



ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL
DE LA USC

Federico
Rehberger Bescós

Tesis doctoral

Estabilidad de los tejidos
periimplantarios en implantes inmediatos
post extracción. Estudio clínico
transversal retrospectivo

Santiago de Compostela, 2025



ESCOLA DE DOUTORAMENTO
INTERNACIONAL DA USC

TESIS DOCTORAL

**ESTABILIDAD DE LOS TEJIDOS
PERIIMPLANTARIOS EN IMPLANTES
INMEDIATOS POST EXTRACCIÓN. ESTUDIO
CLÍNICO TRANSVERSAL RETROSPECTIVO**

Autor

Federico Rehberger Bescós

Directores:

Cintia Micaela Chamorro Petronacci

Mario Pérez Sayáns García

Tutor:

Mario Pérez Sayáns García

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS



SANTIAGO DE COMPOSTELA
2025



DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Don Federico Rehberger Bescós declara no tener ningún conflicto de intereses en relación con la Tesis Doctoral titulada:

Estabilidad de los tejidos periimplantarios en implantes inmediatos post extracción. Estudio clínico transversal retrospectivo

En Santiago de Compostela, a 20 de junio 2025

Fdo. Federico Rehberger Bescós



Lista de Abreviaturas

MBL:	<i>Marginal Bone Loss</i> (pérdida ósea marginal).
CBCT:	<i>Cone Beam Computed Tomography</i> (tomografía computerizada de haz cónico).
CI:	<i>Confidence Interval</i> (Intervalo de Confianza).
EDADES:	Programa de Encuestas sobre Alcohol y Otras Drogas en España.
DGPNSD:	Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas.
HbA1c:	Hemoglobina A1c.
ID:	Implante Dental.
IDI:	Implante Dental Inmediato.
INE:	Instituto Nacional de Estadística.
IDF:	<i>International Diabetes Federation</i> .
ISQ:	<i>Implant Stability Quotient</i> .
SEI:	Sociedad Española de Implantología.
SER:	Sociedad Española de Reumatología.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a mi auxiliar Anaís por asistirme en las cirugías.

Al Dr. Ignacio Álvarez Figaredo, por ser partícipe de las cirugías.

A mi auxiliar Sonia.

A la Dra. Karla González, por su labor post-cirugía.

A mis anestesistas: Itziar, Andrea, Santi y Alex.

A todo el equipo humano de la Clínica, por apoyarme cada uno en su especialidad.

A mi amigo Antolín, por suministrarme los implantes y acompañarme en algunas cirugías como observador y en otras como paciente.

A mi mujer Bea, por soportar con paciencia todas mis ausencias. Y a mis hijas, por haber nacido durante la investigación de esta tesis.

A mi padre, el Dr. Guillermo Rehberger por enseñarme, ayudarme, y por poner a mi disposición la clínica, los quirófanos y el magnífico grupo de compañeros profesionales sin los que serían imposibles las cirugías.

Y por supuesto, a los Dres. Mario Pérez-Sayáns y Cintia Chamorro, por tutelarme con dedicación y maestría a lo largo de estos años, y ser parte activa de esta tesis.

Relación de las contribuciones que aportan contenido a esta tesis:

1. REFERENCIA COMPLETA

Título de la publicación: Marginal bone loss and associated factors in immediate dental implants: a retrospective clinical study.

Nombre y orden de las personas coautoras: Federico Rehberger Bescós, Ángel-Orión Salgado Peralvo, Cintia Mícalea Chamorro Petronacci, Dumitru Chele, Fabio Camacho Alonso, David Peñarrocha Oltra, Óscar Lado Baleato, Mario Pérez Sayáns García.

Filiación institucional de cada autor:

-Federico Rehberger Bescós: Departamento de Cirugía y Especialidades médico-quirúrgicas, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Santiago de Compostela.

-Ángel-Orión Salgado Peralvo: Departamento de Cirugía y Especialidades médico-quirúrgicas, Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla; Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Santiago de Compostela.

- Cintia Mícalea Chamorro Petronacci: Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela (IDIS); Departamento de Cirugía y Especialidades médico-quirúrgicas, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Santiago de Compostela.

- Dumitru Chele: Departamento de Cirugía Oral y maxilofacial e Implantología Oral, Universidad Estatal de Medicina y Farmacia "Nicolae Testemitanu" (República de Moldavia).

- Fabio Camacho Alonso: Departamento de Cirugía Oral, Universidad de Murcia.

- David Peñarrocha Oltra: Departamento de Estomatología, Universidad de Valencia.

- Óscar Lado Baleato: Grupo de Metodología de la Investigación, Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela (IDIS).

- Mario Pérez Sayáns García: Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela (IDIS); Departamento de Cirugía y Especialidades médico-quirúrgicas, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Santiago de Compostela.

2. INDICIOS DE CALIDAD (JCR):

Nombre de la revista: International Journal of Implant Dentistry

Editorial: Springer; **ISSN:** 2198-4034; **Año de publicación:** 2025

Factor de impacto en el año de contribución: 4.0 (2024)

Posición en la categoría: 14/162 (Q1, D1)

Categoría: Dentistry, Oral Surgery and Medicine

3. INDICACIÓN DE LOS CONTENIDOS EN LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

Los capítulos de la tesis donde se usan o reproducen contenidos de la contribución son:

- 1.2 MBL y factores asociados.
- 2. Descripción de los objetivos.
- 3.1 Diseño del estudio, 3.3 Descripción de la muestra, 3.6 Metodología medición radiografías, 3.7 Análisis estadístico.
- 4.1 Descripción de la muestra, 4.3 Relación de la pérdida ósea marginal con parámetros clínicos, 4.4 Análisis multivariado de la MBL.
- 5.3 MBL y parámetros protéticos, 5.5. Limitaciones.
- 6. Conclusiones

4. CONTRIBUCIÓN DE LA PERSONA DOCTORANDA EN LA PUBLICACIÓN

El doctorando ha contribuido en el desarrollo de la tesis doctoral en las siguientes tareas:

- revisión bibliográfica
- elaboración de las bases de datos
- recogida de los datos
- análisis estadístico e interpretación de datos
- redacción del contenido y edición de la tesis

Introducción

La rehabilitación oral, total o parcial, mediante implantes dentales se ha convertido en una técnica de uso habitual en el campo odontológico y con resultados predecibles a largo plazo. Una de las características más importantes de la colocación de implantes inmediatamente después de la extracción de un diente (IDI) es su eficacia para optimizar el éxito estético al preservar el hueso y la arquitectura gingival. No obstante, la estabilidad de los tejidos peri-implantarios en los implantes inmediatos sigue siendo controvertida, ya que son muchos los parámetros que influyen en la remodelación ósea y tisular. La pérdida ósea marginal (MBL) es un proceso de remodelación no infeccioso de entidad variable con una etiología multifactorial y que tiene lugar en torno al área cervical que rodea a los implantes dentales. Las consecuencias de la MBL y su etiología multifactorial han suscitado numerosas investigaciones sobre cuáles son los parámetros que se pueden controlar o mejorar para minimizarla. Una pérdida progresiva y descontrolada del tejido óseo marginal periimplantario conduce finalmente a la pérdida del implante. La influencia de los hábitos y las condiciones médicas de los pacientes en las tasas de supervivencia de los implantes dentales ha sido estudiada en numerosos ensayos clínicos. Estudios anteriores sobre la pérdida ósea marginal en implantes dentales han analizado cómo los diferentes tipos de factores, concretamente, factores quirúrgicos, técnicos y biológicos pueden influir en la MBL, aunque desconocemos el peso que tiene cada uno. La supervivencia de los implantes ha demostrado ser similar para colocaciones inmediatas y tardías, sin embargo, las referencias sobre MBL y factores de riesgo descartan o añan los datos de los implantes colocados de manera diferida y de manera inmediata, por ello un estudio como el nuestro resulta esencial para determinar la influencia de la colocación de implantes inmediatos posextracción en la MBL.

Hipótesis y objetivos

La hipótesis de este trabajo es que la MBL en implantes inmediatos está asociada a parámetros clínicos relacionados con la posición tridimensional del implante y el tipo de prótesis unitaria o múltiple.

El objetivo principal de este estudio es evaluar la estabilidad de los tejidos periimplantarios en los implantes inmediatos analizando la MBL, desde la colocación del implante hasta un período de seguimiento de 36 meses. Los objetivos secundarios son identificar los factores que influyen en la MBL y estudiar la MBL inmediata, temprana y tardía en implantes inmediatos.

Material y Métodos

Para llevar a cabo este estudio retrospectivo se incluyeron los datos de los pacientes tratados en una clínica privada (Clínica Dental Rehberger López-Fanjul) con implantes dentales inmediatos. A todos los pacientes se les realizaron ortopantomografías el día de la colocación del implante inmediato (basal) y en las revisiones sucesivas (2 meses postquirúrgicos; 6, 12 y 36 meses tras la carga protésica). En todos los casos las prótesis fueron colocadas a las 4 – 6 semanas tras la segunda fase quirúrgica y todas las prótesis fueron elaboradas por el mismo laboratorio. Todos los datos recopilados de las historias clínicas incluidas en este estudio fueron recogidos en una base de datos codificada (pseudonimizada) y creada para su posterior análisis estadístico. Este proyecto ha contado con la colaboración de la Unidad de Medicina Oral (Facultad de Medicina y Odontología, Departamento de Cirugía y especialidades Médico-quirúrgicas, Universidad de Santiago de Compostela) para el análisis estadístico de los datos recogidos. Dicho análisis se llevó a cabo con el programa IBM® SPSS Statistics v.24.0 (IBM® Corp., Armonk, NY, USA) para Windows. Todas las diferencias en las que el valor p fue \leq a 0.05 fueron consideradas como estadísticamente significativas.

Resultados

La muestra final consistió en 1040 implantes colocados en 344 pacientes. Un total de 166 mujeres (48.2%) y 178 hombres (51.7%) con una media de edad de 57.9 ± 13.5 años fueron incluidos en este estudio.

El 62.3% de los implantes fueron colocados en pacientes no fumadores, frente al 31.3% que fueron colocados en fumadores. En cuanto a los componentes protéticos, en el 26.4% (N=275) de los IDIs se utilizaron pilares anti-rotacionales para prótesis unitaria, comparado con los 765 (73.6%) implantes en los que se utilizó pilares rotacionales para prótesis múltiples. La MBL fue calculada estableciendo dos diferentes categorías, esto es desde el procedimiento quirúrgico (B0) y desde el momento de la carga protética (B1). Así podemos ver que la MBL media a los 2 meses (momento de la carga) fue de -0.3 ± -1.0

mm, a los 6 meses de -1.1 ± -1.8 mm, a los 12 meses de -1.4 ± -1.8 mm, a los 24 meses de -1.7 ± -1.9 mm y a los 36 meses de -1.3 ± -2.3 mm. Con respecto al tipo de pilar, los pilares antirrotacionales, para prótesis unitarias, presentaron una MBL a los 12 meses significativamente superior que los rotacionales para coronas múltiples, -2.0 ± 2.3 mm vs -1.1 ± 1.4 mm ($p=0.001$). Se construyeron también modelos para evaluar el impacto del tipo de pilar (prótesis unitaria o múltiple) antes (PreOI) y después (PostOI) de la osteointegración. Para el modelo PreOI se observó una MBL significativa en el tiempo ($p<0.0001$) sin otras covariables asociadas. Sin embargo, cuando evaluamos la MBL PostOI, observamos una MBL no dependiente del tiempo ($p=0.4028$), con menor MBL en mandíbula ($p=0.031$), pero además con un impacto positivo en la MBL ligada a la altura del pilar ($p=0.0040$) y al tipo de pilar rotacional ($p=0.0031$).

Conclusiones

El presente estudio respalda la eficacia clínica del protocolo de colocación de los implantes dentales inmediatos con unas tasas de supervivencia y MBL aceptables dentro de los parámetros clínicos establecidos. La colocación subcrestal, de aproximadamente 3 mm por debajo de la cresta ósea, asegura una posición de la plataforma del implante también subcrestal permitiendo la remodelación ósea durante los primeros meses posteriores a la implantación.

La ubicación de los implantes inmediatos en mandíbula en comparación con el maxilar se ha identificado como un factor que contribuye a una menor MBL. La altura de los pilares y el tipo de pilar rotacional, para prótesis múltiples, ha demostrado un impacto positivo en la MBL. El estudio de la MBL en los intervalos de tiempo analizados demuestra una pérdida progresiva en los primeros meses tras la colocación del implante dental, estabilizándose aproximadamente a los 8.5 meses después de la osteointegración.

Introdución

A rehabilitación oral, xa sexa completa ou parcial, mediante implantes dentais converteuse nunha técnica de uso común no campo odontolóxico, que ofrece resultados predicibles a longo prazo. Unha das características máis importantes da colocación de implantes posextracción inmediata (EPI) é a súa eficacia para optimizar o éxito estético ao preservar a arquitectura ósea e xinxival. Non obstante, a estabilidade dos tecidos periimplantarios nos implantes inmediatos segue a ser controvertida, xa que moitos parámetros inflúen na remodelación ósea e tisular.

A perda ósea marxinal (MBL) é un proceso de remodelación non infeccioso de entidade variable e etioloxía multifactorial que se produce arredor da área cervical que rodea os implantes dentais. As consecuencias da MBL e a súa etioloxía multifactorial levaron a realizar unha extensa investigación sobre que parámetros se poden controlar ou mellorar para minimizala. Unha perda progresiva e incontrolada de tecido óseo marxinal periimplantario leva finalmente á perda do implante.

A influencia dos hábitos e as condicións médicas dos pacientes nas taxas de supervivencia dos implantes dentais foi estudada en numerosos ensaios clínicos. Estudos previos sobre a perda de óso marxinal en implantes dentais analizaron como diferentes tipos de factores, concretamente factores cirúrxicos, técnicos e biolóxicos, poden influír na MBL, aínda que se descoñece a extensión de cada un deles. Demostrouse que a supervivencia dos implantes é similar para as colocacións inmediatas e diferidas; Non obstante, as referencias sobre MBL e factores de risco exclúen ou combinan datos de implantes colocados de forma tardía e inmediata. Polo tanto, un estudo como o noso é esencial para determinar a influencia da colocación de implantes inmediatamente despois da extracción na MBL.

Hipótese e obxectivos

A hipótese deste traballo é que a MBL en implantes inmediatos está asociada a parámetros clínicos relacionados coa posición tridimensional do implante e o tipo de prótese

única ou múltiple.

O obxectivo principal deste estudo é avaliar a estabilidade dos tecidos periimplantarios en implantes inmediatos mediante a análise da MBL desde a colocación do implante ata un período de seguimento de 36 meses. Os obxectivos secundarios son identificar os factores que inflúen na MBL e estudar a MBL inmediata, temperá e tardía en implantes inmediatos.

Materiais e métodos

Para levar a cabo este estudo retrospectivo, incluíronse datos de pacientes tratados nunha clínica privada (Clínica Dental Rehberger López-Fanjul) con implantes dentais inmediatos. Todos os pacientes foron sometidos a ortopantomografías o día da colocación inmediata do implante (data basal) e en revisións posteriores (2 meses posoperatorios; 6, 12 e 36 meses despois da carga protésica). En todos os casos, as próteses colocáronse entre 4 e 6 semanas despois da segunda fase cirúrxica. Todas as próteses foron fabricadas no mesmo laboratorio.

Todos os datos recollidos das historias clínicas incluídas neste estudo foron compilados nunha base de datos codificada (seudonimizada) e creada para a súa posterior análise estatística. Este proxecto contou coa colaboración da Unidade de Medicina Bucal (Facultade de Medicina e Odontoloxía, Departamento de Cirurxía e Especialidades Médico-Cirúrxicas, Universidade de Santiago de Compostela) para a análise estatística dos datos recollidos. A análise estatística realizouse empregando IBM® SPSS Statistics v.24.0 (IBM® Corp., Armonk, NY, EUA) para Windows. Consideráronse estatisticamente significativas todas as diferenzas nas que o valor p era $\leq 0,05$.

Resultados

A mostra final consistiu en 1040 implantes colocados en 344 pacientes. Incluíronse neste estudo un total de 166 mulleres (48,2 %) e 178 homes (51,7 %) cunha idade media de $57,9 \pm 13,5$ anos.

O 62,3 % dos implantes colocáronse en pacientes non fumadores, en comparación co 31,3 % en fumadores. En canto aos compoñentes protésicos, o 26,4 % (N = 275) dos implantes intravasculares empregaron pilares antirrotacionais para próteses individuais, en comparación con 765 (73,6 %) implantes nos que se empregaron pilares rotacionais para próteses múltiples.

A MBL calculouse establecendo dúas categorías diferentes, é dicir, desde o procedemento cirúrxico (B0) e desde o momento da carga protésica (B1). Así, podemos ver que a MBL media aos 2 meses (momento da carga) foi de $-0,3 \pm -1,0$ mm, aos 6 meses de $-1,1 \pm -1,8$ mm, aos 12 meses de $-1,4 \pm -1,8$ mm, aos 24 meses de $-1,7 \pm -1,9$ mm e aos 36 meses de $-1,3 \pm -2,3$ mm.

En canto ao tipo de pilar, os pilares antirrotacionais para próteses unitarias presentaron un MBL aos 12 meses significativamente maior que os pilares rotacionais para coroas múltiples, $-2,0 \pm 2,3$ mm fronte a $-1,1 \pm 1,4$ mm ($p=0,001$).

Tamén se construíron modelos para avaliar o impacto do tipo de pilar (prótese única ou múltiple) e obsérvase que para o modelo PreOI hai unha MBL significativa ao longo do tempo ($p<0,0001$) sen outras covariables asociadas. Non obstante, cando avaliamos o MBL PostOI, observamos un MBL non dependente do tempo ($p=0,4028$), cun MBL máis baixo na mandíbula ($p=0,031$), pero tamén cun impacto positivo no MBL ligado á altura do pilar ($p=0,0040$) e ao tipo de pilar rotacional ($p=0,0031$).

Conclusiones

Este estudo apoia a eficacia clínica do protocolo de colocación inmediata de implantes dentais con taxas de supervivencia e MBL aceptables. A colocación subcrestal, aproximadamente 3 mm por debaixo da crista ósea, garante unha posición subcrestal da plataforma do implante, o que permite a remodelación ósea durante os primeiros meses posteriores á implantación.

A localización dos implantes inmediatos na mandíbula en comparación co maxilar foi identificada como un factor que contribúe a unha menor MBL. A análise da MBL durante o período de preosteointegración demostra unha asociación significativa co tempo sen outras covariables asociadas. Mentres tanto, no período de pososteointegración, non se demostrou que a MBL sexa dependente do tempo, senón da altura e do tipo de pilar (rotacional), cun impacto positivo dentro dos rangos establecidos.

Introduction

Total or partial oral rehabilitation using dental implants has become a commonly used technique in the dental field, offering predictable long-term results. One of the most important characteristics of implant placement immediately after tooth extraction (IDI) is its effectiveness in optimizing aesthetic success by preserving bone and gingival architecture. However, the stability of peri-implant tissues in immediate implants remains controversial, as many parameters influence bone and tissue remodelling.

Marginal bone loss (MBL) is a variable, non-infectious remodelling process with a multifactorial aetiology that occurs around the cervical area surrounding dental implants. The consequences of MBL and its multifactorial aetiology have prompted extensive research into which parameters can be controlled or improved to minimize it. Progressive and uncontrolled loss of peri-implant marginal bone tissue ultimately leads to implant loss. The influence of patient habits and medical conditions on dental implant survival rates has been studied in numerous clinical trials. Previous studies on marginal bone loss in dental implants have analysed how different types of factors, specifically surgical, technical, and biological factors, can influence MBL, although the relative weight of each is unknown. Implant survival has been shown to be similar for immediate and delayed implant placements; however, references on MBL and risk factors either exclude or combine data from implants placed immediately and immediately. Therefore, a study such as ours is essential to determine the influence of immediate post-extraction implant placement on MBL.

Hypothesis and Objectives

The hypothesis of this study is that MBL in immediate implants is associated with clinical parameters related to the three-dimensional position of the implant and the type of single- or multiple-unit prosthesis.

The primary objective of this study is to evaluate the stability of peri-implant tissues in immediate implants by analysing MBL from implant placement to a 36-month follow-up period.

The secondary objectives are to identify the factors that influence MBL and to study immediate, early, and late MBL in immediate implants.

Materials and Methods

To conduct this retrospective study, data from patients treated with immediate dental implants at a private clinic (Rehberger López-Fanjul Dental Clinic) were included. All patients underwent panoramic radiographs on the day of immediate implant placement (baseline) and at subsequent follow-ups (2 months postoperatively; 6, 12, and 36 months after prosthetic loading). In all cases, the prostheses were placed 4–6 weeks after the second surgical phase. All prostheses were manufactured by the same laboratory.

All data collected from the medical records included in this study were compiled into a coded (pseudonymized) database and created for subsequent statistical analysis. This project collaborated with the Oral Medicine Unit (Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Surgery and Medical-Surgical Specialties, University of Santiago de Compostela) for the statistical analysis of the collected data. Statistical analysis was performed using IBM® SPSS Statistics v. 24.0 (IBM® Corp., Armonk, NY, USA) for Windows. All differences where the p-value was ≤ 0.05 were considered statistically significant.

Results

The final sample consisted of 1,040 implants placed in 344 patients. A total of 166 women (48.2%) and 178 men (51.7%) with a mean age of 57.9 ± 13.5 years were included in this study.

62.3% of the implants were placed in nonsmoking patients, compared to 31.3% in smokers. Regarding the prosthetic components, 26.4% (N=275) of the IDIs used anti-rotational abutments for single-unit prostheses, compared to 765 (73.6%) implants that used rotational abutments for multiple-unit prostheses.

The MBL was calculated by establishing two different categories: from the surgical procedure (B0) and from the time of prosthetic loading (B1). Thus, we can see that the

mean MBL at 2 months (at loading) was -0.3 ± -1.0 mm, at 6 months it was -1.1 ± -1.8 mm, at 12 months it was -1.4 ± -1.8 mm, at 24 months it was -1.7 ± -1.9 mm, and at 36 months it was -1.3 ± -2.3 mm.

Regarding abutment type, anti-rotational abutments for single-unit prostheses had a significantly higher MBL at 12 months than rotational abutments for multiple crowns: -2.0 ± 2.3 mm vs -1.1 ± 1.4 mm ($p=0.001$). Models were also constructed to evaluate the impact of abutment type (single-unit or multiple-unit prosthesis), and it was observed that for the PreOI model, there was a significant MBL over time ($p<0.0001$) without other associated covariates. However, when we evaluated the PostOI MBL, we observed a MBL independent of time ($p=0.4028$), with lower MBL in the mandible ($p=0.031$), but also a positive impact on MBL linked to abutment height ($p=0.0040$) and rotational abutment type ($p=0.0031$).

Conclusions

This study supports the clinical efficacy of the immediate dental implant placement protocol, with acceptable survival and MBL rates. Sub crestal placement, approximately 3 mm below the bone crest, ensures a sub crestal position of the implant platform, allowing for bone remodelling during the first months after implantation. The location of immediate implants in the mandible compared to the maxilla has been identified as a factor contributing to lower MBL.

The location of immediate implants in the mandible compared to the maxilla has been identified as a factor contributing to lower MBL. Abutment height and rotational abutment type, for multiple prostheses, have been shown to have a positive impact on MBL. The study of MBL over the time intervals analyzed demonstrates a progressive loss in the first months after dental implant placement, stabilizing approximately 8.5 months after osseointegration.

Índice

Lista de Abreviaturas.....	7
Agradecimientos.....	9
Resumen	11
Resumo	15
Summary.....	19
Índice	23
1 INTRODUCCIÓN.....	27
1.1 La remodelación ósea durante la osteointegración.....	27
1.2 MBL y factores asociados	29
1.2.1 Factores asociados con características clínicas del paciente.....	29
1.2.2 Factores asociados a las técnicas y aspectos quirúrgicos.....	34
1.2.3 Factores asociados al diseño de implantes y la prótesis dental.....	36
1.3 MBL tardía y periimplantitis	40
2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	45
3 MATERIAL Y MÉTODOS.....	49
3.1 Diseño del estudio	49
3.2 Cálculo del tamaño de la muestra.....	51
3.3 Descripción de la muestra	51
3.4 Protocolo quirúrgico de implantes inmediatos post extracción.....	52
3.5 Protocolo prótesis	55
3.6 Metodología medición radiografías.....	56
3.7 Análisis estadístico	58
3.7.1 Variables del estudio.....	58

4	RESULTADOS	63
4.1	Datos descriptivos de la muestra	63
4.2	Relación de la pérdida ósea marginal y posición crestal	65
4.3	Relación de la pérdida ósea marginal con parámetros clínicos	65
4.4	Análisis multivariado de la MBL	68
5	DISCUSIÓN	75
5.1	Supervivencia de IDIs	75
5.2	Aspectos quirúrgicos	76
5.3	MBL y parámetros protéticos	81
5.4	MBL y parámetros clínicos	84
5.5	Limitaciones	87
6	CONCLUSIONES	91
7	REFERENCIAS.....	95
	Índice de figuras	119
	Índice de tablas	121
	Anexos.....	123
	Anexo I: Comité de ética	125
	Anexo II: Modelo de consentimiento informado.....	127
	Anexo III: Publicación.....	133

1

Introducción

1 INTRODUCCIÓN

El tratamiento con implantes dentales ha revolucionado la manera de rehabilitar a los pacientes edéntulos totales o parciales recuperando la función y la estética de manera duradera. Entre las opciones disponibles, los implantes dentales inmediatos (IDIs), aquellos colocados en el mismo acto quirúrgico en el que tiene lugar la exodoncia del diente afectado, han supuesto un cambio completo del paradigma asistencial odontológico, ya que ofrece un resultado rápido y efectivo. La principal ventaja de los IDIs es la reducción de los tiempos de tratamiento, contribuyendo a mantener la salud oral y haciendo que la experiencia de rehabilitación oral sea más cómoda y satisfactoria tanto para el paciente como para el profesional.

Un procedimiento altamente extendido y recomendable para los pacientes que cumplen los criterios suficientes de cantidad y calidad ósea tras la extracción dental además de una estabilidad primaria suficiente que mejore las probabilidades de éxito en el tratamiento.

1.1 LA REMODELACIÓN ÓSEA DURANTE LA OSTEointegración.

Los implantes dentales son materiales inertes y biocompatibles compuestos básicamente por titanio, los cuales han cambiado la manera de tratar el edentulismo parcial y total en nuestros pacientes (1). Tal y como describe la literatura, se estima que la tasa de supervivencia de los implantes en general a diez años es del 96.4% (2-5).

El protocolo clásico propuesto por Brånemark en los años 80 sugería un tiempo de espera de 3 meses tras la extracción de un diente para lograr la curación total del tejido blando y óseo. Posteriormente se procedía a la colocación del implante, en otro acto quirúrgico, y se esperaban otros 3-6 meses para conseguir la osteointegración adecuada (6). Esta medida suponía una serie de desventajas tales como un tiempo de tratamiento prolongado, falta de restauración provisional fija y una reducción significativa del tejido duro y blando (7,8).

Ante la demanda cada vez mayor de los pacientes de reducir el periodo transcurrido hasta el final del tratamiento, diferentes rangos de tiempos fueron propuestos para la colocación de los implantes tras una extracción dental y éstos están clasificados en 4 estadios (9):

- A. Tipo 1: implantes inmediatos pos-extracción.
- B. Tipo 2: implantes colocados 4-8 semanas tras la extracción.
- C. Tipo 3: implantes colocados 12-16 semanas tras la extracción.
- D. Tipo 4: implantes colocados más de 4 meses después de la extracción.

El efecto que una colocación inmediata de los implantes puede tener a largo plazo ha sido objeto de estudio y de debate entre los profesionales de la salud oral. En términos generales las tasas de supervivencia de los IDIs son similares a los implantes colocados en los intervalos de tiempo diferido, con la ventaja de que se limita el número de procedimientos necesarios, de que se consiguen resultados estéticos satisfactorios en el período de espera, con la posibilidad de realizar la provisionalización inmediata y siendo mínimamente invasivos (10). Por otro lado, algunos autores consideran la colocación de implantes inmediatos una técnica quirúrgica avanzada que tiene indicaciones limitadas y que requiere la selección cuidadosa de los casos valorando las condiciones médicas y dentales del paciente (10,11).

La provisionalización posibilita sellar el alveolo mediante una corona provisional o similar manteniendo por lo tanto la arquitectura del tejido blando y duro (12,13). Este proceso resulta de gran interés para el odontólogo, ya que la estabilidad del tejido periimplantario predice la salud general periimplantaria a medio y largo plazo (14).

Tradicionalmente, una pérdida de 1.5 mm durante el primer año de carga protética funcional era considerado fisiológica, seguido de una pérdida continuada de 0.1 mm de hueso al año (15,16). Estudios recientes sugieren que la pérdida superior a 0.5 mm en los primeros 6 meses tras la carga protética podría predecir una periimplantitis en los años venideros (14,17).

Los procesos alveolares de los maxilares son zonas anatómicas que experimentan cambios estructurales significativos cuando se pierden los dientes. La dinámica y la magnitud de estos cambios han sido ampliamente investigadas (18) y se han identificado los factores clave en la remodelación de tejidos duros y blandos que pueden conducir a una reducción significativa en las dimensiones de la cresta ósea (19). El proceso biológico que

se produce tras la extracción del diente produce una reabsorción alveolar fisiológica y, como consecuencia, genera una reducción del volumen del hueso maxilar, que afecta especialmente a la porción vestibular de la cresta ósea. En los primeros tres meses después de una extracción, habrá una reducción volumétrica horizontal del 30% del proceso alveolar, que puede llegar hasta el 50% a los 12 meses (20).

Una de las características más interesantes en la colocación de implantes inmediatamente después de la extracción es su capacidad para optimizar el éxito estético al preservar el hueso y la arquitectura gingival (21), ya que permite mantener casi inalterada la estructura alveolar. No obstante, la estabilidad de los tejidos peri implantarios en los implantes inmediatos sigue siendo controvertido, ya que son muchos los parámetros que influyen en la remodelación ósea y tisular.

1.2 MBL Y FACTORES ASOCIADOS

La MBL es un proceso de remodelación no infeccioso de entidad variable con una etiología multifactorial y que tiene lugar en torno al área cervical que rodea a los implantes dentales (22). La consecuencia final más importante de la MBL es la pérdida del implante, pero una MBL progresiva también puede acarrear problemas estéticos, inflamatorios e infecciosos en nuestros pacientes. Por todo ello, la MBL ha sido objeto de numerosas investigaciones sobre cuáles son los parámetros que se pueden controlar o mejorar para minimizarla. La evidencia actual sugiere que ciertos factores biológicos, materiales y técnicos pueden influir en el desarrollo de la MBL, aunque el peso que tiene cada factor es aún desconocido (23).

Arai et al. (2025) agruparon estos factores en tres grupos: aquellos que hacen referencia a los hábitos y las características clínicas de los pacientes, los asociados con aspectos de la cirugía y técnicas quirúrgicas, y los factores asociados al diseño de los implantes y las prótesis dentales.

1.2.1 Factores asociados con características clínicas del paciente

La elaboración de una buena historia clínica es esencial en cualquier procedimiento médico. La influencia de los hábitos y las condiciones médicas de los pacientes en las tasas de supervivencia de los implantes dentales resulta de gran interés para elaborar planes de tratamiento individualizados. La tasa de supervivencia mide la cantidad de implantes que están en su lugar en el momento de la evaluación durante el periodo de seguimiento, sin

que influyan otros condicionantes como el dolor, presencia de infecciones periimplantarias, movilidad, o áreas radiolúcidas en torno a los implantes. En general, las revisiones y metaanálisis recientes concluyen que incluso en pacientes con patología cardiovascular, endocrina o neurológica la tasa de supervivencia es similar a los individuos sanos (24,25). No obstante, cabe destacar la asociación de algunas condiciones médicas y hábitos de consumo de los pacientes con la MBL (23).

La osteoporosis es una enfermedad esquelética difusa caracterizada por una disminución generalizada de la resistencia ósea que predispone a un mayor riesgo de fracturas por fragilidad (26). Se trata de una patología multifactorial y es más prevalente en mujeres ya que está relacionada principalmente por la pérdida de estrógenos en la menopausia. Algunos de los factores de riesgo más comunes son el consumo de tabaco, edad mayor de 65 años y un alto índice de masa corporal, aunque también se conocen otras causas como el tratamiento crónico con glucocorticoides, desordenes gastrointestinales, diabetes mellitus, artritis reumatoides, hepatopatías, mieloma múltiple y otros desórdenes hematológicos (27). Según la Sociedad Española de Reumatología (SER) el 10.4% de la población mayor de 50 años sufre osteoporosis en España (26). Teniendo en cuenta el porcentaje de población afectada y la edad media habitual de colocación de implantes dentales en España, los estudios más recientes reportan una media de edad 58.56 ± 10.12 años (28), el tratamiento con antiresortivos o bifosfonatos es relativamente común en la clínica odontológica diaria. En general la SER recomienda a los pacientes con osteoporosis que necesiten algún tratamiento de exodoncia o implante dental, posponer el inicio del tratamiento antiresortivo hasta la cicatrización completa de la herida, así como no interrumpir los tratamientos con bifosfonatos a menos que existan otros factores adiciones de riesgo de osteonecrosis, como el consumo de corticoides (26). Metaanálisis recientes sobre la colocación de implantes dentales en pacientes a tratamiento con antiresortivos no muestran tasas mayores de fracaso en comparación con pacientes sanos (29), no obstante, los autores advierten que las tasas de fracaso son estadísticamente diferentes en función del tiempo de seguimiento, siendo mayores en estudios de más de 3 años de seguimiento.

Conociendo la fisiopatología de la osteoporosis, parece lógico pensar que la remodelación ósea en el tratamiento con implantes dentales puede verse alterada en pacientes con dicha afectación. En metaanálisis recientes no se han hallado diferencias de supervivencia en los implantes colocados a pacientes con o sin osteoporosis cuando los implantes fueron colocados de manera diferida (30), sin embargo, se registró un riesgo 4.56 veces mayor de fracaso del implante cuando el implante era colocado de manera inmediata ($p=0.001$) (31).

En referencia a la MBL, no hemos hallado trabajos que estudien el efecto de la osteoporosis y la remodelación ósea en los implantes colocados de manera inmediata, sin embargo, los resultados más recientes observan una MBL media mayor, concretamente de 1.03 mm ($p=0.02$), en los pacientes con esta patología y tratados con implantes en lechos ya curados (30). El análisis de los resultados sobre implantes en pacientes a tratamiento activo con bifosfonatos es complicado, ya que el factor tiempo de consumo es importante para valorar el riesgo de osteonecrosis en los maxilares en general y de fracaso implantario en particular. Además, existen diferentes tipos de antiresortivos con potencias de acción muy diferentes que dificultan la comparación de los resultados (32).

La diabetes es otro factor de riesgo conocido en la colocación de implantes dentales debido al efecto que tiene en la osteointegración y la inducción de procesos inflamatorios peri implantarios. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) la diabetes es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre, que con el tiempo conduce a daños graves en los ojos, el sistema cardiovascular, renal y nervioso. Según la última edición (2021) del Atlas de la Diabetes de la IDF (International Diabetes Federation) casi el 15% de los españoles sufre diabetes, lo que supone un incremento del 48% desde 2019 y, lo que quizá sea más preocupantes en nuestra profesión, se estima que un tercio de la población padece diabetes sin diagnosticar.

La estabilidad primaria es un factor clave en la osteointegración, ya que los micro movimientos pueden inducir la formación del tejido fibroso alrededor del implante y comprometer su supervivencia. Para determinar la estabilidad del implante disponemos de dos sistemas siendo el dispositivo Ostell® el que evalúa la estabilidad mediante el análisis de frecuencia de resonancia generando un coeficiente de estabilidad del implante o ISQ (por sus siglas en inglés *implant stability quotient*) (33). Los valores de ISQ son los parámetros más utilizados en los diferentes estudios sobre los implantes dentales para evaluar y comparar la estabilidad primaria y secundaria (34,35).

Lv et al. incluyeron en su metaanálisis un total de 10 estudios donde se comparaban diferentes parámetros sobre la salud periimplantaria (como la profundidad de sondaje, el sangrado en el sondaje, valores de ISQ y MBL) y biomarcadores del líquido crevicular asociados con la regulación del metabolismo óseo (como interleuquina-6, RANKL, TNF-alfa e interleuquina-8). En términos generales, los pacientes diagnosticados con diabetes presentaban una sobre expresión de los reguladores negativos del metabolismo óseo comparado con pacientes sanos, así como peores resultados en los parámetros asociados con la salud periimplantaria ($p<0.01$). La tasa de supervivencia de los implantes no fue diferente para aquellos cuyos niveles de hemoglobina A1c (HbA1c) era inferior al 10%, sin

embargo, se observó que la MBL aumentaba a medida que la concentración de HbA1c se incrementaba, concretamente en los rangos de <6%, 6-8% y >8% con unos valores de $p = 0.04, 0.02, <0.01$, respectivamente (36). Por lo tanto, el control glucémico juega un papel importante en la prevención de MBL en pacientes tratados con implantes.

La periodontitis es una enfermedad crónica inflamatoria caracterizada por la destrucción del tejido de soporte que rodea el diente (periodonto), incluido el hueso alveolar, la presencia de bolsas periodontales y sangrado en el sondaje. La acumulación de bacterias bajo el margen gingival activa una respuesta inflamatoria local del hospedador que termina con la destrucción del tejido periodontal (37).

La historia previa de periodontitis, sobre todo los pacientes que han padecido periodontitis agresivas, ha sido asociado con mayores complicaciones quirúrgicas y tasas de fracaso de los implantes dentales, concretamente los metaanálisis recientes hablan de un riesgo 2.2 veces superior comparado con pacientes sanos (38). Esta pérdida es significativamente mayor sobre todo pasados los 3 años de carga protética, donde se reporta una MBL media de 0.57 mm en los pacientes diagnosticados con periodontitis agresiva previa y de 0.3 mm en el grupo con periodontitis crónica ($p < 0.05$) (39). Los estudios sobre implantes inmediatos en pacientes con y sin periodontitis son menos abundantes (40) y los metaanálisis más recientes sobre este tema suelen descartarlos en el análisis final.

Cabe destacar que la periodontitis se asocia con otras patologías sistémicas como las enfermedades cardiovasculares o la diabetes. Teniendo en cuenta cómo la periodontitis y la diabetes puede afectar a la MBL, parece importante valorar el pronóstico en aquellos pacientes con diabetes y enfermedad periodontal crónica y/o agresiva. En general, los mecanismos que impactan negativamente en la diabetes 2 son comunes para la periodontitis, como la inflamación vascular, la bacteriemia y la inflamación sistémica. Así, una diabetes mal controlada se asocia con un aumento de riesgo de padecer periodontitis severa y los pacientes con periodontitis severa presentan un mayor riesgo de desarrollar prediabetes y diabetes (37). Esta relación bidireccional se ha establecido en pacientes con un seguimiento de más de 5 años donde se observó que la progresión de la periodontitis era menor en pacientes con un buen control glucémico comparado con los pacientes diabéticos no controlados. El tratamiento de la periodontitis también ha demostrado un beneficio en la reducción de la HbA1c de los pacientes diabéticos a los 6 y 12 meses de seguimiento (41).

El consumo de tabaco y alcohol suponen un riesgo para la salud en general y son factores de riesgo para numerosas enfermedades. Ambos factores han demostrado tener influencia en la tasa de éxito de los implantes dentales en general y en la MBL en

particular. El Programa de Encuestas sobre Alcohol y Otras Drogas en España (EDADES) está dirigido por la Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas (DGPNSD) y se lleva a cabo cada dos años en nuestro país. La encuesta se dirige a españoles entre 15 y 64 años desde 1995. La última fue realizada en 2024 y más del 10 % de los encuestados manifiesta consumir bebidas alcohólicas a diario y más del 25% son fumadores. En concreto, el consumo de tabaco tiene efectos negativos conocidos en la zona periimplantaria entre los que destaca una peor curación de tejidos, alteración de la función de los fibroblastos, una peor circulación periférica y disfunción de neutrófilos y macrófagos (23).

Los pacientes fumadores tienen el doble de riesgo de fracaso implantario (42). Para estos pacientes la media de MBL es significativamente superior con 0.58 mm ($p < 0.001$) comparado con pacientes no fumadores, y con un periodo de seguimiento medio de 54 meses (43).

El consumo de alcohol de los pacientes rehabilitados con implantes dentales ha resultado un factor influyente en la remodelación ósea donde se ha registrado una incidencia aumentada de MBL en grandes bebedores (más de 10 gramos al día). No obstante, la tasa de periimplantitis parece ser superior en pacientes no consumidores de alcohol o a los grandes bebedores comparado con los bebedores moderados. En el estudio de Amrita et al. publicado en 2024, la tasa de periimplantitis fue un 79% inferior en pacientes con uso moderado de alcohol comparado con los no bebedores. Sin embargo, esta tendencia cambia radicalmente con los bebedores importantes, donde el porcentaje de pacientes que sufre periimplantitis es significativamente superior, en comparación con no bebedores o bebedores moderados ($p = 0.0001$) (44). Estos hallazgos son respaldados por resultados publicados en años anteriores (45).

Amrita et al. hipotetizan que esto puede ser explicado por el hecho de que beber alcohol en cantidades bajas a moderadas estimula el crecimiento de los osteoblastos, mientras que el consumo excesivo aumenta la concentración de acetaldehído limitando la actividad de estos. Además, el consumo excesivo de alcohol puede disminuir los niveles de la osteoprotegerina, un regulador esencial en el proceso de osteoclastogénesis (44).

Sin embargo, la relación entre el consumo de alcohol y la periimplantitis puede generar resultados confusos tal y como explica el grupo de Astolfi et al. en su estudio retrospectivo, ya que los pacientes no suelen reconocer su adicción al alcohol y el riesgo de periimplantitis se ha asociado a una higiene oral pobre que puede explicar los resultados mejor que el consumo de alcohol en sí mismo (46).

1.2.2 Factores asociados a las técnicas y aspectos quirúrgicos

El primer paso esencial para la prevención de MBL es una buena colocación tridimensional del implante en el lecho alveolar (22). Determinados procedimientos quirúrgicos como el uso de osteotomos, el infra fresado o la preparación piezoeléctrica del lecho quirúrgico han sido objeto de estudio para analizar sus posibles beneficios sobre la remodelación ósea (47,48).

La preparación del lecho quirúrgico con el sistema de fresado convencional produce calentamiento por fricción, lo cual puede conducir a una necrosis ósea sin las medidas preventivas adecuadas de refrigeración, aumentando el riesgo de fracaso del implante. La cirugía piezoeléctrica hace referencia al uso de ultrasonidos diseñados para la osteotomía durante el proceso quirúrgico utilizando micro vibraciones. Este método aumenta la precisión de la técnica causando un trauma mínimo sobre los tejidos, así como una estimulación temprana del remodelado óseo comparado con el fresado convencional (49). La preparación piezoeléctrica ha mostrado en metaanálisis recientes un aumento de estabilidad primaria, estadísticamente significativo, de 3 puntos más a las 4 semanas en comparación con un fresado convencional. No obstante, esta diferencia no se aprecia pasadas las 8 semanas, y tampoco para mejorar la MBL (50).

Otra manera de prevenir la MBL es alterando la secuencia de fresado, sobre todo en los tipos de hueso menos densos (tipo III o tipo IV). Uno de los factores de la MBL temprana se piensa que es una reacción no infecciosa al trauma que se produce durante el acto quirúrgico sobre el hueso, por ejemplo, cuando hay una compresión excesiva o por sobre calentamiento del implante durante la preparación de fresado (51). Un punto crítico para una MBL temprana es que exista un estrés compresivo excesivo en la cortical alveolar del cuello del implante. Cada implante tiene una secuencia de fresado determinada, aunque puede modificarse de manera que la última fresa que se utiliza tenga un diámetro inferior, sustancialmente o no, al implante que se va a colocar. Los estudios in vitro en animales donde se utilizan implantes del mismo diámetro con diferentes fresas de acabado concluyen que los implantes colocados en lechos infra fresados provocaban una remodelación importante del hueso cortical comparado con el fresado normal en las primeras semanas. No obstante, después de las 10 semanas de colocación, la actividad de remodelación se había completado y ya no se observaron diferencias entre los grupos (52). Siguiendo con esta idea, metaanálisis recientes demuestran que las preparaciones sobredimensionadas en el lecho quirúrgico del implante no parecen tener tampoco ningún beneficio comparado con las técnicas normales o de infra fresado en cuanto a parámetros cuantitativos de osteointegración. Sin embargo, sí parece minimizar la reabsorción ósea

marginal y alcanzar una cicatrización ósea de mayor calidad, aunque estos datos se obtuvieron en modelos animales (53).

El volumen de los tejidos periimplantarios debe tener unas dimensiones mínimas que aseguren la estabilidad de los implantes. El ancho del tejido supracrestal en el momento de la colocación del implante es otro factor que ha sido estudiado para la MBL. En el complejo supracrestal están implicados el tejido conectivo, el epitelio de unión y el epitelio del surco (54). El tejido conectivo situado 1 mm por encima de la plataforma del implante es considerado como el sellante biológico para el tejido óseo. Por lo tanto, la protección del tejido conectivo parece imprescindible para la estabilidad ósea marginal (55,56). En un metaanálisis compuesto por 6 estudios y más de 300 implantes, concluyen que el grosor del tejido supracrestal superior a 2 mm se relacionó con MBL medias de 0.57 mm ($p < 0.05$) inferiores a las halladas en encías de menos de 2 mm de grosor (57). Un estudio retrospectivo anterior donde se evaluaba la MBL de acuerdo con la altura del tejido supracrestal en el momento de la colocación del implante, observó una MBL más baja cuando la altura del tejido estaba entre 2.85 y 3.4 mm. Por lo que, basándonos en estos estudios, los implantes deberían colocarse a la profundidad que permita una altura de 3 mm del tejido de aproximadamente desde el cuello del implante para alcanzar un espesor mucoso suficiente para el sellado biológico (58).

El grosor de la encía queratinizada es un factor analizado también en la MBL, ya que metaanálisis anteriores reportan menor periimplantitis y MBL en los implantes rodeados de encías de más de 2 mm de grosor (-0.33 , $p = 0.03$) (59). Mahardawi et al. utilizaron modelos de efectos aleatorios y comprobaron que la ausencia de encía queratinizada de más de 2 mm en torno a los implantes estaba asociada no solo con un aumento significativo de la prevalencia de periimplantitis ($OR = 2.78$, $p < 0.01$), sino también de una MBL media mayor ($OR = 1.96$, $p < 0.01$) (60).

Otros estudios prospectivos a 2 años de seguimiento, donde se midió el grosor de la encía queratinizada y parámetros como MBL, profundidad de sondaje, índice de placa, índice gingival y sangrado al sondaje, no hallaron diferencias estadísticamente significativas con la MBL ($p > 0.05$) en grosores mayores o inferiores a 2 mm, sin embargo, los índices de sangrado gingival y de placa si fueron mayores en los pacientes con encía queratinizada de más de 2 mm de grosor (61).

La colocación subcrestal o crestal también ha sido motivo de diferentes ensayos clínicos (62) y metaanálisis (63) los cuales confirman que la tasa de supervivencia y la pérdida ósea son similares. Cruz et al. compararon el impacto de los implantes crestales y subcrestales sin considerar el grosor del tejido supracrestal y no hallaron diferencias en la

MBL media (MD=0.03 mm, p=0.79) (64). Por lo tanto, la colocación del implante subcrestal o crestal por sí sola sin la modificación de la altura de los pilares no parecen generar ningún tipo de efecto ni preventivo ni agravante en la MBL.

La estabilidad inicial de los implantes dentales es fundamental para su éxito a largo plazo. Una de las estrategias clave para lograr esto es asegurar una estabilidad primaria fuerte desde el principio, lo cual se puede conseguir alcanzando un torque alto durante la colocación, especialmente en preparaciones infra fresadas. Esto ayuda a prevenir la formación de encapsulaciones fibrosas, que pueden ser causadas por micro movimientos superiores a 150 μm y que comprometen la integración del implante. Sin embargo, los efectos que esto pueda tener en la MBL no parecen claros, ya que los metaanálisis recientes no encuentran diferencias en los implantes colocados con un torque de más o de menos de 50 Ncm (65).

1.2.3 Factores asociados al diseño de implantes y la prótesis dental

Desde los primeros implantes colocados en la época de Brånemark numerosas modificaciones han sido diseñadas buscando los mejores resultados de osteointegración y supervivencia. La mayoría de los IDs presentan un diseño roscado, con forma cilíndrica o cónica ya que ha demostrado ser más efectivo en términos de osteointegración (66). Las especificaciones de diseño han suscitado numerosas investigaciones sobre cómo las variables de los implantes, tales como su material, superficie o longitud pueden influir en la MBL.

En los implantes dentales diferenciamos 3 partes: el cuerpo, el cuello y el ápice. Los IDs están hechos principalmente de titanio, caracterizado por una alta resistencia a la corrosión asociada con el óxido de titanio presente en la superficie del implante que entra en contacto con el tejido óseo (67). La porosidad de dicha superficie también ha demostrado ser un factor clave en la osteointegración siendo los resultados más favorecedores en aquellos implantes en los que la porosidad presentaba diámetros medios entre 150 y 300 μm (68). Aunque otros materiales, como el zirconio, han sido probados como alternativa al titanio con la esperanza de conseguir mejores resultados de osteointegración, metaanálisis recientes sugieren que la tasa de supervivencia es similar para ambos materiales (69).

Los implantes dentales pueden ser de diferentes longitudes y diámetros en función de la cantidad y calidad de hueso disponible. Los estudios biomecánicos muestran una mayor tensión acumulada en el hueso adyacente al implante en las 6 primeras espiras coronales, la

cual va disminuyendo progresivamente hacia la zona apical independientemente de la longitud del implante (70). Los estudios sobre la asociación de la longitud del implante con la MBL no demuestran ningún efecto significativo si se compara con longitudes superiores a 10 mm ($p > 0.05$) (71). Sin embargo, ha demostrado ser un factor importante en las tasas de fracaso y la pérdida ósea media con los implantes de menos de 7 mm en el maxilar superior (MD=0.25 mm, $p=0.02$) (72). La colocación inmediata de implantes cortos no parece afectar a la tasa de supervivencia de estos ($p=0.163$), sin embargo, otros factores asociados como el consumo de tabaco de más de 20 cigarrillos al día pueden afectar el riesgo de fracaso significativamente (RR=14.06, $p=0.002$) (73).

La preservación de la cresta vestibular es fundamental para mantener el volumen óseo tras una extracción dental, esto conlleva al clínico a elegir implantes de diámetro regular o más estrecho. Aunque los estudios biomecánicos muestran peor distribución de las fuerzas con una mayor tensión en el hueso adyacente de los implantes con diámetros más estrechos (2.5mm vs 5 mm) (70), los estudios comparativos no muestran diferencias en supervivencia, complicaciones mecánicas, biológicas o MBL (74).

La plataforma protésica es la zona que permite el ajuste con las estructuras protésicas las cuales pueden conectarse al implante mediante una conexión interna o externa. El papel de los aditamentos transmucosos en la estabilidad de los tejidos periimplantarios es fundamental para el mantenimiento del hueso marginal y la dificultad estriba en hallar una anchura o cambio de plataforma ideal lo suficientemente estrecha como para que no se incremente el riesgo de ruptura y que permita una remodelación óptima. Metaanálisis de 2010 (75) ya indicaban que la pérdida de hueso marginal alrededor de los implantes con cambio de plataforma es significativamente menor, de media 0.37 mm menos durante los 6 primeros meses ($p < 0.05$). Estudios retrospectivos sobre implantes inmediatos donde se comparaban resultados de MBL con y sin cambio de plataforma hallaron también una MBL significativamente menor para el cambio de plataforma ($p=0.04$). Los análisis de subgrupos mostraron que una diferencia de diámetro entre el implante y el pilar de más de 0.4 mm se asociaba con una respuesta ósea más favorable (76).

Los implantes conocidos como “*tissue-level*” son de una pieza y atraviesan la mucosa quedando su cuello a 2 mm por encima de la cresta ósea. Mientras que en los implantes “*bone-level*” su plataforma queda al mismo nivel que la cresta alveolar. Los metaanálisis más recientes no hallan diferencias significativas entre las MBLs de los implantes colocados “*tissue level*” o “*bone level*” ($p=0.06$), sin embargo, con el cambio de plataforma en los implantes “*bone level*” comparado con “*tissue level*”, sí hallan una media de MBL menor (MD=0.23 mm, $p=0.04$) sugiriendo que el cambio de plataforma es un factor que

puede prevenir mejor la MBL en los implantes colocados “*bone level*” que los implantes “*tissue level*” por sí mismos (77).

Las prótesis sobre implantes son las estructuras que van a recibir toda la fuerza y la carga oclusal del paciente. Para conectar el implante a la prótesis disponemos de pilares intermedios de características muy diversas. El pilar de las prótesis sobre implantes es un aditamento que se coloca principalmente atornillándolo salvo algunos casos más antiguos. Los factores asociados con los pilares que han sido estudiados en la MBL son su tipo de conexión con el implante, su forma, altura y material.

La colocación de IDIs con tapas de cicatrización (sin pilares altos de cicatrización) se comporta como implantes en dos fases quirúrgicas (o sumergidos), permitiendo posicionar el pilar final idealmente tras la curación completa del tejido blando (78). Esta posibilidad se utiliza frecuentemente en la clínica dental, aunque debe tenerse en cuenta que la desconexión múltiple de los pilares podría conducir potencialmente a la MBL (79–83), concretamente de una media de 0.2 mm ($p=0.006$) registrada en revisiones recientes (84). La desconexión repetida del pilar podría aumentar la MBL debido al daño del tejido blando periimplantario que funciona como sellante y porque puede producirse una peor adaptación con la conexión y desconexión repetida, aumentando los *gaps* a través de los cuales las bacterias pueden colonizar la zona periimplantaria (85). Algunos autores no lo consideran clínicamente relevante (86–88), mientras que otros alertan que incluso una leve remodelación del tejido óseo marginal puede conducir a una reabsorción incontrolada (14). Con este concepto se ha estudiado el efecto de colocar el pilar en el momento de la cirugía del implante, y ensayos recientes demuestran una pérdida menor de hueso alrededor del implante cuando el pilar es de más de 2 mm en el momento de la cirugía (89). Esto puede deberse a que el desarrollo de la anchura biológica comienza con la exposición del implante a la cavidad oral (90).

La altura de los pilares ha demostrado también tener efecto sobre la MBL ya que revisiones recientes hablan de una menor MBL a mayor altura del pilar (91). Cuanto más alto es el pilar, mayor espacio se genera para dar un sellado con tejido blando y para que la interfase con la corona se aleje de la cresta alveolar, resultando en una menor MBL (92). La selección de la altura ideal para prevenir la MBL ha sido estudiada por su gran interés clínico en la odontología implantológica. Un metaanálisis reciente que incluyó 6 ensayos aleatorizados registró que un pilar de más de 2 mm reportaba una MBL inferior ($MD=-0.33$, $p=0.0001$) tras un año de seguimiento, comparado con pilares más cortos (93).

Además de la altura, la forma de los pilares también ha sido objeto de estudio y se ha reportado una MBL menor durante los primeros 12 meses de carga en pilares cilíndricos comparados con los anchos (94).

La conexión del implante-pilar debe tener una combinación entre mecánicamente resistente y flexible al mismo tiempo, ya que las fuerzas oclusales y los espacios en la conexión pueden conducir a la colonización bacteriana aumentando así la MBL. En cuanto a las conexiones cónicas externas o internas, estas últimas presentan MBL menores (MD=0.35 mm, $p=0.01$) (95). Si comparamos conexiones internas con o sin conexiones cónicas, vemos que las conexiones internas cónicas presentan una MBL también menor (MD=0.43, $p=0.003$) (96), por lo que estas últimas parecen sugerir que son la mejor opción para la prevención de MBL.

Para la elaboración de los pilares se han utilizado diferentes materiales siendo el zirconio y el titanio los más abundantes. En general, el zirconio se reserva para las zonas estéticas porque se mimetiza mejor con la mucosa que el titanio. Los estudios prospectivos de 12 meses de seguimiento donde se comparan ambos materiales y su efecto sobre la MBL no hallan diferencias estadísticamente significativas (MD=0.24 mm, $p=0.24$) (97).

El diseño del pilar puede ser recto/divergente o cóncavo/convergente, y ha demostrado tener efecto también en la MBL con una media de 0.21 mm ($p<0.001$) menor en el pilar cóncavo que en el recto (98).

La rehabilitación sobre implantes incluye diferentes tipos de prótesis en función del número de piezas ausentes y el espacio protético disponible. Además, esta rehabilitación puede realizarse de manera inmediata (se considera cuando se carga el implante con aditamento protético antes de los 7 días tras la cirugía), temprana (si se realiza antes de las 8 semanas) y diferida (si se realiza pasadas las 8 semanas). La carga inmediata no debe ser funcional oclusalmente hablando y ha sido motivo de controversia entre clínicos durante las últimas décadas. La idea clínica es que este sistema de carga soporta los tejidos blandos y el metaanálisis de Chen et al. 2019 donde se compara la pérdida ósea entre grupos de carga inmediata y temprana con carga convencional, no muestra diferencias estadísticamente significativas (99). Concluyendo así que no parece un factor que prevenga la MBL.

Los protocolos de carga protética que valoran el tipo de rehabilitación sobre implantes (coronas unitarias, prótesis parciales fijas, prótesis completas fijas o sobre dentaduras) concluyen en general que no hay diferencias significativas de MBL en las cargas inmediatas / tempranas y las convencionales. Sin embargo, la MBL fue

significativamente inferior en las rehabilitaciones con prótesis fijas parciales y completas cuando la carga se realizó tras el periodo de osteointegración ($p < 0.05$) (100).


La preferencia para la retención de la prótesis sobre implantes actual es mediante un tornillo que la fije, ya que el cementado dificulta la capacidad de retirar la rehabilitación en caso de necesidad. En cuanto a la MBL las revisiones sistemáticas recientes sugieren que el efecto entre una prótesis atornillada y cementada es mínimo relegando por tanto esta elección a otros factores clínicos como la facilidad de higienizar o retirar la prótesis en cualquier momento que se quiera o requiera (101,102).

El perfil de emergencia de las prótesis sobre implantes se define como la anatomía del diente artificial que va desde el surco gingival o periimplantario al margen libre de la encía. Mediante el diseño correcto del perfil de emergencia se consigue conformar un contorno gingival que evite la colonización bacteriana recuperando la función estética y masticatoria. El diseño del perfil incluye la modulación del ángulo de emergencia de la prótesis confeccionada, y metaanálisis recientes muestran una MBL menor en los perfiles de emergencia con ángulos inferiores a 30 grados, aunque esta diferencia no resulta significativa (103).

Por último, los implantes deben ser colocados idealmente a una distancia mínima de 3 mm entre los cuellos de los implantes ya que aumenta la probabilidad de que se produzcan complicaciones periimplantarias, protésicas y estéticas asociadas a la pérdida ósea periimplantaria. Con respecto a la rehabilitación de más de una pieza en implantes que se colocan adyacentes, la posibilidad de ferulizar o no ferulizar las coronas parece una decisión clínica que no afecta a la MBL de manera significativa (104).

En resumen, podemos decir que todos los parámetros desde la colocación del implante, hasta la carga protética y los hábitos del paciente van a influir en la MBL. Concretamente, determinadas técnicas quirúrgicas (47), factores técnicos relacionados con la prótesis, así como los factores asociados con el paciente como el consumo de tabaco, historia previa de periodontitis o una higiene oral deficiente (105–108). Además, es esencial que los pacientes acudan a las citas de revisión y mantenimiento tras la colocación de los implantes (23).

1.3 MBL TARDÍA Y PERIIMPLANTITIS

 Tras el periodo de osteointegración la estabilidad de los tejidos periimplantarios puede verse comprometida por problemas biológicos de origen infeccioso-inflamatorio.

Cuando la inflamación en torno al cuello del implante no conlleva una pérdida ósea hablamos de mucositis, por el contrario, una pérdida ósea progresiva asociada se denomina periimplantitis (109). Para establecer un diagnóstico de periimplantitis además de una evidencia visual positiva sobre la inflamación con sangrado al sondaje y supuración, debe observarse una pérdida ósea mediante evaluación radiográfica desde la colocación de la prótesis (110).

La periimplantitis resulta de la combinación de factores locales, sistémicos y bacterianos (111). Muchos factores de riesgo para la periimplantitis son comunes con la MBL, concretamente el consumo de tabaco o determinadas condiciones sistémicas como la diabetes. Otros factores de riesgo incluyen la historia previa de periodontitis, la predisposición genética, una higiene oral inadecuada o sobre carga oclusal (112). Pero el factor etiológico por excelencia para la mucositis y periimplantitis es la acumulación de *biofilm* bacteriano en las superficies implantarias (110). La composición de dicho *biofilm*, así como la respuesta exacerbada del huésped, juega un papel fundamental en la etiopatogenia de la periimplantitis y su conocimiento es de gran utilidad para plantear protocolos de prevención y tratamiento.

La formación del *biofilm* periimplantario es un proceso complejo que tiene la misma sucesión ecológica que el *biofilm* dental, es decir, la adhesión y la proliferación bacteriana. Estos procesos están condicionados por factores ambientales (tales como las características bioquímicas de la saliva del paciente), por las propiedades bacterianas y las características de la superficie del material implantario (113).

La mayoría de las bacterias asociadas con la periimplantitis son bacterias anaerobias especialmente la *Prevotella intermedia*, *Prevotella nigrescens*, *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*, and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (114).

Los últimos estudios sobre prevalencia estiman que la periimplantitis afecta a un 19.53% (95% CI 12.87-26.19) de los pacientes y al 12.53% (95% CI 11.67-13.39) de los implantes (114). Estudios retrospectivos con una cohorte de más de 500 implantes, observaron que las pérdidas óseas tempranas, superiores a 0.5 mm tras la carga protética, predice un alto riesgo de padecer periimplantitis en el futuro (115).

Idealmente, la primera medida de prevención se puede establecer en el paciente antes de la colocación del implante, resaltando la importancia de adherirse a los programas de mantenimiento (37), insistiendo en un buen control glucémico en pacientes diabéticos,

recomendando la reducción o cese del hábito tabáquico, motivando a una mejora de la higiene oral y reduciendo los hábitos parafuncionales o bruxismo.

En general, las intervenciones de prevención primaria incluyen la remoción supra y submarginal del *biofilm*, así como la identificación de las condiciones patológicas del paciente (116) ya que los protocolos de mantenimiento deben adaptarse a las condiciones de cada uno en función de los factores de riesgo. Las sesiones de educación para la higiene oral y motivación en las citas de mantenimiento mejoran la probabilidad de adherencia del paciente, así, los pacientes que acuden a la consulta periódicamente presentan tasas de supervivencia de los implantes superior y una media de MBL significativamente menor comparado con los pacientes que no acuden regularmente (MD= 0.47, $p<0.0001$) (117).

Una vez se ha diagnosticado la periimplantitis cabe establecer el pronóstico en función de los factores de riesgo presentes que dependerán de las características del implante, la prótesis y el paciente. El objetivo principal del tratamiento para la periimplantitis incluye el control de la carga bacteriana, la reducción de la profundidad de las bolsas y el saneamiento óseo mediante tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos combinado. Las guías clínicas de la Federación Europea de Periodontología recomiendan que el tratamiento inicial sea no quirúrgico, es decir mediante instrumentación subgingival. Tras una reevaluación, se puede establecer que el paciente está en una periimplantitis estable o que necesita una segunda intervención quirúrgica, la cual también incluye instrumentación submarginal con levantamiento de colgajo (118).

La presencia de periimplantitis compromete la estabilidad del implante siendo la consecuencia final la pérdida de este. Por todo ello, el diagnóstico temprano mediante controles clínicos y radiográficos periódicos resulta de gran utilidad para prevenir el avance de la MBL. La periimplantitis es el factor de riesgo principal de la MBL tardía. Aunque la MBL no conduce a la periimplantitis necesariamente, la periimplantitis no es posible sin que haya antes MBL (115).

La evidencia actual sugiere que los factores biológicos, materiales y técnicos pueden influir en la MBL, aunque el peso que tiene cada factor es aún desconocido. La supervivencia de los implantes ha demostrado ser similar para colocaciones inmediatas y tardías, sin embargo, los estudios sobre MBL y factores de riesgo descartan o aúnan los datos de los implantes colocados de manera diferida y de manera inmediata, por ello un estudio como el nuestro resulta esencial para determinar la influencia de la colocación de implantes inmediatos posextracción en la MBL.

2

Hipótesis y Objetivos

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La rehabilitación oral con implantes dentales es un tratamiento predecible y de uso extendido en la clínica dental diaria. El protocolo clásico incluía un periodo de espera para la curación total del tejido duro y blando de más de 4 meses tras la extracción dental, ya que se consideraba estrictamente necesario para conseguir una osteointegración exitosa. Sin embargo, este protocolo fue evolucionando debido a las exigencias actuales por parte de los pacientes y profesionales de reducir el tiempo total de tratamiento. La colocación del implante dental en el mismo acto quirúrgico de la exodoncia, o implante dental inmediato (IDI), ha ido ganando terreno en el campo de la odontología. La colocación inmediata de los implantes ofrece ventajas evidentes de tiempos de espera y de minimización de intervenciones quirúrgicas necesarias.

La supervivencia de los implantes ha demostrado ser similar para colocaciones inmediatas y tardías. Tradicionalmente, se ha observado una pérdida ósea periimplantaria durante las primeras semanas tras la colocación de los implantes para cualquier tipo de intervención con controversia sobre las causas y el origen de estas, pero que se ha aceptado clínicamente y no supone un criterio de exclusión para conseguir el éxito en la rehabilitación con implantes. No obstante, dicha pérdida no es deseada y conlleva complicaciones y dificultades en la rehabilitación y mantenimiento de los implantes. La demanda creciente de los pacientes sometidos a IDIs con los mejores resultados en el menor tiempo posible, hacen imprescindible un análisis como el que planteamos en nuestro estudio.

La **hipótesis** de nuestro trabajo es que la pérdida ósea marginal (MBL) en implantes inmediatos está asociada a parámetros clínicos relacionados con la posición tridimensional del implante y el tipo de prótesis unitaria o múltiple.

El **objetivo principal** de este estudio es evaluar la estabilidad de los tejidos periimplantarios en los implantes inmediatos analizando la MBL a largo plazo.

Objetivos **secundarios**:

- Identificar los factores que influyen en la MBL de implantes inmediatos.

■ Estudiar la MBL inmediata, temprana y tardía en implantes inmediatos.

3

Material y Métodos

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio observacional retrospectivo se llevó a cabo siguiendo la guía STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) para estudios observacionales (119). Todos los procedimientos se llevaron a cabo siguiendo los estándares de los comités de investigación nacional y de acuerdo con la declaración de Helsinki de 1964 y actualizaciones posteriores. Este estudio cuenta con la aprobación del Comité Ético de Investigación médica del Hospital San Carlos (23 de diciembre 2023) (Anexo I).

Los datos de los pacientes incluidos en este estudio se recopilaron mediante las historias clínicas custodiadas por la clínica privada Clínica Dental Rehberger López-Fanjul (Avenida Hermanos Menéndez Pidal 27, Oviedo, España).

Se incluyeron todos los pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión y ninguno de exclusión y que firmaron el correspondiente consentimiento informado (Anexo II). El resumen de los casos incluidos y excluidos puede verse en el diagrama de flujo según la guía STROBE (Figura 1).

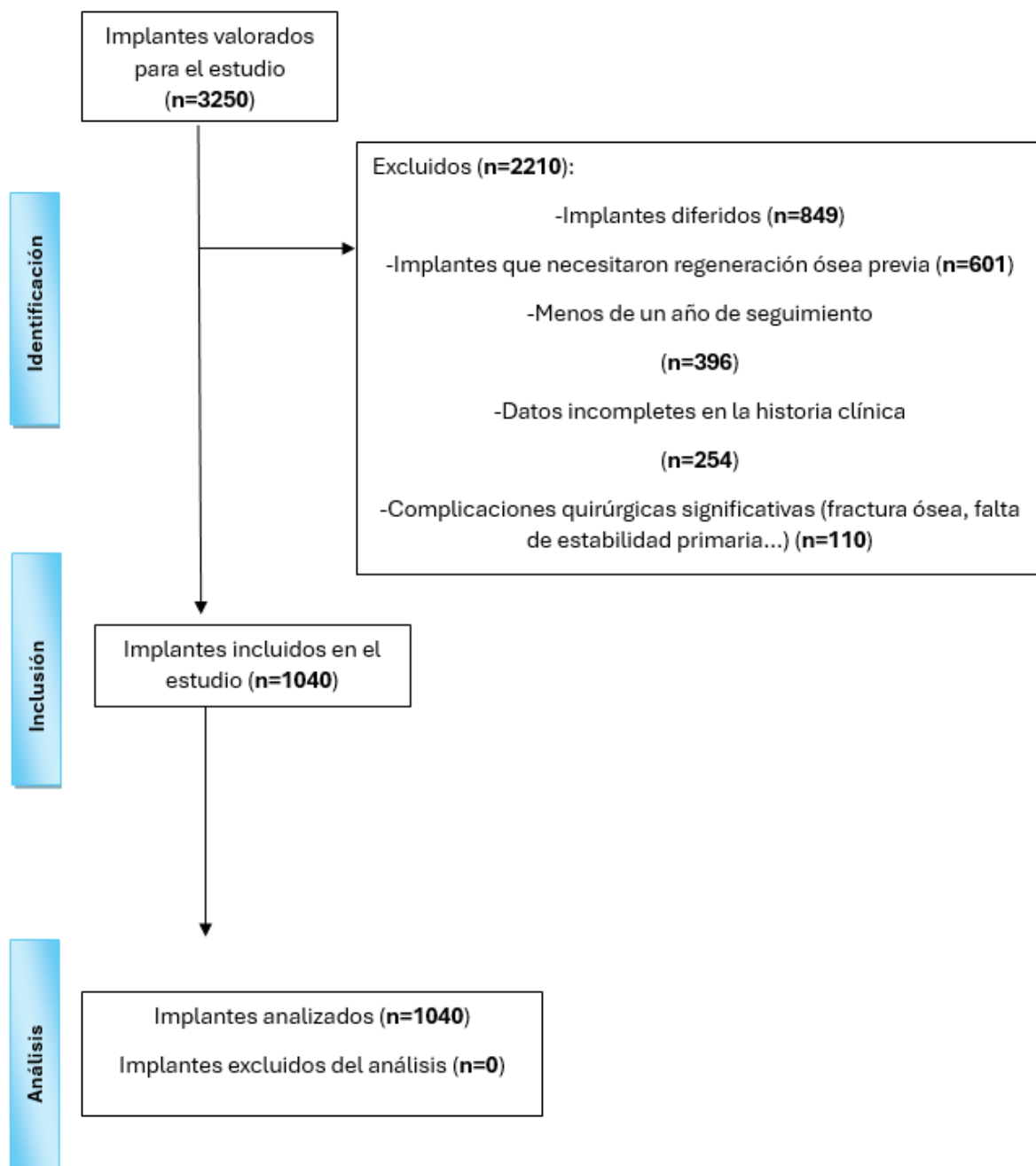


Figura 1. Diagrama de flujo según la guía STROBE.

El proyecto contó con la colaboración de la Unidad de Medicina Oral (Facultad de Medicina y Odontología, Departamento de Cirugía y especialidades Médico-quirúrgicas, Universidad de Santiago de Compostela) para el análisis estadístico de los datos recogidos, así como de medios propios para la recopilación de datos en soporte informático.

3.2 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para estimar el tamaño muestral se utilizó la pérdida ósea marginal (MBL) en implantes inmediatos a los 12 meses, con una media esperada reportada de 1.5 ± 0.9 mm, considerando un error alfa del 5% y una potencia estadística del 90%. De acuerdo con los parámetros establecidos, se determinó que se requerían 311 implantes para obtener una estimación precisa de la MBL, garantizando una adecuada fiabilidad y significancia estadística en los resultados. Los cálculos fueron realizados utilizando el software Epidat 4.2 (SERGAS, Galicia, España).

Dado que nuestro estudio incluyó un total de 1040 implantes, el tamaño muestral utilizado es considerablemente superior al mínimo requerido, lo que incrementa significativamente la potencia estadística del estudio, permitiendo una mayor precisión y robustez en los resultados obtenidos.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Todos los pacientes sometidos a tratamiento con IDIs fueron propuestos para formar parte del ensayo clínico durante las visitas programadas a la clínica dental para las correspondientes revisiones.

Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años, tratados con implantes inmediatos sin necesidad de regeneración ósea simultánea, con radiografía en el momento de la cirugía y en al menos una de las revisiones posteriores (2, 6, 12, 24, y 36 meses).

Criterios de exclusión: Se excluyeron del estudio a mujeres embarazadas o en periodo de lactancia en el momento de la cirugía; a pacientes sin un seguimiento clínico o con un seguimiento clínico inferior a un año; implantes que necesitaron regeneración ósea previa; implantes que necesitaron injerto de tejido conectivo durante la cirugía; pacientes con menos de un año de seguimientos; implantes con complicaciones quirúrgicas significativas como fracturas óseas o falta de estabilidad primaria; pacientes con enfermedad sistémica grave, clasificación ASA III ó IV; pacientes con enfermedad periodontal no tratada o no controlada; pacientes con trastornos médicos que afectan de manera negativa al metabolismo óseo, como osteomalacia, enfermedad de Paget, hipertiroidismo, cáncer (excluyendo cáncer de piel no melanoma) o alcoholismo; pacientes sometidos a tratamiento de radioterapia o quimioterapia de cabeza o cuello, o que hayan sido sometidos a estos tratamientos con una anterioridad de, al menos, dos años antes de la cirugía; y pacientes oncológicos avanzados.

3.4 PROTOCOLO QUIRÚRGICO DE IMPLANTES INMEDIATOS POST EXTRACCIÓN

Todas las cirugías fueron llevadas a cabo con anestesia local por el mismo cirujano (RBF). Todos los IDIs fueron colocados en el mismo acto quirúrgico de la extracción dental.

Para planificar e indicar implantes inmediatos a la extracción varias consideraciones fueron tenidas en cuenta: desde el punto de vista quirúrgico la forma del alveolo tras la extracción y la emergencia correcta que pretendió dar al implante.

La forma del alveolo está condicionada por el número de raíces que tenga la pieza exodonciada y los siguientes aspectos se tuvieron en cuenta en la planificación del proceso quirúrgico: en piezas superiores como primeros premolares o molares, siempre que se dispuso de raíces palatinas, éstas fueron el sitio donde se alojó el implante en condiciones de volumen óseo suficiente. En caso de altura limitada algunos casos requirieron de una elevación atraumática del seno y se buscó la preservación de la membrana, de manera que el implante la soportase en su situación más elevada anclándolo en el hueso cortical del alveolo de la raíz palatina. Cuando la limitación fue de anchura por una tabla palatina fina, lo que se buscó fue la preservación de esa tabla limitando mucho la secuencia de fresado o incluso prescindiendo de la misma para no dañar la tabla ósea. El diámetro del implante fue seleccionado tras la medición del diámetro del alveolo.

Los casos del sector anterior maxilar fueron realizados mediante un surco de fresado ligeramente palatino con respecto al eje del diente extraído y paralelo a este eje. Si al hacer la extracción percibimos que la tabla vestibular tenía riesgo de perderse realizamos la extracción preservando una capa lo más fina posible de raíz dental para preservar la estabilidad tridimensional y evitar colapsos.

En piezas monorradiculares, excluyendo la premaxila, habitualmente se colocó el implante directamente en el propio alveolo postextracción, con una disposición más a palatino o lingual y buscando anclaje por apical si el nervio alveolar inferior o el seno maxilar nos lo permitió. Cuando por cuestiones anatómicas no se pudo sobrepasar la antigua profundidad del ápice dental, el implante se colocó en las corticales del alveolo con implantes más anchos que dieran estabilidad desde la parte más crestal.

El protocolo quirúrgico fue común a todos los pacientes y consistió en anestesiar la zona quirúrgica con hidrocloreto de articaína 40mg/mL con 10microg/mL de epinefrina (Ultracain®). En los casos en los que la extracción hubiera sido poco traumática que no requiriera de ningún tipo de incisión, se aprovechó el mismo orificio para colocar el implante y sin sutura ni colgajo.

Los IDIs fueron colocados siguiendo los criterios de Misch y Silic (120). Todos los IDIs fueron colocados en dos fases, posicionando el IDI 0.5 – 2 mm apicales a la cresta ósea adyacente, con el fin de conseguir posicionarlo 4 mm bajo el futuro margen gingival. En el caso de que la extracción dental hubiera sido compleja, se realizó una incisión intrasulcular con el fin de ver la unión entre el diente y el hueso alveolar, aprovechando ese mismo colgajo para colocar el IDI. En estos casos se utilizó una hoja de bisturí número 15, mango de bisturí número 3 y sutura reabsorbible Supramid® 5/0.

Todos los IDIs utilizados fueron de la casa comercial Galimplant™ (Sarria, Lugo, Spain). En concreto, se empleó el modelo IPX de tipo autorroscante, de conexión interna tipo hexágono cono morse. Este modelo de implante está elaborado en titanio grado IV y cuenta con un diseño macroscópico que favorece la estabilidad primaria en diversas situaciones (Figura 2). Presenta un cuerpo cónico con forma de cuello recto, sin microhilos en el cuello, ranuras en el ápice y sin agujero apical. Además, posee una conexión interna cónica de tipo hexagonal Morse taper a 11° y una única plataforma protésica. Microscópicamente, los implantes IPX tienen una superficie Nanoblastplus con una rugosidad media (Ra) de 1,7 μm y están compuestos en un 99,9% de TiO₂.



Figura 2. Imagen de los implantes IPX de Galimplant® con las alturas y diámetros disponibles. Catálogo de sistema de implantes IPX-ICI de conexión interna, <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.galimplant.com/wp-content/uploads/2024/04/CATALOGO-WEB.pdf>).

El “*platform switching*” en los implantes IPX se refiere a un diseño en el que el diámetro del pilar es más menor que el de la plataforma del implante. En este caso, el pilar tiene un diámetro de 2.85 mm a nivel de la plataforma, mientras que las plataformas de los implantes tienen diámetros nominales de 4.0 mm, 4.5 mm o 5.0 mm. El cambio de plataforma o la estrechez de esta varía según el tamaño del implante: para los implantes de 4.0 mm la diferencia es de 0.575 mm (medido desde el pilar a la parte más externa de la plataforma) para los de 4.5 mm es de 0.825 mm, y para los de 5.0 mm es de 1.075 mm. Este diseño permite un distanciamiento de la conexión entre implante/pilar (zona bacteriana) hacia la zona de la unión del implante con el hueso, además una distribución favorable de las cargas sobre el hueso, favoreciendo la preservación del tejido óseo y la estabilidad del implante.

Todos los pacientes acudieron a una consulta de revisión 10 días después de la cirugía donde se removieron las suturas en caso de haber sido utilizadas.

La segunda fase de la cirugía, es decir, la exposición del IDI para la conexión del pilar transmucoso se llevó a cabo a los 2 meses postquirúrgicos. En ningún caso la carga protética se llevó a cabo antes de los 2 meses tras la cirugía.

A todos los pacientes se les recomendó aplicar frío local intermitente las primeras 48 horas, con una dieta blanda y fría. Se recomendó una estricta higiene haciendo enjuagues tres veces al día con clorhexidina 0.12% Perio-Aid y cepillándose con VITIS® Cepillo Cirugía pasadas las primeras 24 horas y hasta el día de la revisión 10 días después de la cirugía.

A todos los pacientes se les pautó la medicación antibiótica, analgésica y antiinflamatoria: Augmentine® 875/125 (amoxicilina/ácido clavulánico) 7 días, 1/8 horas o Claritromizina 500mg 1/12 horas durante 5 días en caso de pacientes con alergia a la penicilina; Espidifen® 600 mg (ibuprofeno) 4-5 días, 1/8 horas; Dacortin® 30 mg (prednisona) 1 comprimido / 12 horas el primer y segundo día, 1 comprimido cada 24 horas el tercer día y medio comprimido cada 24 horas el cuarto día. En las figuras 3 y 4 se pueden ver las imágenes de un caso de uno de los pacientes incluidos en este estudio.

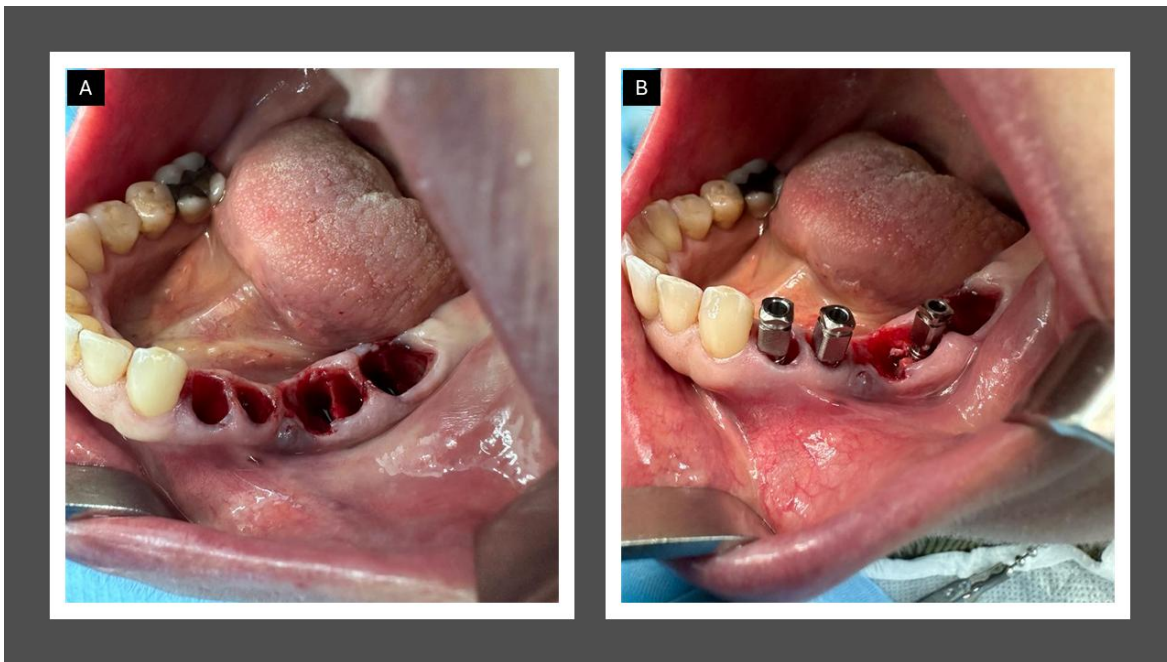


Figura 3. Proceso quirúrgico de colocación inmediata de implantes dentales en el tercer cuadrante de un paciente del estudio donde se pueden observar los alveolos postextracción (A) y los implantes inmediatos (B).



Figura 4. Radiografía panorámica del paciente de la figura 3 donde se pueden observar las piezas extraídas en el tercer cuadrante antes de las exodoncias (A) y los implantes colocados pos extracción (B).

3.5 PROTOCOLO PRÓTESIS

En todos los casos las prótesis fueron colocadas a los 4 – 6 semanas tras la segunda fase quirúrgica. Todas las prótesis fueron elaboradas por el mismo laboratorio.

En los casos de rehabilitación en arcada completa la toma de impresiones para la elaboración de las prótesis fue llevadas a cabo con silicona pesada Galisil®Dense (Galimplant®, Sarria, España) y fluida Galisil®Light (Galimplant®, Sarria, España) en cubetas abiertas individualizadas. Finalmente, se registra la mordida con Galisil® Oclusal (Galimplant®, Sarria, España). El ajuste pasivo se comprobó con todas las estructuras protéticas mediante radiografías y se realizó ajuste oclusal en todas ellas. En el caso de las coronas unitarias tipo de material utilizado fue principalmente de zirconio monolítico maquillado y en algunos casos metal-cerámica (concretamente de cromo-cobalto). En el caso de los puentes de 2 o más piezas (hasta un máximo de 5) el material fue mayoritariamente de metal-cerámica (cromo-cobalto), excepto en zonas estéticas que se empleó zirconio monolítico maquillado. En el caso de las rehabilitaciones con sobredentaduras o híbridas el material utilizado fueron barras de cromo-cobalto y resina acrílica de alta resistencia. Los protocolos y tiempos de confección de las prótesis sobre implantes pueden verse resumidos en la Figura 5.

Coronas Unitarias	Toma de Impresiones	2 semanas	Prueba Bizcocho	2 semanas	Colocación definitiva				
Puentes > 2 piezas (hasta 5)	Toma de Impresiones	2 semanas	Prueba de Estructuras (pasividad)	2 semanas	Prueba Bizcocho (ajuste oclusal)	1 semana	Colocación definitiva		
Herraduras Zirconio Monolítico Maquillado	Toma de Impresiones	2 días	Registro de Mordida	10 días	Colocación Provisionales (pasividad)	2 semanas	Colocación definitiva		
Herraduras Metal Cerámica	Toma de Impresiones	2 días	Registro de Mordida	2 semanas	Prueba de Estructuras (pasividad)	20 días	Prueba Bizcocho (ajuste oclusal)	2 semanas	Colocación definitiva
Híbridas / Sobredentaduras	Toma de Impresiones	2 días	Registro de Mordida	2 semanas	Prueba de Estructuras (pasividad)	10 días	Prueba Dientes (ajuste oclusal y estético)	2 semanas	Colocación definitiva

Figuras 5. Resumen del protocolo aplicado en la rehabilitación con prótesis sobre implantes.

3.6 METODOLOGÍA MEDICIÓN RADIOGRAFÍAS

A todos los pacientes se les realizaron ortopantomografías el día de la colocación del implante inmediato (*basal*) y en las revisiones sucesivas (2 meses postquirúrgicos; 6, 12 y 36 meses tras la carga protésica). Las mediciones realizadas en las radiografías fueron llevadas a cabo con el software iDixel versión 3DXD 3.1.6.11345 J. Morita® Corp, (www.jmorita-mfg.com) (Kyoto, Japan). Las mediciones se realizaron con la herramienta “Medida de Longitud”.

Teniendo en cuenta que las ortopantomografías presentan un grado de distorsión, se calcularon las proporciones tomando como referencia la longitud conocida del IDI (121). Para el cálculo de la MBL un único examinador, calibrado previamente sobre una muestra piloto de 50 IDIs (CMCP) realizó todas las mediciones, de manera lineal desde la base del implante a la cresta ósea más cercana al eje central del IDI, en mesial y distal (Figura 6). La MBL fue calculada en mm mediante la diferencia entre las distancias en el momento de la revisión y el día de la cirugía (*basal*).

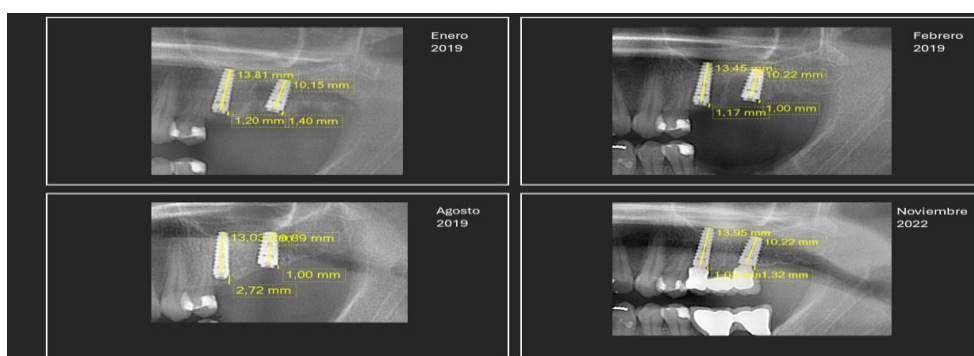


Figura 6. Ejemplo de un caso incluido en este estudio en el que se observan las mediciones realizadas para el cálculo de la MBL en los diferentes momentos de seguimiento del paciente.

La calibración del examinador se realizó antes del inicio del estudio utilizando 50 radiografías de 25 pacientes con implantes colocados de forma tardía, siendo la primera radiografía tomada el día de la cirugía y la segunda dos o más años después de la cirugía. El proceso de calibración se llevó a cabo en dos etapas: durante el primer día, todos los autores del estudio se reunieron para aclarar y acordar los puntos específicos de medición. En el segundo día, el examinador designado midió las 50 radiografías. Las mediciones se realizaron sobre ortopantomografías tomadas en diferentes intervalos de tiempo. La confiabilidad de las mediciones se evaluó utilizando el estadístico k, que mostró una alta confiabilidad intraexaminador con un valor de 0.91, lo que confirma la consistencia de las mediciones realizadas por el único examinador. En cuanto al control del sesgo de observador, se implementaron medidas de enmascaramiento para evitar que el examinador

conociera el punto temporal de seguimiento, lo que podría influir en los resultados de la evaluación. Además, el proceso de evaluación se realizó de manera aleatoria, garantizando que el examinador no tuviera acceso a la información del paciente durante la medición. También se reforzó la validez del proceso mediante la duplicación de las mediciones en varios casos para obtener datos representativos y reducir cualquier posible sesgo. No hubo discrepancias ni incertidumbres respecto a los puntos de medición durante todo el proceso.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos recopilados de las historias clínicas incluidas en este estudio fueron recogidos en una base de datos codificada (pseudonimizada) y creada para su posterior análisis estadístico.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa IBM® SPSS Statistics v.24.0 (IBM® Corp., Armonk, NY, USA) para Windows. Para la descripción de la muestra de las variables categóricas se usó la frecuencia y el porcentaje y para las variables cuantitativas se usó la media y la desviación estándar. Se crearon tablas de contingencia analizadas con chi cuadrado. Se utilizó el t de Student o ANOVA y/o análisis no paramétricos para la comparación de medias cuando no se verificó la normalidad.

Se ajustó un modelo de regresión aditivo generalizado mixto que incluyó un intercepto aleatorio anidado. Este efecto aleatorio consideró que las mediciones hechas a lo largo del tiempo pertenecían a una misma pieza, y que un paciente podía tener más de una pieza implantada. Como variable respuesta se consideraron la MBL hasta la carga y la MBL poscarga. Como variables explicativas se incluyeron el sexo, la localización del IDI (mandíbula/maxilar), la altura y el tipo de pilar, y el tiempo desde la colocación del IDI.

Todas las diferencias en las que el valor p fue \leq a 0.05 fueron consideradas como estadísticamente significativas.

3.7.1 Variables del estudio

La variable principal del estudio fue la MBL. En concordancia con los objetivos secundarios del estudio se establecieron también variables del proceso y variables clínicas del paciente:



Variables del proceso: fecha de la cirugía, fecha de la segunda fase, fecha de la carga protética, diámetro del implante, posición del implante (maxilar/mandibular),

altura del pilar definitivo, fecha revisiones (2 meses después de la cirugía; 6,12,24,36 meses poscarga), MBL en radiografía panorámica (2 meses después de la cirugía; 6,12,24,36 meses poscarga), tipo de pilar (rotacional/antirotacional), tipo de prótesis (con cantiléver sin cantilever), éxito del implante (integrado/fracasado).

- Variables clínicas: género, edad, comorbilidades (si/no), consumo de tabaco (si/no/ex fumador).

La variable principal, MBL, fue calculada estableciendo dos diferentes categorías, esto es desde el procedimiento quirúrgico (B₀) y desde el momento de la carga protética (B₁).

Además de cuantificar la MBL, los implantes con seguimiento a los 12 meses post-carga, se clasificaron según Bernabeu et al. (94) en *bone loss* (BL, espiras expuestas), *bone remodeling* (BR, hueso crestal sobre el margen del implante ± 0.1) y *bone overlapping* (BO, hueso sobre el abutment). El ejemplo de estos conceptos se puede ver en la Figura 7 con imágenes tomadas de nuestro estudio.

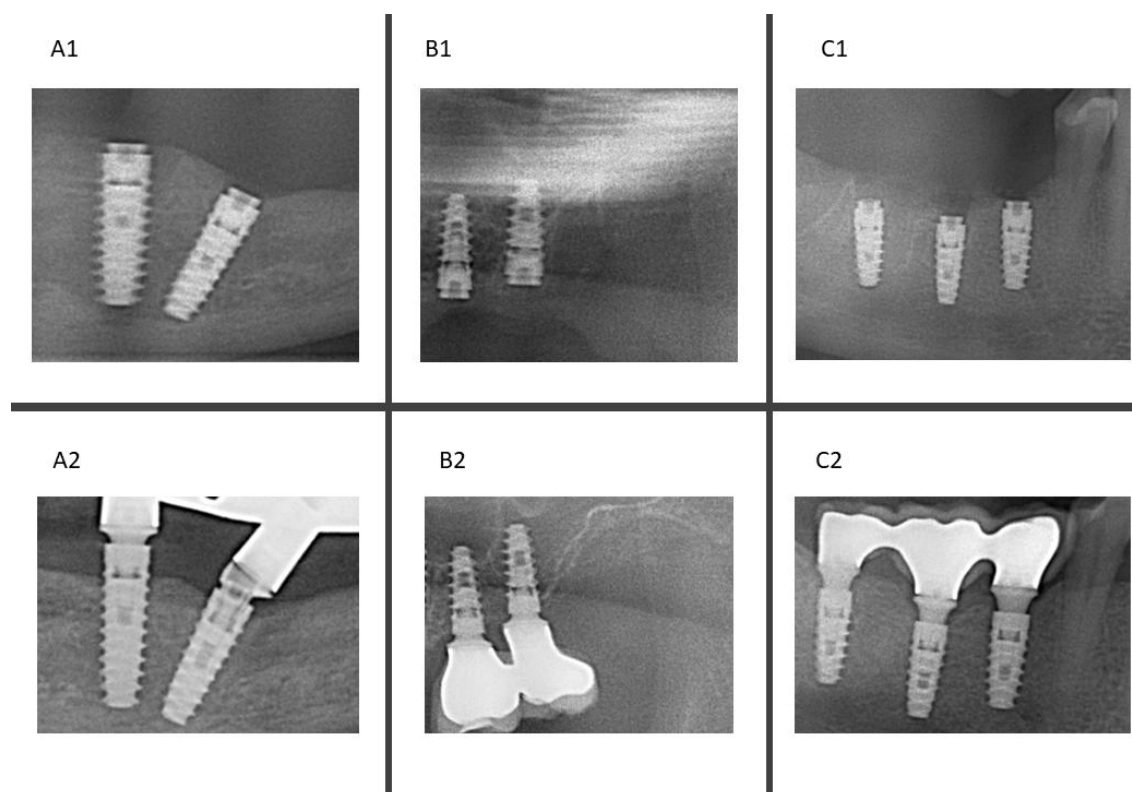


Figura 7. A) Ejemplo de BL en implante inmediato #33 (A1: Marzo 2019- A2: Septiembre 2023); B) Ejemplo de BR en implante #26 (B1: Noviembre 2019- B2: Enero 2020); C) Ejemplo de BO en implante #46 (C1: Enero 2019-C2: Enero 2020).

4

Resultados

4 RESULTADOS

4.1 DATOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA

La muestra final consistió en 1040 implantes colocados en 344 pacientes. Un total de 166 mujeres (48.2%) y 178 hombres (51.7%) con una media de edad de 57.9 ± 13.5 años fueron incluidos en este estudio. De los implantes colocados 494 (47.5%) fueron colocados en mujeres y 546 (52.5%) en hombres.

La mayoría de los implantes (58.8%) fueron colocados en pacientes sin comorbilidades, y los implantes que se colocaron en pacientes con patología sistémica presentaban dos o más patologías asociadas. El 62.3% de los implantes fueron colocados en pacientes no fumadores, frente al 31.3% que fueron colocados en fumadores. El 6.3% de los implantes fueron colocados en pacientes exfumadores.

Los implantes maxilares supusieron un total del 63.7% de la muestra. Atendiendo al diámetro de los IDIs, el más común fue de 4 mm, ascendiendo a un total de 508 implantes (48.8%), mientras que la longitud más frecuente fue la de 12 mm en un total de 404 implantes (38.8%).

En cuanto a los componentes protéticos, en el 26.4% (N=275) de los IDIs se utilizaron pilares anti-rotacionales para prótesis unitaria, comparado con los 765 (73.6%) implantes en los que se utilizó pilares rotacionales para prótesis múltiples. El 19.3% de los implantes fueron cargados con un diseño protético en cantiléver o extensión.

El pilar más utilizado fue el que contaba con una altura de 1.5 mm (45%). En este estudio se alcanzó una tasa de éxito de osteointegración del 98.9%, con solo 11 fracasos (1.1%). Todos los datos descriptivos están resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra.

Variable		N	% Válido
Sexo	Mujer	494	47,5
	Hombre	546	52,5
Comorbilidades	No	612	58,8
	Si	428	41,2
Tabaquismo	No	648	62,3
	Si	326	31,3
	Exfumador	66	6,3
Localización	Maxilar	662	63,7
	Mandíbula	378	36,3
Diámetro implante	3.2	3	0,3
	3.5	358	34,4
	4.0	508	48,8
	4.5	132	12,7
	5.0	39	3,8
Tipo pilar	Antirrotacional	275	26,4
	Rotacional	765	73,6
Altura pilar	1.0	124	11,9
	1.5	468	45,0
	2.0	120	11,5
	2.5	96	9,2
	3.0	201	19,3
	4.0	31	3,0
Altura implante	6	16	1,5
	8	113	10,9
	10	254	24,4
	12	404	38,8
	14	215	20,7
	16	30	2,9
	18	8	0,8
Osteointegración	Fracasado	11	1,1
	Integrado	1029	98,9
Cantilever	No	839	80,7
	Si	201	19,3

4.2 RELACIÓN DE LA PÉRDIDA ÓSEA MARGINAL Y POSICIÓN CRESTAL

Los implantes fueron posicionados a una media de 1.6 ± 1.1 mm subcrestalmente, con un rango de 2.5 a 5.87 mm. La MBL fue calculada estableciendo dos diferentes categorías, esto es desde el procedimiento quirúrgico (B_0) y desde el momento de la carga protética (B_1) (Tabla 2).

Así podemos ver que la MBL media a los 2 meses (momento de la carga) fue de -0.3 ± -1.0 mm, a los 6 meses de -1.1 ± -1.8 mm, a los 12 meses de -1.4 ± -1.8 mm, a los 24 meses de -1.7 ± -1.9 mm y a los 36 meses de -1.3 ± -2.3 mm. Si tomamos como referencia la MBL desde el momento de la carga prostodóntica, la MBL a los 6 meses postcarga fue de -0.9 ± -1.7 mm, a los 12 meses de -1.3 ± -1.9 mm, a los 24 meses de -1.5 ± -1.9 mm y a los 36 meses post carga de -1.0 ± -1.7 mm.

Tabla 2. Resumen de las medias de MBL en los diferentes momentos de medición.

Variable	N	Media	DS	Mínimo	Máximo
Posicion_basal	1001	1,6	1,1	-2,5	5,9
MBL 2 meses	884	-,2	1,0	-0.79	2,9
MBL 6 meses	331	-1,1	1,8	-0.18	1,4
MBL 12 meses	189	-1,3	1,8	-0.76	1,5
MBL 24 meses	96	-1,7	2,0	-0.76	1,7
MBL 36 meses	16	-1,3	2,3	-0.67	1,6
MBL 6 meses postcarga	318	-0,9	1,7	-1.82	4.1
MBL 12 meses postcarga	177	-1,3	1,9	-0.83	5.4
MBL 24meses postcarga	93	-1,5	1,9	-0.8	1.5
MBL 36meses postcarga	16	-1	1,7	-0.51	1.3

4.3 RELACIÓN DE LA PÉRDIDA ÓSEA MARGINAL CON PARÁMETROS CLÍNICOS

La MBL a los 2 meses fue superior en mujeres -0.3 ± 1.1 que en los hombres con -0.2 ± 0.9 mm ($=0.015$). En el periodo de B_0 -12 meses, de los pacientes categorizados con BL (*bone loss*), el 69.7% fueron mujeres, mientras que los que fueron categorizados con BO (*bone overlapping*), el 56.1% fueron hombres ($p=0.027$). En el periodo B_1 -12 meses, el porcentaje de mujeres categorizadas con BL fue de 62.9% y para los implantes con BO, los hombres supusieron el 61%.

El consumo de tabaco fue un factor destacado con una MBL a los 2 meses superior en fumadores (0.4 ± 1.1 mm) en comparación con no fumadores (-0.2 ± 0.9) ($p=0.009$),

aunque estas diferencias se invirtieron en las mediciones de los 36 meses. En relación con la localización, los implantes colocados en el maxilar superior respecto a la mandíbula presentaron mayor MBL a los 12 meses (-1.6 ± 2.0 mm vs -1.0 ± 1.4 mm) y los 24 meses (-2.2 ± 2.3 mm vs -1.2 ± 1.4 mm), $p=0.030$ y $p=0.008$ respectivamente. Con respecto al tipo de pilar, los pilares antirrotacionales para prótesis unitarias presentaron una MBL a los 12 meses significativamente superior que los rotacionales para coronas múltiples, -2.0 ± 2.3 mm vs -1.1 ± 1.4 mm ($p=0.001$).

En relación con la altura del pilar, se observan diferencias a los 6 y los 12 meses. Así la MBL-6 meses, en los pilares de 2.5 mm de altura fue menor (-0.1 ± 1.0 mm) que para los pilares de 1.5 mm (-1.4 ± 2.0 mm) ($p=0.015$). En el caso de la MBL-12 meses ocurrió lo mismo para los pilares de 1.5 mm (-1.0 ± 1.4 mm) comparados con los pilares de 3 mm (-2.1 ± 2.4 mm) ($p=0.04$). También se observó curiosamente una MBL-2 meses superior en los casos sin cantiléver -0.3 ± 1.0 mm vs -0.1 ± 0.9 mm ($p=0.017$). Los datos completos pueden verse en la tabla 3.

Tabla 3. Relación entre MBL en diferentes momentos y parámetros clínicos (CI = intervalo de confianza; NA = no aplica; OI = osteointegración).

	Variable	Media (mm)	DS (mm)	95% CI	p-valor	
MBL 2 meses	Género				0.015	
		Femenino	-0.3	1.1	-0.4 a -0.2	
		Masculino	-0.2	0.9	-0.3 a -0.1	
	Tabaco				0.009	
		No	-0.2	0.9	-0.3 a -0.1	0.009
		Si	-0.4	1.1	-0.5 a -0.3	0.009
		Ex-fumador	-0.2	0.7	-0.3 a 0	
	Altura del pilar (mm)				0.008	
		1	-0.1	0.7	-0.2 a 0	> 0.05
		1.5	-0.3	1.0	-0.4 a 0.2	> 0.05
		2	-0.4	1.0	-0.6 a -0.2	> 0.05
		2.5	-0.1	0.5	-0.2 a 0	> 0.05
		3	-0.1	1.0	-0.3 a 0	> 0.05
	4	-0.7	1.7	-1.4 a 0	> 0.05	
	Cantilever				0.017	
	No	-0.3	1.0	-0.4 a -0.2		
	Yes	-0.1	0.9	-0.2 a 0		
MBL 6 meses	Altura del pilar (mm)				0.018	
		6	-3.3	7.2	-10.9 a 4.2	NA
		8	-0.7	1.4	-1.2 a -0.2	NA
		10	-1.2	1.5	-1.5 a -0.8	NA
		12	-1.2	1.7	-1.5 a -0.8	NA
		14	-0.9	1.4	-1.2 a -0.6	NA
		16	-1.8	2.0	-3.2 a -0.4	NA

Variable		Media (mm)	DS (mm)	95% CI	p-valor	
MBL 6 meses	Altura del pilar (mm)	1	-0.9	1.8	-1.7 a -0.1	0.027
		1.5	-1.3	2.0	-1.6 a -1.0	> 0.05
		2	-0.7	1.2	-1.3 a -0.1	0.015
		2.5	-0.1	1.0	-0.5 a -0.3	> 0.05
		3	-1.0	1.6	-1.4 a -0.7	0.015
		4	-1.3	2.0	-2.9 to 0.2	> 0.05
MBL 6 meses post OI	Altura del pilar (mm)	6	-2.8	6.4	-8.2 to 2.5	0.014
		8	-0.4	1.3	-0.8 to 0	NA
		10	-0.9	1.4	-1.3 to -0.6	NA
		12	-1	1.5	-1.2 to 0.7	NA
		14	-0.7	1.4	-1.0 to -0.4	NA
		16	-0.4	1.6	-1.8 to 0.9	NA
MBL 12 meses	Localización	Maxilar	-1.6	2.0	-1.9 a -1.2	0.03
		Mandíbula	-1.0	1.4	-1.3 a -0.7	
MBL 12 meses	Tipo de pilar	Antirotational	-2.0	2.2	-2.6 a -1.4	0.001
		Rotational	-1.1	1.4	-1.3 a -0.8	
MBL 12 meses	Altura del pilar (mm)	1	-1.7	1.7	-17 a 13.6	0.014
		1.5	-1.0	1.3	-1.3 a -0.8	> 0.05
		2	-1.2	1.1	-2.2 a -0.1	0.004
		2.5	-1.8	2.3	-4.2 a 0.6	> 0.05
		3	-2.1	2.4	-2.8 a -1.4	> 0.05
		4	-1.6	2.0	-3.4 a 0.3	0.004
MBL 12 meses post OI	Localización	Maxilar	-1.5	2.0	-1.9 a -1.1	0.03
		Mandíbula	-0.9	1.7	-0.4 a -0.2	
MBL 12 meses post OI	Tipo de pilar	Antirotational	-2.0	2.5	-2.7 a -1.3	< 0.0001
		Rotational	-0.9	1.4	-1.2 a -0.7	
MBL 12 meses post OI	Altura del pilar	1	-1.7	1.3	-13.4 a 10	0.01
		1.5	-0.9	1.3	-1.1 a -0.7	NA
		2	-0.2	1.5	-1.6 a 1.2	NA
		2.5	-1.8	1.4	-3.6 a 0	NA
		3	-2.3	2.4	-3 a -1.6	NA
		4	-1.1	3.9	-5.2 a 3.0	NA
MBL 24 meses	Localización	Maxilar	-2.2	2.3	-2.9 a -1.6	0.008
		Mandíbula	-1.2	1.4	-1.6 a -0.8	
MBL 36 meses	Tabaco	No	-2.8	2.3	-0.4 a -0.2	0.018
		Si	-0.5	0.3	-3.6 a 2.6	0.019
		Ex-fumador	0.4	0.9	-0.6 a 1.4	> 0.05
					0.019	

		Variable	Media (mm)	DS (mm)	95% CI	p-valor
MBL 36 meses	Altura del pilar	1	0.7			NA
		1.5	-2.0	1.8	-3.7 a -0.3	NA
		2				NA
		2.5	0.2	0.9	-1.0 a 1.3	NA
		3	-0.9	2.6	-24.5 a 22.6	NA
		4	-6.7			NA
MBL 36 meses Post carga	Tabaco	No	-1.9	1.8	-3.4 a 0.4	0.047
		Si	-0.7	0.1	-1.4 a 0	>0.05
		Ex-fumador	0.2	0.8	-0.7 a 1.1	0.047
						0.018

No se encontraron diferencias en relación con las comorbilidades, ni el diámetro ni la altura del implante colocado.

Las MBL presentan correlación positiva en todos los diferentes momentos, pero se destaca una correlación muy potente entre la MBL-6 meses y la MBL-24 meses (r Spearman=0.853; $p<0.0001$). Igualmente se describe una correlación fuerte entre la edad y la MBL-36 meses (r Spearman=0.714; $p=0.002$). Mediante modelos de regresión lineal se establece que, por cada incremento de un intervalo de edad, se incrementa la MBL en 0.098 mm (IC95% -0.151 a -0.045 mm; $p=0.001$).

4.4 ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA MBL

Se construyeron modelos de regresión aditivos generalizados mixtos teniendo en cuenta la MBL pre-osteointegración (PreOI) / post-osteointegración (PostOI) en relación con el tiempo con diferentes covariables.

Para el modelo PreOI, se estimó una MBL significativa en el tiempo $p<0.0001$ (Figura 8). La reducción de la densidad ósea se dio hasta 8.5 meses después del implante, fecha a partir de la cual esta se estabiliza.

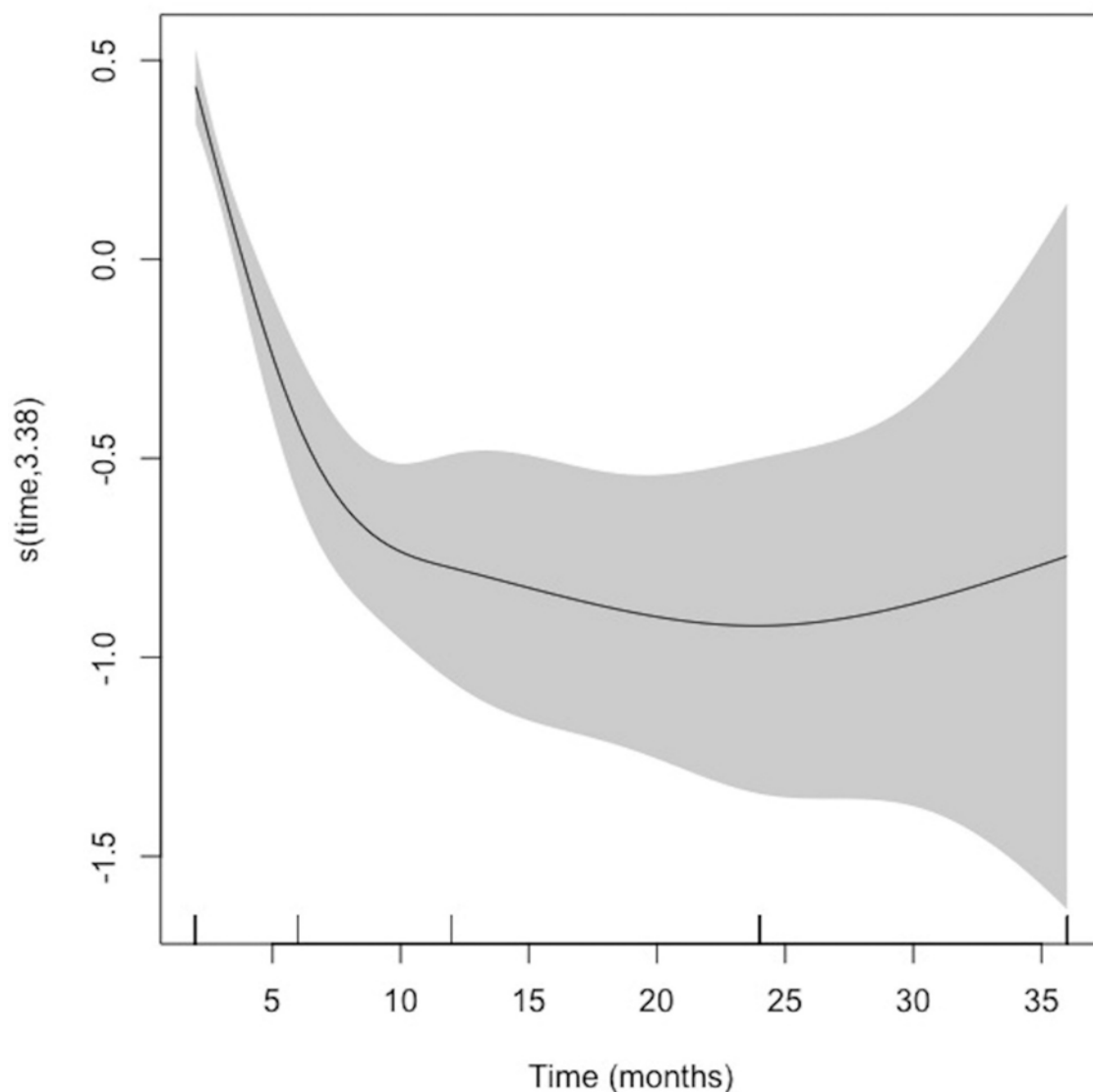


Figura 8. Efecto del tiempo en la MBL en el periodo pre-osteointegration (PreOI).

Se determinó que los implantes inmediatos mandibulares presentan menor MBL con un $SE=0.153$; (CI95%: 0.010, 0.297; $p=0.0365$). En la tabla 4 se muestran los resultados del análisis multivariado para la pérdida ósea marginal a lo largo del tiempo ajustando por las variables de interés. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la MBL ni para el periodo PreOI ($p=0.69$) ni PostOI ($p=0.07$). Además, no se observó un efecto significativo de la altura del pilar sobre la pérdida ósea ($p=0.9$ en el periodo PreOI y $p=0.03$ en el periodo PostOI).

Tabla 4. Modelo de regresión aditivo generalizado donde se modelizó el efecto del sexo, lugar del implante, longitud del pilar y tiempo sobre la pérdida ósea marginal. Se consideró un término aleatorio anidado (paciente|pieza dental) (ID = implante dental; Std Error = error estándar; Sig = significancia; edf =grados de libertad efectivos; Ref. df =referencia grado de libertad).

I. Modelo PreOI							
Componente	Término	Estimación	Std Error	t-valor	CI 95%	p-valor	Sig
A. Coeficientes paramétricos	Intercepto	-0.736	0.128	-5.760	(-0.987, -0.486)	0.0000	***
	Género: Hombre	-0.030	0.076	-0.394	(-0.179, 0.119)	0.6935	
	ID localización: mandíbula	0.153	0.073	2.093	(0.010, 0.297)	0.0365	*
	Altura pilar (mm)	0.006	0.049	0.118	(-0.089, 0.101)	0.9058	
Componente	Término	Edf	Ref. df	F-valor	p-valor	Sig	
B. Términos suaves	Tiempo (meses)	3.375	3.375	26.138	0.0000	***	
II. Modelo PostOI							
Componente	Termino	Estimación	Std Error	t-valor	CI95%	p-valor	Sig
A. Coeficientes paramétricos	Intercepto	-1.318	0.371	-3.554	(-2.045, -0.591)	0.0004	***
	Género: hombre	-0.234	0.133	-1.761	(-0.494, 0.026)	0.0787	.
	ID localización: mandíbula	0.339	0.130	2.603	(0.084, 0.594)	0.0095	**
	Altura del pilar (mm)	0.087	0.085	1.017	(-0.080, 0.254)	0.3096	
Componente	Término	edf	Ref. df	F-valor	p-valor	Sig	
B. Términos suaves	Tiempo (meses)	2.128	2.128	1.224	0.3944		
III. Modelo PreOI Model con el tipo de pilar							
Componente	Término	Estimación	Std Error	t-valor	CI95%	p-valor	Sig
A. Coeficientes paramétricos	Intercepto	-1.070	0.244	-4.392	(-1.548, -0593)	0.0000	***
	Género: hombre	-0.033	0.076	-0.435	(-01.82, 0.116)	0.6638	
	ID localización: mandíbula	0.136	0.074	1.837	(-0.009, 0.280)	0.0664	
	Altura pilar (mm)	0.100	0.077	1.300	(-0.051, 0.250)	0.1937	
	Tipo de pilar: rotacional	0.213	0.131	1.634	(-0.043, 0.469)	0.1025	
Componente	Término	edf	Ref. df	F-valor	p-valor	Sig	
B. Términos suaves	Tiempo (meses)	3.378	3.378	26.212	0.0000	***	
IV. Modelo PostOI con el tipo de pilar							
Componente	Término	Estimación	Std Error	t-valor	CI95%	p-valor	Sig
A. Coeficientes paramétricos	Intercepto	-3.256	0.769	-4.237	(-4.763, -1.750)	0.0000	***
	Género: hombre	-0.242	0.132	-1.828	(-0.501, 0.017)	0.0681	
	ID localización: mandíbula	0.283	0.131	2.157	(0.026, 0.539)	0.0314	*
	Altura pilar (mm)	0.441	0.152	2.892	(0.142, 0.739)	0.0040	**
	Tipo de pilar: rotacional	0.762	0.257	2.970	(0.259, 1.265)	0.0031	**
Componente	Término	edf	Ref. df	F-valor	p-valor	Sig	
B. Términos suaves	Tiempo (meses)	2.091	2.091	1.142	0.4028		

Códigos de significación: 0 <= '****' < 0.001 < '***' < 0.01 < '*' < 0.05

Para el modelo de MBL PostOI, la pérdida ósea no se asoció con el tiempo ($p=0.3944$) (Figura 9). La covariable “mandíbula” resultó significativa con una MBL menor al maxilar con un $SE=0.339$; (CI95%: 0.083, 0.594; $p=0.0095$).

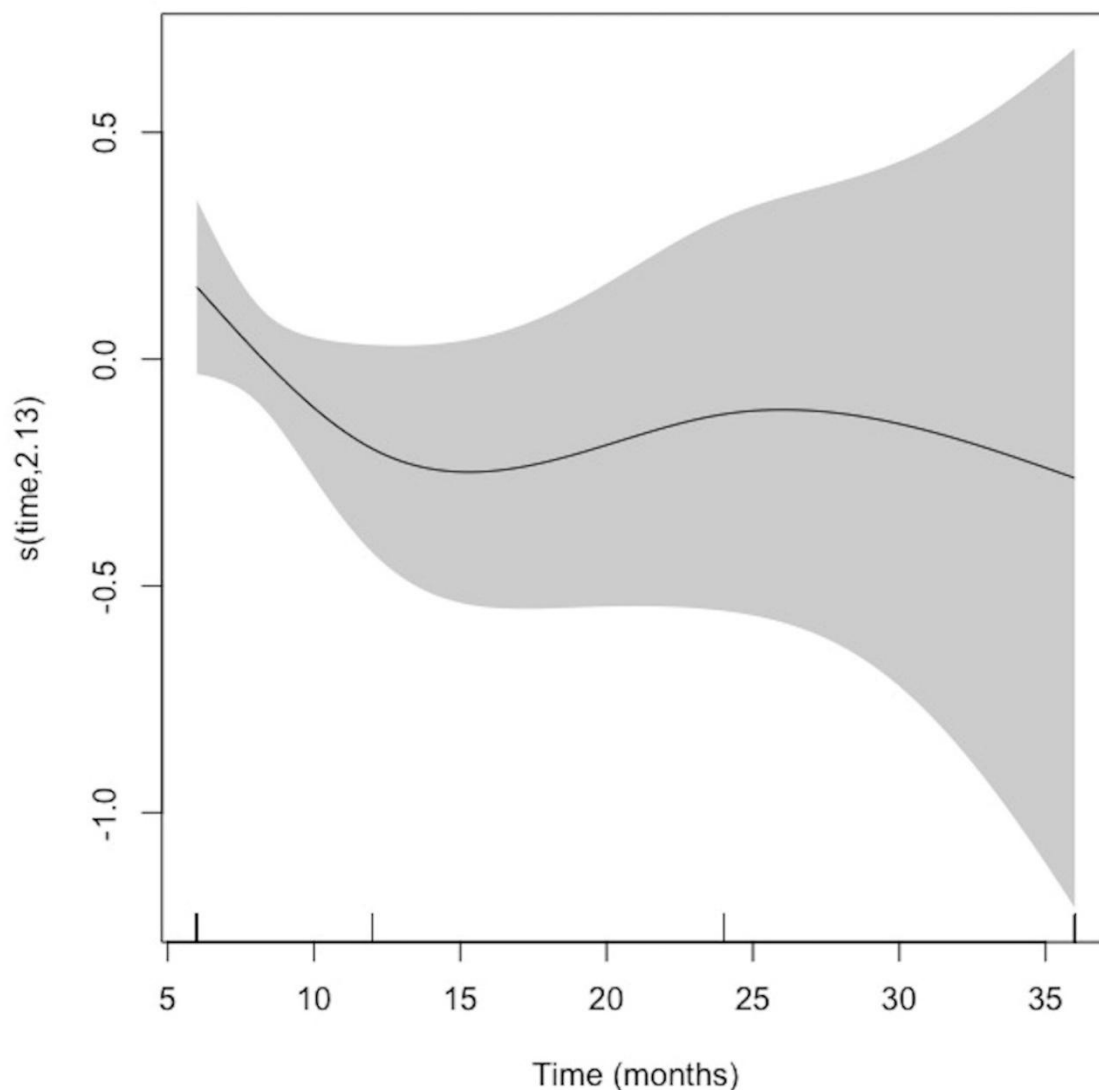


Figure 9. Efecto del tiempo en la MBL en el periodo post osteointegración (PostOI).

Se construyeron también modelos para evaluar el impacto del tipo de pilar (prótesis unitaria o múltiple) y se observó que para el modelo PreOI, existe una MBL significativa en el tiempo ($p<0.0001$) sin otras covariables asociadas. Sin embargo, cuando evaluamos la MBL PostOI, observamos una MBL no dependiente del tiempo ($p=0.4028$), con menor MBL en mandíbula ($SE = 0.283$; CI95% 0.025, 0.539; $p=0.031$), pero además con un

impacto positivo en la MBL ligada a la altura del pilar (SE=0.441; CI95% 0.142, 0.740; p=0.0040) y al tipo de pilar rotacional (SE=0.762; CI95% 0.259, 1.265; p=0.0031).

5

Discusión

5 DISCUSIÓN

La implantología inmediata es aquella que se encarga de la colocación del implante dental en el mismo acto quirúrgico en el que se lleva a cabo la extracción del diente, con o sin patología previa, y se ha convertido en una alternativa a la colocación tradicional del implante en un hueso completamente cicatrizado. La principal ventaja es la reducción del número de intervenciones quirúrgicas y del tiempo transcurrido hasta la colocación definitiva de la prótesis (122,123) pero con el posible riesgo de un volumen insuficiente de tejido duro o blando (124).

Los aspectos en los que se centra nuestro estudio son la colocación inmediata de implantes posextracción en cualquier localización de la arcada y la evaluación de la MBL analizando las variables clínicas durante un periodo de seguimiento de 36 meses en más de 1000 implantes.

5.1 SUPERVIVENCIA DE IDIS

El tratamiento con implantes dentales se valora con las tasas de éxito y supervivencia. La mayoría de los estudios sobre implantes reportan las tasas de supervivencia expresado en el porcentaje de implantes que permanecen en la arcada durante el periodo de seguimiento. Las tasas de éxito son más complicadas de evaluar ya que la heterogeneidad de los criterios que se utiliza en los diferentes estudios es mayor. Por ejemplo, Misch y cols. en su estudio de 2008 (125) evaluaron radiográficamente durante un período de diez años la remodelación del hueso adyacente en los más de 1000 implantes incluidos durante un periodo de 10 años. Para ello emplearon una escala de clasificación de 5 categorías en función de la pérdida ósea, considerando “éxito” a la categoría 1 donde había menos de 1.5 mm de pérdida. Las categorías 2 y 3 con pérdidas de hasta el 50% de la longitud del implante fueron consideradas como “supervivencia” y las dos últimas como “fracaso”.

Por otro lado, los criterios de éxito clásicamente descritos por Albrektsson y cols. (126) en 1986 incluían la ausencia de movilidad, de síntomas dolorosos o parestesia, de

radio lucidez y de pérdida ósea progresiva marginal inferior a 1 mm durante el primer año tras la cirugía e inferior a 0.2 mm anuales en los años consecutivos. Por estas razones, el estadístico utilizado en nuestro estudio fue la tasa de supervivencia de los implantes, ya que nos permite comparar los resultados con estudios retrospectivos similares al nuestro.

La evidencia científica ha demostrado que los IDIs presentan unas tasas de supervivencia similares a las descritas en otros protocolos de inserción. En concreto, diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis observaron tasas de supervivencia en IDIs del 93.80% (n= 371) frente al 95.88% (n= 194) (127) – 100% en IDs insertados de forma temprana en periodos de seguimiento de 12 a 120 meses, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos (127). Las definiciones de “inserción temprana de IDs” variaron entre los estudios entre 3 – 5 semanas a 6 – 8 semanas. Estas tasas mejoraron al analizar IDs insertados en zonas anteriores de los maxilares (98.2% vs. 100%, respectivamente; $p=0.480$), si bien es cierto, los periodos de seguimiento fueron inferiores (de 8 a 24 meses) (128). No obstante, otros autores sí han hallado diferencias significativas cuando se comparaban IDs inmediatos frente a los insertados de forma diferida (es decir, de más de 6 meses tras la exodoncia dental) tras haber realizado preservación alveolar previa. En concreto, del 94.9% (n= 233 IDs) vs. 98.9% (n= 240 IDs), respectivamente ($p=0.02$) (129) a los 12 – 96 meses de seguimiento.

En general nuestros resultados confirman el éxito de los implantes inmediatos, con una supervivencia del 98.9% durante un período de seguimiento de 36 meses. Estos resultados de supervivencia son similares a otros trabajos publicados (130,131). No obstante, el tamaño muestral incluido es sensiblemente superior en nuestro caso (n= 1.040).

5.2 ASPECTOS QUIRÚRGICOS

Los aspectos quirúrgicos que pueden variar entre los protocolos llevados a cabo por los implantólogos son numerosos y a veces son variables difíciles de registrar y controlar. En nuestro estudio todos los implantes fueron colocados por el mismo operador siguiendo un protocolo quirúrgico determinado, tal y como se ha descrito en el apartado material y métodos. Este aspecto es común a otros ensayos clínicos ya que de esta manera se disminuye la variabilidad interoperador (132).

Algunos aspectos inherentes al proceso quirúrgico no fueron registrados en nuestro estudio como la presencia de infección previa en los alveolos de los dientes extraídos. Los

metaanálisis más recientes que comparan las tasas de fracaso de los implantes inmediatos en alveolos con proceso infeccioso versus alveolos no infectados en el momento de la extracción hallaron un riesgo tres veces superior en el primer caso (133). Los estudios prospectivos sobre la tasa de supervivencia en implantes inmediatos con y sin proceso periapical en el momento de la extracción muestran algunas diferencias tras 3 años de seguimiento con un porcentaje de éxito del 94% frente al 100% respectivamente. No obstante, estos resultados no han demostrado ser significativos (134). Cabe reflexionar más profundamente sobre la variabilidad de los protocolos quirúrgicos para valorar estos resultados. En el estudio Montoya-Salazar et al. describen en el apartado de Material y Métodos la prescripción, para todos los pacientes incluidos, de amoxicilina 750 mg cada 8 horas durante 10 días (empezando 4 días antes de la cirugía) o clindamicina 300 mg en pacientes alérgicos (134). Metaanálisis recientes han asociado el uso de clindamicina con un aumento del riesgo de infección y fracaso de osteointegración (135).

El protocolo actual de la Sociedad Española de Implantología (SEI) en su Guía de Práctica Clínica de Prescripción de antibióticos preventivos en implantología oral de 2021 (136) recomienda utilizar 2 o 3 gramos de amoxicilina 1 hora antes de la intervención seguido de 500 mg cada 8 horas los 5-7 días posteriores a la cirugía y en pacientes alérgicos utilizar azitromicina a razón de 500 mg una hora antes y 250 mg cada día durante los 5 días posteriores (137). Todos nuestros pacientes recibieron también una pauta antibiótica con amoxicilina 875 mg y ácido clavulánico 125 mg cada 8 horas o claritromicina a razón de 500 mg durante 12 horas en caso de pacientes alérgicos.

La propia SEI realizó una encuesta con más de 1400 participantes sobre el uso de antibióticos en implantología y de acuerdo con esta guía más de la mitad de los implantólogos recetan siempre un tratamiento antibiótico a sus pacientes de manera preventiva (136). Actualmente, existe un gran movimiento por parte de las administraciones para concienciar a la población en general y profesionales en particular sobre el uso justificado de antibióticos. Los posibles efectos adversos, las alergias y las resistencias bacterianas generadas por su uso, a veces abusivo, ha suscitado la creación del plan Nacional frente a la Resistencia de los Antibióticos en España. Este plan contempla informar a la población y a los profesionales de la salud sobre el uso racional de antibióticos. La prevención de fracaso implantológico mediante la profilaxis antibiótica rutinaria ha sido un tema muy estudiado y controvertido, ya que los profesionales perciben que la cavidad oral posee un ambiente muy aséptico que impresiona difícil de controlar en procesos quirúrgicos, y la demanda de los pacientes de un tratamiento antibiótico preventivo supera el 40% (138).

Los metaanálisis recientes sobre el uso de antibióticos en implantología encuentran una reducción en las probabilidades de infección post operatoria ($p < 0.001$) pero no una disminución en la tasa de fracaso de los IDIs que justifique su uso de manera rutinaria en pacientes sanos (139). En nuestro estudio todos los pacientes tratados con IDI presentaban dientes que por alguna causa (fractura vertical, incapacidad de rehabilitación coronal o retratamiento endodóntico) no podían servir para recuperar la función masticatoria del paciente. Metaanálisis recientes demuestran que las infecciones en alveolos donde se va a implantar un ID inmediato, producen tres veces más fracaso que en los alveolos sanos (133), justificando así la necesidad de una profilaxis antibiótica.

La colocación del implante en sentido vertical es un factor que puede afectar a la pérdida ósea crestal y por ello se recomienda que el implante quede posicionado 2-3 mm por debajo del límite amelo cementario del diente adyacente, sobre todo en las zonas estéticas (140). Los implantes de nuestro estudio fueron posicionados a una media de 1.6 ± 1.1 mm subcrestalmente, con un rango de 2.5 a 5.87 mm.

Los protocolos de fresado se estandarizaron de acuerdo con el tipo de hueso que se diagnosticó en cada paciente. El estrés compresivo de la cortical en torno al cuello del implante es uno de los factores que se ha estudiado para el análisis de la MBL temprana. Las fuerzas compresivas se producen por una falta de concordancia entre el diámetro del implante y la preparación del lecho óseo. Este dato que se podría valorar con el torque que se obtiene en la colocación del implante no es un dato que hayamos registrado en nuestro estudio, aunque metaanálisis recientes sugieren que este aspecto no afecta a la MBL de manera significativa (141).

La mayoría de los implantes colocados en nuestro estudio tenían una longitud de 10 y 12 mm. Sólo el 1.5% median 6 mm y el 10.9% 8 mm, sin que la longitud del implante mostrara tener efecto en la MBL, lo cual concuerda con estudios anteriores que comparan las tasas de supervivencia en implantes cortos (menos de 10 mm) y estándar sin hallar diferencias significativas (142).

Con respecto al diseño de los implantes, todos los utilizados en nuestro estudio fueron los implantes IPX (Galimplant®) caracterizados por presentar un cuerpo cónico y cuello rugoso recto. Los metaanálisis más recientes encuentran una MBL significativamente inferior en cuellos rugosos comparado con los cuellos lisos mecanizados ($MD = 0.43$ mm, $p < 0.001$) (143). Por lo tanto, esto sugiere que los cuellos lisos mecanizados no deberían utilizarse en los casos en los que se requiera una colocación más profunda que la cresta alveolar tal y como hemos hecho en nuestro estudio.

Todos los implantes colocados estaban hechos principalmente de titanio. Metaanálisis sobre el uso de implantes de zirconio, reportan una media de MBL de 0.8 mm (95% CI: 0.60 a 1.00 mm) y 1.01 mm (95% CI: 0.72 a 1.29 mm) al año y los dos años tras la carga, respectivamente (144). Otros aspectos como la puntuación estética rosa (*pink aesthetic score*) ha demostrado ser mejor en los implantes de zirconio. Aunque los niveles de MBL son similares a los reportados en los estudios de implantes de titanio, las tasas de fracaso de los implantes de zirconio son ligeramente superiores con un 6.7% tras los 2 años de seguimiento sin que esta diferencia sea estadísticamente significativa ($p=0.09$)(69). Esto sugiere que el implante de titanio sigue siendo el material *gold standard* para la rehabilitación oral con implantes dentales.

Otras técnicas más complejas como dejar parte de la raíz bucal en el momento de la colocación del implante (*socket shield technique*), parece favorecer el remodelado óseo, sin afectación de la supervivencia, pero esto requiere de un análisis más riguroso ya que los estudios disponibles actualmente presentan una gran heterogeneidad (I²: 93.1%; Q = 28.98, $p < 0.001$) (145).

Existen herramientas clínicas adicionales para prevenir o mejorar la MBL como el uso de injertos de tejido conectivo, utilizado sobre todo en zonas estéticas. En nuestro trabajo estos pacientes fueron excluidos de la muestra para evitar una heterogeneidad mayor de las variables estudiadas, pero metaanálisis recientes demuestran una pérdida ósea marginal superior (MD 0.13; 95% CI 0.07-0.18) en los pacientes no sometidos a injertos de tejido conectivo y una mayor recesión vestibular (146).

Li et al. llevaron a cabo un estudio prospectivo sobre IDIs demostrando una tasa de fracaso superior en pacientes bruxistas (HR: 96.62; $p < 0.001$), sin embargo, no hemos descartado los pacientes con esta patología, ya que este cociente de riesgo se ha observado cuando se ha realizado carga protética inmediata, un protocolo no aplicado en nuestro trabajo. Los implantes excluidos de nuestro trabajo fueron aquellos que no alcanzaron estabilidad primaria apropiada durante la cirugía, ya que se ha demostrado un riesgo de fracaso sustancialmente mayor en este tipo de casos (HR: 23.54; $p < 0.001$) (147).

Con respecto al protocolo quirúrgico, en nuestro estudio no se registró ningún procedimiento de relleno en los casos donde el *gap* entre el implante y las paredes óseas del alveolo fue menor o igual a 2 mm. Esta decisión se fundamenta en la literatura científica, que respalda que un *gap* de hasta 2 mm tiene la capacidad de cicatrizar de manera predecible a través de la regeneración ósea espontánea, siempre y cuando haya estabilidad primaria del implante, un entorno quirúrgico adecuado y un cierre hermético de los tejidos blandos. Estudios previos han demostrado que en estos casos no es necesario

utilizar biomateriales o concentraciones plaquetarios, ya que la formación ósea ocurre de manera eficiente debido al aporte de sangre y factores de crecimiento presentes en el alveolo (148).

Por el contrario, en los casos en los que el *gap* fue mayor a 2 mm, fue necesario realizar maniobras de regeneración ósea con biomateriales o concentrados plaquetarios para garantizar la estabilidad del implante y promover la formación ósea adecuada. Sin embargo, estos casos fueron excluidos de nuestro análisis, ya que no cumplían con los criterios de inclusión específicos de nuestro estudio centrados en implantes inmediatos sin necesidad de regeneración adicional. Este enfoque, además de ser coherente con la evidencia disponible, permite evaluar de manera más homogénea los resultados en situaciones donde el *gap* no requiere intervención adicional, eliminando la variabilidad introducida por el uso de biomateriales o terapias adicionales.

La MBL ha sido también evaluada en los diferentes protocolos de implantación con resultados muy heterogéneos, con pérdidas de -0.04 a -0.54 mm a los 12 – 24 meses de seguimiento (128). En general, se observan mayores MBL en IDIs que en protocolos tempranos, en concreto, de -0.03 (128) a -0.14 mm mayor (127). Sin embargo, cuando se compara con IDs diferidos los resultados son muy heterogéneos, mostrando ganancias en favor los IDs inmediatos de +1.23 mm ($p= 0.04$) cuando no se hace regeneración ósea de forma simultánea, mientras que cuando sí se realiza, no se observan diferencias significativas (129). Los autores lo asocian a que las mediciones en la mayoría de los estudios son realizadas en el momento de la implantación, por tanto, el primer contacto implante-hueso está alejado en sentido corono-apical de la plataforma del ID. Tras varios meses de cicatrización, en esta zona se produce remodelación y formación ósea y, por tanto, unas mayores ganancias óseas. En contraposición, en los IDs insertados de forma diferida, éste está rodeado completamente de hueso (129,149,150). Por este motivo, se consideraría prudente comparar la MBL entre distintos protocolos cuando el remodelado óseo ya ha tenido lugar (en el momento de la conexión de la prótesis fija definitiva), como en el presente estudio en el que se estudió la MBL en dos rangos de tiempo diferente, uno tomando como referencia el momento de la inserción de IDs inmediato, y otro tras la carga protésica. De esta forma, para un mismo momento temporal, por ejemplo, a los 36 meses tras la inserción del ID, hemos observado una MBL de -1.3 mm mientras que, a los 36 meses tras la carga esta fue menor (-0.9 mm).

Por tanto, considerando que la MBL, así como las tasas de supervivencia de los IDIs no difieren de forma significativa de aquellos IDIs insertados de forma temprana o diferida, se deben de considerar siempre que las características del paciente los indiquen,

ya que reduce a más de la mitad el “*chair time*” en comparación a protocolos diferidos (151), así como el tiempo global del tratamiento, con niveles de satisfacción del paciente similares (152), y con una menor morbilidad ya que el resto de protocolos son más invasivos al requerir la realización de una o dos descargas y un colgajo perióstico (128).

5.3 MBL Y PARÁMETROS PROTÉTICOS

La estabilidad funcional a largo plazo del implante depende del mantenimiento de la cresta ósea periimplantaria. El límite entre pérdida ósea fisiológica y patológica en la colocación de implantes dentales es un factor esencial en la determinación de la evolución del tratamiento. Los estudios retrospectivos evidencian el origen multifactorial de la MBL independientemente del tipo de rehabilitación protética y el momento de la carga, aunque la MBL parece estadísticamente menor en implantes con superficies rugosas, cambio de plataforma y una localización subcrestal (10), todos factores controlados en nuestro estudio.

En referencia al momento de la carga protética, cabe destacar que todos los implantes del presente trabajo fueron cargados de manera diferida, es decir, una vez que la osteointegración tuvo lugar. Si bien metaanálisis recientes no hallan diferencias en las tasas de supervivencia o MBL con la carga inmediata o tardía de los implantes (153), otros demuestran una pérdida mayor en los implantes cargados inmediatamente (MD= -0.10 mm; 95% CI -0.20 a -0.01; $p = 0.03$ en 9 ensayos clínicos) (154). Análisis posteriores también observan tasas de supervivencia inferior en implantes cargados inmediatamente comparados con carga convencional (después de la osteointegración), pero sin otras diferencias en cuanto a remodelación ósea, profundidad de sondaje o nivel gingival periimplantario (155). Otras revisiones sistemáticas asocian la MBL mayor en los implantes con carga convencional (pasados los 3 meses desde su colocación) con una media de 0.852 mm (95% CI 0.429-1.275) (156). Puede que, a la luz de las contradicciones, ninguno de los protocolos de carga protética tenga significancia clínica por sí solo.

Los estudios sobre cambio de plataforma han demostrado una menor pérdida ósea marginal y mejor supervivencia comparado con grupos control demostrando una MBL cero o incluso ganancia ósea en el 67.1 % de los casos frente al 49.2% en los casos donde la plataforma era recta con respecto al cuello del implante ($p < 0.004$) (157). El espacio que se consigue con el *switching platform* (cambio de plataforma) entre el implante y la restauración protética mejora el sellado biológico que reduce el remodelado óseo que se

produce en los primeros meses tras la colocación de la prótesis. En concordancia con estos resultados todos los implantes utilizados en este estudio fueron de la casa comercial Galimplant™ (Sarria, Lugo, Spain) en concreto el modelo IPX y con un diseño del pilar de diámetro menor que el de la plataforma del implante.

Las prótesis fueron confeccionadas a partir de la toma de impresiones de manera convencional con silicona pesada y fluida tal y como se describe en el apartado material y métodos. La adaptación precisa de las estructuras protéticas a los implantes, se considera un factor clave para conseguir un tratamiento exitoso a largo plazo (158). La evolución actual de la odontología hacia el uso de herramientas digitales como los escáneres intraorales ha permitido beneficios consolidados como disminuir el tiempo de trabajo, el coste de los materiales y simplificar la técnica de impresión (159). La precisión del escáner intraoral puede verse comprometida por determinados factores como la localización, el hecho de que se trate de uno o más implantes a escanear o la distancia que existe entre implantes colocados. Las revisiones sistemáticas recientes concluyen que la precisión de ambos métodos es similar, aunque la toma de impresión convencional sigue considerándose la más precisa (160).

Con respecto al material que se utiliza en las rehabilitaciones protéticas lo más común es el titanio, el zirconio, la porcelana, las aleaciones de oro y platino, así como las resinas en función del tipo de rehabilitación que se requiera. Los estudios histológicos sobre el efecto que el material tiene sobre la mucosa oral demuestran propiedades superiores para titanio y zirconio en cuanto a las propiedades sellantes del epitelio adherido en las zonas de los pónicos tras practicar exodoncias en los alveolos. Es interesante destacar que los pónicos de resina en contacto con la encía queratinizada mostró un retraso en la cicatrización comparado con los demás materiales (161). Las prótesis implantosoportadas de este estudio fueron elaboradas con los materiales más comunes de porcelana, zirconio, aleación de oro y platino y resina en función de las necesidades de rehabilitación, sin que esto supusiera diferencias en los resultados de MBL.

La pérdida ósea durante la fase de curación, antes de la carga protética, ha sido estudiada en trabajos retrospectivos similares al presente, con protocolos similares de medición y con una pérdida media de -0.5 mm (162), en consonancia con la MBL media obtenida en el momento de la segunda fase de nuestros pacientes que fue de -0.2 mm \pm -1.0 mm. Esta pérdida ósea temprana menor a -0.5 mm se considera aceptable, no obstante, una mayor MBL aumentaría significativamente el riesgo de progresión con el paso del tiempo hacia la periimplantitis (163), reflejo de ello es la correlación positiva de la MBL con respecto a todos los periodos temporales evaluados, con una gran correlación entre la

MBL a los 6 meses y a los 24 meses (Spearman $r=0.853$; $p< 0.0001$). Los modelos de regresión estiman una MBL progresiva (de media -0.3 mm los dos primeros meses y de -1.1 mm a los 6 meses) hasta los 12 meses (de -0.736 mm), a partir del momento en el que se produce una estabilidad – incluso con cierta mejoría – a partir de los 24 meses.

Este incremento en la MBL a los 6 meses puede ser explicado debido a la disrupción del tejido de unión periimplantario por la desconexión del pilar que podría producir una MBL secundaria. Un metaanálisis reciente de Koutouzis et al. (164) reveló que los IDs que sufrieron múltiples desconexiones de los pilares, presentaban unos 0.19 mm más de MBL. Con respecto a este hecho, Abrahamsson et al. (165) estudiaron en modelos animales el efecto que la desconexión / reconexión de los pilares tenían en el tejido periimplantario, observando en el grupo de estudio un nivel óseo marginal localizado a 1.5 mm desde la conexión del pilar, esto es aproximadamente 0.7 mm más apical comparado con el grupo control ($p < 0.05$). La distancia de la mucosa marginal a la conexión del pilar-implante fue de 0.02 mm en el grupo de estudio frente a los 2.54 mm en el grupo control, esto supone una recesión mucosa de aproximadamente 1.5 mm en el grupo de estudio, resultando en una inserción más apical del epitelio de unión.

Las conexiones-desconexiones repetidas fueron ocasionadas al colocar los pilares de cicatrización primero y, posteriormente, los *transfers* de impresión, así como pruebas intermedias de las prótesis fijas y, finalmente, su conexión definitiva. Reflejo de ello es que el modelo multivariable observó una MBL significativa con respecto al paso del tiempo ($p < 0.0001$). Esta reducción del nivel del hueso marginal se siguió observando hasta los 8.5 meses tras el acto quirúrgico, tiempo después del cual se produjo una estabilización ya que los IDs ya habían sido protéticamente cargados.

La mayoría de los pilares colocados en nuestro estudio fueron para prótesis múltiples (rotacionales) con un 73.6% del total y casi un 20% de los implantes fueron cargados con una prótesis con cantiléver. Respecto al tipo de pilar, los resultados de los modelos de regresión mostraron que los pilares antirrotacionales empleados en prótesis unitarias presentaron una MBL significativamente mayor a partir de los 12 meses tras la carga ($p < 0.001$). En contraposición a ello, se observa una mayor ganancia ósea crestal en pilares de mayor altura y en pilares rotacionales ($p = 0.003$). Este hecho ha quedado confirmado en metaanálisis recientes que demuestran una fuerte asociación entre la altura del pilar y la MBL, cuyas alturas superiores a 2 mm resultaron un factor protector importante en el mantenimiento óseo periimplantario (166).

5.4 MBL Y PARÁMETROS CLÍNICOS

La edad media de los pacientes de nuestro estudio en el momento de colocación de los implantes fue de casi 58 años (± 13.5), similar a metaanálisis anteriores (130). Las mediciones de MBL presentan correlación positiva en todos los momentos, pero se destaca una correlación muy potente entre la MBL-6 meses y la MBL-24 meses (r Spearman=0.853; $p < 0.0001$). Igualmente se describe una correlación fuerte entre la edad y la MBL-36 meses (r Spearman=0.714; $p=0.002$). Mediante modelos de regresión lineal se establece por cada incremento de un año un incremento de la MBL en 0.098 mm (IC95% -0.151 a -0.045 mm; $p=0.001$). Algunos estudios prospectivos sobre implantes inmediatos no hallan diferencias al comparar las medias de MBL con pacientes menores o mayores de 48 años ($p=0.94$) (21) y otros solo establecen esta relación con la edad en los implantes colocados en el maxilar (167). No obstante, esta comparación se lleva a cabo en cómputo global, tras los años de seguimiento, y no por intervalos de tiempo como hemos realizado en este estudio.

Los modelos de regresión aditivos generalizados mixtos no hallan tampoco diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la evolución de la MBL, resultando similar a estudios anteriores (168).

Estudios anteriores sobre la MBL y parámetros clínicos demuestran un efecto estadístico significativo en la MBL mayor en pacientes con periodontitis previa, mayor en periodontitis agresiva que en la crónica, mayor en fumadores que no fumadores, y en los fumadores superior en maxilar que en mandibular (169).

El 19.8% de los españoles refieren consumir tabaco diariamente y aunque es un porcentaje con tendencia a la baja, sigue suponiendo que 1 de cada 5 españoles fuma a diario (170). El 31.3% de los pacientes de nuestro estudio declaró ser consumidor diario de tabaco, un porcentaje algo superior a la media. El consumo de tabaco y las tasas de fracaso de implantes dentales es objeto de estudio en numerosos trabajos y donde el riesgo llega a cuatriplicarse cuando el paciente fuma más de 20 cigarrillos al día ($p < 0.001$) (171). En metaanálisis de 2020 el riesgo relativo de fracaso en pacientes que fumaban más de 20 cigarrillos al día comparado con no fumadores era 2.45 ($p=0.001$) (171). Acerca de la MBL, los pacientes fumadores de nuestro estudio presentaron una MBL superior a los 2 meses (0.4 ± 1.1 mm) en comparación con no fumadores (-0.2 ± 0.9) ($p=0.009$), aunque estas diferencias se invirtieron en las mediciones de los 36 meses. Lo que parece destacar el impacto que el tabaco tiene en la fase de curación más que en la fase de estabilización.

Los modelos de regresión aditivos generalizados mixtos estimó que los implantes inmediatos mandibulares presentaban menor MBL ($p=0.0365$) como también se ha reportado en estudios previos (172).

Las patologías autoinmunes como Síndrome de Sjogren, liquen plano o artritis reumatoide, han demostrado afectar negativamente a la MBL y a la presencia de periimplantitis, aunque las tasas de fracaso de los implantes no parecen verse afectadas (173). Poco menos de la mitad de nuestros pacientes padecían de comorbilidades (41.2%), y no hallamos diferencias relacionados con la MBL y comorbilidades, similar a estudios retrospectivos (174) anteriores.

Los pacientes con trastornos médicos que afectan de manera negativa al metabolismo óseo, como osteomalacia, enfermedad de Paget, hipertiroidismo o cáncer fueron excluidos de nuestro estudio, excepto los pacientes diagnosticados de osteoporosis. En general, el uso de implantes dentales en pacientes a tratamiento con bifosfonatos es controvertido, y metaanálisis recientes también sugieren que arriesgado. Los estudios comparativos demuestran una tasa de fracaso mayor en pacientes a tratamiento con bifosfonatos ($OR=1.653$, $p=0.047$) con una supervivencia global estimada a cinco y diez años del 94.2% (95% CI, 94.0-94.4) y 90.1% (95% CI, 89.8-90.3) respectivamente. Sin embargo, el análisis sobre la MBL no fue posibles debido a la heterogeneidad de los datos (175).

Otra condición fisiológica que puede comprometer la viabilidad de los implantes es durante el período de embarazo. Algunos autores consideran poco predecible la colocación de implantes en mujeres embarazadas debido a los cambios que se producen a nivel hormonal y del *biofilm* oral. La falta de estudios controlados sobre la tasa de éxito en mujeres embarazadas suscita su uso únicamente en casos estrictamente necesarios y de manera inmediata cuando afecta a zonas estéticas, como la pérdida de algún diente anterior, ya que hay clínicos que lo consideran poco ético teniendo en cuenta el efecto que la diabetes gestacional o la gingivitis puede tener en el éxito de los implantes dentales. En nuestro estudio hemos excluido a las pacientes embarazadas, ya que, en general se trata de un tratamiento que admite demora hasta después del parto y en los casos que se necesitó inmediatez se excluyeron igualmente ya que, al ser un colectivo poco incluido en trabajos anteriores, aumenta la heterogeneidad dificultando la comparación de los resultados (176).

Uno de los aspectos que ha demostrado tener un efecto significativo en la pérdida de implantes es la higiene oral. Los pacientes de nuestro estudio tenían planificadas las revisiones y citas de mantenimiento cada 6 meses y anuales desde la colocación de la/s prótesis. Además, todos los pacientes con enfermedad periodontal no controlada o no tratada fueron excluidos de nuestro estudio tal y como se ha especificado en el apartado

material y métodos. La periimplantitis es la pérdida progresiva del tejido óseo en torno al implante desde la colocación de la prótesis y la combinación de otros síntomas como inflamación y supuración. La consecuencia final de la periimplantitis es la pérdida del implante. Diversos factores se han estudiado como causantes de la enfermedad, siendo el factor etiológico de mayor peso la carga bacteriana en las prótesis sobre implantes. Por este motivo, la higiene individual juega un papel fundamental en el desarrollo de la enfermedad (177). Enseñar a los pacientes las técnicas de higiene oral y la influencia que las citas de revisión y mantenimiento tienen en el tejido periimplantario, resulta fundamental para prevenirla (178). Los pacientes de nuestro estudio recibieron instrucciones de higiene oral para sus respectivas rehabilitaciones protéticas el mismo día que se le entregó la carga definitiva. Además, a todos se les indicó después del primer día de la cirugía realizar enjuagues con clorhexidina 0.12% Perio-Aid tres veces al día durante 10 días. El uso de clorhexidina y de otros colutorios antibacterianos como aceites esenciales o cloruro de cetilpiridinio han demostrado disminuir la carga bacteriana en general, y en protocolos quirúrgicos de colocación de implantes en particular comparado con enjuagues de suero fisiológico ($p < 0.0001$) (179). Estudios prospectivos a corto y largo plazo sobre el uso de geles de CHX en los aditamentos protéticos de las coronas definitivas, hallan una MBL media de 1.04 ± 0.39 mm tras los 5 años de seguimiento, sin que hubiera diferencias significativas con los casos en los que no se colocó ningún gel (180).

Todos los implantes fracasados (1.1%) tuvieron lugar durante el periodo de osteointegración, no pudiendo asociar el fracaso a periimplantitis en ningún paciente. Las citas de revisión y mantenimiento se pautaron a los 6, 12, 24 y 36 meses, aunque no todos los pacientes pudieron acudir puntualmente a dichas citas debidas en parte a la pandemia por COVID-19.

En resumen, las recomendaciones actuales para prevenir la MBL incluyen el control del consumo del tabaco por parte del paciente, así como el control de los niveles de hemoglobina A1c antes de la cirugía y a lo largo de la vida. Se recomienda que se cuiden determinados aspectos quirúrgicos como la colocación de los IDIs en alveolos con suficiente encía queratinizada y tejido supracrestal de más de 2 mm. En cuanto a aspectos de tipo material se recomienda rehabilitar las prótesis con cambio de plataforma, con un sistema de conexión cónica del implante, así como pilares de al menos 2 mm de altura (23).

5.5 LIMITACIONES

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones metodológicas y consideraciones clínicas emergen como puntos críticos que influyen en la evaluación y los resultados. Entre las limitaciones metodológicas destacan la medición de la MBL a través de ortopantomografías, aunque esto ha sido compensado con el uso del mismo dispositivo y mediante el cálculo de la distorsión en cada implante. Las características propias de este tipo de imagen pueden parecer poco recomendables para la valoración de la MBL, sin embargo, es una prueba diagnóstica utilizada en estudios prospectivos y retrospectivos, similares al nuestro, lo que nos ha permitido comparar resultados (181–183). Además, otro tipo de imágenes como radiografías periapicales para el diagnóstico de MBL han demostrado un porcentaje de precisión diagnóstica similar (78.6%) al de las radiografías panorámicas (78.7%) (184) y los estudios que han realizado las mediciones con CBCT tampoco muestran ventajas adicionales suponiendo además una dosis de radiación superior (185).

En términos clínicos, la influencia del uso de protocolos de dos etapas frente a los pilares simultáneos es debatible, así como el posible beneficio de temporales individualizados o capsulas de cicatrización para proteger el alvéolo y promover la cicatrización. Además, la elección de biomateriales para el espacio peri-implantario emerge como un factor crítico que podría impactar significativamente la respuesta biológica y la osteointegración del implante.

Al ser un estudio retrospectivo, los datos se basan en pacientes que ya han sido tratados, lo que puede introducir un sesgo en la selección de los casos. Aunque se incluyó un número considerable de implantes, el tamaño de la muestra puede no haber sido lo suficientemente grande como para detectar diferencias significativas en subgrupos de pacientes, como aquellos con comorbilidades o condiciones específicas. Factores como la salud sistémica del paciente, el control de enfermedades como la diabetes, la higiene oral o el uso de medicamentos que afectan la cicatrización ósea podrían no haberse controlado adecuadamente, lo que puede haber influido en los resultados de la pérdida ósea marginal MBL. Aunque los resultados se recopilaron a lo largo de un período de 3 años, es posible que un seguimiento a más largo plazo fuera necesario para evaluar con precisión los efectos a largo plazo de los implantes inmediatos, como la estabilidad a 5 o 10 años. La falta de una evaluación exhaustiva de los tejidos blandos peri-implantarios, como la medición de la mucosa queratinizada, puede limitar la capacidad para evaluar completamente los resultados clínicos y estéticos de los implantes inmediatos. Un seguimiento a más largo plazo permitiría también hablar de criterios de éxito, valorando

parámetros de calidad y estabilidad de tejido periimplantario como la MBL o profundidad de sondaje, y no solo de tasas de supervivencia.

Finalmente, la evaluación de los resultados fue realizada por un solo examinador, lo que podría introducir sesgos. No obstante, como plan de contingencia, se estableció una buena calibración previa para minimizar estos riesgos. También se reconoce la posible dificultad para identificar con precisión la cresta alveolar en algunas radiografías, lo que podría influir en la evaluación de la MBL.

Como recomendaciones para investigaciones futuras, sería interesante conocer si la administración de antibióticos preventivos influye sobre la MBL ya que estudios recientes han relacionado el empleo de antimicrobianos diferentes a la amoxicilina con mayores tasas de fracaso implantario (186–188). En metaanálisis donde se compara la colocación de implantes inmediatos con y sin proceso infeccioso asociado, se observó una tasa supervivencia menor en los alveolos con infección activa en el momento de la extracción, aunque con significancia limitada por el grado de heterogeneidad (Heterogeneidad: $I^2 = 0.0\%$, $P_{heterogeneidad} = 0.997$), sin embargo, esto no parece que tuviera efecto alguno en la MBL posterior ($p=0.173$) (189).

Por otro lado, se recomienda que cuando se reporten datos sobre MBL en el futuro, se den las mediciones desde el momento de la implantación y desde el momento de la carga funcional protésica ya que, de lo contrario, las mediciones podrían ser sobre o subestimadas.

6

Conclusiones

6 CONCLUSIONES

1. El presente estudio respalda la eficacia clínica del protocolo de colocación de los implantes dentales inmediatos con unas tasas de supervivencia y MBL aceptables.
2. La colocación subcrestal, de aproximadamente 3 mm por debajo de la cresta ósea, asegura una posición de la plataforma del implante también subcrestal permitiendo la remodelación ósea durante los primeros meses posteriores a la implantación.
3. La ubicación de los implantes inmediatos en mandíbula en comparación con el maxilar se ha identificado como un factor que contribuye a una menor MBL.
4. El análisis de la MBL durante el periodo previo a la osteointegración demuestra una asociación significativa con el transcurso del tiempo sin otras covariables asociadas. Mientras que en el periodo posterior a la osteointegración la MBL no ha demostrado ser dependiente del tiempo, pero sí de la altura del pilar y del tipo de pilar (rotacional) con un impacto positivo dentro de los rangos establecidos.
5. El estudio de la MBL en los intervalos de tiempo analizados demuestran una pérdida progresiva en los primeros meses tras la colocación del implante dental, estabilizándose aproximadamente a los 8.5 meses después de la osteointegración.

7

Referencias

7 REFERENCIAS

1. Trullenque-Eriksson A, Guisado Moya B. Retrospective long-term evaluation of dental implants in totally and partially edentulous patients: part II: periimplant disease. *Implant Dent*. 2015 Apr;24(2):217–21.
2. Adler L, Buhlin K, Jansson L. Survival and complications: A 9- to 15-year retrospective follow-up of dental implant therapy. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2024 Apr 8];47(1):67–77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31359446/>
3. Howe MS, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. 2019 [cited 2024 Apr 8]; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.03.008>
4. Moraschini V, Poubel LADC, Ferreira VF, Barboza EDSP. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2024 Apr 8];44(3):377–88. Available from: <http://www.ijoms.com/article/S0901502714004251/fulltext>
5. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2012 Oct [cited 2024 Apr 9];23 Suppl 6(SUPPL.6):2–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23062124/>
6. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent*. 1983 Sep;50(3):399–410.
7. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: What can we learn? *Periodontol* 2000. 2015 Jun 1;68(1):122–34.

8. Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol*. 2008 Jul 21;35(7):630–9.
9. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? Vol. 73, *Periodontology 2000*. Blackwell Munksgaard; 2017. p. 84–102.
10. Testori T, Weinstein T, Scutellà F, Wang HL, Zucchelli G. Implant placement in the esthetic area: criteria for positioning single and multiple implants. Vol. 77, *Periodontology 2000*. Blackwell Munksgaard; 2018. p. 176–96.
11. Koh RU, Rudek I, Wang HL. Immediate implant placement: Positives and negatives. *Implant Dent*. 2010 Apr;19(2):98–108.
12. Lilet R, Desiron M, Finelle G, Lecloux G, Seidel L, Lambert F. Immediate implant placement combining socket seal abutment and peri-implant socket filling: A prospective case series. *Clin Oral Implants Res*. 2022 Jan 1;33(1):33–44.
13. Chu SJ, Salama MA, Salama H, Garber DA, Saito H, Sarnachiaro GO, et al. The dual-zone therapeutic concept of managing immediate implant placement and provisional restoration in anterior extraction sockets. *Compend Contin Educ Dent*. 2012;33(7):524–32, 534.
14. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, Fernández-Barbero JE, O’Valle F, Padiál-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022 Oct 1;24(5):630–42.
15. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981 Dec;10(6):387–416.
16. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1(1):11–25.
17. Galindo-Moreno P, León-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O’valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: Beyond 2 mm. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Apr 1;26(4):e28–34.

18. Covani U, Giammarinaro E, Marconcini S. Alveolar socket remodeling: The tug-of-war model. *Med Hypotheses*. 2020 Sep;142:109746.
19. Juodzbaly G, Stumbras A, Goyushov S, Duruel O, Tözüm TF. Morphological Classification of Extraction Sockets and Clinical Decision Tree for Socket Preservation/Augmentation after Tooth Extraction: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res*. 2019;10(3):e3.
20. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003 Aug;23(4):313–23.
21. Velasco-Ortega E, Wojtovicz E, España-Lopez A, Jimenez-Guerra A, Monsalve-Guil L, Ortiz-Garcia I, et al. Survival rates and bone loss after immediate loading of implants in fresh extraction sockets (single gaps). A clinical prospective study with 4 year follow-up. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2018 Mar;23(2):e230–6.
22. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Padiál-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res [Internet]*. 2022 Oct 1 [cited 2024 Feb 19];24(5):630. Available from: [/pmc/articles/PMC9796358/](#)
23. Arai Y, Takashima M, Matsuzaki N, Takada S. Marginal bone loss in dental implants: A literature review of risk factors and treatment strategies for prevention. *J Prosthodont Res [Internet]*. 2025 [cited 2025 Feb 12];69(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38925986/>
24. Schimmel M, Srinivasan | Murali, Mckenna | Gerald, Frauke Müller |. Effect of advanced age and/or systemic medical conditions on dental implant survival: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Impl Res [Internet]*. 2018 [cited 2024 Apr 8];29:311–30. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/clr.13288>
25. Srinivasan M, Meyer S, Mombelli A, Müller F. Dental implants in the elderly population: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Aug 1;28(8):920–30.

26. Naranjo Hernández A, Díaz del Campo Fontecha P, Aguado Acín MP, Arboleya Rodríguez L, Casado Burgos E, Castañeda S, et al. Recommendations by the Spanish Society of Rheumatology on Osteoporosis. *Reumatol Clin* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2025 Feb 12];15(4):188–210. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30470636/>
27. Rosen CJ. *The Epidemiology and Pathogenesis of Osteoporosis*. 2000.
28. Fernández-Figares-Conde I, Castellanos-Cosano L, Fernandez-Ruiz JA, Soriano-Santamaria I, Hueto-Madrid JA, Gómez-Lagunas J, et al. Multicentre Prospective Study Analysing Relevant Factors Related to Marginal Bone Loss: A Two-Year Evolution. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2025 Apr 14];11(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37623281/>
29. Jung J, Shim GJ, Park JS, Kwon YD, Ryu JI. Effect of anti-resorptive therapy on implant failure: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontal Implant Sci* [Internet]. 2024 [cited 2025 May 29];54(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40312936/>
30. Lemos CAA, de Oliveira AS, Faé DS, Oliveira HFF e., Del Rei Daltro Rosa CD, Bento VAA, et al. Do dental implants placed in patients with osteoporosis have higher risks of failure and marginal bone loss compared to those in healthy patients? A systematic review with meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2025 Feb 12];27(6):2483–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37043030/>
31. Mesa F, Chatzopoulos GS, Wolff LF. Clinical Medicine Survival Rates and Factors Affecting the Outcome Following Immediate and Delayed Implant Placement: A Retrospective Study. 2022 [cited 2025 Feb 12]; Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm11154598>
32. Al-Nawas B, Lambert F, Andersen SWM, Bornstein MM, Gahlert M, Jokstad A, et al. Group 3 ITI Consensus Report: Materials and antiresorptive drug-associated outcomes in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2025 Apr 20];34 Suppl 26(S26):169–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37750518/>

33. Zix J, Hug S, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(3):525–30.
34. Takekawa T, Moroi A, Gomi K, Takayama A, Yoshizawa K, Ueki K. Correlation Between Acquisition of Dental Implant Stability and Hounsfield Units at Dental Implant Placement. *J Oral Implantol* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2025 May 30];50(1):24–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38579113/>
35. Fu PS, Tseng FC, Lan TH, Lai PL, Chen CH, Chen JH, et al. Immediate implant placement with and without provisionalization: A comparison of a one-year longitudinal study. *J Dent Sci* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 May 30];18(3):1361–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37404616/>
36. Lv X, Zou L, Zhang X, Zhang X, Lai H, Shi J. Effects of diabetes/hyperglycemia on peri-implant biomarkers and clinical and radiographic outcomes in patients with dental implant restorations: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 Feb 17];33(12):1183–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36251562/>
37. Herrera D, Sanz M, Shapira L, Brotons C, Chapple I, Frese T, et al. Periodontal diseases and cardiovascular diseases, diabetes, and respiratory diseases: Summary of the consensus report by the European Federation of Periodontology and WONCA Europe. *Eur J Gen Pract* [Internet]. 2024 [cited 2025 Apr 15];30(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38511739/>
38. Annunziata M, Cecoro G, Guida A, Isola G, Pesce P, Sorrentino R, et al. Effectiveness of Implant Therapy in Patients With and Without a History of Periodontitis: A Systematic Review With Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *J Periodontal Res* [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 11]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39466662/>
39. Theodoridis C, Grigoriadis A, Menexes G, Vouros I. Outcomes of implant therapy in patients with a history of aggressive periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2025 Mar 11];21(2):485–503. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28013438/>

40. Heitz-Mayfield LJA, Huynh-Ba G. History of treated periodontitis and smoking as risks for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:39–68.
41. Simpson TC, Clarkson JE, Worthington H V., MacDonald L, Weldon JC, Needleman I, et al. Treatment of periodontitis for glycaemic control in people with diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2022 Apr 14 [cited 2025 Apr 15];4(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35420698/>
42. Naseri R, Yaghini J, Feizi A. Levels of smoking and dental implants failure: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2025 May 29];47(4):518–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31955453/>
43. Mustapha AD, Salame Z, Chrcanovic BR. Smoking and Dental Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Dec 27;58(1).
44. Bhatia AP, Rupamalini SN, Sathi KV, Marella VG, Pendyala SK, Purohit J, et al. Impact of the Habit of Alcohol Consumption on the Success of the Implants: A Retrospective Study. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2025 Jan 17];16(Suppl 1):S146–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38595494/>
45. Carr BR, Boggess WJ, Coburn JF, Chuang SK, Panchal N, Ford BP. Is Alcohol Consumption Associated With Protection Against Peri-Implantitis? A Retrospective Cohort Analysis. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2025 Jan 17];78(1):76–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31606390/>
46. Astolfi V, Ríos-Carrasco B, Gil-Mur FJ, Ríos-Santos JV, Bullón B, Herrero-Climent M, et al. Incidence of Peri-Implantitis and Relationship with Different Conditions: A Retrospective Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2025 Jan 17];19(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35409826/>
47. Ting M, Tenaglia MS, Jones GH, Suzuki JB. Surgical and Patient Factors Affecting Marginal Bone Levels Around Dental Implants: A Comprehensive Overview of Systematic Reviews. Vol. 26, *Implant Dentistry*. Lippincott Williams and Wilkins; 2017. p. 303–15.

48. Stacchi C, Troiano G, Montaruli G, Mozzati M, Lamazza L, Antonelli A, et al. Changes in implant stability using different site preparation techniques: Osseodensification drills versus piezoelectric surgery. A multi-center prospective randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023 Feb;25(1):133–40.
49. Zizzari VL, Berardi D, Congedi F, Tumedei M, Cataldi A, Perfetti G. Morphological aspect and iNOS and bax expression modification in bone tissue around dental implants positioned using piezoelectric bone surgery versus conventional drill technique. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2015 Jan 1;26(3):741–4.
50. Stacchi C, Bassi F, Troiano G, Rapani A, Lombardi T, Jokstad A, et al. Piezoelectric bone surgery for implant site preparation compared with conventional drilling techniques: A systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. *Int J Oral Implantol (Berl)*. 2020;13(2):141–58.
51. Bashutski JD, D’Silva NJ, Wang H. Implant compression necrosis: current understanding and case report. *J Periodontol [Internet]*. 2009 Apr [cited 2025 Apr 10];80(4):700–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19335092/>
52. Stocchero M, Toia M, Jinno Y, Cecchinato F, Becktor JP, Naito Y, et al. Influence of different drilling preparation on cortical bone: A biomechanical, histological, and micro-CT study on sheep. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Jul;29(7):707–15.
53. de Jesus RNR, Pandis N, Zanetta-Barbosa D, Stavropoulos A. Oversized Surgical Preparation of the Implant Site: Systematic Review and Meta-analysis of Preclinical Studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2024 Jun 21;(3):365–80.
54. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higginbottom FL, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Implants Res*. 2000;11(1):1–11.
55. Atsuta I, Ayukawa Y, Kondo R, Oshiro W, Matsuura Y, Furuhashi A, et al. Soft tissue sealing around dental implants based on histological interpretation. Vol. 60, *Journal of Prosthodontic Research*. Elsevier Ltd; 2016. p. 3–11.
56. Atsuta I, Narimatsu I, Morimoto T, Cheng CH, Koyano K, Ayukawa Y. Assessment of the soft-tissue seal at the interface between the base of the fixed denture pontic and the oral mucosa. *Materials*. 2021 Jul 2;14(14).

57. Bressan E, Guazzo R, Tomasi C, Peña TG, Galindo-Moreno P, Caponio VCA, et al. Influence of soft tissue thickness on marginal bone level around dental implants: A systematic review with meta-analysis and trial-sequential analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 May 1 [cited 2025 Mar 22];34(5):405–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36737243/>
58. Sun P, Yu D, Luo X, Xu A, Feng Y, He F ming. The Effect of Initial Biologic Width on Marginal Bone Loss: A Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2022 Jan [cited 2025 Mar 22];37(1):190–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35235638/>
59. Ramanauskaite A, Schwarz F, Sader R. Influence of width of keratinized tissue on the prevalence of peri-implant diseases: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2025 Mar 22];33 Suppl 23(S23):8–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35763022/>
60. Mahardawi B, Jiaranuchart S, Damrongsirirat N, Arunjaroen suk S, Mattheos N, Somboonsavatdee A, et al. The lack of keratinized mucosa as a risk factor for peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2025 Mar 22];13(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36882495/>
61. Babayığit O, Uçan-Yarkaç F. Influence of vertical mucosal thickness and keratinized mucosal width on peri-implant health and marginal bone loss: a prospective study with a 2-year follow-up. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2025 Mar 22];29(3):e318–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37992136/>
62. Palacios-Garzón N, Mauri-Obradors E, Ayuso-Montero R, Velasco-Ortega E, Anglada-Cantarell JM, López-López J. Marginal Bone Loss in Internal Conical Connection Implants Placed at the Crestal and Subcrestal Levels before Prosthetic Loading: A Randomized Clinical Study. *Materials (Basel)* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2025 Jan 17];15(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35629754/>
63. Palacios-Garzón N, Velasco-Ortega E, López-López J. Bone Loss in Implants Placed at Subcrestal and Crestal Level: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials (Basel)* [Internet]. 2019 Jan 5 [cited 2025 Jan 17];12(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30621286/>

64. Cruz RS, Lemos CAA, de Luna Gomes JM, Fernandes e Oliveira HF, Pellizzer EP, Verri FR. Clinical comparison between crestal and subcrestal dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2025 Apr 9];127(3):408–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33358610/>
65. Atieh MA, Baqain ZH, Tawse-Smith A, Ma S, Almoselli M, Lin L, et al. The influence of insertion torque values on the failure and complication rates of dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Jun;23(3):341–60.
66. Kreve S, Ferreira I, da Costa Valente ML, dos Reis AC. Relationship between dental implant macro-design and osseointegration: a systematic review. *Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Apr 18];28(1):1–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36171302/>
67. Ko YC, Lee D, Koo KT, Seol YJ, Lee YM, Lee J. A randomized controlled trial of immediate implant placement comparing hydroxyapatite nano-coated and uncoated sandblasted/acid-etched implants using a digital surgical guide. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2024 Jun 5 [cited 2025 Apr 21];10(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38839621/>
68. Alghamdi HS, Jansen JA. The development and future of dental implants. *Dent Mater J* [Internet]. 2020 [cited 2025 Jun 4];39(2):167–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31969548/>
69. Padhye NM, Calciolari E, Zuercher AN, Tagliaferri S, Donos N. Survival and success of zirconia compared with titanium implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2025 Jan 17];27(11):6279–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37740825/>
70. Anitua E, Tapia R, Luzuriaga F, Orive G. Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010 Feb;30(1):89–95.
71. Fu PS, Lan TH, Lai PL, Chen CH, Chen JH, Wang JC, et al. Implant stability and marginal bone level changes: A 2-year prospective pilot study. *J Dent Sci* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 Apr 21];18(3):1272–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37404618/>

72. Xu X, Huang J, Fu X, Kuang Y, Yue H, Song J, et al. Short implants versus longer implants in the posterior alveolar region after an observation period of at least five years: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2025 Mar 26];100. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32479956/>

73. da Silva AMP, da Silva APMP, Vieira MS, Canabarro A, Gonçalves LS, Ferreira D de C. Short Implant and Heavy Smokers as Predictors for Failure of Immediate Implants: a Retrospective Study. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 26];15(11):e874–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38074166/>

74. Pesce P, Del Fabbro M, Modenese L, Sandron S, Francetti L, Isola G, et al. Influence of implant diameter on implant survival rate and clinical outcomes in the posterior area: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2025 Mar 26];23(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37085829/>

75. Atieh MA, Ibrahim HM, Atieh AH. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* [Internet]. 2010 Oct [cited 2025 Jan 17];81(10):1350–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20575657/>

76. Attia S, Aykanat T, Chuchmová V, Stolte KN, Harder B, Schilling L, et al. The influence of platform switching and platform matching on marginal bone loss in immediately inserted dental implants: a retrospective clinical study. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2025 Mar 4 [cited 2025 Apr 24];11(1):16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40035995/>

77. Taheri M, Akbari S, Shamshiri AR, Shayesteh YS. Marginal bone loss around bone-level and tissue-level implants: A systematic review and meta-analysis. *Ann Anat* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2025 Mar 26];231. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380195/>

78. Menchini Fabris GB, Toti P, Covani U, Crespi G, Luca S, Crespi R. Bone assessment around the delayed dental implant with and without preformed anatomical caps: A 1-year retrospective case-control study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023 Dec;124(6S):101584.

79. Canullo L, Fedele GR, Iannello G, Jepsen S. Platform switching and marginal bone-level alterations: The results of a randomized-controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jan;21(1):115–21.
80. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. One abutment at one time: Non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Nov;22(11):1303–7.
81. Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Apr 1;28(4):443–52.
82. Atieh MA, Tawse-Smith A, Alsabeeha NHM, Ma S, Duncan WJ. The One Abutment–One Time Protocol: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Periodontol.* 2017 Nov;88(11):1173–85.
83. Wang Q qing, Dai R, Cao CY, Fang H, Han M, Li QL. One-time versus repeated abutment connection for platform-switched implant: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2017 Oct 1;12(10).
84. Canullo L, Bignozzi I, Cocchetto R, Cristalli MP, Iannello G. Immediate positioning of a definitive abutment versus repeated abutment replacements in post-extractive implants: 3-year follow-up of a randomised multicentre clinical trial. *Eur J Oral Implantol.* 2010;3(4):285–96.
85. Calcaterra R, Girolamo M, Mirisola C, Baggi L. Effects of Repeated Screw Tightening on Implant Abutment Interfaces in Terms of Bacterial and Yeast Leakage in Vitro: One-Time Abutment Versus the Multiscrewing Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* [Internet]. 2016 Mar [cited 2025 Apr 9];36(2):275–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26901305/>
86. Praça L de FG, Teixeira RC, Rego RO. Influence of abutment disconnection on peri-implant marginal bone loss: A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2020 Apr 1;31(4):341–51.
87. Sanz-Sánchez I, Molina A, Martín C, Bollain J, Calatrava J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on clinical and radiographic outcomes: A 5-year randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2024 Mar 20; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/clr.14256>

88. Moreira F, Rocha S, Caramelo F, Tondela JP, Velasco-Ortega E. materials One-Abutment One-Time Effect on Peri-Implant Marginal Bone: A Prospective, Controlled, Randomized, Double-Blind Study. 2021; Available from: <https://doi.org/10.3390/ma14154179>
89. Borges T, Montero J, Leitão B, Pereira M, Galindo-Moreno P. Periimplant bone changes in different abutment heights and insertion timing in posterior mandibular areas: Three-year results from a randomized prospective clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2025 Jan 17];32(2):203–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33230873/>
90. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic Width Around Titanium Implants. A Histometric Analysis of the Implanto-Gingival Junction Around Unloaded and Loaded Nonsubmerged Implants in the Canine Mandible. *J Periodontol*. 1997 Feb;68(2):186–97.
91. del Amo FSL, Romero-Bustillos M, Catena A, Galindo-Moreno P, Sánchez-Suárez JM, Sánchez R, et al. Effect of Abutment Height on Marginal Bone Loss Around Dental Implants: A Systematic Review. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2024 Feb [cited 2025 Jan 17];37(1):95-102G. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38381988/>
92. Galindo-Moreno P, León-Cano A, Monje A, Ortega-Oller I, O'valle F, Catena A. Abutment height influences the effect of platform switching on peri-implant marginal bone loss. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2016 Feb 1 [cited 2024 May 1];27(2):167–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25678247/>
93. Muñoz M, Vilarrasa J, Ruíz-Magaz V, Albertini M, Nart J. Influence of the abutment height on marginal bone level changes around two-piece dental implants: Meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2025 Apr 9];34(2):81–94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36482067/>
94. Bernabeu-Mira JC, Peñarrocha-Diago M, Viña-Almunia J, Romero-Gavilán F, Pérez-Sayans M, Peñarrocha-Oltra D. Influence of abutment shape on peri-implant tissue conditions: A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2025 Jan 17];34(10):1015–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37461127/>

95. Camps-Font O, Rubianes-Porta L, Valmaseda-Castellón E, Jung RE, Gay-Escoda C, Figueiredo R. Comparison of external, internal flat-to-flat, and conical implant abutment connections for implant-supported prostheses: A systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2025 Mar 28];130(3):327–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34776267/>
96. Yu X, Han Y, Wang J. Is an internal tapered connection more efficient than an internal nontapered connection? A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2025 Mar 28];124(4):431–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31862145/>
97. Laleman I, Lambert F, Gahlert M, Bacevic M, Woelfler H, Roehling S. The effect of different abutment materials on peri-implant tissues-A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2025 Mar 28];34 Suppl 26(S26):125–42. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37750527/>
98. Canullo L, Pesce P, Patini R, Antonacci D, Tommasato G. What Are the Effects of Different Abutment Morphologies on Peri-implant Hard and Soft Tissue Behavior? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2020 May [cited 2025 Apr 9];33(3):297–306. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32320183/>
99. Chen J, Cai M, Yang J, Aldhohrah T, Wang Y. Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent*. 2019 Dec;122(6):516–36.
100. Nagay BE, Dini C, Borges GA, Mesquita MF, Cavalcanti YW, Magno MB, et al. Clinical efficacy of anodized dental implants for implant-supported prostheses after different loading protocols: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 Apr 9];32(9):1021–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34352130/>
101. Dini C, Borges GA, Costa RC, Magno MB, Maia LC, Barão VAR. Peri-implant and esthetic outcomes of cemented and screw-retained crowns using zirconia abutments in single implant-supported restorations-A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2025 Apr 9];32(10):1143–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34352144/>

102. Lemos CAA, De Souza Batista VE, Almeida DADF, Santiago Júnior JF, Verri FR, Pellizzer EP. Evaluation of cement-retained versus screw-retained implant-supported restorations for marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2025 Apr 9];115(4):419–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26589441/>
103. Atieh MA, Shah M, Ameen M, Tawse-Smith A, Alsabeeha NHM. Influence of implant restorative emergence angle and contour on peri-implant marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2025 Apr 9];25(5):840–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37183357/>
104. de Souza Batista VE, Verri FR, Lemos CAA, Cruz RS, Oliveira HFF, Gomes JML, et al. Should the restoration of adjacent implants be splinted or nonsplinted? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019 Jan 1;121(1):41–51.
105. Schwarz F, Alcoforado G, Guerrero A, Jönsson D, Klinge B, Lang N, et al. Peri-implantitis: Summary and consensus statements of group 3. The 6th EAO Consensus Conference 2021. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Oct 1;32(S21):245–53.
106. Naseri R, Yaghini J, Feizi A. Levels of smoking and dental implants failure: A systematic review and meta-analysis. Vol. 47, *Journal of Clinical Periodontology*. Blackwell Munksgaard; 2020. p. 518–28.
107. Mustapha AD, Salame Z, Chrcanovic BR. Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. Vol. 58, *Medicina (Lithuania)*. MDPI; 2022.
108. Reis INR dos, do Amaral GCLS, Hassan MA, Villar CC, Romito GA, Spin-Neto R, et al. The influence of smoking on the incidence of peri-implantitis: A systematic review and meta-analysis. Vol. 34, *Clinical Oral Implants Research*. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 543–54.
109. Astolfi V, Ríos-Carrasco B, Gil-Mur FJ, Ríos-Santos JV, Bullón B, Herrero-Climent M, et al. Incidence of Peri-Implantitis and Relationship with Different Conditions: A Retrospective Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2025 Apr 23];19(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35409826/>

110. Renvert S, Persson GR, Pirih FQ, Camargo PM. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2025 Apr 23];89 Suppl 1:S304–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29926953/>
111. Iușan SAL, Lucaciu OP, Petrescu NB, Mirică IC, Toc DA, Albu S, et al. Exploring Peri-Implantitis Risk-Factors: A Cross-Sectional Study. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2025 Apr 1 [cited 2025 Apr 30];13(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40277478/>
112. Giok KC, Veettil SK, Menon RK. Risk factors for Peri-implantitis: An umbrella review of meta-analyses of observational studies and assessment of biases. *J Dent* [Internet]. 2024 Jul 1 [cited 2025 Apr 30];146. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38762079/>
113. Rigolin MSM, Barbugli PA, Jorge JH, Reis MRD, Adabo GL, Casemiro LA, et al. Effect of the aging of titanium and zirconia abutment surfaces on the viability, adhesion, and proliferation of cells and the adhesion of microorganisms. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2025 May 30];122(6):564.e1-564.e10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31791536/>
114. Diaz P, Gonzalo E, Villagra LJG, Miegimolle B, Suarez MJ. What is the prevalence of peri-implantitis? A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 Apr 25];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36261829/>
115. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Padiá-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022 Oct;24(5):630–42.
116. Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, Chapple I, Jepsen S, Sculean A, et al. Prevention and treatment of peri-implant diseases—The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2025 Apr 30];50(S26):4–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37271498/>

117. Atieh MA, Alali F, Alsabeeha NHM. Outcome of supportive peri-implant therapy on the rates of peri-implant diseases and marginal bone loss: a systematic review and meta-analysis. *Quintessence Int* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2025 Apr 9];52(2):122–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33433078/>
118. Di Spirito F, Pisano M, Di Palo MP, Franci G, Rupe A, Fiorino A, et al. Peri-Implantitis-Associated Microbiota before and after Peri-Implantitis Treatment, the Biofilm “Competitive Balancing” Effect: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Microorganisms* [Internet]. 2024 Oct 1 [cited 2025 Apr 30];12(10):1965. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11509653/>
119. Elm E von, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008 Apr 20;61(4):344–9.
120. Misch CE, Silc JT. Using implant positions: Treatment planning canine and first molar rules. *Dent Today*. 2009 Aug;28(8):66–71.
121. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent* [Internet]. 2008 [cited 2024 Apr 30];17(1):5–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18332753/>
122. 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 Oct;29 Suppl 16:106–34.
123. Bassir SH, El Kholy K, Chen CY, Lee KH, Intini G. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*. 2019 May;90(5):493–506.
124. Garcia-Sanchez R, Dopico J, Kalemaj Z, Buti J, Pardo Zamora G, Mardas N. Comparison of clinical outcomes of immediate versus delayed placement of dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2022 Mar;33(3):231–77.

125. Misch CE, Misch-Dietsh F, Silc J, Barboza E, Cianciola LJ, Kazor C. Posterior implant single-tooth replacement and status of adjacent teeth during a 10-year period: a retrospective report. *J Periodontol.* 2008 Dec;79(12):2378–82.
126. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1(1):11–25.
127. Bassir SH, El Kholy K, Chen CY, Lee KH, Intini G. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2019 May;90(5):493–506.
128. Ickroth A, Seyssens L, Christiaens V, Pitman J, Cosyn J. Immediate versus early implant placement for single tooth replacement in the aesthetic area: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2024 Jun;35(6):585–97.
129. Cosyn J, De Lat L, Seyssens L, Doornewaard R, Deschepper E, Vervaeke S. The effectiveness of immediate implant placement for single tooth replacement compared to delayed implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2019 Jun;46 Suppl 21:224–41.
130. Mello CC, Lemos CAA, Verri FR, Dos Santos DM, Goiato MC, Pellizzer EP. Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017 Sep;46(9):1162–77.
131. Bassir SH, El Kholy K, Chen CY, Lee KH, Intini G. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2019 May;90(5):493–506.
132. Hedayatipanah M, Arasteh HK, Shokri A, Alafchi B, Baghdadi LS. Effect of vertical implant position on marginal bone loss: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health.* 2024 Jun 24;24(1):727.
133. de Oliveira-Neto OB, Lemos CAA, Barbosa FT, de Sousa-Rodrigues CF, Camello de Lima FJ. Immediate dental implants placed into infected sites present a higher risk of failure than immediate dental implants placed into non-infected sites: Systematic review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2019 Jul 1;24(4):e518–28.

134. Montoya-Salazar V, Castillo-Oyagüe R, Torres-Sánchez C, Lynch CD, Gutiérrez-Pérez JL, Torres-Lagares D. Outcome of single immediate implants placed in post-extraction infected and non-infected sites, restored with cemented crowns: A 3-year prospective study. *J Dent* [Internet]. 2014 [cited 2025 May 7];42(6):645–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24675527/>
135. Edibam NR, Lorenzo-Pouso AI, Caponio VCA. Self-reported allergy to penicillin and clindamycin administration may be risk factors for dental implant failure: A systematic review, meta-analysis and delabeling protocol. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 May 14];34(7):651–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37102260/>
136. Sociedad Española de Implantes. *Guía de Práctica Clínica de Prescripción de Antibióticos Preventivos en Implantología Oral*. . ISBN: 978–84–09–29688–0., editor. Madrid; 2021.
137. Salgado-Peralvo AO, Garcia-Sanchez A, Kewalramani N, Barone A, Martínez-González JM, Velasco-Ortega E, et al. Consensus Report on Preventive Antibiotic Therapy in Dental Implant Procedures: Summary of Recommendations from the Spanish Society of Implants. *Antibiotics* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2025 May 16];11(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35625298/>
138. Özdemir Kabalak M, Aytac EN, Tarhan N, Karabulut E, Keceli HG. Potential barriers to the rational antibiotic use in dental and periodontal practice: A questionnaire-based online survey. *Dent Med Probl* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2025 May 16];61(3):373–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38958119/>
139. Torof E, Morrissey H, Ball PA. Antibiotic Use in Dental Implant Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Apr 5;59(4).
140. Sargolzaie N, Zarch HH, Arab H, Koohestani T, Ramandi MF. Marginal bone loss around crestal or subcrestal dental implants: prospective clinical study. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2022 Jun 30;48(3):159–66.
141. Lemos CAA, Verri FR, de Oliveira Neto OB, Cruz RS, Luna Gomes JM, da Silva Casado BG, et al. Clinical effect of the high insertion torque on dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2021 Oct;126(4):490–6.

142. Bergamo ETP, Zahoui A, Barrera RB, Huwais S, Coelho PG, Karateew ED, et al. Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2025 Mar 26];23(3):317–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34047046/>
143. Zhang Q, Yue X. Marginal Bone Loss around Machined Smooth Neck Implants Compared to Rough Threaded Neck Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Prosthodont* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2025 Mar 26];30(5):401–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33462909/>
144. Borges H, Correia ARM, Castilho RM, de Oliveira Fernandes GV. Zirconia Implants and Marginal Bone Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020;35(4):707–20.
145. Kotsakis GA, Nguyen TT, Siormpas K, Pikos MA, Pohl S, Tarnow D, et al. Clinical outcomes of retention of the buccal root section combined with immediate implant placement: A systematic review of longitudinal studies. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023 Feb;25(1):23–34.
146. De Angelis P, Manicone PF, Rella E, Liguori MG, De Angelis S, Tancredi S, et al. The effect of soft tissue augmentation on the clinical and radiographical outcomes following immediate implant placement and provisionalization: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent*. 2021 Aug 26;7(1):86.
147. Li F, Roguljić M, Medvedec-Mikić I, Sánchez-Garcés MÁ, Toledano-Serrabona J, Camps-Font O. Survival analysis of dental implants placed in a private practice. A multicenter prospective cohort study. *J Clin Exp Dent*. 2024 May;16(5):e556–61.
148. Levine RA, Dias DR, Wang P, Araújo MG. Effect of the buccal gap width following immediate implant placement on the buccal bone wall: A retrospective cone-beam computed tomography analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2025 Mar 7];24(4):403–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35605151/>
149. Raes F, Cosyn J, De Bruyn H. Clinical, aesthetic, and patient-related outcome of immediately loaded single implants in the anterior maxilla: a prospective study in extraction sockets, healed ridges, and grafted sites. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013 Dec;15(6):819–35.

150. Cooper LF, Reside GJ, Raes F, Garriga JS, Tarrida LG, Wiltfang J, et al. Immediate provisionalization of dental implants placed in healed alveolar ridges and extraction sockets: a 5-year prospective evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(3):709–17.
151. Puisys A, Auzbikaviciute V, Vindasiute-Narbutė E, Pranskunas M, Razukevicius D, Linkevicius T. Immediate implant placement vs. early implant treatment in the esthetic area. A 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2022 Jun 7;33(6):634–55.
152. Huynh-Ba G, Hoders AB, Meister DJ, Prihoda TJ, Mills MP, Mealey BL, et al. Esthetic, clinical, and radiographic outcomes of two surgical approaches for single implant in the esthetic area: 1-year results of a randomized controlled trial with parallel design. *Clin Oral Implants Res.* 2019 Aug 7;30(8):745–59.
153. Zhao G, Zhou Y, Shi S, Liu X, Zhang S, Song Y. Long-term clinical outcomes of immediate loading versus non-immediate loading in single-implant restorations: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2022 Oct;51(10):1345–54.
154. Esposito M, Grusovin MG, Maghaireh H, Worthington H V. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Mar 28;2013(3):CD003878.
155. Chen J, Cai M, Yang J, Aldhohrah T, Wang Y. Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent.* 2019 Dec;122(6):516–36.
156. Sommer M, Zimmermann J, Grize L, Stübinger S. Marginal bone loss one year after implantation: a systematic review of different loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Jan;49(1):121–34.
157. Guerra F, Wagner W, Wiltfang J, Rocha S, Moergel M, Behrens E, et al. Platform switch versus platform match in the posterior mandible – 1-year results of a multicentre randomized clinical trial. *J Clin Periodontol [Internet].* 2014 [cited 2024 May 7];41(5):521–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24829969/>

158. Ma J, Zhang B, Song H, Wu D, Song T. Accuracy of digital implant impressions obtained using intraoral scanners: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2023 Dec 6 [cited 2025 May 21];9(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38055096/>
159. Revilla-León M, Lanis A, Yilmaz B, Kois JC, Gallucci GO. Intraoral digital implant scans: Parameters to improve accuracy. *Journal of Prosthodontics* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2025 May 21];32(S2):150–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37586762/>
160. Albanchez-González MI, Brinkmann JCB, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2025 May 21];19(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35206217/>
161. Atsuta I, Narimatsu I, Morimoto T, Cheng CH, Koyano K, Ayukawa Y. Assessment of the Soft-Tissue Seal at the Interface between the Base of the Fixed Denture Pontic and the Oral Mucosa. *Materials (Basel)* [Internet]. 2021 Jul 2 [cited 2024 May 7];14(14). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34300915/>
162. Banu RF, Kumar VA. Early implant bone loss in the preprosthetic phase: A retrospective study. *J Oral Implantol*. 2023 Aug 1;49(4):355–60.
163. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Padiál-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022 Oct;24(5):630–42.
164. Koutouzis T, Gholami F, Reynolds J, Lundgren T, Kotsakis GA. Abutment disconnection/reconnection affects peri-implant marginal bone levels: A meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32(3):575–81.
165. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennstrom J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 1996 Sep;7(3):212–9.

166. Del Amo FSL, Romero-Bustillos M, Catena A, Galindo-Moreno P, Sánchez-Suárez JM, Sánchez R, et al. Effect of abutment height on marginal bone loss around dental implants: A systematic review. *Int J Prosthodont*. 2024 Feb 21;37(1):95–102.
167. Negri M, Galli C, Smerieri A, Macaluso GM, Manfredi E, Ghiacci G, et al. The effect of age, gender, and insertion site on marginal bone loss around endosseous implants: results from a 3-year trial with premium implant system. *Biomed Res Int*. 2014;2014:369051.
168. Khehra A, Zanner O, Samet N, Levin L. The Influence of Patient-, Site-, and Implant-Related Factors on Marginal Bone Levels of Dental Implants in a Rural Population in China: A Retrospective Study. *Clin Exp Dent Res*. 2024 Dec;10(6):e70045.
169. Ting M, Tenaglia MS, Jones GH, Suzuki JB. Surgical and Patient Factors Affecting Marginal Bone Levels Around Dental Implants: A Comprehensive Overview of Systematic Reviews. *Implant Dent* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2024 May 5];26(2):303–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28234709/>
170. Rey-Brandariz J, Ruano-Ravina A, Santiago-Pérez MI, Varela-Lema L, Guerra-Tort C, Montes A, et al. Evolución de la prevalencia de consumo de tabaco en España y sus 17 comunidades autónomas (1987-2020). *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2024 May 17 [cited 2025 May 8];162(9):417–24. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775323007157>
171. Naseri R, Yaghini J, Feizi A. Levels of smoking and dental implants failure: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2024 May 7];47(4):518–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31955453/>
172. Ting M, Tenaglia MS, Jones GH, Suzuki JB. Surgical and patient factors affecting marginal bone levels around dental implants: A comprehensive overview of systematic reviews. *Implant Dent*. 2017 Apr;26(2):303–15.
173. Esimekara JFO, Perez A, Courvoisier DS, Scolozzi P. Dental implants in patients suffering from autoimmune diseases: A systematic critical review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2025 Mar 25];123(5):e464–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35033725/>

174. Jiang X, Zhu Y, Liu Z, Tian Z, Zhu S. Association between diabetes and dental implant complications: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand*. 2021 Jan;79(1):9–18.
175. -Ortega V, Sulaiman N, Fadhul F, Ramos Chrcanovic B. Bisphosphonates and Dental Implants: A Systematic Review and Meta-Analysis. 2023 [cited 2025 Mar 25]; Available from: <https://doi.org/10.3390/ma16186078>
176. Taban M, Fatemi A, Soleimani M, Sajedi SM, Sabzevari B. Risk factors associated with implant sites prepared by orthodontic treatment: a systematic review. *Eur J Transl Myol*. 2023 Nov 21;33(4).
177. Şahin T. The effect of individuals' oral hygiene habits and knowledge levels on peri-implant health and disease: a questionnaire-based observational study. *BMC Oral Health*. 2024 Apr 11;24(1):443.
178. Şahin T. The effect of individuals' oral hygiene habits and knowledge levels on peri-implant health and disease: a questionnaire-based observational study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 May 7];24(1):443. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11010301/>
179. Yaghmoor W, Ruiz-Torruella M, Ogata Y, Natto ZS, Finkelman M, Kawai T, et al. Effect of preoperative chlorhexidine, essential oil, and cetylpyridinium chloride mouthwashes on bacterial contamination during dental implant surgery: A randomized controlled clinical trial. *Saudi Dental Journal* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Jun 4];36(3):492–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38525187/>
180. D'Addazio G, Manciocchi E, Tafuri G, Schiavone R, Murmura G, Mavriqi L, et al. Long-Term Efficacy of Chlorhexidine Gel in Single-Crown Implant Rehabilitation: A Five-Year Follow-Up Study. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2025 May 21];11(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37886913/>
181. Faur CI, Herman A, Leahu I, Megiesan S, Caluian I. Marginal Bone Loss Around the Implant: A Retrospective Analysis of Bone Remodeling Over Five Years of Follow-Up. *Cureus* [Internet]. 2024 Dec 22 [cited 2025 Mar 24];16(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39720772/>
182. Sahrman P, Kühl S, Dagassan-Berndt D, Bornstein MM, Zitzmann NU. Radiographic assessment of the peri-implant site. *Periodontol 2000* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 Mar 24];95(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38951952/>

183. Tercanli Alkis H, Turker N. Retrospective evaluation of marginal bone loss around implants in a mandibular locator-retained denture using panoramic radiographic images and finite element analysis: A pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2025 Mar 24];21(6):1199–205. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31625683/>
184. Zhang C, Fan L, Zhang S, Zhao J, Gu Y. Deep learning based dental implant failure prediction from periapical and panoramic films. *Quant Imaging Med Surg* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2025 Mar 24];13(2):935–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36819274/>
185. Jalaluddin M, Rathod A, Mailankote S, Bipinchandra LN, Raj BH, Ahirwar A. Radiographic Assessment of the Marginal Bone Loss Around the Implant Before and After the Prosthesis Placement-A Comparative Study. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2024 Dec [cited 2025 May 7];16(Suppl 5):S4693–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40061750/>
186. Salgado-Peralvo AO, Peña-Cardelles JF, Kewalramani N, Velasco-Ortega E. Use of alternative drugs to penicillins as a possible risk factor in dental implant treatment. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021 Jul;3:S2468-7855(21)00145-2.
187. Salgado-Peralvo AO, Peña-Cardelles JF, Kewalramani N, Ortiz-García I, Jiménez-Guerra Á, Uribarri A, et al. Is penicillin allergy a risk factor for early dental implant failure? A systematic review. *Antibiotics*. 2021;10:1227.
188. Salgado-Peralvo AO, Peña-Cardelles JF, Kewalramani N, Mateos-Moreno MV, Jiménez-Guerra Á, Velasco-Ortega E, et al. Preventive antibiotic therapy in the placement of immediate implants: A systematic review. *Antibiotics*. 2022;11(1):5.
189. Zhao D, Wu Y, Xu C, Zhang F. Immediate dental implant placement into infected vs. non-infected sockets: a meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Oct;27(10):1290–6.

Índice de figuras

Figura 1.	Diagrama de flujo según la guía STROBE.	50
Figura 2.	Imagen de los implantes IPX de Galimplant® con las alturas y diámetros disponibles.	53
Figura 3.	Proceso quirúrgico de colocación inmediata de implantes dentales en el tercer cuadrante de un paciente del estudio donde se pueden observar los alveolos postextracción (A) y los implantes inmediatos (B).	55
Figura 4.	Radiografía panorámica del paciente de la figura 3 donde se pueden observar las piezas extraídas en el tercer cuadrante antes de las exodoncias (A) y los implantes colocados pos extracción (B).	55
Figuras 5.	Resumen del protocolo aplicado en la rehabilitación con prótesis sobre implantes.	56
Figura 6.	Ejemplo de un caso incluido en este estudio en el que se observan las mediciones realizadas para el cálculo de la MBL en los diferentes momentos de seguimiento del paciente.	57
Figura 7.	A) Ejemplo de BL en implante inmediato #33 (A1: Marzo 2019- A2: Septiembre 2023); B) Ejemplo de BR en implante #26 (B1: Noviembre 2019- B2: Enero 2020); C) Ejemplo de BO en implante #46 (C1: Enero 2019-C2: Enero 2020).	59
Figura 8.	Efecto del tiempo en la MBL en el periodo pre-osteointegration (PreOI).	69
Figure 9.	Efecto del tiempo en la MBL en el periodo post osteointegración (PostOI). ...	71

Índice de tablas

Tabla 1.	Datos descriptivos de la muestra.	64
Tabla 2.	Resumen de las medias de MBL en los diferentes momentos de medición.	65
Tabla 3.	Relación entre MBL en diferentes momentos y parámetros clínicos (CI = intervalo de confianza; NA = no aplica; OI = osteointegración).....	66
Tabla 4.	Modelo de regresión aditivo generalizado donde se modelizó el efecto del sexo, lugar del implante, longitud del pilar y tiempo sobre la pérdida ósea marginal. Se consideró un término aleatorio anidado (paciente pieza dental) (ID = implante dental; Std Error = error estándar; Sig = significancia; edf =grados de libertad efectivos; Ref. df =referencia grado de libertad).	70

Anexos

ANEXO I: COMITÉ DE ÉTICA



Dictamen Protocolo Favorable

C.I. 23/803-E

27 de diciembre de 2023

Dra. Lourdes Cabrera García
Secretaria del CEIm Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

- Que el CEIm Hospital Clínico San Carlos en reunión de Comisión Permanente, acta 1.1/24, ha evaluado la respuesta a las aclaraciones solicitadas con anterioridad al estudio:

Título: **"ESTABILIDAD DE LOS TEJIDOS PERIIMPLANTARIOS EN IMPLANTES INMEDIATOS POST EXTRACCIÓN. ESTUDIO CLÍNICO TRANSVERSAL RETROSPECTIVO"**

Investigador: **ANGEL-ORION SALGADO PERALVO** Departamento De Especialidades Clínicas Odontológicas - Facultad De Odontología De La Universidad Complutense De Madrid

Código Interno: **23/803-E**

Tipo Documento	Versión
Protocolo	-
Hoja Información de Paciente	-

- Que en este estudio:
 - Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
 - Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
 - La capacidad del equipo investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
 - El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
 - Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.
- Que este Comité ha decidido emitir un **DICTAMEN FAVORABLE**.

- Que en dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente – Real Decreto 1090/2015 – para que la decisión del citado CEIm sea válida.
- Que el CEIm Hospital Clínico San Carlos tanto en su composición como en sus procedimientos, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95) y con la legislación vigente que regula su funcionamiento, y que la composición del CEIm Hospital Clínico San Carlos es la indicada a continuación, teniendo en cuenta que en el caso de que algún miembro participe en el proyecto o declare algún conflicto de interés no habrá participado en la evaluación ni en el dictamen de la solicitud de autorización del proyecto.

Presidenta	Dra. M. García Arenillas	Esp. Farmacología Clínica
Vicepresidente	Dr. A. Marcos Dolado	Esp. Neurología
Secretaria Técnica	Dra. L. Cabrera García	Esp. Farmacología Clínica
Vocales	Dr. M. Carnero Alcazar	Esp. Cirugía Cardiovascular
	Dr. J.A. García Sáenz	Esp. Oncología Médica
	Dr. F.J. Martín Sánchez	Esp. Urgencias
	Dr. A.M. Molino González	Esp. Medicina Interna
	D^a. M.L. Pastor Alfonso	Otras No Sanitarias
	D^a. M. Peláez Agudo	Atención Primaria
	D^a. T. Peña Rollán	Ldo. Derecho
	D^a. M. Sáenz de Tejada López	Farmacia
	D^a. I. Serrano García	Otras No Sanitarias (Exp. Estadística)
	D. S. Varga Vázquez	Enfermería
	Dr. C. Verdejo Bravo	Esp. Geriatría

Para que conste donde proceda, y a petición del promotor.

Lo que firmo en Madrid, a 27 de diciembre de 2023

Fecha:
2023.12.27
14:09:23
+01'00'
Fdo.: Dra. Lourdes Cabrera García
Secretaria del CEIm Hospital Clínico San Carlos


Firmado electrónicamente por
LOURDES CABRERA GARCIA

ANEXO II: MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE ADULTO

TÍTULO DEL ESTUDIO: ESTABILIDAD DE LOS TEJIDOS PERIIMPLANTARIOS EN IMPLANTES INMEDIATOS POST EXTRACCIÓN. ESTUDIO CLÍNICO TRANSVERSAL

RETROSPECTIVO.

INVESTIGADOR: Mario Pérez Sayáns, Federico Rehberger Bescós

CENTRO: Clínica Dental Rehberger López-Fanjul (Avenida Hermanos Menéndez Pidal 27, Oviedo)

Este documento tiene por objeto ofrecerle información sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de Galicia.

Si decide participar en el mismo debe recibir información personalizada del investigador, leer antes este documento y hacer todas las preguntas que precise para comprender los detalles sobre el mismo. Si así lo desea puede llevar el documento, consultarlo con otras personas, y tomar el tiempo necesario para decidir si participar o no.

La participación en este estudio es completamente voluntaria. Usted puede decidir no participar o, si acepta hacerlo, cambiar de parecer retirando el consentimiento en cualquier momento sin obligación de dar explicaciones. Le aseguramos que esta decisión no afectará a la relación con los profesionales sanitarios que le atienden ni a la asistencia sanitaria a la que usted tiene derecho.

¿Cuál es la finalidad del estudio?

El objetivo principal de este estudio es evaluar los tejidos que rodean su implante, viendo cómo ha evolucionado el hueso y la encía que lo cubre.

¿Por qué me ofrecen participar a mí?

Usted es invitado a participar porque su implante fue colocado en el mismo momento de quitarle el diente que se le repuso.

¿En qué consiste mi participación?

En la utilización de resultados de pruebas ya realizadas y datos registrados en la historia clínica. Durante el proceso de colocación del implante y en revisiones sucesivas, se le hacen unos controles radiográficos y clínicos de rutina (se hacen radiografías, se observa la encía, y se mide el hueso que hay en torno al implante). Estos procedimientos son de rutina para comprobar la evolución del tratamiento. Usted nos deja acceder a esos datos clínicos para analizarlos. Esto NO varía de la práctica clínica habitual.

Su participación no supondrá más tiempo del que ya pasó en revisiones anteriores o el tiempo que se estima para las revisiones post tratamiento (15 minutos aproximadamente). Este tiempo NO es adicional del que se usa en la práctica clínica habitual.

¿Qué molestias o inconvenientes tiene?

Su participación no implica molestias adicionales a las de la práctica asistencial habitual.

¿Obtendré algún beneficio por participar?

No se espera que usted obtenga beneficio directo por participar en el estudio. La investigación pretende descubrir aspectos desconocidos o poco claros sobre la evolución del hueso de los implantes colocados en el mismo momento de la extracción del diente. Esta información podrá ser de utilidad en el futuro para otras personas.

¿Recibiré la información que se obtenga del estudio?

Si usted lo desea, se le facilitará un resumen de los resultados del estudio.

¿Se publicarán los resultados de este estudio?

Los resultados de este estudio serán remitidos a publicaciones científicas para su difusión, pero no se transmitirá ningún dato que pueda llevar a la identificación de los participantes.

Información referente a sus datos:

La obtención, tratamiento, conservación, comunicación y cesión de sus datos se hará conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016), la

normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente, la Ley 14/2007 de investigación biomédica y el RD 1716/2011.

La institución en la que se desarrolla esta investigación es la responsable del tratamiento de sus datos, pudiendo contactar con el Delegado/a de Protección de Datos a través de los siguientes medios: dirección electrónica: José Julio Fernández Rodríguez/E-mail: dpd@usc.es

Los datos necesarios para llevar a cabo este estudio serán recogidos y conservados de modo:

Seudonimizados (Codificados), la seudonimización es el tratamiento de datos personales de manera tal que no pueden atribuirse a un/a interesado/a sin que se emplee información adicional. En este estudio solo el equipo investigador conocerá el código que permitirá saber su identidad.

La normativa que rige el tratamiento de datos de personas, le otorga derecho a acceder a sus datos, oponerse, corregirlos, cancelarlos, limitar su tratamiento, restringir o solicitar la supresión de sus datos. También puede solicitar una copia de los mismos o que esta sea remitida a un tercero (derecho de portabilidad).

Para ejercer estos derechos puede usted dirigirse al Delegado/a de Protección de Datos del centro a través de los medios de contacto antes indicados o al investigador/a principal de este estudio en la dirección electrónica: dpd@usc.es y/o teléfono: 881811009.

Así mismo, usted tiene derecho a interponer una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos, cuando considere que alguno de sus derechos no ha sido respetado.

Solo el equipo investigador y las autoridades sanitarias, que tienen deber de guardar la confidencialidad, tendrán acceso a todos los datos recogidos en el estudio. Podrá transmitirse a terceros información que no pueda ser identificada. En el caso de que alguna información sea transmitida a otros países, se realizará con un nivel de protección de los datos equivalente, como mínimo, al exigido por la normativa española y europea.

Al finalizar el estudio, o el plazo legal establecido, los datos recogidos serán eliminados o guardados anónimos para su uso en futuras investigaciones según lo que usted escoja en la hoja de firma del consentimiento.

¿Existen intereses económicos en este estudio?

Esta investigación es promovida por Mario Pérez Sayáns con fondos propios del servicio de Medicina Oral de la facultad de Odontología de Santiago de Compostela.

El investigador no recibirá retribución específica por la dedicación al estudio.

Usted no será retribuido por participar. Es posible que de los resultados del estudio se deriven productos comerciales o patentes; en este caso, usted no participará de los beneficios económicos originados.

¿Cómo contactar con el equipo investigador de este estudio?

Usted puede contactar con Mario Pérez Sayáns en el teléfono 881812355 y/o dirección electrónica mario.perez@usc.es

Muchas gracias por su colaboración.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: ESTABILIDAD DE LOS TEJIDOS PERIIMPLANTARIOS EN IMPLANTES INMEDIATOS POST EXTRACCIÓN. ESTUDIO CLÍNICO TRANSVERSAL.

Yo,

He leído la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado que se me entregó, he podido conversar con _____ y hacer todas las preguntas sobre el estudio necesarias.

Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Accedo a que se utilicen mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información al participante.

Presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.

Al finalizar el estudio, mis DATOS acepto que sean:

- Eliminados.
- Conservados anonimizados para usos futuros en otras investigaciones.

Firmado: El/la participante, Firmado: El/la investigador/a que solicita el consentimiento

Nombre y apellidos: _____ Nombre y apellidos : _____

Fecha:

Fecha:

RESEARCH

Open Access



Marginal bone loss and associated factors in immediate dental implants: a retrospective clinical study

Federico Rehberger Bescós¹, Ángel-Orión Salgado Peralvo^{1,2}, Cintia M. Chamorro Petronacci^{1,3*}, Dumitru Chele⁴, Fabio Camacho Alonso⁵, David Peñarrocha Oltra⁶, Óscar Lado Baleato⁷ and Mario Pérez Sayáns^{1,3,8}

Abstract

Purpose The aim of this study was to evaluate the marginal bone loss (MBL) over a follow-up period of up to 36 months in Immediate dental implants (IDIs), as well as the impact of various clinical variables on the MBL.

Methods IDIs placed in two surgical phases were evaluated. Implants were classified into bone loss (BL, exposed threads), bone remodeling (BR, crestal bone at the implant margin ± 0.1 mm), and bone overlapping (BO, bone above the abutment).

Results A total of 1,040 IDIs were inserted in 344 patients with a successful osseointegration rate of 98.9%. The average MBL at 2, 6, 12, 24, and 36 months was -0.3 ± -1.0 mm, -1.1 ± -1.8 mm, -1.4 ± -1.8 mm, -1.7 ± -1.9 mm, and -1.3 ± -2.3 mm, respectively. In the Baseline-12-month period, 17.5% of the IDIs presented BL, 9% BR, and 73.5% BO. For the B1-12 month period, 19.8% presented BL, 10.7% BR, and 69.5% BO. Mixed regression models showed significant MBL overtime pre-loading ($p < 0.0001$), stabilizing at 8.5 months from implantation. Immediate mandibular implants had lower MBL ($p = 0.0365$). Post-loading, MBL was lower in the mandible ($p = 0.0095$) and positively influenced by abutment height and rotational abutments.

Conclusions The present study supports the clinical efficacy of the IDIs placement protocol with high survival rates and acceptable MBL. It is recommended to place bone level implants slightly below the crest to ensure the platform remains at an optimal depth during the initial bone remodeling phase post-implantation.

Keywords Dental implants, Dental implantation, Endosseous, Alveolar bone loss, Tooth socket

*Correspondence:

Cintia M. Chamorro Petronacci
cintia.chamorro@usc.es

¹ Oral Medicine, Oral Surgery and Implantology Unit (Medorales), Faculty of Medicine and Dentistry, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain

² Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, University of Seville, 41009 Seville, Spain

³ Health Research Institute of Santiago de Compostela (IDIS), ORALRES Group, C/ Entrerrios S/N, 15706 Santiago de Compostela, Spain

⁴ Oro-Maxillo-Facial Surgery and Oral Implantology Department, State University of Medicine and Pharmacy "Nicolae Testemitanu", Chisinau, Republic of Moldova

⁵ Department of Oral Surgery, University of Murcia, Murcia, Spain

⁶ Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, University of Valencia, Valencia, Spain

⁷ Research Methodology Group, Health Research Institute of Santiago de Compostela (IDIS), Santiago de Compostela, Spain

⁸ Institute of Materials of Santiago de Compostela (IMATUS), Santiago de Compostela, Spain

Background

The development of dental implants has changed the way dentists routinely treat partial and total edentulism. As the literature describes, the estimated survival rate of implants after 10 years is 96.4% [1–4]. Even in patients with cardiovascular, endocrine, or neurological disorders, the implant survival rate is like healthy individuals [5, 6].

Traditionally, following tooth extraction, it would take 4–6 months for the healing of the soft and hard tissues [7, 8]. This approach had a series of disadvantages such as prolonged treatment time, lack of fixed provisional restoration, and significant alveolar ridge reduction both in soft and hard tissues [9, 10]. To overcome these challenges, 4 stages for implant placement were proposed. Type 1., immediate post-extractional implants; type 2., 4–8 weeks post-extractional; type 3., 12–16 weeks post-extractional; and type 4., more than 4 months after extraction [11].

The immediate implant survival rate is like other timings for implant placement [12, 13], with advantages such as a limited number of procedures, satisfactory esthetic results, the possibility of immediate provisionalisation, and being minimally invasive [14]. Immediate and delayed implants have been the subject of numerous studies comparing their performance in terms of MBL. Most studies conclude that both types of implants present similar levels of long-term bone loss, although differences may depend on various factors, such as follow-up time and patient characteristics [15]. On the other hand, some studies suggest that immediate dental implants placement (IIP) has limited indications and is considered a more advanced surgery [14, 16]. Regarding advantages, IIPs offer important benefits, such as the preservation of peri-implant tissues, including the gingival architecture and the vestibular bone, which favors the reduction of bone resorption. This contributes to better aesthetics, with an optimized emergence profile for prosthetic restoration, and greater functional stability of peri-implant soft tissues, which improves clinical and aesthetic results compared to deferred implants [17]. Another advantage of IIP is the possibility to seal the socket with a healing cap or provisional crown, therefore maintaining the soft tissue architecture and the hard tissues [18, 19]. Therefore, the stability of peri-implant tissues plays a crucial role in peri-implants' overall health [20].

In the past, 1.5 mm of bone loss at 1 year of functional loading was considered physiological, followed by a subsequent loss of 0.1 mm of bone per year [21, 22]. Recent studies suggest that bone loss of >0.5 mm, in the first 6 months after loading could potentially lead to peri-implantitis [20, 23].

Several factors are associated with marginal bone loss (MBL), which can be classified as patient-related,

surgical, or prosthetic [24]. Smoking, a history of periodontal disease, and poor oral hygiene have been related to MBL [25–28]. Likewise, surgical techniques and protocols can also affect marginal bone [24]. Another important factor contributing to MBL is the implant-abutment interface. The localization, stability, type, and presence of platform-switching are believed to influence the marginal bone [29–34].

Additionally, a significant aspect to consider is the timing of final abutment placement. The biological development starts with the implant exposure to the oral environment [35]. This supracrestal complex comprises connective tissue, junctional epithelium and sulcular epithelium [36]. The connective tissue situated 1 mm above the implant platform is considered to act as a biological seal for the bone. Therefore, the protection of this seal is imperative for marginal bone stability [37, 38]. It is thought that the multiple disconnections of the prosthetic abutment could potentially lead to MBL [39–43], which can be considered by the clinicians irrelevant [44–46]. However, it is also believed that even a slight remodeling of the marginal bone can lead to uncontrolled resorption [20]. The placement of IDIs with healing caps (without high healing abutments) behaves like implants in two surgical phases (or submerged), allowing the final abutment to be positioned ideally after complete soft tissue healing [47].

The aim of this study was to evaluate the MBL over a follow-up period of up to 36 months in a large sample of implant placed in fresh sockets. Additionally, the study aims to analyze the impact of various clinical variables such as location, abutment height, and the type of prosthesis on the MBL.

Methods

Study design

This observational retrospective study followed STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) guidelines [48]. All procedures performed in this study were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration and its later amendments or comparable ethical standards. The research protocol was approved by the ethics committee of the CEIm San Carlos Clinic Hospital (Madrid, Spain) (Approval no. 24/803-E). All patients signed a written informed consent form for the collection of their teeth for the study.

Participants

The following study was conducted in a cohort of patients seen in a single dental medical center in northern Spain

(Oviedo, Asturias, Spain). To be included in the study, they had to meet the following eligibility criteria:

Inclusion criteria

The study included patients of both genders of legal age who agreed to participate and signed the informed consent form. Eligible patients were those treated with IDIs between 2018 and 2021, who did not require simultaneous bone regeneration, and who had a control X-ray at the time of surgery as well as subsequent check-ups at 2, 6, 12, 24, and/or 36 months. Patients with active periodontal disease, pocket depths greater than 5 mm, or a plaque index higher than 20% were excluded from the study.

Exclusion criteria

The patients who met the following criteria were excluded: simultaneous bone regeneration, pregnant or lactating women; patients with no or less than one year of clinical follow-up; patients with severe systemic disease, ASA classification III or IV; patients with untreated or uncontrolled periodontal disease; patients with medical disorders that adversely affect bone metabolism, such as osteomalacia, Paget's disease of bone, hyperthyroidism, cancer (excluding non-melanoma skin cancer), or alcoholism; patients undergoing radiotherapy or chemotherapy treatment of the head or neck, or having undergone these treatments at least two years prior to surgery; and advanced oncology patients.

STROBE flow chart is available in Supplemental Materials to improve the clarity of patient selection and study flow (Suppl. Mat).

Surgical and restorative protocol

All surgeries were performed under local anesthesia by the same surgeon (RBF). All implants were placed in the same surgical procedure as the tooth extraction (IIP). The prosthetic loading was not conducted earlier than 2 months after surgery in any cases. The implants were placed according to the Misch and Silic criteria [49]. All implants were placed in two stages, positioning the implant 0.5–2 apical mm to the adjacent buccal bone crest, in order to position it 4 mm below the future gingival margin. In the case of a complex tooth extraction, an intrasulcular incision was made in order to see the junction between the tooth and the alveolar bone, taking advantage of the same flap to place the implant. In these cases, scalpel blade no. 15, scalpel handle no. 3 and Supramid® 5/0 self-absorbent suture were used. All the implants used were from the company Galimplant™ (Sarria, Lugo, Spain). The implants used in the study are the IPX model implants with hexagonal internal connection, manufactured by the company Galimplant™ (Sarria,

Lugo, Spain). This implant model is made of grade IV titanium and features a macroscopic design that promotes primary stability in various situations. It features a conical body with a straight neck shape, no microthreads on the neck, grooves at the apex, and no apical hole. Additionally, it features a conical internal connection of the hexagonal Morse taper type at 11° and a single prosthetic platform. Microscopically, the IPX implants have a Nanoblastplus surface with an average roughness (Ra) of 1.7 µm and are composed of 99.9% TiO₂. Platform switching in IPX implants refers to a design in which the diameter of the abutment is smaller than that of the implant platform. In this case, the abutment has a diameter of 2.85 mm at the platform level, while the implant platforms have nominal diameters of 4.0 mm, 4.5 mm, or 5.0 mm. The “switching platform” or its narrowing varies according to the size of the implant: for 4.0 mm implants, the difference is 0.575 mm (per lateral wall of the implant neck, measured from the abutment to the outermost part of the platform), for 4.5 mm implants it is 0.825 mm, and for 5.0 mm implants it is 1.075 mm. This design allows distance of the connection between the implant/abutment (bacterial zone) towards the area of the implant's union with the bone, as well as a favorable distribution of loads on the bone, promoting the preservation of bone tissue and the stability of the implant.

All patients attended a follow-up consultation 10 days after surgery where sutures were removed if used.

The second phase of surgery, that is, the exposure of the IDI for connection of the transmucosal abutment, was performed 2 months post-surgery. The impressions for the fabrication of the fixed prostheses were taken with open trays. The passive fit was checked with all prosthetic frameworks and the occlusal adjustment was performed on all of them. In all cases the prostheses were fitted 4–6 weeks after the second stage surgery.

Radiographic evaluation of the MBL

Orthopantomographies were performed on all patients on the day of IIP (baseline) and at subsequent check-ups (2 months post-surgery; 6, 12 and 36 months after prosthetic loading). Measurements on the radiographs were conducted with iDixel software version 3DXD 3.1.6.11345 J, made by Morita® Corp, (Kyoto, Japan).

Considering that orthopantomographies have a degree of distortion, the proportions were calculated based on the known length of the implants. To calculate the MBL, a single pre-calibrated examiner on a pilot sample of 50 implants (CMCP) performed all measurements, in a linear fashion from the base of the implant to the bone crest closest to the central axis of the implant, mesially and distally (Fig. 1).

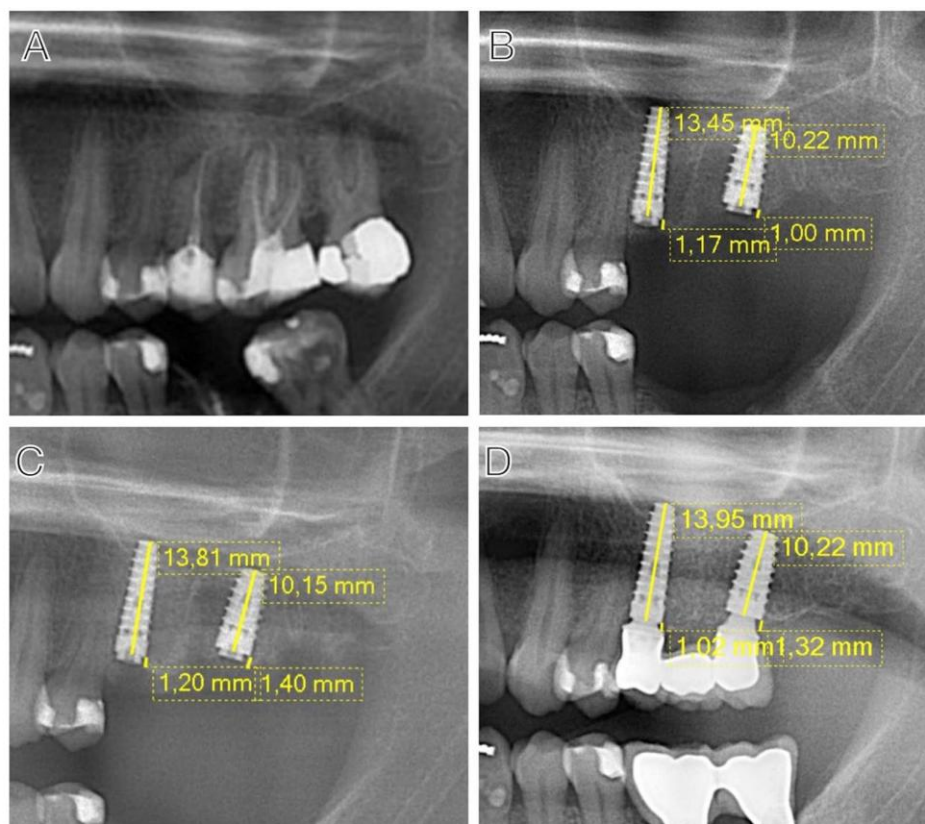


Fig. 1 Measurements for the calculation of the MBL performed: **A** Preoperative evaluation; **B** immediate postoperative period; **C** 2 months after placement of the implants; **D** 36 month follow-up

Examiner calibration was performed before starting the study using 50 radiographs from 25 patients with late-placed implants, with the first radiograph taken on the day of surgery and the second two or more years after surgery. The calibration process was carried out in two stages: On the first day, all authors of the study met to clarify and agree on the specific measurement points. On the second day, the designated examiner measured all 50 radiographs. Measurements were performed on orthopantomographies taken at different time intervals. Reliability of measurements was assessed using the k statistic, which showed high intra-examiner reliability with a value of 0.91, confirming the consistency of measurements made by the single examiner. Regarding observer bias control, we implemented masking measures to prevent the examiner from knowing the follow-up time point, which could influence the assessment results. Furthermore, the assessment process was performed in a random manner, ensuring that the examiner had no access to patient information during the measurement. We also reinforced the validity of the process by duplicating

measurements in several cases to obtain representative data and reduce any potential bias. There were no discrepancies or uncertainties regarding the measurement points throughout the process.

Analyzed variables

Data was collected in a coded database (pseudonymized) and created for further statistical analysis.

The main variable is the MBL, which is measured at two distinct times, a pre-loading time (calculated from baseline B_0 at post-implantation) and a post-loading time (calculated from baseline B_1 at post-loading). In addition to quantifying the MBL, implants with follow-up at 12 months post-loading were classified according to Bernabeu-Mira et al. [50] into bone loss (BL, exposed spires), bone remodeling (BR, crestal bone over the implant margin ± 0.1 and bone overlapping (BO, bone over the abutment) (Fig. 2).

The process variables were: date of surgery, date of second stage surgery, date of prosthetic loading, implant height/diameter, implant position (maxillary/

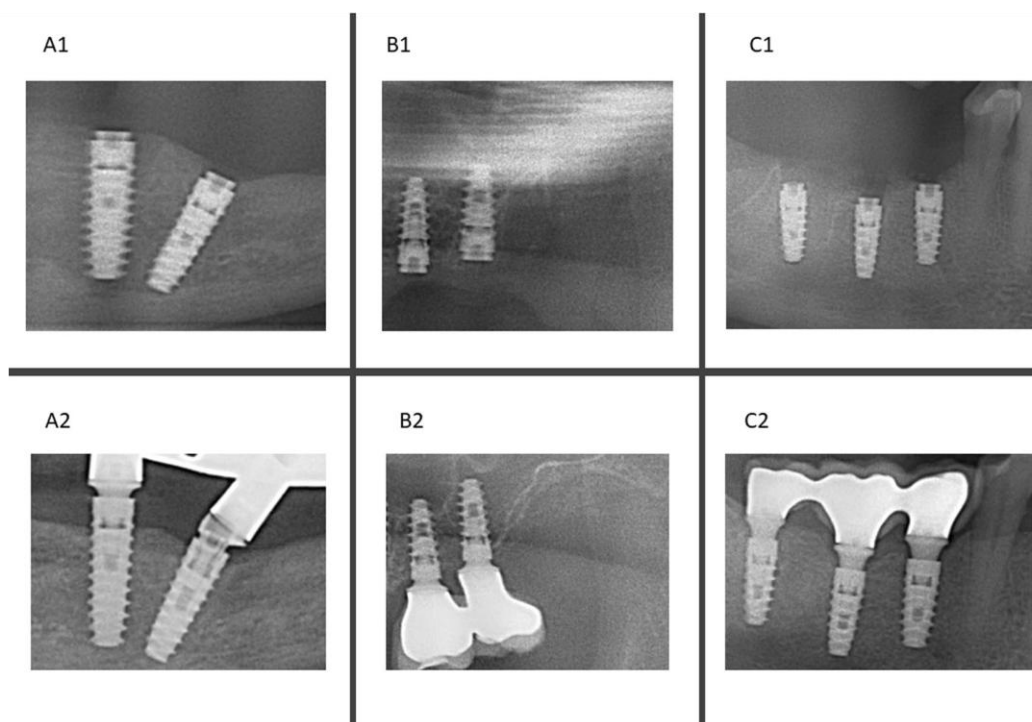


Fig. 2 A BL example in IDI #33 (A1: March 2019- A2: September 2023); B BR example in IDI #26 (B1: November 2019- B2: January 2020); C BO example in IDI #46 (C1: January 2019-C2 January 2020)

mandibular), final abutment height, date of check-ups after loading, measuring MBL on panoramic radiographs (at 2 months after surgery; 6, 12, 24, and/or 36 months post-loading), abutment type (rotational/antirotational), prosthesis type (cantilever/non-cantilever), implant survival (osseointegrated/failed). Clinical variables were gender, date of birth (age), comorbidities (yes/no), and tobacco use (yes/no/ex-smoker).

Sample size calculation

To estimate the sample size, MBL in immediate implants at 12 months was used, with an expected reported mean of 1.5 ± 0.9 mm, and considering an alpha error of 5% and a statistical power of 90%, the necessary sample size was calculated. According to the established parameters, it was determined that 311 implants were required to obtain an accurate estimate of the MBL, guaranteeing adequate reliability and statistical significance in the results. The calculations were performed using the Epidat 4.2 software (SERGAS, Galicia, Spain).

Since our study included a total of 1040 implants, the sample size used is considerably higher than the minimum required, which significantly increases the

statistical power of the study, allowing greater precision and robustness in the results obtained [51, 52].

Statistical analysis

Statistical analysis was conducted with the IBM® SPSS Statistics v.24.0 (IBM® Corp., Armonk, NY, USA) software for Windows. For the description of the sample of categorical variables, frequency and percentage were used, and for quantitative variables, mean and standard deviation were used. Contingency tables analyzed with chi-square were created. Student's t-test or ANOVA and/or non-parametric analyses were used for comparison of means when normality was not verified.

A generalized additive mixed regression model that included a nested random intercept was fitted. This random effect considered that measurements taken over time belonged to the same piece, and that a patient could have more than one piece implanted. MBL to load and MBL post-load were considered as response variables. Explanatory variables included sex, implant location (jawbone/maxilla), abutment height and type, and time since IDI placement.

All differences where the value of p is ≤ 0.05 were considered statistically significant.

Results

Descriptive data

The final sample consisted of 1,040 implants placed in 344 patients, comprising 166 women (48.2%) and 178 men (51.7%), with an average age of 57.9 ± 13.5 years. Of these implants, 494 (47.5%) were placed in female patients and 546 (52.5%) in male patients. A total of 58.8% of the implants were placed in patients without comorbidities, compared to 41.2% in patients who had two or more systemic diseases. Non-smokers received 62.3% of the implants, smokers received 31.3%, and ex-smokers received 6.3%. Maxillary implants accounted for 63.7% of the total ($n = 662$ implants). The most common diameter was 4.0 mm ($n = 508$ implants; 48.8%), while the most frequent length was 12 mm ($n = 404$ implants; 38.8%). In terms of prosthetic components, 275 implants (26.4%) used anti-rotational abutments for single-unit prostheses, compared to 765 (73.6%) rotational abutments for multiple-unit prostheses. 19.3% of the splinted implants ($n = 201$ implants) were designed with cantilevered/extending prostheses. The most common abutment height was 1.5 mm (45.0%). A successful osseointegration rate of 98.9% was achieved, with only 11 failures (1.1%). Complete descriptive data can be found in Table 1.

Crestal position and marginal bone loss (MBL)

The IDIs were placed at an average depth of 1.6 ± 1.1 mm subcrestally, ranging from 2.5 to 5.87 mm. MBL was assessed using two reference points: from the surgical procedure (Baseline: B₀) and from the time of prosthetic loading (At loading: B₁) (Table 2). The mean MBL from B₀ to 2 months was -0.2 mm ($SD = 1.0$), increasing to -1.1 mm ($SD = 1.8$) at 6 months. Over longer follow-ups, the mean MBL was -1.3 mm ($SD = 1.8$) at 12 months, -1.7 mm ($SD = 2.0$) at 24 months, and -1.3 mm ($SD = 2.3$) at 36 months.

82 When considering MBL from B₁ (loading) onward, the mean values were -0.3 ± 1.0 mm at 2 months, -1.1 ± 1.8 mm at 6 months, -1.4 ± 1.8 mm at 12 months, -1.7 ± 1.9 mm at 24 months, and -1.3 ± 2.3 mm at 36 months. For MBL from B₁ to subsequent time points, the reported mean values were -0.8 ± 1.7 mm at 6 months, -1.2 ± 1.9 mm at 12 months, -1.5 ± 1.9 mm at 24 months, and -0.9 ± 1.7 mm at 36 months post-loading.

According to the classification of Bernabeu-Mira et al. [50], in the period B₀-12 months, 17.5% of DIs had BL, 9% had BR and 73.5% had BO. For the period B₁-12 months 19.8% had BL, 10.7% had BR and 69.5% had BO. There is a high correlation between these two variables ($r = 0.492$; $p < 0.001$).

Table 1 Descriptive data of the study sample

Variable	Specifications	N	%
Sex	Female	494 IDIs	47.5
		166 patients	48.2
	Male	546 IDIs	52.5
Comorbidities	Male	178 men	51.7
	No	612 IDIs	58.8
Smoking	Yes	428 IDIs	41.2
	No	648 IDIs	62.3
Location	Yes	326 IDIs	31.3
	Ex-smoker	66 IDIs	6.3
	Maxillary bone	662 IDIs	63.7
Diameter DI (mm)	Jawbone	378 IDIs	36.3
	3.2	3 IDIs	0.3
	3.5	358 IDIs	34.4
	4.0	508 IDIs	48.8
	4.5	132 IDIs	12.7
Abutment type	5.0	39 IDIs	3.8
	Antirrotational	275 IDIs	26.4
	Rotational	765 IDIs	73.6
Abutment height	1.0	124 IDIs	11.9
	1.5	468 IDIs	45.0
	2.0	120 IDIs	11.5
	2.5	96 IDIs	9.2
	3.0	201 IDIs	19.3
	4.0	31 IDIs	3.0
Implant height (mm)	6	16 IDIs	1.5
	8	113 IDIs	10.9
	10	254 IDIs	24.4
	12	404 IDIs	38.8
	14	215 IDIs	20.7
	16	30 IDIs	2.9
	18	8 IDIs	0.8
Osteointegration	Failed	11 IDIs	1.1
	Integrated	1029 IDIs	98.9
Cantilever	No	839 IDIs	80.7
	Yes	201 IDIs	19.3

Bold values mean that p-value is < 0.05

Relationship between MBL and clinical parameters

At 2 months, MBL was significantly greater in women (-0.3 ± 1.1 mm) than in men (-0.2 ± 0.9 mm; $p = 0.015$). In the period B₀-12 months, of the patients presenting with BL, 69.7% were female, while of those presenting with BO, 56.1% were male ($p = 0.027$). In the period B₁-12 months, the percentage of females with BL was 62.9% and for implants with BO, males accounted for 61%.

Regarding smoking, a greater MBL at 2 months was observed in smokers (-0.4 ± 1.1 mm) compared to



Table 2 Marginal bone loss (MBL) during osseointegration period and after prosthesis implantation. (SD = standard deviation)

Variable	N (IDIs)	Average (mm)	SD (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)
MBL 6 months post-prosthetic loading (B ₁)	318	-0.8	1.7	-0.18	4.1
MBL B ₁ - 12 months	177	-1.2	1.9	-0.83	5.4
MBL B ₁ - 24 months	93	-1.5	1.9	-0.8	1.5
MBL B ₁ - 36 months	16	-0.9	1.7	-0.15	1.3

Bold values mean that p-value is <0.05

non-smokers (-0.2 ± 0.9 mm; $p=0.009$). However, these differences reversed at the 36-month measurements.

In terms of location, implants placed in the upper jaw showed greater MBL at 12 months (-1.6 ± 2.0 mm vs. -1.0 ± 1.4 mm; $p=0.03$) and at 24 months (-2.2 ± 2.3 mm vs. -1.2 ± 1.4 mm; $p=0.008$). Regarding abutment type, anti-rotational abutments for single-unit prostheses showed significantly higher MBL at 12 months than rotational abutments for multiple units, -2.0 ± 2.3 mm vs. -1.1 ± 1.4 mm ($p=0.001$). Regarding abutment height, differences were observed at 6 and 12 months. Thus, MBL at 6 months was lower for 2.5 mm height abutments (-0.1 ± 1.0 mm) compared to 1.5 mm abutments (-1.4 ± 2.0 mm) ($p=0.015$). The same was true for MBL at 12 months with 1.5 mm abutments (-1.0 ± 1.4 mm) compared to 3 mm abutments (-2.1 ± 2.4 mm; $p=0.04$). Interestingly, MBL at 2 months was higher in cases without cantilevers (-0.3 ± 1.0 mm vs. -0.1 ± 0.9 mm; $p=0.017$). No statistically significant differences were found related to comorbidities, nor to the diameter or height of the implant placed (Table 3).

Moreover, MBL showed a positive correlation at all different times, with a very strong correlation between MBL at 6 months and MBL at 24 months (Spearman $r=0.853$; $p<0.0001$). A strong correlation between age and MBL at 36 months was also reported (Spearman $r=0.714$; $p=0.002$). Linear regression models established that for each year of age increment, MBL increased by 0.098 mm (95% Confidence Interval CI - 0.151 to -0.045 mm; $p=0.001$).

Multivariate analysis of MBL

Generalized additive mixed regression models were constructed considering the MBL pre-loading/post-loading over time with various covariables. For the pre-loading model, a significant MBL overtime was estimated ($p<0.0001$) (Fig. 2). The reduction in marginal bone level continued until 8.5 months after IIP, after which it stabilized.

It was determined that immediate mandibular implants showed lower MBL with an SE equal to 0.153; (95% CI

0.010 to 0.297; $p=0.0365$). No significant effects of gender or abutment height were observed (Table 4).

For the post-loading MBL model, bone loss was not associated with time ($p=0.3944$) (Fig. 3). The covariate 'jaw' was significant, with lower MBL in the mandible than in the maxilla, with an SE=0.339; (95% CI 0.083 to 0.594; $p=0.0095$) (Table 4).

Models were also constructed to evaluate the impact of abutment type (single-unit or multiple-unit prostheses). For the pre-loading model, a significant MBL overtime was observed ($p<0.0001$) with no other associated covariables. However, evaluating the post-loading MBL, a time independent MBL was noted ($p=0.4028$), with lower MBL in the mandible (SE=0.283; 95% CI 0.025, 0.539; $p=0.031$), but also demonstrated a positive impact related to the abutment height (SE=0.441; 95% CI 0.142 to 0.740; $p=0.0040$) and rotational abutments (SE=0.762; 95% CI 0.259, 1.265; $p=0.0031$) (Fig. 4).

Discussion

Scientific evidence has shown that immediate DIs have similar survival rates to those described in other implant insertion protocols. Specifically, several systematic reviews and meta-analyses observed survival rates in DIs of 93.80% ($n=371$ implants) versus 95.88% ($n=194$ DIs) [53]–100% in implants inserted early in follow-up periods of 12 to 120 months, with no statistically significant difference between the two [53]. Definitions of "early implant insertion" varied between studies from 3–5 weeks to 6–8 weeks. These rates improved when analyzing implants inserted in maxillary anterior sites (98.2% vs. 100%, respectively; $p=0.480$), although the follow-up periods were shorter (8 to 24 months) [54]. However, other authors have found significant differences when comparing immediate versus delayed (i.e. >6 months after tooth extraction) implants after previous alveolar preservation. Specifically, 94.9% ($n=233$ DIs) vs. 98.9% ($n=240$ implants), respectively ($p=0.02$) [55] at 12–96 months follow-up. Considering the above data, the success rates of 98.9% at 36 months follow-up described by the authors are in line with these results

Table 3 Relationship between marginal bone loss (MBL) at different moments and clinical parameters

Variable	Specifications	Average (mm)	DS (mm)	95% CI	p-value	
MBL 2 months	Sex	Female	-0.3	1.1	-0.4 to -0.2	0.015
		Male	-0.2	0.9	-0.3 to -0.1	
	Smoking	No	-0.2	0.9	-0.3 to -0.1	0.009
		Yes	-0.4	1.1	-0.5 to -0.3	
		Ex-smoker	-0.2	0.7	-0.3 to 0	
	Pillar height (mm)	1	-0.1	0.7	-0.2 to 0	0.008
		1.5	-0.3	1.0	-0.4 to 0.2	
		2	-0.4	1.0	-0.6 to -0.2	
		2.5	-0.1	0.5	-0.2 to 0	
		3	-0.1	1.0	-0.3 to 0	
		4	-0.7	1.7	-1.4 to 0	
	Cantilever	No	-0.3	1.0	-0.4 to -0.2	0.017
		Yes	-0.1	0.9	-0.2 to 0	
MBL 6 months	Implant height (mm)	6	-3.3	7.2	-10.9 to 4.2	0.018
		8	-0.7	1.4	-1.2 to -0.2	
		10	-1.2	1.5	-1.5 to -0.8	
		12	-1.2	1.7	-1.5 to -0.8	
		14	-0.9	1.4	-1.2 to -0.6	
		16	-1.8	2.0	-3.2 to -0.4	
MBL 6 months	Abutment height (mm)	1	-0.9	1.8	-1.7 to -0.1	0.027
		1.5	-1.3	2.0	-1.6 to -1.0	
		2	-0.7	1.2	-1.3 to -0.1	
		2.5	-0.1	1.0	-0.5 to -0.3	
		3	-1.0	1.6	-1.4 to -0.7	
		4	-1.3	2.0	-2.9 to 0.2	
MBL 6 months post OI	Implant height (mm)	6	-2.8	6.4	-8.2 to 2.5	0.014
		8	-0.4	1.3	-0.8 to 0	
		10	-0.9	1.4	-1.3 to -0.6	
		12	-1	1.5	-1.2 to 0.7	
		14	-0.7	1.4	-1.0 to -0.4	
		16	-0.4	1.6	-1.8 to 0.9	
MBL 12 months	Location	Maxilla	-1.6	2.0	-1.9 to -1.2	0.03
		Mandible	-1.0	1.4	-1.3 to -0.7	
MBL 12 months	Abutment type	Antirotational	-2.0	2.2	-2.6 to -1.4	0.001
		Rotational	-1.1	1.4	-1.3 to -0.8	

Table 3 (continued)

Variable	Specifications	Average (mm)	DS (mm)	95% CI	p-value	
MBL 12 months	Abutment height (mm)	1	-1.7	1.7	-17 to 13.6	0.014
		1.5	-1.0	1.3	-1.3 to -0.8	0.004
		2	-1.2	1.1	-2.2 to -0.1	>0.05
		2.5	-1.8	2.3	-4.2 to 0.6	>0.05
		3	-2.1	2.4	-2.8 to -1.4	0.004
		4	-1.6	2.0	-3.4 to 0.3	>0.05
MBL 12 months post OI	Location	Maxilla	-1.5	2.0	-1.9 to -1.1	0.03
		Mandible	-0.9	1.7	-0.4 to -0.2	
MBL 12 months post OI	Abutment type	Antirrotational	-2.0	2.5	-2.7 to -1.3	<0.0001
		Rotational	-0.9	1.4	-1.2 to -0.7	
MBL 12 months post OI	Abutment height	1	-1.7	1.3	-13.4 to 10	0.01
		1.5	-0.9	1.3	-1.1 to -0.7	NA
		2	-0.2	1.5	-1.6 to 1.2	NA
		2.5	-1.8	1.4	-3.6 to 0	NA
		3	-2.3	2.4	-3 to -1.6	NA
		4	-1.1	3.9	-5.2 to 3.0	NA
MBL 24 months	Location	Maxilla	-2.2	2.3	-2.9 to -1.6	0.008
		Mandible	-1.2	1.4	-1.6 to -0.8	
MBL 36 months	Smoking	No	-2.8	2.3	-0.4 to -0.2	0.018
		Yes	-0.5	0.3	-3.6 to 2.6	0.019
		Ex-smoker	0.4	0.9	-0.6 to 1.4	>0.05
MBL 36 months	Abutment height	1	0.7			0.019
		1.5	-2.0	1.8	-3.7 to -0.3	0.025
		2				NA
		2.5	0.2	0.9	-1.0 to 1.3	NA
		3	-0.9	2.6	-24.5 to 22.6	NA
		4	-6.7			NA
MBL 36 months post-loading	Smoking	No	-1.9	1.8	-3.4 to 0.4	0.018
		Yes	-0.7	0.1	-1.4 to 0	0.047
		Ex-smoker	0.2	0.8	-0.7 to 1.1	>0.05

Bold values mean that p-value is < 0.05

(CI=confidence interval; NA=not applicable; OI=osseointegration)

considering the period studied, however, the sample size included is significantly higher (n = 1040 implants).

Regarding the MBL, the results are very heterogeneous, with losses ranging from -0.04 to -0.54 mm at 12–24 months follow-up [54]. In general, higher MBLs are observed in immediate DIs than in early protocols,

namely -0.03 [54] to -0.14 mm higher [53]. However, when compared with deferred implants, the results are very heterogeneous, showing gains in favor of immediate implants of +1.23 mm (p = 0.04) when bone regeneration is not performed simultaneously, while when it is performed, no significant differences are observed

Table 4 Generalized additive mixed regression models

I. PreOI Model							
Component	Term	Estimate	Std Error	t-value	CI 95%	P-value	Sig.
A. Parametric coefficients	Intercept	- 0.736	0.128	- 5.760	(- 0.987, - 0.486)	0.0000	***
	Sex: Men	- 0.030	0.076	- 0.394	(- 0.179, 0.119)	0.6935	
	DI site: mandible	0.153	0.073	2.093	(0.010, 0.297)	0.0365	*
	Abutment height (mm)	0.006	0.049	0.118	(- 0.089, 0.101)	0.9058	
Component	Term	edf	Ref. df	F-value		p-value	Sig.
B. Smooth terms	Time (months)	3.375	3.375	26.138		0.0000	***
II. PostOI Model							
Component	Term	Estimate	Std Error	t-value	CI 95%	P-value	Sig.
A. Parametric coefficients	Intercept	- 1.318	0.371	- 3.554	(- 2.045, - 0.591)	0.0004	***
	Sex: Men	- 0.234	0.133	- 1.761	(- 0.494, 0.026)	0.0787	
	DI site: mandible	0.339	0.130	2.603	(0.084, 0.594)	0.0095	**
	Abutment height (mm)	0.087	0.085	1.017	(- 0.080, 0.254)	0.3096	
Component	Term	edf	Ref. df	F-value		P-value	Sig.
B. Smooth terms	Time (months)	2.128	2.128	1.224		0.3944	
III. PreOI Model with type of abutment							
Component	Term	Estimate	Std Error	t-value	CI 95%	P-value	Sig.
A. Parametric coefficients	Intercept	- 1.070	0.244	- 4.392	(- 1.548, - 0.593)	0.0000	***
	Sex: Men	- 0.033	0.076	- 0.435	(- 0.182, 0.116)	0.6638	
	DI site: mandible	0.136	0.074	1.837	(- 0.009, 0.280)	0.0664	
	Abutment height, (mm)	0.100	0.077	1.300	(- 0.051, 0.250)	0.1937	
	Abutment type: rotational	0.213	0.131	1.634	(- 0.043, 0.469)	0.1025	
Component	Term	edf	Ref. df	F-value		P-value	Sig.
B. Smooth terms	Time (months)	3.378	3.378	26.212		0.0000	***
IV. PostOI Model with type of abutment							
Component	Term	Estimate	Std Error	t-value	CI 95%	P-value	Sig.
A. Parametric coefficients	Intercept	- 3.256	0.769	- 4.237	(- 4.763, - 1.750)	0.0000	***
	Sex: Men	- 0.242	0.132	- 1.828	(- 0.501, 0.017)	0.0681	
	DI site: mandible	0.283	0.131	2.157	(0.026, 0.539)	0.0314	*
	Abutment height (mm)	0.441	0.152	2.892	(0.142, 0.739)	0.0040	**
	Abutment type: rotational	0.762	0.257	2.970	(0.259, 1.265)	0.0031	**
Component	Term	edf	Ref. df	F-value		P-value	Sig.
B. Smooth terms	Time (months)	2.091	2.091	1.142		0.4028	

Bold values mean that p-value is < 0.05

DI = dental implant; Std Error = Standard Error; Sig = Significance; edf = effective degrees of freedom; Ref. df = reference degrees of freedom

Signif. codes: 0 < '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05

[55]. Authors attribute this to the fact that the measurements in most of the studies are taken at the time of implantation, so the first implant-bone contact is far from the implant platform in the coronal-apical direction. After several months of healing, bone formation takes place in this area, resulting in greater bone gains. In contrast, in delayed-inserted implants, the implant is surrounded by bone [55–57]. For this reason, it

would be prudent to compare the MBL between different protocols when bone remodeling has occurred (at the time of definitive fixed prosthesis connection), as in the present study where the MBL was studied with reference to the time of immediate implants insertion as well as after prosthetic loading. Thus, for the same point, for example, at 36 months after implant insertion, the authors observed an MBL of - 1.3 mm while at 36 months after loading it was lower (- 0.9 mm).

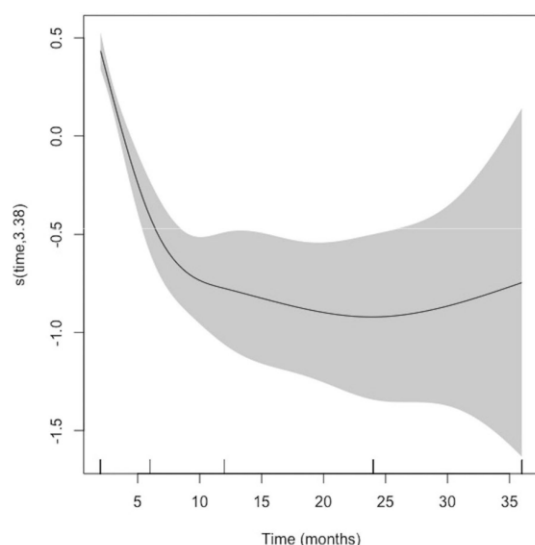


Fig. 3 Time effect on marginal bone loss pre-osseointegration (PreOI)

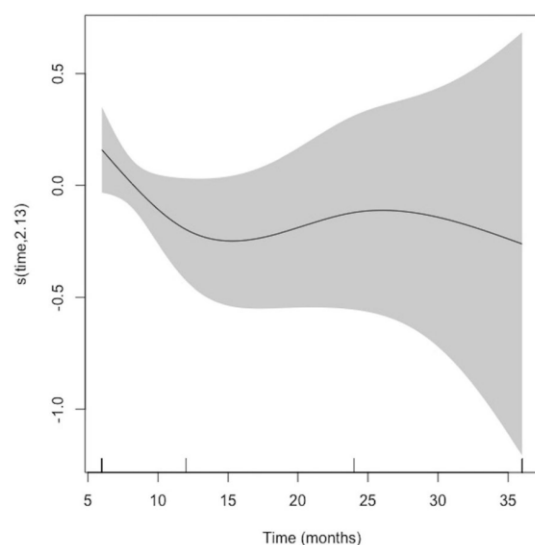


Fig. 4 Time effect on marginal bone loss post-osseointegration (PostOI)

Bone loss during the healing phase, prior to prosthetic loading, has been studied in retrospective studies like the present one, with similar measurement protocols and a mean loss of -0.5 mm [58], in line with the mean MBL obtained at the time of the second phase of our patients, which was -0.2 mm \pm 1.0 mm. This early bone loss of less than -0.5 mm is considered acceptable, however,

a higher MBL would significantly increase the risk of progression over time towards peri-implantitis [59], reflecting the positive correlation of MBL with respect to all time periods evaluated, with a very strong correlation between MBL at 6 months and MBL at 24 months (Spearman $r=0.853$; $p<0.0001$). The regression models estimate a progressive MBL (on average -0.3 mm in the first two months and -1.1 mm at 6 months) up to 12 months (-0.736 mm), from which time there is stability—even with some improvement—from 24 months onwards.

This increase in MBL at 6 months may be explained by the fact that the disruption of the epithelial junction of the peri-implant mucosa by abutment disconnection produces a secondary MBL. A recent meta-analysis by Koutouzis et al. [60] revealed that implants that underwent multiple abutment disconnections/reconnections had 0.19 mm more MBL. In this regard, Abrahamsson et al. [61] studied the effect of abutment disconnection/reconnection on peri-implant tissues in animal models, observing that in the test group the marginal bone level was located 1.5 mm from the implant-abutment connection, i.e., approximately 0.7 mm more apical compared to the control group ($p<0.05$). The distance from the mucosal margin to the implant-abutment connection was 1.02 mm in the test group and 2.54 mm in the control group, i.e., there was a mucosal recession of approximately 1.5 mm in the test group, resulting in an apical insertion of the junctional epithelium. Repeated connections-disconnections were caused by first placing the healing abutments and, subsequently, the impression transfers, as well as intermediate trials of the fixed prostheses and, finally, their definitive connection. Reflecting this, the multivariable model observed a significant MBL over time ($p<0.0001$). The reduction in marginal bone level continued until 8.5 months after immediate implant placement, after which it stabilized as the implant had already been loaded.

On the other hand, some research suggests that MBL is independent of the type of prosthetic rehabilitation and the timing of loading. The association with lower MBL in DIs with rough surfaces, platform change and a subcrestal location seems to have been demonstrated in previous work [62, 63] and are control factors in the present study using the same implant system. More recent analyses also show lower survival rates in implants loaded immediately compared to conventional loading, i.e. after the osseointegration period, but no other differences in terms of bone remodeling, probing depth or peri-implant mucosal level [64]. Regarding abutment type, the results of the regression models showed that anti-rotational abutments used in single-tooth prostheses had a significantly higher MBL at 12 months after

loading ($p < 0.001$). In contrast, greater crestal bone gain is seen in taller abutments and rotational abutments ($p = 0.003$). This has been confirmed by recent meta-analyses showing a strong association between abutment height and MBL, with heights greater than 2 mm proving to be an important protective factor in peri-implant bone maintenance [65].

Overall, MBL is statistically higher in smokers after functional loading, but not in the first months after surgery. Previous systematic reviews leave no doubt about the influence of tobacco use and the risk of implant failure in general [66] and peri-implantitis in particular [67], so that a rebound effect could be observed in these patients after further follow-up. The implants placed in the maxilla have also undergone a higher mean bone remodeling than those placed in the mandible ($p < 0.05$), as has also been confirmed in previous studies [68].

MBL, as well as the survival rates of the implants, do not differ significantly from those implants inserted early or deferred. Thus, they should be considered whenever the patient's characteristics indicate them, as they reduce the chair time by more than half compared to deferred protocols [69] as well as the overall treatment time, with similar levels of patient satisfaction [70], and with a lower morbidity. This is because the other protocols involve a higher level of invasiveness by requiring the performance of one or two releasing incisions and a periosteal incision [54].

In the study of immediate implants, several methodological limitations and clinical considerations emerged as critical points that influenced the assessment and results. Methodological limitations included the measurement of the MBL using orthopantomographs, although this was compensated for by using the same device and calculating the distortion in each implant. In addition, the lack of recording the average number of cigarettes smoked daily by smoking patients and the omission of data on probing depth and the presence of mucosal recessions limit a complete understanding of the morphological and esthetic changes in the peri-implant soft tissues.

The SARS-CoV-2 pandemic exacerbated these difficulties by making it difficult to closely follow patients' post-insertion of implants during 2019–2020, affecting the continuity and accuracy of the data collected.

In clinical terms, the influence of using two-stage protocols versus simultaneous abutments is debatable, as well as the potential benefit of individualized temporaries or healing caps to protect the alveolus and promote healing. In addition, the choice of biomaterials for the peri-implant gap emerges as a critical factor that could significantly impact the biological response and osseointegration of the implant.

As a retrospective study, the data is based on patients who have already been treated, which may introduce bias in the selection of cases. Although a considerable number of implants were included, the sample size may not have been large enough to detect significant differences in subgroups of patients, such as those with comorbidities or specific conditions. Factors such as the systemic health of the patient, the control of diseases like diabetes, oral hygiene, or the use of medications that affect bone healing may not have been adequately controlled, which could have influenced the results of MBL.

Although the results were collected over a period of 3 years, a longer follow-up may be necessary to accurately assess the long-term effects of immediate implants, such as stability at 5 or 10 years. The lack of a thorough evaluation of the peri-implant soft tissues, such as the measurement of keratinized mucosa, may limit the ability to fully assess the clinical and aesthetic outcomes of immediate implants. Finally, the evaluation of the results was performed by a single examiner, which could introduce bias. However, as a contingency plan, good calibration was established beforehand to minimize these risks. It is also recognized that there may be difficulty in accurately identifying the alveolar crest in some radiographs, which could influence the assessment of MBL.

As recommendations for further research, it would be interesting to know whether the administration of preventive antibiotics influences MBL as recent studies have linked the use of antimicrobials other than amoxicillin to higher rates of implant failure (71,72). On the other hand, it is recommended that when reporting MBL data in the future, measurements should be given from the time of implantation and from the time of functional prosthetic loading, otherwise measurements may be over or underestimated.

Conclusions

The present study supports the clinical efficacy of immediate implant placement protocol with high survival rates and acceptable MBL. Regarding the latter, the insertion of implants bone level about 3 mm infracrestal should be considered to ensure a subcrestal implant platform position during bone remodeling during the first months after implantation. The insertion of immediate implants in the jaw compared to the maxilla, the abutment height and rotational abutments demonstrated a positive impact over the MBL.

Abbreviations

IDIs Immediate dental implants
MBL Marginal bone loss

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s40729-025-00602-0>.

Supplementary material 1

Author contributions

Authors' contributions: Conceptualisation, M.P.S.; Data curation, F.R.B.; Formal analysis, A.O.S.P. Investigation, C.C.P.; Methodology, D.C.; Supervision, F.C.A.; Writing-review, D.P.O.; Statistics, O.L.B.

Funding

There is no funding to declare.

Data availability

No datasets were generated or analysed during the current study. The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

Ethics approval and consent to participate: The research protocol was approved by the ethics committee of the CEIm San Carlos Clinic Hospital (Madrid, Spain) (Approval No. 24/803-E).

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Received: 28 November 2024 Accepted: 14 February 2025

Published online: 26 March 2025

References

- Adler L, Buhlin K, Jansson L. Survival and complications: A 9- to 15-year retrospective follow-up of dental implant therapy. *J Oral Rehabil.* 2020;47:67–77.
- Howe M-S, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: a systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent.* 2019;84:9–21.
- Moraschini V, Poubel LADC, Ferreira VF, Barboza EDSP. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44:377–88.
- Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:2–21.
- Schimmel M, Srinivasan M, McKenna G, Müller F. Effect of advanced age and/or systemic medical conditions on dental implant survival: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(311):30.
- Srinivasan M, Meyer S, Mombelli A, Müller F. Dental implants in the elderly population: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28:920–30.
- Quirynen M, Van Assche N, Botticelli D, Berglundh T. How does the timing of implant placement to extraction affect outcome? *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22:203–23.
- Espósito MAB, Koukouloupoulou A, Coulthard P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: Dental implants in fresh extraction sockets (immediate, immediate-delayed and delayed implants). *Cochrane Database Syst Rev.* 1996;2006:005968.
- Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol.* 2000;2015(68):122–34.
- Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol.* 2008;35:630–9.
- 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):84–102.
- Ickroth A, Seyssens L, Christiaens V, Pitman J. Immediate versus early implant placement for single tooth replacement in the aesthetic area: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2024;00:1–13.
- Ragucci GM, Elnayef B, Criado-Cámara E, Suárez-López F, Amo D, Hernández-Alfaro F. Immediate implant placement in molar extraction sockets: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent.* 2020;6:40.
- Testori T, Weinstein T, Scutellà F, Wang HL, Zucchelli G. Implant placement in the esthetic area: criteria for positioning single and multiple implants. *Periodontol.* 2000;2018(77):176–96.
- Koh RU, Rudek I, Wang HL. Immediate implant placement: Positives and negatives. *Implant Dent.* 2010;19:98–108.
- Lilet R, Desiron M, Finelle G, Lecloux G, Seidel L, Lambert F. Immediate implant placement combining socket seal abutment and peri-implant socket filling: a prospective case series. *Clin Oral Implants Res.* 2022;33:33–44.
- Chu SJ, Salama MA, Salama H, Garber DA, Saito H, Sarnachiaro GO, et al. The dual-zone therapeutic concept of managing immediate implant placement and provisional restoration in anterior extraction sockets. *Compend Contin Educ Dent.* 2012;33(524–32):534.
- Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayáns M, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Padial-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: a retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2022;24:630–42.
- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 1981;10:387–416.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1:11–25.
- Galindo-Moreno P, León-Cano A, Ortega-Oller I. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: Beyond 2 mm. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:28–34.
- Ting M, Tenaglia MS, Jones GH, Suzuki JB. Surgical and patient factors affecting marginal bone levels around dental implants: a comprehensive overview of systematic reviews. *Implant Dent.* 2017;26:303–15.
- Schwarz F, Alcoforado G, Guerrero A, Jönsson D, Klinge B, Lang N, et al. Peri-implantitis: summary and consensus statements of group 3. The 6th EAO Consensus Conference 2021. *Clin Oral Implants Res.* 2021;32:245–53.
- Naseri R, Yaghini J, Feizi A. Levels of smoking and dental implants failure: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2020;47:518–28.
- Mustapha AD, Salame Z, Chrcanovic BR. Smoking and dental implants: a systematic review and meta-analysis. *Medicina.* 2022;58:39.
- Reis INR, Amaral GCLS, Hassan MA, Villar CC, Romito GA, Spin-Neto R, et al. The influence of smoking on the incidence of peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34(543):54.
- Carrasco-García A, Castellanos-Cosano L, Corcuera-Flores JR, Rodríguez-Pérez A, Torres-Lagares D, Machuca-Portillo G. Influence of marginal bone loss on peri-implantitis: systematic review of literature. *J Clin Exp Dent.* 2019;11: e1045.
- Guerra F, Wagner W, Wiltfang J, Rocha S, Moergel M, Behrens E, et al. Platform switch versus platform match in the posterior mandible - 1-year results of a multicentre randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2014;41:521–9.
- Vandeweghe S, De Bruyn H. A within-implant comparison to evaluate the concept of platform switching: a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2012;5:253–62.
- Cooper LF, Reside G, Stanford C, Barwacz C, Feine J, Abi Nader S, et al. A multicenter randomized comparative trial of implants with different abutment interfaces to replace anterior maxillary single teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30:622–32.
- Pieri F, Aldini NN, Marchetti C, Corinaldesi G. Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately

- placed and restored single-tooth implants: a randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011;26:169–78.
32. Al-Nsour MM, Chan H-L, Wang H-L. Effect of the platform-switching technique on preservation of peri-implant marginal bone: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27:138–45.
 33. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. a histometric analysis of the implantogingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol*. 1997;68:186–97.
 34. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higginbottom FL, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. a physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Implants Res*. 2000;11:1–11.
 35. Atsuta I, Ayukawa Y, Kondo R, Oshiro W, Matsuura Y, Furuhashi A, et al. Soft tissue sealing around dental implants based on histological interpretation. *J Prosthodont Res*. 2016;60:3–11.
 36. Atsuta I, Narimatsu I, Morimoto T, Cheng CH, Koyano K, Ayukawa Y. Assessment of the soft-tissue seal at the interface between the base of the fixed denture pontic and the oral mucosa. *Materials*. 2021;14:3997.
 37. Canullo L, Fedele GR, Iannello G, Jepsen S. Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21:115–21.
 38. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. One abutment at one time: Non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22:1303–7.
 39. Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28:443–52.
 40. Atieh MA, Tawse-Smith A, Alsabeeha NHM, Ma S, Duncan WJ. The one abutment-one time protocol: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*. 2017;88:1173–85.
 41. Wang Q, Dai R, Cao CY, Fang H, Han M, Li QL. One-time versus repeated abutment connection for platform-switched implant: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12:0186385.
 42. Praça L, Teixeira FG, Rego RC. Influence of abutment disconnection on peri-implant marginal bone loss: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(341):51.
 43. Sanz-Sánchez I, Molina A, Martín C, Bollain J, Calatrava J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on clinical and radiographic outcomes: a 5-year randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2024;35:609–20.
 44. Moreira F, Rocha S, Caramelo F, Tondela JP, Velasco-Ortega E. One-abutment one-time effect on peri-implant marginal bone: a prospective, controlled, randomized, double-blind study. *Materials*. 2021;14:4179.
 45. Menchini Fabris GB, Toti P, Covani U, Crespi G, Luca S, Crespi R. Bone assessment around the delayed dental implant with and without preformed anatomical caps: a 1-year retrospective case-control study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023;124: 101584.
 46. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008;61:344–9.
 47. Misch CE, Silc JT. Using implant positions: treatment planning canine and first molar rules. *Dent Today*. 2009;28:66–71.
 48. Bernabeu-Mira JC, Peñarrocha-Diago M, Viña-Almunia J, Romero-Gavilán F, Pérez-Sayans M, Peñarrocha-Oltra D. Influence of abutment shape on peri-implant tissue conditions: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2023;34:1015–24.
 49. Sociedad Española de Periodoncia. 1 de cada 4 personas con implantes dentales en España desarrollan periimplantitis a medio plazo, según un estudio promovido por SEPA. *El dentista Moderno*. 2019. <https://www.eldentistamoderno.com/texto-diario/mostrars/3521447/1-cada-4-personas-implantes-dentales-espana-desarrollan-periimplantitis-medio-plazo-segun-estudio-promovido-sepa>
 50. Sistema Nacional de Salud. Gobierno de España. Pirámide de población de España. 2023. <https://inclsans.sanidad.gob.es/report/population/>
 51. Bassir SH, El Kholy K, Chen C-Y, Lee KH, Intini G. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*. 2019;90:493–506.
 52. Ickroth A, Seyssens L, Christiaens V, Pitman J, Cosyn J. Immediate versus early implant placement for single tooth replacement in the aesthetic area: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2024;35:585–97.
 53. Cosyn J, De Lat L, Seyssens L, Doornewaard R, Deschepper E, Vervaeke S. The effectiveness of immediate implant placement for single tooth replacement compared to delayed implant placement: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019;46:224–41.
 54. Raes F, Cosyn J, De Bruyn H. Clinical, aesthetic, and patient-related outcome of immediately loaded single implants in the anterior maxilla: a prospective study in extraction sockets, healed ridges, and grafted sites. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15:819–35.
 55. Cooper LF, Reside GJ, Raes F, Garriga JS, Tarrida LG, Wiltfang J, et al. Immediate provisionalization of dental implants placed in healed alveolar ridges and extraction sockets: a 5-year prospective evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29:709–17.
 56. Banu RF, Kumar VA. Early implant bone loss in the preprosthetic phase: a retrospective study. *J Oral Implantol*. 2023;49:355–60.
 57. Galindo-Moreno P, Catena A, Pérez-Sayans M, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Padiá-Molina M. Early marginal bone loss around dental implants to define success in implant dentistry: a retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022;24:630–42.
 58. Koutouzis T, Gholami F, Reynolds J, Lundgren T, Kotsakis GA. Abutment disconnection/reconnection affects peri-implant marginal bone levels: a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32:575–81.
 59. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennstrom J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems a comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7:212–9.
 60. Carrasco-García A, Castellanos-Cosano L, Corcuera-Flores J-R, Rodríguez-Pérez A, Torres-Lagares D, Machuca-Portillo G. Influence of marginal bone loss on peri-implantitis: systematic review of literature. *J Clin Exp Dent*. 2019;11:e1045–71.
 61. Caricasulo R, Malchiodi L, Ghensi P, Fantozzi G, Cucchi A. The influence of implant-abutment connection to peri-implant bone loss: a systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20:653–64.
 62. Chen J, Cai M, Yang J, Aldhohrah T, Wang Y. Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent*. 2019;122:516–36.
 63. Del Amo FS-L, Romero-Bustillos M, Catena A, Galindo-Moreno P, Sánchez-Suárez JM, Sánchez R, et al. Effect of abutment height on marginal bone loss around dental implants: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2024;37:95–102.
 64. French D, Grandin HM, Ofec R. Retrospective cohort study of 4,591 dental implants: analysis of risk indicators for bone loss and prevalence of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *J Periodontol*. 2019;90:691–700.
 65. Naseri R, Yaghini J, Feizi A. Levels of smoking and dental implants failure: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2020;47:518–28.
 66. Ting M, Tenaglia MS, Jones GH, Suzuki JB. Surgical and patient factors affecting marginal bone levels around dental implants: a comprehensive overview of systematic reviews. *Implant Dent*. 2017;26:303–15.
 67. Puisys A, Auzbikaviciute V, Vindasliute-Narbutė E, Pranskunas M, Razukėvicius D, Linkevicius T. Immediate implant placement vs. early implant treatment in the esthetic area A 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2022;33:634–55.
 68. Huynh-Ba G, Hoders AB, Meister DJ, Prihoda TJ, Mills MP, Mealey BL, et al. Esthetic, clinical, and radiographic outcomes of two surgical approaches for single implant in the esthetic area: 1-year results of a randomized controlled trial with parallel design. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30:745–59.
 69. Salgado-Peralvo AO, Peña-Cardelles JF, Kewalramani N, Ortiz-García I, Jiménez-Guerra Á, Uribarri A, et al. Is penicillin allergy a risk factor for early dental implant failure? A systematic review. *Antibiotics*. 2021;10:1227.
 70. Salgado-Peralvo AO, Peña-Cardelles JF, Kewalramani N, Mateos-Moreno MV, Jiménez-Guerra Á, Velasco-Ortega E, et al. Preventive antibiotic therapy in the placement of immediate implants: a systematic review. *Antibiotics*. 2022;11:5.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

El objetivo principal de este estudio es evaluar la estabilidad de los tejidos periimplantarios en los implantes inmediatos analizando la MBL, desde la colocación del implante hasta un período de seguimiento de 36 meses. La muestra final consistió en 1040 implantes, de los cuales 166 eran mujeres (48.2%) y 178 hombres (51.7%), con una media de edad de 57.9 ± 13.5 años. Los pilares antirrotacionales, para prótesis unitarias, presentaron una MBL a los 12 meses significativamente superior que los rotacionales para coronas múltiples, -2.0 ± 2.3 mm vs -1.1 ± 1.4 mm ($p=0.001$). El presente estudio respalda la eficacia clínica del protocolo de colocación de los implantes dentales inmediatos con unas tasas de supervivencia y MBL aceptables dentro de los parámetros clínicos establecidos.