoluta de $-18,8$ puntos porcentuales. El contraste estadístico entre ambas proporciones mostró una diferencia significativa ($z = -4,75$; $p = 2,0 \times 10^{-6}$), evidenciando que el rendimiento de ChatGPT-4o fue sustancialmente inferior al observado en el grupo de referencia humano (Figura 5).

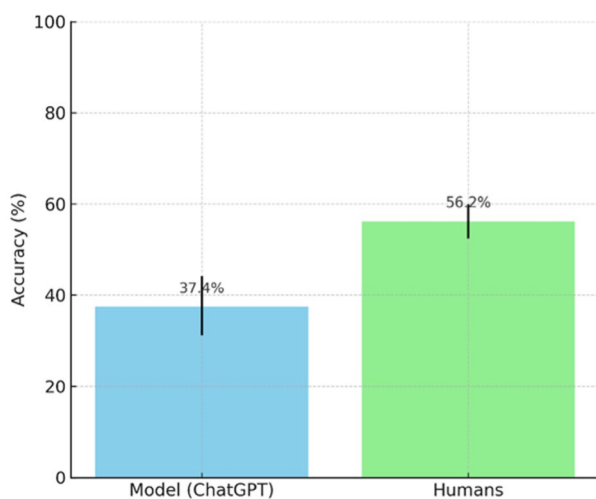


Figura 5. Comparación de la exactitud (accuracy) entre el modelo humano y ChatGPT.

DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que, aunque ChatGPT produjo respuestas consistentes en las repeticiones, su exactitud se mantuvo en un nivel claramente inferior a la de expertos humanos en estudios previos. Esto sugiere que el modelo tiende a reproducir errores sistemáticos más que a lograr clasificaciones válidas. El adiestramiento de los modelos requiere entrenamiento específico, recursos computacionales y pericia técnica, mientras que el enfoque analizado en esta investigación se apoya en un modelo de chatbot de uso general, sin entrenamiento adicional que, por un lado, ofrece mayor accesibilidad, pero genera problemas a costa de la exactitud.

En este contexto, la comparación con evaluadores humanos resulta especialmente relevante. La capacidad reducida encontrada en el modelo analizado contrasta con el rendimiento humano documentado previamente en el estudio de referencia, donde odontólogos con experiencia identificaron imágenes manipuladas en el 56% de los casos¹¹. Aunque esta cifra pueda considerarse modesta, refleja una superioridad estadísticamente significativa frente a ChatGPT, lo que confirma que, en el estado actual de desarrollo, el modelo analizado no puede sustituir la pericia clínica ni garantizar una detección fiable de las alteraciones en radiografías dentales.

La paradoja metodológica observada —alta consistencia de las respuestas acompañada de baja exactitud— apunta a la presencia de un sesgo sistemático en la forma en que el modelo interpreta las imágenes. En términos prácticos, esto indica que el sistema responde de manera estable, pero lo hace en la dirección equivocada con excesiva frecuencia. Este patrón es coherente con lo descrito en otros contextos odontológicos, donde los chatbots mantienen una consistencia formal en sus respuestas, pero cometen errores clínicamente relevantes¹⁵.

La necesidad de herramientas eficaces para la detección de imágenes manipuladas es incuestionable en el escenario actual. La literatura ha documentado cómo los programas de edición de uso común permiten realizar modificaciones prácticamente indetectables, desde alteraciones estéticas hasta fraudes, los cuales son determinantes en endodoncia, ya que la radiografía es, en muchas ocasiones, la única prueba que se puede ofrecer de que se ha realizado este tipo de tratamientos^{6,7,16}. Incluso se han comunicado casos en los que se remitieron imágenes alteradas a compañías médicas y fueron aceptadas como válidas⁶.

En radiología dental, se ha demostrado que incluso profesionales con experiencia pueden no reconocer adecuadamente las manipulaciones. El problema trasciende el ámbito clínico, ya que la proliferación de técnicas de falsificación digital, incluidos los conocidos como *deepfakes*, entraña riesgos sustanciales en contextos jurídicos, forenses y académicos. En este escenario, la manipulación de los registros radiográficos podría emplearse en reclamaciones legales, en el encubrimiento de situaciones iatrogénicas o en la generación de pruebas fraudulentas en publicaciones científicas, comprometiendo tanto la seguridad del paciente como la credibilidad de la investigación^{7,17}.

En este contexto, los chatbots se presentan como una alternativa conceptualmente atractiva frente a los sistemas especializados de detección. En comparación con técnicas forenses de alto coste y acceso restringido, los modelos de lenguaje ofrecen accesibilidad, escalabilidad y bajos requisitos técnicos, lo que abre la posibilidad de aplicaciones

en entornos clínicos o académicos rutinarios sin necesidad de software propietario avanzado^{3,8,9}. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio muestran que su rendimiento actual no alcanza el nivel mínimo requerido para tareas en las que la exactitud es crítica.

Este trabajo debe interpretarse a la luz de varias limitaciones. El número de pares de imágenes fue reducido, lo que limita la generalización de los resultados. Se empleó un único modelo de lenguaje en una versión específica, sin comparación con otras arquitecturas o modalidades de entrenamiento. Las radiografías correspondían a un único tipo de proyección intraoral, lo que restringe la extrapolación a otras modalidades de imagen médica u odontológica. Además, la comparación con humanos se basa en datos previamente publicados y no en un experimento paralelo bajo condiciones idénticas, lo que introduce posibles sesgos indirectos.

A pesar de estas limitaciones, el estudio aporta nueva evidencia sobre la posibilidad de aplicar chatbots a un problema creciente en la práctica clínica y académica: la

detección de imágenes manipuladas. Los hallazgos sugieren que, aunque la exactitud sigue siendo insuficiente, la consistencia observada en las respuestas refleja un comportamiento sistemático que podría optimizarse mediante ajustes de entrenamiento, la implementación de algoritmos multimodales o la integración con herramientas consolidadas de análisis radiográfico. Las investigaciones futuras deberían ampliar el número y tipo de imágenes evaluadas, incluir comparaciones directas con profesionales humanos en condiciones homogéneas y explorar la combinación de chatbots con herramientas específicas de verificación digital.

CONCLUSIONES

En conjunto, los resultados muestran que, aunque los modelos de lenguaje ofrecen potencial como herramientas de apoyo accesibles, su uso clínico, legal o académico requiere mejoras sustanciales. El avance continuo de las técnicas de manipulación digital hace necesario reforzar los sistemas de detección si se desea salvaguardar la fiabilidad de los registros médicos y la integridad científica.



BIBLIOGRAFÍA

1. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrout MK. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2001;91(5):498–511.
2. Makdissi J, Pawar R. Digital radiography in the dental practice: An update. *Prim Dent J*. 2013;2(1):58–65.
3. Maruo IT, Maruo H. Digital signature of electronic dental records. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(5):662–665.
4. Madhan B, Gayathri H. Identification and prevention of digital forgery in orthodontic records. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(6):850–857.
5. Biagioli M. Before and after Photoshop: Recursive fraud in the age of digital reproducibility. *Angew Chem Int Ed*. 2019;58(46):16334–16335.
6. Tsang A, Sweet D, Wood RE. Potential for fraudulent use of digital radiography. *J Am Dent Assoc*. 1999;130(9):1325–1329.
7. Calberson FLG, Homme GM, De Moor RJ. Fraudulent use of digital radiography: methods to detect and protect digital radiographs. *J Endod*. 2008;34(5):530–536.
8. Amiri E, Mosallanejad A, Sheikahmadi A. The optimal model for copy-move forgery detection in medical images. *J Med Signals Sens*. 2024;14(2). doi:10.4103/jmss.jmss_35_22
9. Qazi T, Ali M, Hayat K, Magnier B. Seamless copy-move replication in digital images. *J Imaging*. 2022;8(3):69.
10. Visser H, Krüger W. Can dentists recognize manipulated digital radiographs? *Dentomaxillofac Radiol*. 1997;26(1):67–69.
11. Díaz-Flores-García V, Labajo-González E, Santiago-Sáez A, Perea-Pérez B. Detecting the manipulation of digital clinical records in dental practice. *Radiography*. 2017;23(4):e103–107.
12. Suárez A, Arena S, Herranz Calzada A, Castillo Varón AI, Diaz-Flores García V, Freire Y. Decoding wisdom: Evaluating ChatGPT's accuracy and reproducibility in analyzing orthopantomographic images for third molar assessment. *Comput Struct Biotechnol J*. 2025;28:141–147.
13. OpenAI Help Center [Internet]. [cited 2025]. Temporary Chat FAQ. Available from: <https://help.openai.com/en/articles/8914046-temporary-chat-faq?stream=top>
14. Freire Y, Santamaría Laorden A, Orejas Pérez J, Gómez Sánchez M, Díaz-Flores García V, Suárez A. ChatGPT performance in prosthodontics: Assessment of accuracy and repeatability in answer generation. *J Prosthet Dent*. 2024;131(4):659.e1-659.e6.
15. Freire Y, Santamaría Laorden A, Orejas Pérez J, Ortiz Collado I, Gómez Sánchez M, Thuissard Vassallo IJ, et al. Evaluating the influence of prompt formulation on the reliability and repeatability of ChatGPT in implant-supported prostheses. Kolahi J, editor. *PLOS One*. 2025;20(5):e0323086.
16. Landolt S, Hirschel J, Schlienger T, Businger W, Zbinden AM. Assessing and comparing information security in swiss hospitals. *Interact J Med Res*. 2012;1(2):e11.
17. Chang HJ, Oh SN, Park MY, Rha SE, Choi BG. Fraudulent retouching of digital radiographic images – a potential risk. *Clin Radiol*. 2010;65(12):967–973.



caso CLÍNICO

COLOCACIÓN DE IMPLANTE POSTEXTRACCIÓN CON PROVISIONALIZACIÓN INMEDIATA EN EL SECTOR ESTÉTICO: CASO CLÍNICO CON SEGUIMIENTO A 4 AÑOS

Guerra de la Cruz CJ, López-Justo M, Cobo-Vázquez C, López-Quiles J, Sáez-Alcaide LM.
Colocación de implante postextracción con provisionalización inmediata en el sector estético: caso clínico con seguimiento a 4 años.
Cient. Dent. 2026; 23; 1; 25-30



Guerra de la Cruz, Carlos José

Graduado en Odontología.
Universidad Europea de Madrid.
Alumno del Título Propio en
Especialista en Implantoprótesis.
Universidad Complutense de
Madrid.

López-Justo, María

Profesora adjunta en la
cátedra de prostodoncia en la
Universidad Europea de Madrid.
Máster Oficial de Prótesis,
Implantoprótesis y Estética Dental
Avanzada por la Universidad
Europea de Madrid

Cobo-Vázquez, Carlos

Profesor Asociado Departamento
de Especialidades Clínicas
Odontológicas. Facultad de
Odontología. Universidad
Complutense de Madrid.

López-Quiles, Juan

Director del Postgrado de
Especialización en Cirugía
Bucal e Implantología. Facultad
de Odontología. Universidad
Complutense de Madrid.

Sáez-Alcaide, Luis Miguel

Profesor Colaborador Postgrado
de Especialización en Cirugía
Bucal e Implantología. Facultad
de Odontología. Universidad
Complutense de Madrid.

Correspondencia:

Carlos José Guerra de la Cruz
Correo: caguer03@ucm.es
Facultad de Odontología. Universidad
Complutense de Madrid
Plaza Ramón y Cajal S / N, 28040,
Madrid, España.

Fecha de recepción: 12 de febrero de 2026.
Fecha de aceptación para su publicación:
27 de abril de 2026.

RESUMEN

Introducción: La colocación inmediata de implantes postextracción junto con provisionalización inmediata se ha consolidado como una alternativa terapéutica fiable en el sector estético, siempre que se cumplan criterios estrictos de diagnóstico, planificación y ejecución clínico-protésica. Este protocolo reduce el tiempo total de tratamiento, minimiza la remodelación tisular tras la extracción y permite obtener resultados estéticos predecibles.

Métodos: Se llevó a cabo un caso clínico en una paciente de 40 años con fracaso de restauración fija dentosoportada en el incisivo central superior izquierdo, asociado a caries radicular subgingival con mal pronóstico restaurador. Tras la evaluación clínica y radiográfica, se indicó la exodoncia atraumática del diente afectado. Inmediatamente después, se realizó la colocación de un implante postextracción. El defecto periimplantario (*gap*) fue rellenado con un xenoinjerto óseo bovino. De forma simultánea, se llevó a cabo un injerto de tejido conectivo con el objetivo de optimizar el volumen y la estabilidad de los tejidos blandos periimplantarios. Se procedió a la colocación de una restauración provisional inmediata atornillada, diseñada para preservar el perfil de emergencia y guiar la cicatrización de los tejidos periimplantarios. Tras un periodo de cicatrización de cuatro meses, se colocó la restauración definitiva atornillada.

Resultados: El seguimiento clínico y radiológico evidenció una correcta osteointegración, estabilidad de los tejidos periimplantarios y un resultado estético satisfactorio, mantenido a los cuatro años.

IMMEDIATE IMPLANT PLACEMENT WITH IMMEDIATE PROVISIONALIZATION IN THE ESTHETIC ZONE: A 4-YEAR FOLLOW-UP CASE REPORT

ABSTRACT

Background: Immediate implant placement following tooth extraction combined with immediate provisionalization has become a reliable therapeutic option in the esthetic zone, provided that strict diagnostic, planning, and clinical-prosthetic execution criteria are respected. This protocol reduces overall treatment time, minimizes post-extraction tissue remodeling and enables predictable esthetic outcomes.

Methods: A clinical case was performed in a 40-year-old patient presenting with failure of a tooth-supported fixed restoration in the maxillary left central incisor, associated with subgingival root caries and a poor restorative prognosis. Following clinical and radiographic evaluation, atraumatic extraction of the affected tooth was indicated. Immediately thereafter, a post-extraction implant was placed. The peri-implant defect (*gap*) was filled with a bovine xenograft. Simultaneously, a connective tissue graft was performed to optimize the volume and stability of the peri-implant soft tissues.

An immediate screw-retained provisional restoration was placed, designed to preserve the emergence profile and guide the healing of the peri-implant tissues. After a healing period of four months, the definitive screw-retained restoration was delivered.

Conclusión: La colocación inmediata con provisionalización inmediata es una opción predecible en el sector estético cuando existe una adecuada selección del caso y una planificación rigurosa.

PALABRAS CLAVE

Implante inmediato; Provisionalización inmediata; Reabsorción ósea; Tejidos blandos.

Results: Clinical and radiographic follow-up demonstrated successful osseointegration, stable peri-implant tissues, and a favorable esthetic outcome maintained at four years.

Conclusion: Immediate implant placement with immediate provisionalization represents a predictable treatment option in the esthetic zone when appropriate case selection and meticulous planning are ensured.

KEY WORDS

Immediate implant placement; Immediate provisionalization; Bone resorption; Soft tissues.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la rehabilitación oral, se presentan de forma constante retos terapéuticos que obligan al clínico a ofrecer tratamientos basados en la mejor evidencia científica disponible y con un alto grado de predictibilidad. En este contexto, el abordaje del sector anterosuperior constituye uno de los procedimientos más exigentes, ya que requiere una sólida formación y experiencia por parte del profesional, tanto en la fase quirúrgica de colocación del implante como en la posterior rehabilitación protodóntica.

Tras la extracción dental, el hueso alveolar experimenta una serie de cambios fisiológicos que conducen a una reducción progresiva de la anchura y la altura de la cresta ósea. Se ha estimado que, durante los primeros tres meses postextracción, la reabsorción ósea puede alcanzar aproximadamente 1,61 mm en sentido horizontal y 0,86 mm en sentido vertical^{1,2}. Las consecuencias clínicas de este proceso son especialmente relevantes en el sector anterior del maxilar, donde la pérdida de volumen óseo puede comprometer de manera significativa el resultado estético final.

Con el objetivo de minimizar estos cambios dimensionales, se han desarrollado diversas estrategias quirúrgicas, como la utilización de injertos óseos y de tejido conectivo, así como la colocación inmediata de implantes tras la extracción dental³.

Según el último consenso del *International Team for Implantology* (ITI), la colocación inmediata de implantes asociada a la carga o restauración inmediata (Tipo 1A) se ha consolidado como una opción terapéutica atractiva y cada vez más empleada tanto por clínicos como por pacientes⁴. Este enfoque permite reducir la duración total del tratamiento y la morbilidad clínica, al tiempo que favorece la preservación de los tejidos óseos y mucosos periimplantarios tras la extracción dental, contribuyendo así a la obtención de resultados estéticos predecibles en el sector anterior.

El objetivo de este artículo es presentar un caso clínico que describe el diagnóstico y el tratamiento quirúrgico-protodóntico de una rehabilitación unitaria mediante un implante inmediato postextracción asociado a provisionalización inmediata en el sector estético.

CASO CLÍNICO

Situación inicial y planificación

Se presenta el caso clínico de una paciente de sexo femenino, de 40 años, sin alergias conocidas y con antecedente médico de asma en tratamiento farmacológico con ebastina (Ebastel®) y montelukast (Singulair®). Clasificada como ASA II.

La paciente acudió a consulta tras el fracaso repetido y la descementación de una restauración fija dentosoportada en el incisivo central superior izquierdo (2.1). Tras una valoración integral que incluyó exploración clínica y radiológica, se diagnosticó la presencia de una caries radicular subgingival, asociada a un pronóstico restaurador desfavorable.

Ante esta situación clínica, se propuso como plan de tratamiento la exodoncia del resto radicular y la colocación de un implante inmediato postextracción (2.1i) asociado a provisionalización inmediata, con el objetivo de proporcionar una estética inmediata y preservar los tejidos periimplantarios desde el inicio del tratamiento.

Como valoración preoperatoria, se realizaron registros fotográficos intraorales y extraorales, así como un escaneado intraoral de estudio. Como prueba complementaria, se efectuó un estudio mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (Figura 1), que permitió analizar los factores determinantes para la ejecución de la técnica, tales como el biotipo óseo, la longitud radicular, el hueso residual disponible y la morfología de la cresta alveolar.

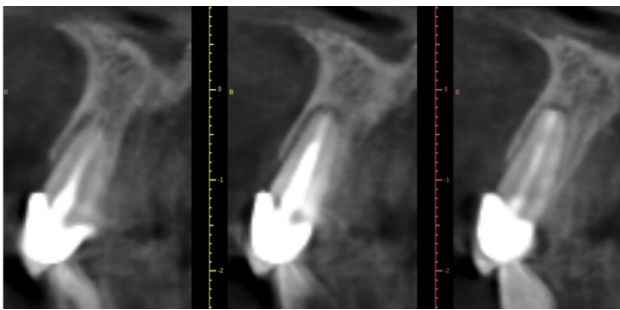


Figura 1. Estudio radiológico preoperatorio mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

Una vez completado el análisis clínico y radiológico, se llevó a cabo un encerado diagnóstico digital con el objetivo de planificar previamente tanto el tipo de implante como el pilar protésico más adecuado para la restauración inmediata (Figura 2). A partir de dicho encerado, se confeccionó una corona provisional tipo “cáscara de huevo”, destinada a ser rebasada de manera directa en clínica tras la colocación del implante.

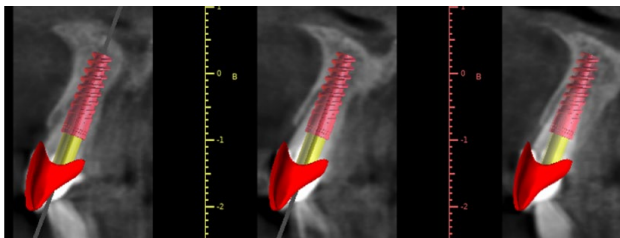


Figura 2. Planificación digital quirúrgico-prostodóncica.

Procedimiento quirúrgico

Bajo anestesia local mediante articaína al 4% con epinefrina 1:100.000 (Ultracain®), se realizó una exodoncia atraumática utilizando mini luxadores, con el objetivo de preservar al máximo los tejidos duros y blandos (Figura 3). Tras la extracción, el alveolo fue cuidadosamente legrado y desinfectado mediante irrigación secuencial con peróxido de hidrógeno al 5%, clorhexidina al 0,20 % y suero salino estéril.

Posteriormente, siguiendo el protocolo de fresado recomendado por el fabricante, se colocó un implante de cone-



Figura 3. Aspecto del alvéolo tras la extracción.

xión interna (Klockner Vega Plus® 3,6 × 12 mm) (Figura 4), alcanzándose un torque de inserción de 45 N/cm, lo que permitió la realización de una restauración provisional fija inmediata.



Figura 4. Colocación del implante (Klockner Vega Plus®, 3,6 × 12 mm).

El implante se posicionó aproximadamente 4 mm subgingival en sentido vertical y manteniendo un gap vestibular superior a 2 mm en sentido horizontal (Figura 5). Dicho espacio fue rellenado con un xenoinjerto óseo de origen bovino (Bio-Oss®, Geistlich). A continuación, se realizó un injerto de tejido conectivo, obtenido de la tuberosidad maxilar, mediante una técnica de túnel en la zona vestibular, fijándolo con sutura reabsorbible incolora 5/0 (Monocryl Plus, Ethicon®) (Figura 6).

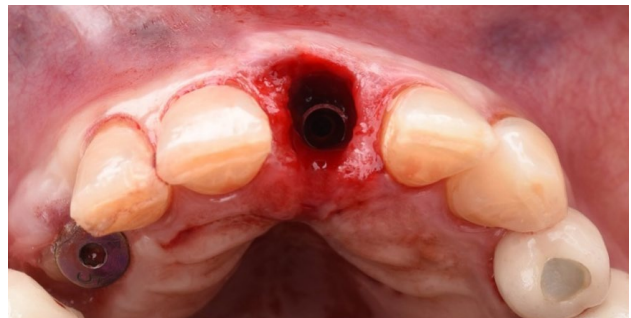


Figura 5. Gap vestibular superior a 2 mm en sentido horizontal tras la colocación del implante.

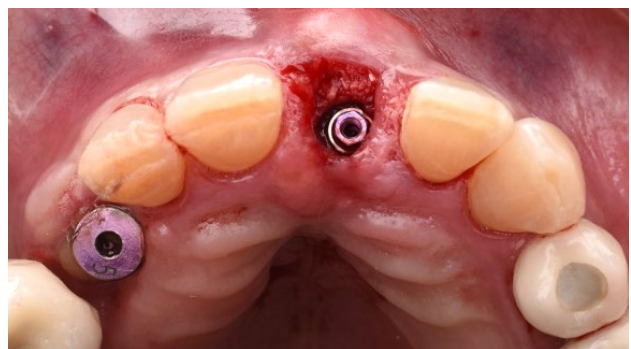


Figura 6. Relleno del gap con xenoinjerto y colocación de injerto de tejido conectivo.

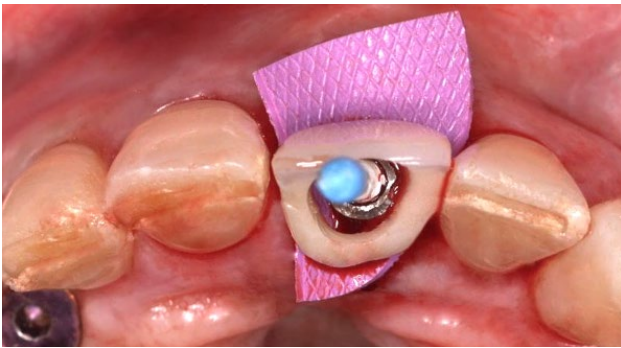
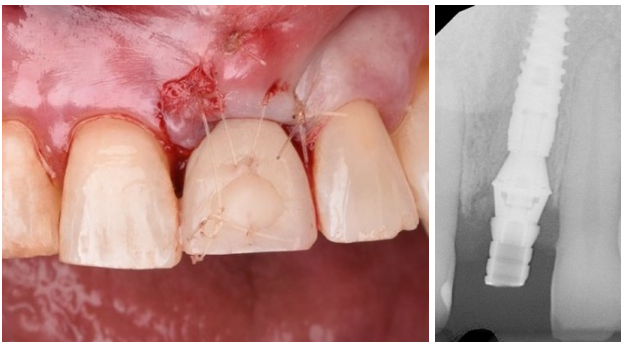


Figura 7. Recaptura de la corona provisional tipo "cáscara de huevo".

Procedimiento restaurador

Tras la colocación del implante, se instaló un pilar transeptal Klockner® tipo Permanent, recto unitario NV de 2 mm de altura, atornillado con un torque de 30 N/cm. Posteriormente, mediante un casquillo provisional de titanio atornillado, se llevó a cabo la recaptura de la corona provisional tipo "cáscara de huevo" previamente confeccionada por el laboratorio (Figura 7). Para ello, se empleó acrílico autopolimerizable (TAB 2000, Kerr®), seguido de la aplicación de composite fluido (Tetric EvoFlow® A2, Ivoclar Vivadent®) para la conformación progresiva del perfil de emergencia, garantizando un adecuado ajuste, acabado y pulido de la restauración provisional (Figuras 8 y 9). Dado que las cargas oclusales resultan desfavorables en este tipo



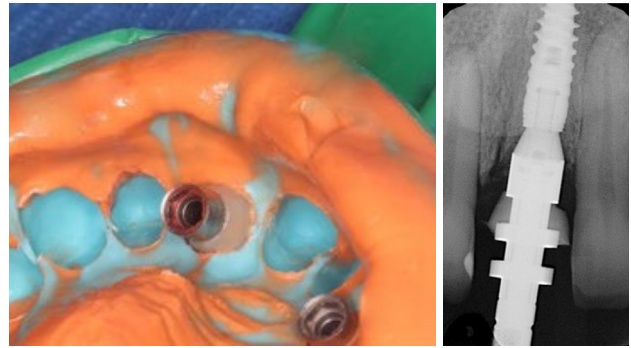
Figuras 8 y 9. Situación clínica y radiológica del postoperatorio inmediato.



Figura 10. Revisión a los 15 días.

de casos, se redujeron los contactos en máxima intercuspidación y durante los movimientos excursivos en el provisional de carga inmediata, con el objetivo de minimizar los micromovimientos y preservar el éxito del tratamiento. La paciente acudió a revisión a los 15 días para retirada de sutura, sin registrar complicaciones en este periodo de tiempo (Figura 10).

El implante se mantuvo en fase provisional durante un periodo aproximado de cuatro meses desde su colocación. Tras esta fase de provisionalización, se realizó la toma de impresión analógica mediante un coping de impresión personalizado, diseñado para reproducir de forma precisa el perfil de emergencia previamente modelado con la restauración provisional (Figuras 11 y 12). A partir de estos registros, se confeccionó e instaló la corona definitiva atornillada, con una oclusión suavizada para evitar sobrecargas



Figuras 11 y 12. Impresión de silicona con coping de impresión personalizado.



Figuras 13 y 14. Imagen clínica tras el postoperatorio a los 4 años de seguimiento (2.1i).

del implante (2.1i). La imagen clínica (Figuras 13 y 14) y el CBCT postoperatorio (Figura 15) evidencian una situación clínica y radiológica favorable, con estabilidad de los tejidos periimplantarios a los cuatro años de seguimiento.

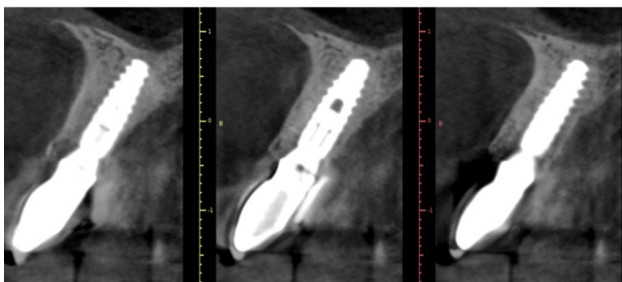


Figura 15. CBCT postoperatorio a los 4 años de seguimiento.

DISCUSIÓN

La colocación inmediata de implantes postextracción asociada a provisionalización o carga inmediata se ha consolidado en los últimos años como una alternativa terapéutica predecible en casos cuidadosamente seleccionados, especialmente en el sector anterior maxilar. Según el último consenso del *International Team for Implantology* (ITI), los protocolos de implantes inmediatos con restauración inmediata (Tipo 1A) pueden ofrecer resultados clínicos y estéticos favorables, siempre que se respeten criterios estrictos relacionados con la estabilidad primaria, el diseño protésico y la ausencia de carga funcional durante la fase de osteointegración⁴. Entre las principales ventajas descritas se encuentran la reducción del tiempo total de tratamiento, la disminución de la morbilidad quirúrgica y una mejor preservación de los tejidos periimplantarios, aspectos especialmente relevantes en el sector estético.

No obstante, la indicación de implantes inmediatos no debe considerarse universal, sino que depende en gran medida de las características anatómicas del alveolo postextracción. En este sentido, diversas clasificaciones han sido propuestas para facilitar la toma de decisiones clínicas. La clasificación de Elian distingue entre alveolos tipo I (paredes óseas y tejidos blandos intactos), tipo II (defecto de tejido blando) y tipo III (defecto óseo y de tejido blando), siendo los alveolos tipo I los más favorables para la colo-

cación inmediata de implantes⁵. De forma complementaria, los trabajos de Tarnow y cols. han destacado la importancia de factores como la integridad de la tabla vestibular, la posición tridimensional del implante y la consecución de una adecuada estabilidad primaria como determinantes clave del éxito de estos protocolos⁶. En casos con defectos óseos extensos, infecciones activas o imposibilidad de lograr estabilidad primaria suficiente, la colocación inmediata del implante no estaría indicada, siendo preferibles enfoques diferidos o tempranos⁴.

La preservación del volumen óseo periimplantario constituye otro aspecto crítico en los implantes inmediatos, especialmente a nivel vestibular. Estudios recientes han demostrado que la utilización de xenoinjertos óseos para el relleno del *gap* entre el implante y la pared alveolar contribuye a minimizar la reabsorción horizontal de la cresta ósea⁷. Asimismo, la combinación de injertos óseos con injertos de tejido conectivo ha demostrado mejorar significativamente el grosor y la estabilidad de los tejidos blandos periimplantarios, lo que resulta especialmente relevante en pacientes con biotipo fino y alta demanda estética⁸.

La provisionalización inmediata desempeña igualmente un papel fundamental en la preservación de los tejidos periimplantarios y en la consecución de resultados estéticos satisfactorios. La evidencia actual pone de manifiesto que el uso de provisionales inmediatos correctamente diseñados permite mantener y modelar el perfil de emergencia desde el momento de la cirugía, favoreciendo la estabilidad de la arquitectura gingival, siendo fundamental un riguroso control de la oclusión, especialmente en el caso de rehabilitaciones unitarias⁹⁻¹¹.

CONCLUSIONES

El éxito de los protocolos de implantes inmediatos con provisionalización inmediata depende de manera determinante de un diagnóstico exhaustivo y de una adecuada selección del caso. La evaluación minuciosa de los factores locales y sistémicos, el análisis tridimensional mediante CBCT, la planificación protésicamente guiada y la experiencia del clínico son elementos clave para poder llevar a cabo este tipo de tratamientos de forma segura y predecible.



BIBLIOGRAFÍA

1. Chappuis V, Engel O, Reyes M, Shahim K, Nolte LP, Buser D. Ridge alterations post-extraction in the esthetic zone: a 3D analysis with CBCT. *J Dent Res.* 2013;92(12 Suppl):195S-201S.
2. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000.* 2017;73(1):84-102.
3. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29 Suppl 16:106-134.
4. Morton D, Wismeijer D, Chen S, et al. Group 5 ITI consensus report: implant placement and loading protocols. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34:349-356.
5. Elian N, Cho SC, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket classification and repair technique. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2007;19(2):99-104.
6. Lee CT, Chiu TS, Chuang SK, Tarnow D, Stoupe J. Alterations of the bone dimension following immediate implant placement into extraction socket: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2014 Sep;41(9):914-926.
7. Tarnow DP, Chu SJ, Salama MA, et al. Flapless postextraction socket implant placement in the esthetic zone: part 1. The effect of bone grafting and/or provisional restoration on facial-palatal ridge dimensional change - a retrospective cohort study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34(3):323-331.
8. Thoma DS, Naenni N, Figuero E, et al. Effects of soft tissue augmentation procedures on peri-implant health or disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Mar;29 Suppl 15:32-49.
9. Pitman J, Seyssens L, Christiaens V, Cosyn J. Immediate implant placement with or without immediate provisionalization: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2022;49(10):1012-1023.
10. Lindhe J, Lang NP, Karring T, editors. *Periodontología clínica e implantología odontológica.* 6th ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017.
11. Flanagan D, Ilies H, Lasko B, Stack J. Force and movement of non-osseointegrated implants: an in vitro study. *J Oral Implantol.* 2009;35(6):270-276.