



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“PERFORACIÓN ÓSEA EN IMPLANTES
INMEDIATOS ANTERIORES SEGÚN SU
POSICIÓN IDEAL EN TOMOGRAFÍAS
COMPUTARIZADAS DE HAZ CÓNICO
DE PACIENTES ATENDIDOS EN EL
SERVICIO DE RADIOLOGÍA DEL
CENTRO DENTAL DOCENTE DE LA
UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO
HEREDIA ENTRE LOS AÑOS 2023 y
2024”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA

FIGURELLA ESTEFANIE LAMAS CASTILLO

LIMA-PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Pablo Sánchez Borjas

Departamento Académico de Odontología Social

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presidente: Mg. Miguel Benjamín Perea Paz

Vocal: Mg. Pablo Armando Chavez Alayo

Secretario: Mg. Lillie Elizabeth Abanto Silva

DEDICATORIA

A mis abuelos Julio y Silvia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres por mostrarme la belleza de esta profesión, a mis hermanos por siempre confiar en mí, a mis tíos por su apoyo, a mis docentes por incentivarne a ser mejor, y a mi novio por su soporte y amor incondicional.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciado.

PERFORACIÓN ÓSEA EN IMPLANTES INMEDIATOS
ANTERIORES SEGÚN SU POSICIÓN IDEAL EN TOMOGRAFÍAS
COMPUTARIZADAS DE HAZ CÓNICO DE PACIENTES
ATENDIDOS EN EL SERVICIO DE RADIOLOGÍA DEL CENTRO
DENTAL DOCENTE DE

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.unach.cl Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	1%
3	www.ejomr.org Fuente de Internet	1%
4	www.dentaid.com Fuente de Internet	1%
5	zagan.unizar.es Fuente de Internet	1%
6	www.gnydm.com Fuente de Internet	1%
7	wwwndmc.ndmctsg.edu.tw Fuente de Internet	1%

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Desarrollo temático	2
II.1. Docencia universitaria estomatológica	2
II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica	9
II.3. Proyecto de investigación en estomatología	23
III. Conclusiones	41
IV. Referencias bibliográficas	42
V. Anexos	

RESUMEN

Introducción: Los implantes inmediatos son actualmente de interés para clínicos y pacientes; más aún, los colocados en el sector antero-superior. No obstante, esta zona requiere de una planificación minuciosa para evitar perforaciones en la tabla ósea y consecuente daño a su estética. La posición de los implantes inmediatos ha sido discutida en la literatura, sin embargo, no hay muchos estudios tomográficos de planificación virtual de una posición ideal de implantes anteriores. **Desarrollo temático:** Se elaboraron 3 documentos: Silabo, Revisión de Literatura estomatológica y Proyecto de Investigación. **Conclusiones:** El presente portafolio ha encontrado relevante la importancia de la buena planificación para la disminución de complicaciones quirúrgicas como la perforación ósea tras colocar un implante inmediato en el sector anterior.

Palabras clave: Implantes Dentales, Tomografía Computarizada de Haz Cónico, Maxilar (DeCS).

ABSTRACT

Introduction: Immediate implants are currently of interest to clinicians and patients; even more so, those placed in the anterior-superior sector. However, this area requires careful planning to avoid perforations in the bone table and consequent damage to its aesthetics. The position of immediate implants has been discussed in the literature, however there are not many tomographic studies of virtual planning of an ideal position of previous implants. **Thematic development:** 3 documents were prepared: Syllabus, Review of Literature and Research Project. **Conclusions:** This portfolio has found relevant the importance of good planning to reduce surgical complications such as bone perforation after placing an immediate implant in the anterior sector.

Keywords: Dental Implants, Cone Beam Computed Tomography, Maxilla (DeCS).

I. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación desarrolla un sílabo que está diseñado para el curso “Implantes inmediatos en el sector anterior”, el cual tiene como resultados de aprendizaje el que el alumno de postgrado seleccione casos ideales, analice y planifique implantes inmediatos.

Por otro lado, el análisis crítico de literatura fue realizado en base al estudio de Boterman et al (2021), el cual fue el artículo base del proyecto de investigación, brindando una guía para la definición conceptual de variables, metodología y estadística. La guía STROBE para estudios transversales fue utilizada para analizar la calidad del mismo.

Finalmente, el proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la perforación de la tabla ósea vestibular en implantes inmediatos colocados según su posición ideal de manera virtual en tomografías computarizadas de haz cónico.

II. DESARROLLO TEMÁTICO

II.1. Docencia universitaria estomatológica

FACULTADES DE MEDICINA, DE ESTOMATOLOGIA Y DE ENFERMERIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN
ÁREA DE PERIODONCIA E IMPLANTOLOGÍA

I. DATOS GENERALES		
1.1.	NOMBRE DEL CURSO	Implantes inmediatos en el sector anterior
1.2.	PROGRAMA DE ESTUDIOS	Programa de Segunda Especialidad Profesional en Periodoncia e Implantes, Rehabilitación Oral y Cirugía Oral y Maxilofacial
1.3.	AÑO CALENDARIO	2023
1.4.	SEMESTRE ACADÉMICO	Tercero
1.5.	CRÉDITOS	1
1.6.	TIPO DE CURSO	Obligatorio
1.7.	No. TOTAL DE HORAS	16 horas
1.8.	MODALIDAD	Presencial
1.9.	DURACIÓN DEL CURSO	Del: 10 de octubre de 2023 Al: 12 de diciembre de 2023
1.10.	PROFESOR COORDINADOR	Esp. Fiorella Lamas Castillo

II. SUMILLA
<p>El curso de Implantes inmediatos es de naturaleza teórica y está dirigido a los alumnos de segundo año de especialidad en Periodoncia e Implantes, Rehabilitación Oral y Cirugía Maxilofacial. En éste se brindan conocimientos actuales del manejo previo, durante y post del sitio quirúrgico para un implante inmediato, así como alternativas de provisionalización y del manejo de posibles complicaciones. Así mismo, capacitará al alumno en la toma de decisión de casos pertinentes y en la planificación tridimensional de implantes inmediatos con apoyo de fotos, modelos y tomografías.</p>

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar el curso, el estudiante:

- Selecciona los casos ideales para la colocación de implantes inmediatos en el sector anterior.
- Analiza las imágenes tomográficas y planifica tridimensionalmente implantes inmediatos en el sector anterior.

IV. CONTENIDOS

Introducción a los implantes inmediatos

- Antecedentes históricos

Consideraciones anatómicas e histológicas

- Irrigación e inervación
- Calidad ósea: clasificaciones
- Patrones de reabsorción ósea
- Fenotipo periodontal

Selección del paciente, sitio quirúrgico y planificación implantológica para implantes inmediatos

- Historia médica e historia dental pasada
- Evaluación clínica
- Posición tridimensional de los implantes inmediatos

Colocación del implante inmediato y cirugías anexas

- Manejo quirúrgico
- Regeneración ósea guiada
- Injerto de tejido conectivo

Provisionalización en implantes inmediatos

- perfil de emergencia
- Provisionalización inmediata
- Carga inmediata

Complicaciones en implantes inmediatos

- Intra-quirúrgicas
- Post – quirúrgica

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

El contenido del curso se desarrolla en base a:

Clase magistral: Presentación estructurada de un tema con el objetivo de facilitar información organizada. Se centra fundamentalmente en la exposición verbal de contenidos por parte del profesor con ayuda audiovisual, procurando fomentar la interacción con los asistentes, bajo modalidad presencial.

Taller: Metodología de trabajo que se caracteriza por la investigación y el aprendizaje por descubrimiento. Se distingue por el acopio de material especializado acorde con el tema tratado teniendo como fin la elaboración de un producto tangible. El trabajo por talleres es una estrategia pedagógica que tiene la intención que el alumno aprenda haciendo, siendo el profesor un facilitador.

Cuestionario interactivo: Consiste de una lista de preguntas dinámicas y cortas que el estudiante debe responder mediante el uso de una app en un dispositivo electrónico. La app permite al docente la obtención inmediata del resultado global de la clase y el resultado individual por alumno, permitiéndole incidir en aquellos puntos que necesiten ser ahondados a mayor profundidad.

VI. EVALUACIÓN

La evaluación será de carácter sumativa y se realizará en forma sistemática y permanente durante el desarrollo del curso.

Evaluación

Las evaluaciones serán periódicas y evaluarán los resultados de aprendizaje.

PONDERACIÓN

1.	Cuestionarios interactivos:	10%
2.	Taller 1 (Planificación tomográfica del implante inmediato):	10%
3.	Examen parcial:	25%
4.	Taller 2 (Selección de casos y planificación):	20%
5.	Examen final:	35%

Se requiere aprobar todos los productos del curso-y cada uno de ellos deberá tener nota mínima aprobatoria de 11.

El promedio final se establece con la siguiente fórmula

$$PF = (CI \times 0.10) + (T1 \times 0.10) + (EP \times 0.25) + (T2 \times 0.20) + (EF \times 0.35)$$

- La nota final del curso se expresará en escala vigesimal, en valores con dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediatamente superior o inferior.
- La nota mínima aprobatoria del curso es once (11.00).
- A los estudiantes que no rindan el examen se les calificará con nota cero (0).
- Los estudiantes que necesiten hacer reclamos tienen hasta 3 días para hacerlo después de la publicación de las notas ante el responsable del curso.
- El límite de inasistencias a clases es de 20% (2 sesiones).
- Se considera 10 minutos de tolerancia, después de este periodo de tiempo se considerará falta.

El examen de rezagados: Es un examen para los estudiantes, quienes por causa justificada

no acudieron a los exámenes programados en el sílabo. En caso de inasistencias justificadas, el estudiante puede acceder a los exámenes rezagados siempre que no exceda el límite de inasistencias justificadas. La calificación es la nota obtenida.

El examen sustitutorio: Es un examen para los estudiantes desaprobados en el examen parcial, final o taller. El resultado se califica con nota máxima de once (11) y sustituye solo la calificación original. No tienen derecho a examen sustitutorio los estudiantes que desapruaban por inasistencia y los que desaprobaron en examen de rezagados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. 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 Feb;73(1):84-102. doi: 10.1111/prd.12170. PMID: 28000278.
2. Misch, CE. *Implantología contemporánea*. 3ra ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2006.
3. Canellas JVDS, Medeiros PJD, Figueredo CMDS, Fischer RG, Ritto FG. Which is the best choice after tooth extraction, immediate implant placement or delayed placement with alveolar ridge preservation? A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg*. 2019 Nov;47(11):1793-1802. doi: 10.1016/j.jcms.2019.08.004. Epub 2019 Aug 27. PMID: 31522823.
4. Kan JY, Roe P, Rungcharassaeng K, Patel RD, Waki T, Lozada JL, Zimmerman G. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jul-Aug;26(4):873-6. PMID: 21841998.
5. Ruales-Carrera E, Pauletto P, Apaza-Bedoya K, Volpato CAM, Özcan M, Benfatti CAM. Peri-implant tissue management after immediate implant placement using a customized healing abutment. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Nov;31(6):533-541. doi: 10.1111/jerd.12512. Epub 2019 Jul 3. PMID: 31268244.
6. 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):516-536. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.05.013. Epub 2019 Aug 14. PMID: 31421892.
7. Botermans A, Lidén A, de Carvalho Machado V, Chrcanovic BR. Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Clin Med*. 2021 Dec 14;10(24):5853. doi: 10.3390/jcm10245853. PMID: 34945150; PMCID: PMC8708737.
8. Tsai YC, Huang RY, Cheng CD, Cheng WC, Cochran DL, Nguyen TT, Shieh YS, Lin FG, Sung CE. Risk assessment of labial bone perforation in the anterior mandibular region: a virtual immediate implant placement study. *Int J Implant Dent*. 2021 Jul 26;7(1):68. doi: 10.1186/s40729-021-00351-w. PMID: 34308500; PMCID: PMC8310813.
9. Resnik RR, Misch CE. *Complicaciones en implantología oral*. 1ra ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2018.
10. Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez J, Peñarrocha-Diago M. Immediate bleeding complications in dental implants: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 Mar 1;20(2):e231-8. doi: 10.4317/medoral.20203. PMID: 25475779; PMCID: PMC4393988.

11. Sociedad Española de Periodoncia. Implantes post extracción. Cuándo y por qué [Internet]. 2021 [citado el 13 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.sepatv.com/implantes-post-extraccion-cuando-y-por-que/>
12. Osteology Foundation. Oral Regeneration Podcast [Internet]. Immediate implant placement. 24 de mayo del 2023 [citado el 13 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://open.spotify.com/episode/5PhTicd9th5MYA3LUrpUeD>

ANEXO 1

PROFESORES PARTICIPANTES UPCH

Grado o Título	Nombre	Apellidos	Correo electrónico	Departamento Académico
Mg. Esp.	MARCO	ALARCÓN PALACIOS	marco.alarcon@upch.pe	DACE
Mg. Esp.	RUTH	CASTILLO MONZÓN	rut.castillo@upch.pe	DACE
Mg. Esp.	CAROLINA	CHANG SUAREZ	carolina.chang@upch.pe	DACE
Esp.	FIGORELLA	LAMAS CASTILLO	fiorella.lamas@upch.pe	DACE
Mg. Esp.	LILIAN	MÁLAGA FIGUEROA	lilian.malaga@upch.pe	DACE
Mg. Esp.	CARLOS	MATTA MORALES	carlos.matta@upch.pe	DACE

ANEXO 2
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

SESION	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	PROFESOR
1	<ul style="list-style-type: none"> ● Introducción a los implantes inmediatos 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Esp. Fiorella Lamas Castillo
2	<ul style="list-style-type: none"> ● Consideraciones anatómicas e histológicas 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Mg. Esp. Ruth Castillo Monzón
3	<ul style="list-style-type: none"> ● Selección del paciente, sitio quirúrgico y planificación implantológica para implantes inmediatos 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Mg. Esp. Carolina Chang Suarez
4	<ul style="list-style-type: none"> ● PLANIFICACIÓN TOMOGRÁFICA DEL IMPLANTE INMEDIATO 	Taller 1	Esp. Fiorella Lamas Castillo
5	<ul style="list-style-type: none"> ● EXAMEN PARCIAL 	Evaluación sumativa	Esp. Fiorella Lamas Castillo
6	<ul style="list-style-type: none"> ● Colocación del implante inmediato y cirugías anexas 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Mg. Esp. Lilian Málaga Figueroa
7	<ul style="list-style-type: none"> ● Provisionalización en implantes inmediatos 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Mg. Esp. Carlos Matta Morales
8	<ul style="list-style-type: none"> ● Complicaciones en implantes inmediatos 	Clase magistral Cuestionario interactivo Modalidad presencial	Mg. Esp. Marco Alarcón Palacios
9	<ul style="list-style-type: none"> ● SELECCIÓN DE CASOS Y PLANIFICACIÓN 	Taller 2	Esp. Fiorella Lamas Castillo
10	<ul style="list-style-type: none"> ● EXAMEN FINAL 	Evaluación sumativa	Esp. Fiorella Lamas Castillo

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study
Autores	Botermans A, Lidén A, de Carvalho Machado V, Chrcanovic BR.
Revista	Journal of Clinical Medicine
Año de publicación	2021
País	Brasil
Tipo de estudio	Transversal
Objetivo	Investigar los factores asociados con el riesgo de perforación de la tabla bucal mediante el uso de una simulación tridimensional de colocación de implantes inmediatos en el sector antero-superior.
Metodología	Las tomografías de 126 pacientes (756 dientes) fueron incluidas. Los implantes fueron virtualmente colocados en 2 posiciones: la posición protética ideal (siguiendo el eje del diente) y la posición dirigida por el hueso. Se planificaron 2 diámetros distintos de implantes para cada diente: 3.75 y 4.3mm para incisivos centrales y caninos; 3.0 y 3.3mm para laterales.
Resultados	La incidencia de perforación fue de un 80% y 5% para la posición protéticamente ideal y la posición guiada por el hueso respectivamente. Se realizó un análisis de regresión logística con las variables, encontrando que los factores asociados a perforación de la tabla fueron: mujeres, implantes anchos, posición sagital de la raíz clase IV y disminución del ángulo de la concavidad labial.
Conclusiones	El riesgo de perforación de la tabla ósea puede ser disminuido cuando un implante es colocado en la posición dirigida por el hueso.

II.2.2. Calidad del reporte escrito: STROBE para estudios transversales

Secciones	Item	Recomendación	Descripción	Página
Título y resumen				
Título y resumen	1	(a) Indica en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporciona en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.	a) No, se menciona que es un estudio virtual tomográfico, más no se nombra el diseño. b) Sí, el resumen sintetiza el estudio de manera sucinta y destaca los puntos más relevantes. No	1

			obstante, no es un resumen estructurado.	
Introducción				
Contexto/fundamentos	2	Explica las razones y el fundamento científico de la investigación que se comunica.	Sí, va de lo general a lo específico en la introducción: porcentaje de supervivencia de implantes inmediatos (Ii), importancia estética del sector anterior, riesgo de perforación ósea, para finalmente explicar la importancia de conocer la prevalencia de la perforación ósea cuando se colocan implantes inmediatos en la posición protésica ideal o guiada por la pertinencia ósea y anatómica.	1 y 2
Objetivos	3	Indica los objetivos específicos, incluyendo cualquier hipótesis preespecificada.	Sí, menciona el objetivo principal y los objetivos específicos, así como la hipótesis nula.	2
Métodos				
Diseño del estudio	4	Presenta al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.	Sí, menciona que se realizará un análisis retrospectivo.	2
Contexto	5	Describe el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluyendo los periodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.	Sí, se menciona que se utilizaron las tomografías de los últimos 3 meses del 2014 de Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagen en Belo Horizonte, Brasil.	2
Participantes	6	Proporciona los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes.	Sí, menciona los criterios de inclusión y exclusión. Criterios de inclusión: a) Tomografías de pacientes que permitieron el uso de sus imágenes; (b) tomografías del maxilar superior; (c) presencia de IC, IL y CA totalmente erupcionados; (d) ápice formado; y (e) línea incisal armónica y correcta alineación de dientes	3

			<p>anterosuperiores.</p> <p>Criterios de exclusión: (a) Presencia de artefactos en la tomografía; (b) implantes, lesión patológica, reabsorción radicular evidente o falta de un diente; y (c) exámenes de pacientes que tenían antecedentes de tratamiento de ortodoncia, cirugía ortognática, injertos óseos, dientes supernumerarios o impactados, destrucción ósea, fenestración, dehiscencia o una combinación de estas causadas por enfermedad periodontal o lesión traumática alrededor de la región investigada.</p>	
VARIABLES	7	<p>Define claramente todas las variables: de respuesta, exposición, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporciona los criterios diagnósticos.</p>	<p>Sí, se definen claramente. La variable dependiente o de respuesta fue la perforación ósea labial. La variable independiente fue la posición de la colocación del implante inmediato. Las co-variables fueron sexo, edad, tipo de clasificación de Khan de posición sagital de la raíz (SRP), grosor de implantes, ángulo de la concavidad labial (LCA) y ángulo implante-línea A (ILAA).</p>	4
FUENTES DE DATOS/MEDIDAS	8	<p>Para cada variable de interés, indica las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifica la comparabilidad de los procesos de medida.</p>	<p>Sí, todas las variables y covariables son detalladas.</p> <p>La variable independiente, posición de la colocación del implante inmediato, se dividió en dos grupos: posición ideal protésica (PIP) y posición ideal ósea (PIO). La posición ideal</p>	4 y 5

			<p>protésica (PIP) se definió como la colocación del Ii en el eje longitudinal del diente a lo largo de la línea A (línea que conecta el borde incisal y el ápice de la raíz del diente) y anclado en hueso nativo a 4mm del ápice. La posición ideal ósea (PIO) se definió como la longitud mínima posible de un Ii anclado a 4mm del ápice del diente. Adicionalmente, se observó si el implante respetó la distancia de 2 mm a las estructuras anatómicas adyacentes y se verificó en la vista panorámica mesio- distal de la tomografía.</p>	
Sesgos	9	Especifica todas las medidas adoptadas para afrontar posibles fuentes de sesgo.	Sí, se menciona la codificación de las tomografías y la aleatorización de la muestra.	2 y 3
Tamaño muestral	10	Explica cómo se determinó el tamaño muestral.	<p>Sí, el tamaño de muestra fue decidido en base a un estudio similar previo (Zhou et al.) No existe ningún estudio previo que compare prevalencia de perforación ósea en implantes inmediatos colocados en la posición protésica ideal o la incidencia de perforación para implantes inmediatos colocados en una posición ideal según la anatomía ósea. Sin embargo, al tener los datos del estudio de Zhou et al., donde el índice de perforación ósea en una posición ideal protésica (26%) y de Ii planificados</p>	3

			de manera palatina (6.5%), se llegó a la conclusión que se necesitaban 55 casos en cada grupo, habiendo establecido un α de 0,05 y una potencia de 80%. El artículo analizado, contó con 126 casos, que fueron aleatoriamente asignados a dos grupos de 63 cada uno; muestra por encima de lo señalado por Zhou et al.	
VARIABLES CUANTITATIVAS	11	Explica cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explica qué grupos se definieron y por qué.	Sí, se definen los dos grupos de estudio: implantes inmediatos colocados en la zona protésica ideal y los guiados por el hueso. Se definen adicionalmente las covariables y cómo medirlas: sexo, tipo de diente, diámetro del implante, clasificación sagital.	4 y 5
MÉTODOS ESTADÍSTICOS	12	<p>(a) Especifica todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión.</p> <p>(b) Especifica todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones.</p> <p>(c) Explica el tratamiento de los datos ausentes (missing data).</p> <p>(d) Si procede, especifica cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo.</p> <p>(e) Describe los análisis de sensibilidad.</p>	<p>a) Sí, los métodos estadísticos fueron los siguientes: descriptivos (media, desviación estándar, mínimo y máximo), la prueba de Kolmogorov Smirnov (distribución normal), la prueba de Levene (homocedasticidad), prueba t pareada y prueba de Wilcoxon (comparar dientes del lado derecho e izquierdo).</p> <p>b) Sí, los métodos estadísticos fueron los siguientes: prueba t de Student o la prueba de Mann-Whitney (comparación de grupos independientes), ANOVA unidireccional o prueba de</p>	6

			<p>Kruskal-Wallis (comparación de 3 o más grupos), prueba de chi-cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher (variables categóricas), prueba de correlación de Pearson y regresión lineal (verificar la relación entre la edad de los pacientes y el LCA, el ILAA y la longitud mínima del implante posible).</p> <p>c) No, no se observan datos ausentes.</p> <p>d) No aplica.</p> <p>e) Sí, la calibración se realizó entre los tres autores y se realizó en 10 tomografías. Sin embargo, solo dos autores realizaron las mediciones finales para el estudio.</p>	
Resultados				
Participantes	13	<p>(a) Indica el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo, número de participantes elegibles, analizados para ser incluidos, confirmados elegibles, incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados.</p> <p>(b) Describe las razones de la pérdida de participantes en cada fase.</p> <p>(c) Considera el uso de un diagrama de flujo.</p>	<p>a) Sí, se indica que inicialmente se tomaron 574 tomografías de setiembre a diciembre del 2014, de la cuales se rechazaron 414 por falta de dientes, tratamiento de ortodoncia y malposición dentaria. Finalmente, de las 160 tomografías restantes, se rechazaron 34 debido a artefactos radiológicos y destrucción ósea, quedando las 126 tomografías utilizadas en el estudio.</p> <p>b) Sí, describe el motivo por el cual solo 126 tomografías fueron utilizadas.</p>	6

			c) No se utilizó un diagrama de flujo.	
Datos descriptivos	14	(a) Describe las características de los participantes en el estudio (por ejemplo, demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión. (b) Indica el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés.	a) La tabla 1 resume los porcentajes de sexo y edad por grupos. b) No se muestran los datos ausentes.	6 y 7
Datos de las variables de resultado	15	Indica el número de eventos resultado o bien proporcione medidas resumen.	Sí, los valores descriptivos de la variable independiente se encuentran en la tabla 1, donde se menciona la proporción por sexo, ancho del implante, mínimo y máximo de edad.	7
Resultados principales	16	(a) Proporciona estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (como por ejemplo intervalos del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describe los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valora las estimaciones de los factores asociados.	a) Utiliza un intervalo de confianza del 95%. b) No aplica. c) Sí, fueron los siguientes: Análisis de la distribución de los dientes estudiados en la clasificación de Khan, SRP clase I, II, III o IV, longitud mínima del implante, el ángulo de concavidad labial (LCA), el ángulo ILAA formado entre el eje longitudinal del implante inmediato protésicamente ideal y el basado en la anatomía ósea.	6
Otros análisis	17	Describe otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)	Sí, se realizó la calibración inter examinador. No queda claro si la intra examinador fue realizada.	3
Discusión				
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio.	Sí, menciona que el porcentaje de perforación	13

			ósea fue mayor en la posición protésica ideal en comparación con la posición guiada por el hueso (80% vs 5%), lo cual rechaza la hipótesis nula.	
Limitaciones	19	Discute las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.	Sí, las limitaciones mencionadas fueron que los resultados del estudio dependían de la precisión de las imágenes tomográficas y que las medidas fueron realizadas en implantes únicos.	12
Interpretación	20	Proporciona una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes.	Sí, los autores citan estudios con resultados similares en los cuales fundamentan sus resultados, así como interpretan sus resultados con evidencia científica y pertinencia clínica.	11y 12
Generalización	21	Discute la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).	Sí, el estudio menciona que este estudio es extrapolable a cualquier población dado que su muestra fue de ambos sexos y de un rango de edades considerable.	12
Otra información	22	Especifica la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio, y si procede, del estudio previo en que se basa su artículo.	Sí, el estudio menciona no haber recibido financiación externa.	13

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: AXIS para estudios transversales

Introducción	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
1. ¿Fueron los objetivos del estudio claros?	X			El objetivo principal y los objetivos específicos fueron redactados con claridad al final de la introducción.	2
Métodos					
2. ¿Fue el estudio diseñado apropiadamente para los objetivos propuestos?	X			El diseño de estudio fue adecuado para obtener todas las conclusiones propuestas en los	2-6

				objetivos de manera virtual tomográfica. La tomografía es actualmente la mejor herramienta para la planificación adecuada de implantes. Un diseño de estudio en pacientes siempre será más preciso, sin embargo, sería éticamente incorrecto el realizarlo en humanos debido al gran riesgo estético implicado en implantes inmediatos.	
3. ¿Fue el tamaño de muestra justificado?	X			El tamaño de muestra fue decidido en base a un estudio similar previo (Zhou et al.) dado que los autores mencionan que no existe un estudio previo igual. Es válido que un estudio tome un artículo previamente publicado con valores similares para establecer su tamaño de muestra. Al utilizar los valores proporcionados por el artículo (incidencia de perforación de grupo PIP de 26% y 6.5% del grupo PIO, α de 0.05 y poder de 80%) se llegan a obtener los 55 casos por grupo. Se utilizó la hipótesis que la proporción del grupo de estudio (PIO) fuese un cuarto de la proporción del grupo control (PIP). No obstante, el artículo no llega a especificar cómo se llegó a esta conclusión y esta debe ser inferida.	3
4. ¿Fue definida claramente la población de referencia?		X		Dado que la muestra fue intencional (tomografías de pacientes de un centro radiológico específico), el estudio le da mayor relevancia a explicar la muestra y no tanto a la población.	3
5. ¿Fue el marco muestral tomado de una población de base apropiada, que represente de forma cercana la población de referencia?		X		El estudio utilizó las tomografías tomadas entre setiembre y diciembre del 2014 de un centro radiológico en específico que fue el centro Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagem, en	2

				Belo Horizonte, Brazil. Por ende, esta no es una población representativa (o al menos no se menciona en el artículo) ni de la localidad donde fue realizado el estudio, del país o cualquier otra población mayor.	
6. ¿Fue el proceso de selección de participantes fue representativos de la población de referencia en investigación?		X		El proceso de selección de participantes incluyó pacientes menores a 18 años, los cuales no deberían de ser incluidos en estudios de implantes inmediatos dado que no se colocan implantes en jóvenes en la zona estudiada debido a que no se ha culminado su desarrollo esquelético. No obstante, el resto del proceso de selección de participantes fue adecuado: codificación de las tomografías, distribución de casos adecuada en sexo y edad, randomización de los grupos, etc.	3 y 7
7. ¿Se tomaron medidas para afrontar y categorizar los individuos con no respuesta?		X		No hubo individuos con no respuesta dado que es un estudio en tomografías y todas las tomografías que no fueron utilizadas fueron rechazadas mediante los criterios de exclusión inicial.	
8. ¿Se midieron adecuadamente los factores de asociación y el resultado de acuerdo con los objetivos del estudio?		X		Las tablas 7 y 8 solo describen los resultados de regresión lineal univariados y multivariados del grupo PIO, mas no del grupo PIP. Más aún, se observan algunos intervalos de confianza con valores altos y que se utilizó la medida de asociación de OR (odds ratio) en una muestra de alta frecuencia (perforación e invasión de los 2mm de seguridad anatómica), cuando idealmente se debió utilizar la RP (razón de prevalencia). La selección inadecuada de la prueba estadística podría haber sobreestimado los valores obtenidos y que los resultados de este estudio deban ser tomados	10

				con cautela.	
9. ¿Se midieron correctamente los factores de asociación y el resultado con el uso de instrumentos o medidas que hayan sido experimentadas, probadas o publicadas previamente?			X	Si bien se realizó un proceso de calibración inter-examinadores, no se menciona la calibración intra-examinador.	4
10. ¿Está claro que se usó para determinar significancia estadística, estimadores de precisión, o ambos? (por ejemplo: valores p, intervalos de confianza)	X			El estudio utiliza un $p < 0.05$ y un intervalo e confianza del 95%.	6
11. ¿Fueron los métodos (incluye métodos estadísticos) suficientemente descritos para permitir que estos sean repetidos?		X		Si bien la metodología estadística fue descrita y las tablas muestran los resultados de los distintos métodos estadísticos, las tablas 7 y 8 solo describen los resultados de regresión lineal univariados y multivariados del grupo PIO, mas no del grupo PIP. Por otro lado, se debió ahondar más en la metodología del uso de las tomografías como, por ejemplo, cómo obtener las imágenes transversales, lo cual es mencionado en otros estudios que usan imágenes tomográficas. Finalmente, se debió detallar si hubo calibración intra-operador.	3 y 6
Resultados					
12. ¿Fueron descritos adecuadamente los datos básicos?	X			La tabla 1 muestra con claridad los datos descriptivos del estudio utilizando media, DS, mínimo y máximo.	6 y 7
13. ¿La tasa de respuesta aumenta las preocupaciones acerca del sesgo de no respuesta?		X		No aplica al ser un estudio en tomografías.	
14. ¿Si es apropiado, la información de los individuos con no respuesta fue descrita?		X		No aplica.	
15. ¿Fueron los resultados consistentes internamente?			X	No se explica si hubo un proceso de calibración intra-operador más sí un proceso de calibración inter-operador. Adicionalmente a ello,	3

				no se detalla si se utilizó algún índice para hallar el índice de concordancia.	
16. ¿Fueron presentados los resultados según lo descrito en la metodología?	X			<p>Cada resultado fue previamente analizado con distintas herramientas estadísticas según el caso.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descriptiva: Media, DS, mínimo, máximo, Kolmogorov – Smirnov (distribución normal). - Bivariados: Test de Levene (homoscedasticidad), T pareado y test de Wilcoxin (comparar lados izquierdo y derecho), T de Student o test de Mann – Whitney (comparación de grupos independientes), ANOVA de una dirección o Kruskal – Wallis (comparación de 3 o más grupos), test chi cuadrado de Pearson o test exacto de Fisher (variables categóricas en tabla de contingencia de 2x2), correlación de Pearson y regresión lineal (relación entre edad, LCA, ILAA y longitud de los implantes), correlación de Spearman (relación entre sexo, SRP, LCA, ILAA y la longitud mínima del implante). - Multivariada: Regresión logística binaria univariada y multivariada (asociación entre la perforación ósea o invasión de los 2mm de seguridad anatómica y PIO ajustada por todas las covariables). 	6
Discusión					
17. ¿Fueron las discusiones y conclusiones de los autores justificadas por los resultados?	X			Se discute acerca de cada conclusión derivada de cada objetivo y se da contexto y datos adicionales. Se discute acerca de la mayor prevalencia de perforación ósea en II colocados en la posición protésicamente correcta, que este y otros estudios han encontrado una mayor	11 y 12

				prevalencia de SRP I, la importancia de la corona y el hallazgo de 18 grados de angulación ILAA, los factores de riesgo de perforación (sexo, diámetro del implante, SRP y LCA).	
18. ¿Fueron discutidas las limitaciones del estudio?	X			Se mencionaron dos limitaciones: la relación de la validez de los resultados con la precisión de las imágenes tomográficas, y que el estudio se basa en implantes únicos. Sin embargo, debieron añadirse las limitaciones del diseño del estudio en sí al ser un estudio virtual tomográfico, y que la limitación de haber admitido en la muestra pacientes desde los 14.2 años cuando la muestra debió tomar pacientes de 18 años en adelante con crecimiento maxilar completo.	12
Otros					
19. ¿Existieron algunas fuentes de financiación o conflictos de interés que puedan afectar la interpretación de los resultados por los autores?		X		No hubieron fuentes de financiación externa ni conflictos de interés entre los autores.	13
20. ¿Se obtuvo aprobación ética o consentimiento de los participantes?	X			El estudio fue aprobado por el Comité de Ética local (PUC-MG, Belo Horizonte, Brasil). Los pacientes fueron contactados de manera telefónica y firmaron un consentimiento informado del uso de sus tomografías para el estudio.	2

Adaptado de:

1. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración [Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration]. Gac Sanit. 2009;23(2):158.
2. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). BMJ Open 2016;6:e011458.

3. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Perforación ósea en implantes inmediatos anteriores según su posición ideal en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de radiología del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia entre los años 2023 y 2024.

RESUMEN

Antecedentes: La colocación de implantes inmediatos en el sector antero-superior es una técnica sensible y con un mayor riesgo a la perforación del hueso cortical dada su anatomía, lo cual es un desafío para el profesional dada la alta estética esperada en este sector. La estabilidad a largo plazo de los mismos, ha sido relacionada a la colocación protésica ideal, la cual requiere de una minuciosa planificación tomográfica previa. **Objetivos:** Determinar la perforación de la tabla ósea vestibular en implantes inmediatos colocados según su posición ideal en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología de los Centros Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CDD UPCH) entre los años 2023 y 2024. **Materiales y métodos:** Este estudio transversal, utilizará las 637 TCHC realizadas en pacientes mayores de 21 años en el Servicio de Radiología del CDC UPCH, que contengan el sector antero-superior.

Palabras clave: Implantes Dentales, Tomografía Computarizada de Haz Cónico, Maxilar.

INTRODUCCIÓN

Los implantes dentales se han convertido en parte importante de la práctica odontológica actual (1). Más aún, los implantes inmediatos son muchas veces el tratamiento que muchos pacientes buscan debido a la reducción de procedimientos quirúrgicos y tiempo de espera hasta la carga de la prótesis final (2,3). No obstante, la técnica para la colocación de implantes inmediatos sigue siendo considerada como una técnica sensible a pesar del alto porcentaje de éxito que documentan diversos estudios (4-6). Los implantes inmediatos en el sector antero-superior deben tener en cuenta ciertas características anatómicas como que el hueso alveolar se encuentra proclinado en dirección antero-inferior, la posición sagital del diente, el grosor de las tablas óseas, etc (7). Debido a estas mismas características, el riesgo de fenestración del hueso cortical es mayor en este sector y puede asociarse a recesiones en el tejido blando con un consecuente fracaso estético (8,9).

No obstante, si bien el resultado estético es de suma importancia, también lo es la estabilidad del implante a largo plazo, siendo esta última una de las características a favor de los colocados en una posición protésica ideal (10). Se considera que la colocación de los mismos en el mismo eje del diente se encuentra en una posición protésica ideal y tiene como ventaja una mejor distribución de las fuerzas oclusales (11). La literatura hace mención de estudios tomográficos que evalúan la

perforación de la tabla ósea de implantes colocados de manera virtual en el sector posterior (1,12,13). No obstante, no existe mucha literatura relacionada a la perforación de la tabla vestibular del sector antero-superior en una simulación tomográfica de implantes inmediatos colocados en una posición ideal.

Dados los beneficios de los implantes inmediatos, de la colocación protésica ideal y de la previa planificación tomográfica para resultados más previsibles en una técnica tan sensible, este estudio plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre la colocación de implantes inmediatos en el sector antero-superior y la perforación ósea vestibular en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia?

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la perforación de la tabla ósea vestibular en implantes inmediatos colocados según su posición ideal en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia entre los años 2023 y 2024.

Objetivos específicos

1. Determinar la perforación de la tabla ósea vestibular en implantes colocados en una posición ideal protésica en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología de los CDD UPCH.
2. Determinar la perforación de la tabla ósea vestibular en implantes colocados en una posición ideal ósea en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología de los CDD UPCH.
3. Determinar la perforación ósea según covariables en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de Radiología de los CDD UPCH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo del estudio

Transversal

Población y muestra

Todas las tomografías computarizadas de haz cónico de los 637 pacientes mayores de 21 tomadas entre los años 2023 y 2024 en el Servicio de Radiología del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, que contengan el sector antero-superior. Al utilizarse toda la población, no será necesario calcular el

tamaño muestral.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

TCHC de pacientes mayores de 21 años tomadas en el Servicio de Radiología de los Centros Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia entre los años 2023 y 2024, que contengan todos los dientes del sector antero-superior.

Criterios de exclusión:

- TCHC de pacientes con artefactos técnicos.
- TCHC de pacientes con ápices abiertos.
- TCHC de pacientes con dientes anteriores no alineados en el arco dental.
- TCHC de pacientes con presencia de lesiones patológicas en el sector anterosuperior.
 - TCHC de pacientes con patologías óseas sindrómica o renales.
- TCHC de pacientes con tratamiento de ortodoncia.
- TCHC de pacientes con presencia de dientes supernumerarios o impactados en el sector anterosuperior.
- TCHC de pacientes con presencia de fenestraciones, dehiscencias o evidente pérdida ósea en los dientes antero-superiores.
- TCHC de pacientes con evidencia de cirugías previas tales como injertos óseos, placas y tornillos.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Variable dependiente

Perforación ósea: Se define conceptualmente como un agujero que deja en un cuerpo al atravesar o penetrar la tabla cortical ósea. Su definición operacional se definirá por la presencia o ausencia de la misma observada en la tomografía. Esta es una variable de tipo cualitativa, de categoría dicotómica y escala nominal. Los valores que esta variable presenta son: 1) Presencia de perforación ósea y 2) Ausencia de perforación ósea.

Variable independiente

Posición ideal del implante inmediato: Se define de manera conceptual como la posición en la cual el implante inmediato es colocado a 1.5 mm de distancia del diente adyacente para evitar pérdida ósea interproximal, a 4 mm del ápice del diente, a 2mm de cualquier estructura anatómica importante, a 2 mm de la unión cemento adamantina (UCA) y al menos a 2 mm de la tabla vestibular. La definición operacional abarcará las mediciones tomográficas utilizando los criterios mencionados en la definición conceptual, donde Posición ideal protésica (PIP) se definirá como la posición del implante colocado según el eje de la corona natural del diente, mesio-distalmente en el centro de la corona y buco-lingualmente en la posición del cíngulo. La Posición ideal ósea (PIO) como la posición del implante colocado basado en la cantidad ósea disponible. Esta es una variable de tipo

cualitativa, de categoría dicotómica y escala nominal. Los valores de la variable son: 1) Posición ideal protésica y 2) posición ideal ósea.

Covariables

Posición sagital de la raíz: Su definición conceptual es la posición observada entre el diente y la posición ósea. Su definición operacional será guiada por la clasificación de Kan et al. 2011, la cual divide la posición sagital de la raíz en Clase I, II, III y IV. La Clase I se define como la posición de la raíz contra la tabla ósea vestibular. La Clase II indica que la raíz se encuentra centrada en medio del alveolo y que el tercio apical del diente no toca vestibular ni palatino. La Clase III supone la posición del diente contra la tabla palatina. La Clase IV indica que al menos dos tercios del diente se encuentren en contacto con las tablas vestibular y palatina. Esta es una variable de tipo cualitativa, de categoría politómica y escala nominal. Los valores son: 1) Clase I, 2) Clase II, 3) Clase III y 4) Clase IV.

Grosor del implante: Su definición conceptual es el ancho del implante que representa la superficie funcional del mismo. Según su definición operacional se clasificarán en 3 grosores de implantes: 3,3mm; 3.75mm y 4.3mm. Esta es una variable de tipo cualitativa, de categoría politómica y escala ordinal. Los valores son: 1) Implante de grosor delgado (3.3mm), 2) implante de grosor medio (3.75mm) e 3) implante de grosor ancho (4.3mm).

Sexo: Su definición conceptual es el ser una condición orgánica, masculina o

femenina, de los animales y las plantas. Su definición operacional será guiada por la información constatada en ficha de datos llenada por pacientes antes de tomarse la imagen tomográfica. Es una variable de tipo cualitativa, de categoría dicotómica y escala nominal. Los valores son: 1) Masculino y 2) Femenino.

Edad: Se define de manera conceptual como el tiempo que ha vivido una persona. Su definición operacional será regida por la información constatada en la ficha de datos llenada por los pacientes antes de tomarse la imagen tomográfica. Esta es una variable de tipo cualitativa, de categoría politómica y escala ordinal. Los valores son los años en valores numéricos

Procedimientos y técnicas

Calibración

Para la obtención de datos estandarizados, el estudio contemplará realizar una capacitación con un experto en Periodoncia e Implantes y en Radiología Oral y Maxilofacial, así como una calibración inter e intra examinador.

La capacitación se basará en el manejo del Software Sidexis 4 y en el correcto uso de este para obtener una imagen sagital repetitiva de los dientes anterosuperiores donde se pudiese observar la mayor longitud del diente en su eje corono-apical. Por otro lado, un especialista en Periodoncia e implantes con 25 años de experiencia será el que dará la capacitación para la colocación virtual de implantes inmediatos en la posición ideal ósea y posición ideal protésica. Siendo este mismo el gold estándar para las calibraciones inter examinador.

El proceso de calibración inter examinador se requiere para garantizar la validez del estudio. Por otro lado, la confiabilidad del estudio requiere de la calibración intra examinador. Esta última será realizada por cada investigador de manera individual y repetitiva hasta obtener un Kappa mínimo de 0.80.

Permisos

Se solicitará la autorización para el uso de las tomografías al Director Clínico del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CDD UPCH).

Procedimiento

Este estudio seguirá la declaración STROBE (STrengthening the Reporting of OBServational studies in Epidemiology) para estudios transversales. Las TCHC serán obtenidas de la base de datos 2023-2024 de los Centros Radiológicos de la UPCH, sedes San Isidro y San Martín de Porres, donde se utilizará el tomógrafo Galileo Comfort Plus (Dentsply Sirona ®) y las imágenes serán analizadas con el software Sidexis 4 (Dentsply Sirona ®). La unidad TCHC será fijada en 90 kVp y 4Ma con un campo de visualización de 5x5mm y un tamaño de voxel de 0,11mm. Las imágenes serán analizadas en un monitor de 32 pulgadas por el investigador principal.

La óptima visualización del corte sagital de cada diente estudiado en la tomografía seguirá un protocolo de estandarización donde se seleccionará el punto medio del diente en una posición buco-lingual en el corte axial, el centro del diente en el eje mesio-distal en el corte coronal, finalmente, se creará una línea apico-coronal en el

corte sagital (línea A) y una línea perpendicular a esta a nivel de la unión cemento adamantina. La selección de cada sitio según la clasificación de la posición sagital de la raíz de Kan et al., se realizará como primer paso del análisis tomográfico de las distintas variables por cada diente.

La plataforma de los implantes será colocada a 2 mm de UCA y al menos a 2 mm de la tabla vestibular. La longitud mínima de los mismos deberá ser de 4mm apicales a los ápices dentales. Las tres diferentes dimensiones de los implantes (3.3, 3.75 y 4.3 mm) serán utilizadas en cada diente estudiado. Ninguno de los mismos podrá invadir el espacio de al menos 1.5mm entre implante y diente o de 2mm con la base de la nariz.

Las siguientes variables serán medidas en cada sitio:

Posición ideal protésica (PIP): implante colocado según el eje de la corona natural del diente, mesio-distalmente en el centro de la corona y buco-lingualmente en la posición del cingulo.

Posición ideal ósea (PIO): Implante colocado basado en la cantidad ósea disponible.

Plan de análisis

Para el análisis descriptivo, se calculará la frecuencia absoluta (n) y la frecuencia relativa (%) de las variables cualitativas.

Para el análisis bivariado se empleará la prueba de Chi-cuadrado, T de Student y ANOVA, para la últimas dos, será necesario comprobar la normalidad mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov, caso contrario será la prueba de U de Mann Whitney y Kruskal Wallis.

Finalmente, para el análisis multivariado se utilizará la regresión logística múltiple, siendo la variable dependiente la perforación ósea y la independiente la posición ideal del implante, para hallar los valores de odds ratio (OR) o razones de prevalencia (RP) si la probabilidad del evento es superior al 10%. El nivel de confianza será de 95% y se utilizará un $p < 0.05$ en el programa estadístico STATA 17.0.

Aspectos éticos del estudio

Se solicitará la aprobación del Comité Institucional de Ética en Humanos de la UPCH. Adicionalmente, se pedirá la autorización del uso de la base de datos tomográfica al CDD UPCH (Anexo 3). Se codificarán las tomografías para no revelar la identidad de los pacientes. No obstante edad y sexo se mantendrán al ser covariables del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chan HL, Benavides E, Yeh CY, Fu JH, Rudek IE, Wang HL. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual

implant placement study using cone-beam computed tomography. *J Periodontol*. 2011 Jan;82(1):129-35. doi: 10.1902/jop.2010.100313. Epub 2010 Jul 27. PMID: 20653440.

2. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol* 2000. 2017 Feb;73(1):84-102. doi: 10.1111/prd.12170. PMID: 28000278.

3. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct;29 Suppl 16:106-134. doi: 10.1111/clr.13276. PMID: 30328194.

4. 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):1162-1177. doi: 10.1016/j.ijom.2017.03.016. Epub 2017 May 3. PMID: 28478869.

5. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: a systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015 Jan;43(1):16-41. doi: 10.1016/j.jdent.2014.11.007. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25433139.

6. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Feb;23 Suppl 5:39-66. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02372.x. PMID: 22211305.

7. AlTarawneh S, AlHadidi A, Hamdan AA, Shaqman M, Habib E. Assessment of Bone Dimensions in the Anterior Maxilla: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Prosthodont*. 2018 Apr;27(4):321-328. doi: 10.1111/jopr.12675. Epub 2017 Dec 13. PMID: 29235201.
8. Soumya P, Chappidi V, Koppolu P, Pathakota KR. Evaluation of facial and palatal alveolar bone thickness and sagittal root position of maxillary anterior teeth on cone beam computerized tomograms. *Niger J Clin Pract*. 2021 Mar;24(3):329-334. doi: 10.4103/njcp.njcp_318_20. PMID: 33723105.
9. Botermans A, Lidén A, de Carvalho Machado V, Chrcanovic BR. Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Clin Med*. 2021 Dec 14;10(24):5853. doi: 10.3390/jcm10245853. PMID: 34945150; PMCID: PMC8708737.
10. Al-Zordk W, Al-Dobaisi T, Ghazy M. Torque Maintenance of Screw-Retained Implant-Supported Anterior Fixed Dental Prosthesis with Different Abutment Angulations After Aging. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Jul-Aug;36(4):723-729. doi: 10.11607/jomi.8647. PMID: 34411211.
11. Sailer I, Karasan D, Todorovic A, Ligoutsikou M, Pjetursson BE. Prosthetic failures in dental implant therapy. *Periodontol 2000*. 2022 Feb;88(1):130-144. doi: 10.1111/prd.12416. PMID: 35103329; PMCID: PMC9305548.
12. Chen H, Wang W, Gu X. Three-dimensional alveolar bone assessment of mandibular molars for immediate implant placement: a virtual implant placement study. *BMC Oral Health*. 2021 Sep 27;21(1):478. doi: 10.1186/s12903-021-01849-w. PMID: 34579702; PMCID: PMC8474897.

13. Sun Y, Hu S, Xie Z, Zhou Y. Relevant factors of posterior mandible lingual plate perforation during immediate implant placement: a virtual implant placement study using CBCT. *BMC Oral Health*. 2023 Feb 6;23(1):76. doi: 10.1186/s12903-022-02696-z. PMID: 36747164; PMCID: PMC9903431.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Pasajes Cleveland-Lima, ida y vuelta	1	S/ 2 400.00	S/ 2 400.00
Transporte en Lima	-	S/350.00	S/350.00
Pantalla plana de 32 pulgadas	1	S/1125.00	S/1 125.00
TOTAL (S/.)		S/ 5 075.00	S/ 3 875.00

Cronograma

Actividades	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023	Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024	Abril 2014	Mayo 2024
Presentación del protocolo	X							
Aceptación del protocolo	X							
Recojo de datos		X	X	X				
Procesamiento de datos					X			
Análisis de los resultados						X		
Informe final							X	
Presentación de resultados								X

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	CATEGORÍA ESCALA	VALORES
Perforación ósea (variable dependiente)	Agujero que deja en un cuerpo al atravesar o penetrar la tabla cortical ósea.	Se medirá como presencia o ausencia de la misma.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1. Presencia 2. Ausencia
Posición ideal del implante inmediato (variable independiente)	El implante inmediato debe colocarse a 1.5 mm de distancia del diente adyacente para evitar pérdida ósea interproximal, a 4 mm del ápice del diente, a 2mm de cualquier estructura anatómica importante y a 2 mm de UCA.	Mediciones tomográficas utilizando los criterios mencionados en la definición conceptual.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1. Posición ideal protésica (PIP) 2. Posición ideal ósea (PIO)
Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	Según información constatada en ficha de datos llenada por pacientes antes de tomarse la imagen tomográfica.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1. Masculino 2. Femenino
Edad	Tiempo que ha vivido una persona.	Según información constatada en ficha de datos llenada por pacientes antes de tomarse la imagen tomográfica.	Cualitativa	Politómica Ordinal	1. De 21 a 39 años. 2. De 40 a 59 años. 3. De 60 a 79 años. 4. De 80 a más años.

Grosor del implante	Es el ancho del implante que representa la superficie funcional del mismo.	Clasificado según 3 grosores de implantes: 3,3mm; 3.75mm y 4.3mm.	Cualitativa	Politémica Ordinal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implante de grosor delgado (3.3mm) 2. Implante de grosor medio (3.75mm) 3. Implante de grosor ancho (4.3mm)
Posición sagital de la raíz	Posición observada entre el diente y la posición ósea.	<p>Clasificación de Kan et al. 2011, la cual se divide en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase I: La raíz se posiciona contra la cortical bucal. • Clase II: La raíz está centrada en el medio del alveolo. • Clase III: La raíz se coloca contra la placa palatina. • Clase IV: Al menos dos tercios de la raíz están comprometiendo las placas corticales vestibular y palatina. 	Cualitativa	Politémica Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clase I 2. Clase II 3. Clase III 4. Clase IV

Anexo 2. Cantidad aproximada de TCHC realizadas en los CDD UPCH

SEDE	TCHC 2023	TCHC 2023	SUMATORIA
San Isidro	160	192	352
San Martín de Porres	45	240	285
TOTAL =			637

Anexo 3. Carta de solicitud para el uso de base de datos tomográfica

Lima, 15 de Setiembre de 2023

Director Clínico

**Centro Dental Docente
Universidad Peruana Cayetano Heredia.
Presente.-**

Yo, Fiorella Estefanie Lamas Castillo, con DNI no. 45850038, alumna de la Maestría en Estomatología, solicito a Ud me conceda el debido permiso para acceder a la base de datos tomográfica de los pacientes atendidos durante el período 2023-2024 en el Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial de los Centros Dental Docente de las sedes San Isidro y San Martín de Porres que usted dirige, con el fin de llevar a cabo mi proyecto de investigación: "Perforación ósea en implantes inmediatos anteriores según su posición ideal en tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes atendidos en el servicio de radiología del Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia entre los años 2023 y 2024." Mediante la presente, extiendo mi compromiso de utilizar los datos de manera confidencial y correcta.

Agradezco de antemano su colaboración para el desarrollo de esta investigación.

Atentamente,



Esp. Fiorella Estefanie Lamas Castillo

III. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

1. El silabo presentado en este portafolio brinda al público objetivo las herramientas para poder seleccionar casos ideales para implantes inmediatos, así como para planificar su posición utilizando tomografías. Este documento utiliza la clase magistral, talleres y cuestionarios interactivos para lograr los resultados de aprendizaje en los alumnos.
2. El análisis crítico de la literatura del artículo base de Boterman et al. (2021) mostró los aciertos y falencias del estudio para ser mejorado en el proyecto de investigación. Entre los puntos a mejorar se encontraban la determinación de la muestra y el análisis estadístico multivariado.
3. El proyecto de investigación analiza detalladamente la viabilidad y relevancia del tema estudiado para ser ejecutado en el futuro: el determinar la perforación ósea según la posición de la colocación de implantes inmediatos en el sector anterior.
4. La relevancia clínica de este portafolio y sobre todo del proyecto de investigación, es la de poder seguir un protocolo de planificación tomográfica y colocación de implantes inmediatos totalmente guiados para así reducir el posible riesgo de complicaciones como lo es la perforación ósea de la tabla vestibular.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AlTarawneh S, AlHadidi A, Hamdan AA, Shaqman M, Habib E. Assessment of Bone Dimensions in the Anterior Maxilla: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Prosthodont*. 2018 Apr;27(4):321-328. doi: 10.1111/jopr.12675. Epub 2017 Dec 13. PMID: 29235201.
2. Al-Zordk W, Al-Dobaisi T, Ghazy M. Torque Maintenance of Screw-Retained Implant-Supported Anterior Fixed Dental Prosthesis with Different Abutment Angulations After Aging. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Jul-Aug;36(4):723-729. doi: 10.11607/jomi.8647. PMID: 34411211.
3. Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez J, Peñarrocha-Diago M. Immediate bleeding complications in dental implants: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 Mar 1;20(2):e231-8. doi: 10.4317/medoral.20203. PMID: 25475779; PMCID: PMC4393988.
4. Botermans A, Lidén A, de Carvalho Machado V, Chrcanovic BR. Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Clin Med*. 2021 Dec 14;10(24):5853. doi: 10.3390/jcm10245853. PMID: 34945150; PMCID: PMC8708737.
5. 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 Feb;73(1):84-102. doi: 10.1111/prd.12170. PMID: 28000278.
6. Canellas JVDS, Medeiros PJD, Figueredo CMDS, Fischer RG, Ritto FG. Which is the best choice after tooth extraction, immediate implant placement or

delayed placement with alveolar ridge preservation? A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019 Nov;47(11):1793-1802. doi: 10.1016/j.jcms.2019.08.004. Epub 2019 Aug 27. PMID: 31522823.

7. Chan HL, Benavides E, Yeh CY, Fu JH, Rudek IE, Wang HL. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual implant placement study using cone-beam computed tomography. *J Periodontol.* 2011 Jan;82(1):129-35. doi: 10.1902/jop.2010.100313. Epub 2010 Jul 27. PMID: 20653440.

8. Chen H, Wang W, Gu X. Three-dimensional alveolar bone assessment of mandibular molars for immediate implant placement: a virtual implant placement study. *BMC Oral Health.* 2021 Sep 27;21(1):478. doi: 10.1186/s12903-021-01849-w. PMID: 34579702; PMCID: PMC8474897.

9. 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):516-536. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.05.013. Epub 2019 Aug 14. PMID: 31421892.

10. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: a systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015 Jan;43(1):16-41. doi: 10.1016/j.jdent.2014.11.007. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25433139.

11. 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 16:106-134. doi: 10.1111/clr.13276. PMID:

30328194.

12. Kan JY, Roe P, Rungcharassaeng K, Patel RD, Waki T, Lozada JL, Zimmerman G. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jul-Aug;26(4):873-6. PMID: 21841998.

13. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Feb;23 Suppl 5:39-66. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02372.x. PMID: 22211305.

14. 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):1162-1177. doi: 10.1016/j.ijom.2017.03.016. Epub 2017 May 3. PMID: 28478869.

15. Misch, CE. *Implantología contemporánea*. 3ra ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2006.

16. Osteology Foundation. Oral Regeneration Podcast [Internet]. Immediate implant placement. 24 de mayo del 2023 [citado el 13 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://open.spotify.com/episode/5PhTicd9th5MYA3LUrpUeD>

17. Resnik RR, Misch CE. *Complicaciones en implantología oral*. 1ra ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2018.

18. Ruales-Carrera E, Pauletto P, Apaza-Bedoya K, Volpato CAM, Özcan M, Benfatti CAM. Peri-implant tissue management after immediate implant placement

using a customized healing abutment. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Nov;31(6):533-541. doi: 10.1111/jerd.12512. Epub 2019 Jul 3. PMID: 31268244.

19. Sailer I, Karasan D, Todorovic A, Ligoutsikou M, Pjetursson BE. Prosthetic failures in dental implant therapy. *Periodontol 2000*. 2022 Feb;88(1):130-144. doi: 10.1111/prd.12416. PMID: 35103329; PMCID: PMC9305548.

20. Sociedad Española de Periodoncia. Implantes post extracción. Cuándo y por qué [Internet]. 2021 [citado el 13 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.sepatv.com/implantes-post-extraccion-cuando-y-por-que/>

21. Soumya P, Chappidi V, Koppolu P, Pathakota KR. Evaluation of facial and palatal alveolar bone thickness and sagittal root position of maxillary anterior teeth on cone beam computerized tomograms. *Niger J Clin Pract*. 2021 Mar;24(3):329-334. doi: 10.4103/njcp.njcp_318_20. PMID: 33723105.

22. Sun Y, Hu S, Xie Z, Zhou Y. Relevant factors of posterior mandible lingual plate perforation during immediate implant placement: a virtual implant placement study using CBCT. *BMC Oral Health*. 2023 Feb 6;23(1):76. doi: 10.1186/s12903-022-02696-z. PMID: 36747164; PMCID: PMC9903431.

23. Tsai YC, Huang RY, Cheng CD, Cheng WC, Cochran DL, Nguyen TT, Shieh YS, Lin FG, Sung CE. Risk assessment of labial bone perforation in the anterior mandibular region: a virtual immediate implant placement study. *Int J Implant Dent*. 2021 Jul 26;7(1):68. doi: 10.1186/s40729-021-00351-w. PMID: 34308500; PMCID: PMC8310813.

V. ANEXOS

Anexo 1. Artículo empleado para el análisis crítico de literatura estomatológica

Article

Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study

Anna Botermans ^{1,†}, Anna Lidén ^{1,†}, Vinicius de Carvalho Machado ² and Bruno Ramos Chrcanovic ^{3,*}

¹ Faculty of Odontology, Malmö University, 214 21 Malmö, Sweden; anna-botermans@hotmail.com (A.B.); anna-liden@hotmail.com (A.L.)

² Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagem, Belo Horizonte 30140-110, Brazil; viniciusdecmachado@hotmail.com

³ Department of Prosthodontics, Faculty of Odontology, Malmö University, 214 21 Malmö, Sweden

* Correspondence: bruno.chrcanovic@mau.se

† These authors contributed equally to this work

Abstract: This study aimed to investigate the factors that could be associated with the risk of labial cortical bone wall perforation with immediate implant placement (IIP) in the maxillary aesthetic zone, in a cone-beam computed tomography (CBCT) virtual study. CBCT exams from 126 qualified subjects (756 teeth) were included. Implants were virtually positioned in two different positions: in the long axis of the tooth (prosthodontically-driven position) and in an ideal position in relation to adjacent anatomical structures (bone-driven position). Two different implant diameters were planned for each tooth position, namely, 3.75 and 4.3 mm for central incisors and canines, and 3.0 and 3.3 mm for lateral incisors. The incidence of perforation was nearly 80% and 5% for prosthodontically- and bone-driven position, respectively. Factors associated with a higher risk of cortical bone wall perforation (bone-driven position), according to logistic regression analysis, were women, wider implants, Sagittal Root Position class IV, and decrease of the labial concavity angle. Perforation of the labial cortical bone wall can be greatly minimized when the implant is placed in a bone-driven position compared to a prosthodontically-driven position. It is important to preoperatively evaluate the morphological features of the implant site for risk assessment and to individualize the treatment plan.

Keywords: dental implant; immediate implant placement; virtual treatment planning; anterior maxilla; cone beam computed tomography; fenestration; risk assessment



Citation: Botermans, A.; Lidén, A.; de Carvalho Machado, V.; Chrcanovic, B.R. Immediate Implant Placement in the Maxillary Aesthetic Zone: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 5853. <https://doi.org/10.3390/jcm10245853>

Academic Editor: Gianrico Spagnuolo

Received: 5 November 2021

Accepted: 13 December 2021

Published: 14 December 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

According to the first well-established protocol for the modern dental implants, implants were surgically placed in the jaws only after a 3–6-month period after tooth extraction, to ensure satisfactory remodeling and healing of the alveolar bone in order to optimize osseointegration of the implant [1]. Nowadays, it has been widely accepted that dental implants can be inserted into the alveolar socket immediately after extraction of teeth, with survival rates comparable to the ones observed for implants placed in pristine or healed sites [2,3]. The findings of a systematic review on the subject, gathering together data from 73 studies, showed a failure rate of 4.00% (330 failures out of 8241 implants) for implants placed in fresh extraction sockets in comparison to 3.09% (599 failures out of 19,410 implants) for implants placed in healed sites [2]. According to the results of another review [3], the survival rates are high even when implants are immediately placed in sockets with periodontal or endodontic infection, with studies observing a minimum survival rate of 85.7%, reaching 100% in many studies.

The immediate implant placement (IIP) approach has its particularities depending on which region of the jaws is involved. The alveolar bone of the anterior maxilla is usually proclined in an anterior-inferior direction, forming a concavity right above the apical region of the teeth, and the labial bone in this region is usually thin [4]. Therefore, it is expected

that the frequency of bone dehiscence and esthetic problems would be higher in this region in comparison to the posterior regions of the jaw [5], as the alveolar ridge is followed by a great reduction of its dimensions after the extraction of a tooth [6]. The issue is especially important if the implants planned to be placed immediately after extraction are positioned in the same position as the tooth that previously occupied the socket [7], the so-called prosthetically-driven position, as it is advocated that the implant should be anchored by a minimum amount of bone apical to the socket in order to achieve primary stability [8,9]. Having that in mind, it is important that an adequate pre-treatment evaluation is conducted in the cases for which IIP is planned [10].

Previous CBCT studies assessing IIP in the anterior maxilla focused on the possibility of having straight-channel screw-retained single crowns [11], on the likelihood of needing facial bone augmentation due to the morphology of the alveolar ridge [7], on evaluating alveolar ridge dimension and the presence labial undercut [12], on determining the thickness of the facial bone wall and the sagittal angulation between the axis of the teeth and the long axis of the associated alveolar bone [13], on assessing the labial bone perforation when implants were planned along the palatal slope of the investigated tooth root [14], and on investigating the risk of bone fenestration based on labial bone thickness [15]. All these studies call attention to the fact that there is a considerable risk of labial bone perforation when IIP are planned for the maxillary esthetic zone.

However, as far as the authors of the present study are aware, there is no study comparing the prevalence of labial cortical bone perforation between the bone- and prosthetically-driven ideal position in the anterior maxilla for IIP, or even only the incidence of perforation for implants immediately inserted in extraction sockets at the anterior maxilla when these are placed in a bone-driven ideal position. Therefore, the purposes of the present cone beam computed tomography (CBCT)-scan virtual planning study was (1) to determine the risk of labial bone plate perforation when implants are virtually planned along the longitudinal axis of the tooth in three maxillary teeth areas (central incisor—CI, lateral incisor—LI, and canine—CA) and in a bone-driven position, in case of immediate implant placement; (2) to determine the minimal implant length possible without perforation, while respecting a secure distance from adjacent anatomical structures; (3) to determine the angle between the implants in the two aforementioned positions; and (4) to assess possible associations between all the covariates and perforation of the labial bone plate when the implant is planned in the ideal bone-driven position. The null hypothesis of the present study was that there would not be a significant difference in the prevalence of cortical bone perforation between bone-driven and prosthetically-driven ideal position for IIP placed in the anterior maxilla, against the alternative hypothesis of a difference.

2. Materials and Methods

2.1. Subjects

The present retrospective analysis was based on the maxillary scans performed in Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagem, in Belo Horizonte, Brazil, during the last quarter of the year 2014. The scans used in the present study were selected from the CBCT database and were not specifically acquired for this publication.

2.2. Ethical Considerations

The study was approved by the local Ethics Committee (PUC-MG, Belo Horizonte, Brazil). The patients were contacted through a telephone call, and a signed informed and written consent form was obtained from each patient approving the use of their scans. The patients were not identifiable in any way, and a decoding list linking patient names and numbers was used and stored by the principal investigator, which was destroyed after completion of the study. The investigation was conducted according to the principles embodied in the Helsinki Declaration of 1964 for biomedical research involving human subjects, as amended in 2013.

2.3. Inclusion and Exclusion Criteria

The following inclusion criteria were applied: (a) CBCT examinations from patients who allowed use of their scans; (b) CBCT examinations of the maxilla; (c) presence of fully erupted bilateral maxillary CI, LI, and CA; (d) each tooth had to have fully formed apices; and (e) each tooth had to be normally positioned and have normal alignment, with harmonious incisal line across the maxillary anterior teeth.

CBCT examinations were excluded on the basis of (a) the presence of technical artifacts that hindered the evaluation of the focused structures; (b) images that had an implant, a pathologic lesion, evident root resorption, or a missing tooth; and (c) examinations from patients that had a history of orthodontic treatment, orthognathic surgical surgery, grafted alveolar ridge, supernumerary or impacted teeth, preexisting alveolar bone destruction, perforation, dehiscence, or a combination of these caused by periodontal disease or traumatic injury around the investigated region.

2.4. Hardware and Software

CBCT scanning was performed with an i-CAT CBCT system (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA). The scans were acquired using the i-CAT 3D Imaging System (i-CAT Vision Software, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) and included the entire maxilla. The following CBCT scan parameters were used for all patients: a tube voltage of 110 kV, 1 to 20 mA, emission of x-rays over an interval of 40 s, and an effective dose of 136 μ Sv. Measurements were obtained on the transversal sections of the selected teeth, with the use of a computer software (DentalSlice Navegação Virtual, Bioparts, version 2017, Brasilia, Brazil). The distance between the obtained transversal sections were 1.0 mm, and the voxel size 0.2 mm. The field of view (FOV) was standard (medium; 6 \times 14 cm), capturing the entire maxilla.

2.5. Sample Size Calculation

The calculation of the sample size was based on the results of the study of Zhou et al. [7], which observed an incidence of 26.1% of fenestration (labial cortical bone perforation) for IIP planned for the anterior maxilla, in a prosthetically-driven ideal position. Although one study assessed the labial bone perforation when implants were planned along the palatal slope of the investigated tooth root [14], this is not the same as the bone-driven ideal position considered for the present study. As there is no previous study comparing the prevalence of labial cortical bone perforation between the bone- and prosthetically-driven ideal position in the anterior maxilla for IIP, or even only the incidence of perforation for implants immediately inserted in extraction sockets at the anterior maxilla when these are placed in a bone-driven ideal position, it was hypothesized that this figure would be four times as much in comparison to IIP placed in a bone-driven ideal position. Therefore, having an anticipated fenestration incidence of 26% and 6.5% for prosthetically- and bone-driven ideal position, respectively, there was a need of 55 cases in each group having set alpha (α) at 0.05 and power at 80%. The sample size calculation was performed with ClinCalc.com.

2.6. Definitions and Measurements

Calibration between three authors (A.B., A.L., and B.R.C.) was performed prior to the study in 10 CBCT exams, concerning the position of the implants and all the measurements. After that was done, the measurements were conducted by the two first authors (A.B., A.L.) of the manuscript.

2.6.1. Sagittal Root Position (SRP)

The teeth were classified into SRP classes with respect to the anterior maxillary osseous housing, according to a previous study [16]:

- Class I: the root is positioned against the labial cortical plate;
- Class II: the root is centered in the middle of the alveolar housing without engaging either the labial or the palatal cortical plates at the apical third of the root;
- Class III: the root is positioned against the palatal cortical plate;
- Class IV: at least two-thirds of the root is engaging both the labial and palatal cortical plates.

2.6.2. Secure Distance from Implant to the Adjacent Anatomical Structures

Implants were placed according to a secure distance from adjacent anatomical structures. In the maxillary aesthetic zone, these were adjacent teeth, floor of nasal sinus, floor of maxillary sinus, nasopalatine nerve canal, and labial and palatal cortical bone plates. Distance between the implant and the structures for CI, LI, and CA is defined as the distance between the closest point of the implant to the aforementioned structures. The minimum distance between the implant and the adjacent tooth was established as 2 mm, according to the recommendations that this distance should not be shorter than 1.5 to 2 mm [17]. The minimum distance between the implant apex to the nasal floor was established at 2 mm. Moreover, a 2-mm secure distance was kept from all external cortical bone plates.

2.6.3. Implant Simulation

Bucco-lingually, the center of the implant platform was positioned along an imaginary line along the long axis of the tooth. A parallel implant was selected for virtual IIP. The subjects were divided into two equally large groups and virtually received implants with different diameters. One half received larger diameters, of 4.3 mm, 3.3 mm, and 4.3 mm for CI, LI, and CA, respectively. The other half received narrower implants with the diameters of 3.75 mm, 3.0 mm, and 3.75 mm for CI, LI, and CA, respectively. The cases were randomized by using the RAND function in Excel software (Microsoft Co., Redmond, WA, USA).

For all the simulated implants, the implant platform was positioned 1 mm below the buccal crestal level, in order to follow the approximated 3-year mean marginal bone loss for implants placed immediately in the anterior maxilla [18]. Moreover, the minimal amount of bone apical to the alveolar socket apex requiring one to achieve primary stability has been considered to be 4 mm to minimize the risk of early implant loss [8,9].

In each tooth site, implants were positioned in two ways:

- (a) Prosthetically-driven ideal position: implant placed along the long axis of the tooth root and crown along line A shown in the sagittal section (line A was defined as the line connecting the incisal edge and the root apex of the tooth, bisecting the labial and palatal halves of the tooth), with the implant anchored in at least 4 mm of native bone. Depending on the case, this could lead to absence (Figure 1a) or occurrence (Figure 1b) of labial bone plate perforation. In absence of perforation, it was also noted if the implant respected the 2 mm distance to adjacent anatomical structures. The proper mesio-distal angulation was verified in the panoramic view;
- (b) Bone-driven ideal position: the minimal implant length possible without perforation, when anchoring the implant apex with 4 mm of native bone, still respecting the minimum 2 mm distance from the nasal floor and from the labial and palatal bone plates. The proper mesio-distal angulation was verified in the panoramic view.

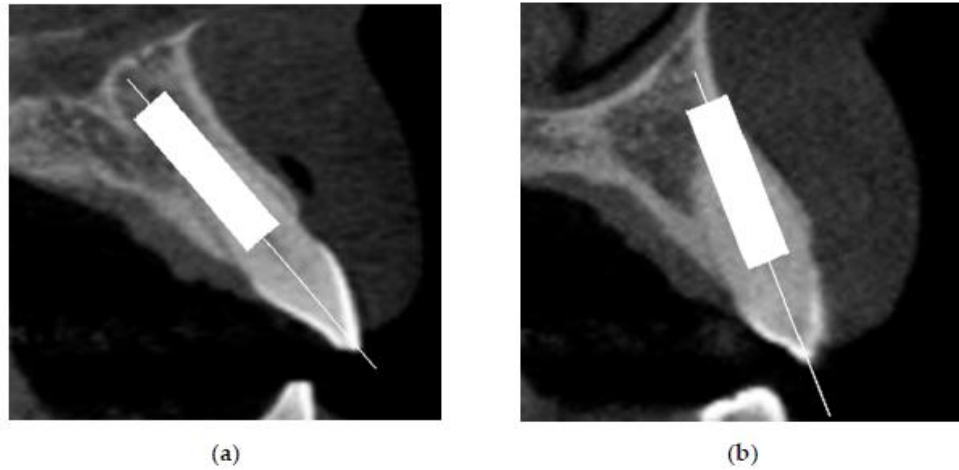


Figure 1. Absence (a) and occurrence (b) of labial bone plate perforation.

2.6.4. Implant-Line A Angle (ILAA)

The angle between the prosthetically-driven ideal position (line A) and the long axis line of the implant in bone-driven position was determined, and defined as the implant-line A angle (ILAA) (Figure 2a).

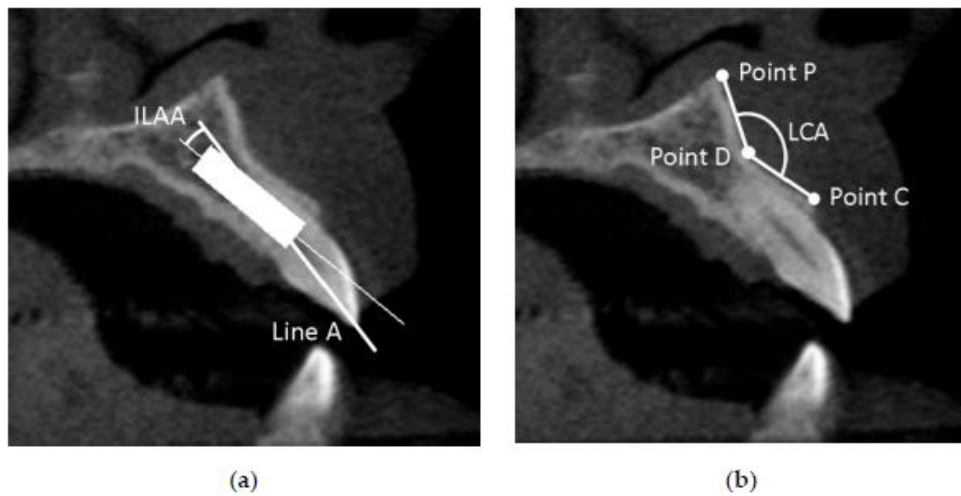


Figure 2. (a) The implant-line A angle (ILAA); (b) the labial concavity angle (LCA).

2.6.5. Labial Concavity Angle (LCA)

The LCA was defined as the angle between the line D-C and the line D-P (Figure 2b). Point C was defined as the most coronally external point of the labial plate, point D as

the most internal point, and point P as the most external apical point of the labial plate superior to point D.

2.6.6. Angle Measurement

The images generated were later transferred to the Image J software version 1.8.0_172 (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA) in order to measure the angles involved in the study.

2.7. Statistical Analyses

The data were statistically analyzed using the SPSS version 27 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The mean, standard deviation, minimum, and maximum for each of the measurements were calculated. Variations were evaluated according to the tooth (CI, LI, CA), the predictor variable. The other variables were the maxillary side (left/right), age, and sex. Kolmogorov–Smirnov test was performed to evaluate the normal distribution. Levene’s test evaluated homoscedasticity. Paired *t*-test and Wilcoxon test, where indicated, were performed to compare the measurements of each tooth between the left and right side of the maxilla. The performed tests for the comparison of independent groups (tooth, sex) were Student’s *t*-test or Mann–Whitney test, depending on the normality. Comparison of three or more groups was performed with one-way ANOVA or Kruskal–Wallis test, depending on the distribution. Pearson’s chi-squared test or Fisher’s exact test were used for categorical variables, depending on the expected count of events in a 2×2 contingency table. Pearson correlation and linear regression were performed to verify the relationship between the patients’ age and the LCA, the ILAA, and the minimal implant length possible. Spearman correlation was performed to check the relationship between the sex and the SRP, the LCA, the ILAA, and the minimal implant length possible.

Univariate and multivariate binary logistic regression was used to assess possible associations between all the covariates and perforation of the labial bone plate when the implants were planned in the prosthetically-driven ideal position. Odds ratio (OD) and 95% confidence intervals (95% CI) were estimated from the regression models.

For the final multivariate regression model, only the variables that were moderately associated ($p < 0.10$) with perforation of the labial bone plate and did not present multicollinearity were included. In order to verify multicollinearity, a correlation matrix of all of the predictor variables with a significant OD (p value cut-off point of 0.1) identified in the univariate models was scanned, to see whether there were some high correlations among the predictors. Collinearity statistics obtaining variance inflation factor (VIF) and tolerance statistic were also performed to detect more subtle forms of multicollinearity.

The degree of statistical significance was considered $p < 0.05$.

3. Results

3.1. Selection of Cases

From the 574 CBCT exams of the maxilla performed at the aforementioned oral radiology company during the last quarter of 2014, 414 exams were initially excluded either due to one or more missing teeth in the focused area, from patients that had a history of or were under orthodontic treatment, or due to the presence of anterior maxillary teeth with misalignment. Of the remaining 160 CBCT exams, 34 were excluded either due to the presence of radiological artefacts that hindered the evaluation of the focused structures, bone destruction in the apical region of one or more teeth, less often due to low marginal bone level, or a combination of these. The remaining 126 CBCT exams were equally and randomly allocated between the two groups of different implant diameter, namely, 3.0/3.75 mm (narrower implants) and 3.3/4.3 mm (wider implants).

3.2. Description of the Cohort Group

The description of the cohort group is shown in Table 1. The groups did not statistically significant differ concerning the distribution of individuals of different sexes, the mean age

between males and females in the same group of implant diameter, or between males or females in different groups of implant diameter.

Table 1. Description of the cohort group, according to the groups of implant diameter and sex.

	Narrower Implants (3.0/3.75 mm)	Wider Implants (3.3/4.3 mm)	<i>p</i> Value
Individuals (<i>n</i>)	63	63	
	Individuals/teeth (<i>n</i>)		
Male	27/162	24/144	0.586 ^a
Female	36/216	39/234	0.182 ^b
	Age, mean ± SD (min-max) (years)		
Male	50.4 ± 16.7 (15.7–83.0)	52.0 ± 14.4 (14.2–74.6)	0.651 ^c
Female	51.3 ± 15.3 (21.2–78.4)	51.0 ± 13.5 (20.5–76.9)	0.767 ^c
<i>p</i> value	0.760 ^d	0.630 ^d	

^a Comparison of the number of individuals of different sexes between implant groups, Pearson's chi-squared test. ^b Comparison of the number of teeth from individuals of different sexes between implant groups, Pearson's chi-squared test. ^c Comparison of the mean age of the individuals between groups of implant diameter, Mann-Whitney test. ^d Comparison of the mean age between groups of individuals of different sex, within the same group of implant diameter, Mann-Whitney test.

3.3. Measurements

Table 2 shows the distribution of teeth according to the SRP classes. It can be noticed that most of the teeth presented the root positioned against the labial cortical plate (class I), followed by teeth with most part of their roots engaging both the labial and palatal cortical plates (class IV), the latter was more common for lateral incisors. The root of the teeth was rarely positioned against the palatal cortical plate (class III), occurring only in lateral incisors.

Table 2. Distribution of teeth according to SRP classes.

SRP Class	I	II	III	IV	Total
Tooth			<i>n</i> (%)		
13	110 (87.3)	2 (1.6)	0 (0)	14 (11.1)	126 (100)
12	87 (69.1)	11 (8.7)	3 (2.4)	25 (19.8)	126 (100)
11	109 (86.5)	9 (7.2)	0 (0)	8 (6.3)	126 (100)
21	112 (88.9)	8 (6.3)	0 (0)	6 (4.8)	126 (100)
22	93 (73.8)	9 (7.1)	2 (1.6)	22 (17.5)	126 (100)
23	113 (89.7)	1 (0.8)	0 (0)	12 (9.5)	126 (100)
Total	624 (82.5)	40 (5.3)	5 (0.7)	97 (11.5)	756 (100)

SRP—sagittal root position.

When planning the placement of implants in bone-driven position in the CI tooth region, the nasopalatine canal was perforated in 43.7% (55/126) of the cases in the narrower implants group and in 61.1% (77/126) of the cases in the wider implants group ($p = 0.006$, Pearson's chi-squared test). Regardless of diameter, 52.4% (132/252) of the implants in tooth region CI perforated the nasopalatine canal.

The mean minimum length of the planned implants when in bone-driven position, without perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures, is shown in Table 3. The mean values were statistically significant different for implants planned in tooth region 21. The mean value increased from CI to LI and then to CA. The difference of the mean values was statistically significant different between the three groups of teeth ($p < 0.001$, Kruskal–Wallis test; $p < 0.001$, Kolmogorov–Smirnov test). The Dunn's post hoc test with Bonferroni correction showed that the difference was statistically significant between all direct comparisons, namely, between CI and LI ($p = 0.012$; Levene's test: $p = 0.966$), between CI and CA ($p < 0.001$; Levene's test: $p = 0.810$), and between LI and CA ($p < 0.001$; Levene's test: $p = 0.849$).

Table 3. Minimum length of the implants when planned in bone-driven position.

Tooth	3.0/3.75 mm	3.3/4.3 mm	p Value *
	mean ± SD (min, max)		
13	13.5 ± 1.8 (9.75, 17.5)	13.2 ± 1.3 (11.0, 16.5)	0.239
12	12.1 ± 1.6 (8.5, 15.0)	11.8 ± 1.5 (8.5, 15.5)	0.273
11	11.3 ± 1.8 (7.25, 15.0)	11.5 ± 1.9 (8.0, 16.0)	0.691
21	11.9 ± 1.8 (8.5, 15.0)	11.2 ± 1.3 (9.0, 14.9)	0.042
22	12.4 ± 2.0 (8.8, 16.0)	12.2 ± 1.7 (9.0, 15.5)	0.666
23	13.5 ± 1.7 (10.5, 16.5)	13.4 ± 1.7 (10.0, 16.0)	0.624
Global	12.4 ± 2.0 (7.25, 17.5)	12.3 ± 1.8 (8.0, 16.5)	0.229

* Comparison of the mean values between the groups of narrower and wider implants; Mann–Whitney test.

Table 4 shows the values for the LCA according to the different tooth positions, as well as for the different sexes. There was no statistically significant difference of LCA mean value between the groups ($p = 0.374$, one-way ANOVA; $p = 0.078$, Kolmogorov–Smirnov test), when all measurements were considered. There was a very weak correlation between LCA and sex of the individuals ($r_s = -0.056$, $p = 0.125$; Spearman correlation), as well as between LCA and age ($r = 0.065$, $p = 0.075$; Pearson correlation) and between LCA and SRP class ($r_s = -0.189$, $p < 0.001$; Spearman correlation).

Table 4. LCA values—global and for the different sexes.

Tooth	LCA—Mean ± SD (Min, Max)			p Value *
	Global (n = 126 each tooth)	Male (n = 51 each tooth)	Female (n = 75 each tooth)	
13	152.0 ± 10.0 (105.3, 172.4)	152.4 ± 9.6 (105.3, 172.4)	155.8 ± 10.4 (126.1, 169.1)	0.960
12	151.3 ± 10.3 (123.7, 172.0)	151.8 ± 9.0 (132.6, 168.9)	151.0 ± 11.1 (123.7, 172.0)	0.911
11	152.8 ± 11.3 (117.2, 178.4)	153.1 ± 11.1 (129.5, 178.4)	152.7 ± 11.5 (117.2, 171.8)	0.927
21	152.8 ± 12.5 (117.5, 178.0)	154.0 ± 11.8 (132.0, 176.6)	152.0 ± 13.0 (117.5, 178.0)	0.581
22	151.0 ± 10.5 (126.2, 177.5)	152.6 ± 8.3 (133.2, 170.1)	149.8 ± 11.7 (126.2, 177.5)	0.069
23	153.5 ± 8.6 (127.7, 174.4)	154.9 ± 6.8 (137.9, 166.2)	152.6 ± 9.6 (127.7, 174.4)	0.110
All teeth	152.2 ± 10.6 (105.3, 178.4) (n = 756)	153.1 ± 9.6 (105.3, 178.4) (n = 306)	151.6 ± 11.3 (117.2, 178.0) (n = 450)	0.125

LCA—labial concavity angle. SD—standard deviation. * Comparison of the LCA mean values between male and female individuals; Mann–Whitney test.

Table 5 shows the frequency of cortical bone perforation for the narrower 3.0/3.75 mm implants, for both prosthetically- and bone-driven positions, and the ILAA. It can be observed that the frequency of perforation is higher when the implants are planned in the prosthetically-driven position in relation to implants planned in the bone-driven positions. The difference of the prevalence of cortical bone perforation between prosthetically- and bone-driven ideal position, irrespective of implant diameter, was highly statistically significant ($p < 0.001$, Pearson’s chi-squared test). There were only three cases (out of 378) without perforation, for the prosthetically-driven implants. The mean ILAA angle was determined $17.7 ± 7.2$ degrees, irrespective of implant diameter. The mean ILAA increased from central incisors, to canines, and to lateral incisors, which showed the higher mean values. There was a statistically significant difference for the mean ILAA values when the three groups of teeth (CI, LI, CA) were compared ($p = 0.036$, Kruskal–Wallis test; $p = 0.046$, Kolmogorov–Smirnov test). The Dunn’s post hoc test with Bonferroni correction showed that the statistically significant difference for the mean ILAA values lay in the comparison between CI and LI ($p = 0.033$; Levene’s test: $p = 0.070$), with no significance between the other direct comparisons, namely, between CI and CA ($p = 1.000$; Levene’s test: $p = 0.795$) and between LI and CA ($p = 0.245$; Levene’s test: $p = 0.176$).

Table 5. Frequency of cortical bone perforation for 3.0/3.75 mm implants, for both prosthetically- and bone-driven positions, and the ILAA.

Tooth	Prosthetically Driven			ILAA mean ± SD (min, max)	Bone Driven		
	No perforation	<2 mm n (%)	Perforation		No perforation	<2 mm n (%)	Perforation
13	0 (0)	12 (19.0)	51 (81.0)	17.3 ± 6.0 (7.0, 29.2)	35 (55.6)	20 (31.7)	8 (12.7)
12	0 (0)	17 (27.0)	46 (73.0)	19.0 ± 7.0 (5.0, 31.3)	33 (52.4)	29 (46.0)	1 (1.6)
11	1 (1.6)	13 (20.6)	49 (77.8)	16.5 ± 6.3 (0, 28.2)	39 (61.9)	23 (36.5)	1 (1.6)
21	0 (0)	14 (22.2)	49 (77.8)	16.0 ± 5.2 (2.2, 26.8)	41 (65.1)	21 (33.3)	1 (1.6)
22	1 (1.6)	15 (23.8)	47 (74.6)	19.4 ± 6.9 (0, 31.2)	32 (50.8)	30 (47.6)	1 (1.6)
23	1 (1.6)	7 (11.1)	55 (87.3)	17.2 ± 6.7 (0, 32.0)	37 (58.7)	17 (27.0)	9 (14.3)
Total	3 (0.8)	78 (20.6)	297 (78.6)	17.5 ± 6.4 (0, 32.0)	217 (57.4)	140 (37.0)	21 (5.6)

ILAA—Implant-line A angle.

Table 6 shows the frequency of cortical bone perforation for the wider 3.3/4.3 mm implants, for both prosthetically- and bone-driven positions, and the ILAA. As observed for the narrower implants, the frequency of perforation is higher when the implants are planned in the prosthetically-driven position in relation to implants planned in the bone-driven positions. There was only one case (out of 378) without perforation, for the prosthetically-driven implants. The mean ILAA increased from central incisors, to canines, and to lateral incisors, which showed the higher mean values. There was a statistically significant difference for the mean ILAA values when the three groups of teeth (CI, LI, and CA) were compared ($p = 0.006$, Kruskal–Wallis test; $p = 0.002$, Kolmogorov–Smirnov test). The Dunn’s post hoc test with Bonferroni correction showed that the statistically significant difference for the mean ILAA values lay in the comparison between CI and LI ($p = 0.013$; Levene’s test: $p = 0.206$), as well as in the comparison between CI and CA ($p = 0.022$; Levene’s test: $p = 0.992$), but not for the comparison between LI and CA ($p = 1.000$; Levene’s test: $p = 0.213$).

Table 6. Frequency of cortical bone perforation for 3.3/4.3 mm implants, for both prosthetically- and bone-driven positions, and the ILAA.

Tooth	Prosthetically Driven			ILAA mean ± SD (min, max)	Bone Driven		
	No perforation	<2 mm n (%)	Perforation		No perforation	<2 mm n (%)	Perforation
13	0 (0)	6 (9.5)	57 (90.5)	19.4 ± 7.2 (8.5, 35.5)	29 (46.0)	29 (46.0)	5 (8.0)
12	0 (0)	20 (31.7)	43 (68.3)	19.8 ± 10.3 (7.7, 45.4)	25 (39.7)	35 (55.5)	3 (4.8)
11	1 (1.6)	18 (28.6)	44 (69.8)	14.7 ± 7.7 (0, 29.5)	24 (38.1)	36 (57.1)	3 (4.8)
21	0 (0)	11 (17.5)	52 (82.5)	15.5 ± 7.2 (5.6, 33.3)	29 (46.0)	33 (52.4)	1 (1.6)
22	0 (0)	16 (25.4)	47 (74.6)	20.5 ± 7.6 (9.1, 38.9)	22 (34.9)	38 (60.3)	3 (4.8)
23	0 (0)	12 (19.0)	51 (81.0)	18.8 ± 8.1 (7.8, 38.9)	29 (46.0)	29 (46.0)	5 (8.0)
Total	1 (0.3)	83 (21.9)	294 (77.8)	18.1 ± 8.2 (0, 45.4)	158 (41.8)	200 (52.9)	20 (5.3)

ILAA—Implant-line A angle.

When the groups of implants of different diameter were compared, it was possible to virtually place more 3.0/3.75 mm implants without perforation of the cortical bone and respecting the minimum secure distance of 2 mm from surrounding anatomical structures (217/378) than 3.3/4.3 mm implants (158/378), in the bone-driven position ($p < 0.001$; Pearson’s chi-squared test).

The correlation between the angles ILAA and LCA was very weak ($r = -0.004$, $p = 0.945$; Pearson correlation), as well as between ILAA and SRP class ($r_s = -0.167$, $p = 0.001$; Spearman correlation), and between ILAA and sex ($r_s = -0.095$, $p = 0.065$; Spearman correlation). The correlation between ILAA and age was weak ($r = 0.256$, $p < 0.001$; Pearson correlation).

Patients' sex, tooth region, implant diameter, SRP class, and LCA were the factors identified by the univariate binary logistic regression models to possibly have an influence on the occurrence of the cortical bone perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures by the planned implant in bone-driven position (Table 7), with patients' sex (female), implant diameter (wider implants), SRP class (in relation to class 1) and LCA (decrease of the angle) remaining statistically significant in the multivariate model (Table 8).

Table 7. Univariate binary logistic regression models for cortical bone perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures (in relation to no perforation), for bone-driven implant position.

Factor	Odds Ratio (95% CI)	p Value
Sex		
Male	1	
Female	3.971 (2.913, 5.413)	<0.001
Age	1	
Increase by 1 year	0.995 (0.986, 1.005)	0.341
Tooth region		
Central incisor	1	
Lateral incisor	1.397 (0.984, 1.984)	0.062
Canine	1.040 (0.733, 1.476)	0.825
Implant diameter		
3.0/3.75 mm	1	
3.3/4.3 mm	1.877 (1.406, 2.505)	<0.001
SRP class		
1	1	
2	0.999 (0.525, 1.899)	0.997
3	1.831 (0.304, 11.034)	0.509
4	12.054 (5.728, 25.368)	<0.001
ILAA	1	
Increase by 1 degree	0.756 (0.531, 1.076)	0.120
LCA	1	
Increase by 1 degree	0.968 (0.955, 0.982)	<0.001

95% CI—95% confidence interval; ILAA—implant-line A angle; LCA—labial concavity angle; and SRP class—sagittal root position class.

Table 8. Multivariate binary logistic regression model for cortical bone perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures (in relation to no perforation), for bone-driven implant position.

Factor	Odds Ratio (95% CI)	p Value
Sex		
Male	1	
Female	4.547 (3.229, 6.402)	<0.001
Tooth region		
Central incisor	1	
Lateral incisor	1.148 (0.767, 1.718)	0.502
Canine	0.966 (0.651, 1.433)	0.864
Implant diameter		
3.0/3.75 mm	1	
3.3/4.3 mm	2.064 (1.489, 2.860)	<0.001
SRP class		
1	1	
2	0.991 (0.491, 2.001)	0.979
3	0.536 (0.085, 3.391)	0.507
4	14.558 (6.601, 32.108)	<0.001

Table 8. Cont.

Factor	Odds Ratio (95% CI)	p Value
LCA	1	
Increase by 1 degree	0.977 (0.962, 0.993)	0.004

95% CI—95% confidence interval; LCA—labial concavity angle; and SRP class—sagittal root position class.

4. Discussion

The results of the present study showed that the difference of the prevalence of cortical bone perforation between prosthetically- and bone-driven ideal position, irrespective of implant diameter, was highly statistically significant. The null hypothesis was therefore rejected.

SRP class I, when the root is positioned against the labial cortical plate, was by far the most prevalent SRP class observed in the study. This suggests that implants that are planned to be immediately placed in the anterior maxilla will, in most cases, need to have their coronal part tilted labially in order to get enough anchorage of the available bone apical to the alveolar socket. As a clinical implication of this result, most of the implant-supported single crowns would need to be cemented on a custom-made prosthetic abutment, with the latter having a mean labial-palatal angulation of nearly 18 degrees, reflecting the mean ILAA, which was of 17.7 ± 7.2 degrees. Another alternative prosthetic solution would be the use of individualized abutments with an angled screw channel [19], making it possible to restore the implant with a screw-retained crown instead. Considerable attention should be given to this, as the results of a recent study showed that it was possible to use straight-channel screw-retained single crowns in only 14% of the implants planned to be immediately placed in the maxillary esthetic zone [11]. The second most prevalent SRP class observed in the study was class IV, in which at least two-thirds of the root engaged both the labial and palatal cortical plates [16]. This meant that there was virtually no bone left in the alveolar socket after the tooth was extracted, only apical to it. Among the anterior teeth, class IV was more often observed for lateral incisors. This is related to the restricted bone volume usually found in this region [20]. This means that even greater attention is needed when IIP is planned for maxillary lateral incisors. Sung et al. [14] observed SRP class I as the class with the higher occurrence of perforation despite having observed similar rates of SRP class I to the current study. Their [14] frequency distribution of SRP class II and class IV differed from the current and another study [16], while our results were more similar to latter [16].

Perforation of the nasopalatine canal was observed in about half of the implants planned for the CI position. Even though it was not possible to place 4.3 mm implants in a bone-driven position in the central incisor sockets respecting the 2 mm safety margin from the surrounding anatomical structures in more than half (61.1%) of the cases, the choice for implants of narrower diameter in these cases would still encounter the nasopalatine canal in a considerable number of cases (43.7%). However, this is not considered an impairment for this kind of procedure, as shown by some studies [21,22]. It is recommended that the contents of the canal be curetted out before the placement of an implant [22], which usually results in sensory disorders in the anterior palatal region. However, this sensation usually recovers after a couple of months through the compensatory action of the branches of the greater palatine nerves [23]. Bleeding of nasopalatine artery, however, is something that the operator needs to be aware of [24], as well as a possible additional difficulty when placing the implant in the planned position. It is worth mentioning that the nasopalatine canal is not the only anatomical structure carrying neurovascular structures in the area. The presence of accessory canals of the canalis sinuosus is also something important to take into consideration when implants are planned to be placed in the anterior maxilla [25].

Primary stability is of the utmost importance in order to obtain a successful outcome regardless of the timing of implant placement in relation to tooth extraction. One of the assumed crucial factors in order to obtain primary stability when implementing IIP is a minimum of 4 mm of apical anchorage [8,9]. With this in mind, a longer implant can be

necessary when performing IIP versus conventional implant placement. According to this study, the minimum value of implant length in bone-driven position ranged from 7.25 mm to 17.5 mm in the maxillary aesthetic zone. The approximately 10 mm difference in length implied that there could be a large variation between subjects, meaning the required implant length was highly individual. It is therefore necessary to examine every individual separately. The length increased from central incisor to lateral incisor and then to canine. This means that in the clinical scenario there is not only a need to adapt the length between individuals, there is also a need to adapt the length according to tooth region.

The multivariate regression model identified four factors that increased the risk of the occurrence of cortical bone perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures by the implant virtually placed in the bone-driven position. These factors were the patients' sex, the implant diameter, the SRP class, and the LCA.

Women were 4.5 times more likely to present a bone perforation of the labial cortical bone plate than men. The discrepancy can possibly be linked to a general volume variation of the facial bones between the genders [26–28], which is something to hold in regard when implementing IIP.

The wider implant diameter posed an approximately doubled risk of perforation when placing the implant in the bone-driven position, compared to the narrow implants. A narrow implant can be considered a safer option as the risk of perforation is decreased and the 2 mm distance is respected. However, a narrower implant can forsake a larger gap between the alveolar socket walls and the implant. If fibrous tissue forms at the interface between bone and implant, the clinical outcome can possibly be compromised [29]. This emphasizes the importance of choosing an implant with suitable dimension and shape.

SRP class IV presented a significantly higher risk of perforation compared to the other classes. When the root engages both the labial and the palatal cortical bone plates, the amount of surrounding bone is limited. This limitation may hinder repositioning of the implant, increasing the occurrence of perforation. The alveolar ridge morphology should therefore be taken into account.

The probability of perforation was reduced by 2.3% for every 1-degree increase in the LCA. A smaller LCA will generate a deeper labial concavity. With less bone volume available in the labial-palatal dimension at the tip of the angle, the possibility to reposition the implant without perforation becomes more limited. The mean LCA was approximately 152 degrees, although a relatively large discrepancy of 73 degrees between maximum and minimum value was noted between the subjects.

As for limitations of the present study, it is important to stress that the validity of these results relies on the accuracy of CBCT images. Moreover, the measurements were based on single implant placement only, meaning the required distance between implants when more than one implant was placed adjacently was not taken into consideration.

Considering the large risk of labial bone perforation while implementing IIP in the maxillary aesthetic zone, meticulous pre-operative planning is crucial. A careful examination beforehand of the individual patient and the possible risk factors associated with IIP can provide essential data for the treatment planning in the anterior maxilla. Although 2-D radiographic exams are usually more accessible, present lower cost, and emit low radiation doses, they present limited information concerning pre-assessment of the risk of labial cortical bone perforation. 3-D imaging, such as CBCT, provides a sagittal-sectioned view that can provide essential added information to ensure a more optimal implant placement in the anterior maxillary osseous housing [14,30].

It is expected that the results of this study can be applied practically to any population, as CBCT exams of individuals from both sexes and with a wide age range were included, which not only strengthens the study, it also provides a good generalization. Further clinical studies with a larger sample size should be made to confirm the outcomes of the present investigation.

5. Conclusions

As conclusions of the present study, we can list:

- The mean minimum length of the planned implants when in bone-driven position, without perforation or invasion of the 2 mm secure distance from the surrounding anatomical structures, increased from CI to LI and then to CA;
- The incidence of perforation was nearly 80% and 5% for prosthetically- and bone-driven position, respectively;
- The mean angle between the tooth position and the corrected angulation in order to be able to install an implant in a safe manner with enough bone anchorage (angulation between the prosthetically-driven and the bone-driven position) was 17.7 ± 7.2 degrees;
- Factors associated with a higher risk of cortical bone perforation (in bone-driven position), according to logistic regression analysis, were women, wider implants, SRP class IV, and decrease of the labial concavity angle.

Author Contributions: Conceptualization, B.R.C. and V.d.C.M.; methodology, A.L., A.B. and B.R.C.; investigation, A.L., A.B.; writing—original draft, A.L., A.B. and B.R.C.; data curation, B.R.C., V.d.C.M.; formal analysis, B.R.C.; writing—review and editing, A.L., A.B., V.d.C.M. and B.R.C.; visualization, B.R.C.; supervision, B.R.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Institutional Review Board (or Ethics Committee) of Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil (protocol code CAAE 0001.0.213.000-10).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available within the article.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Brånemark, P.I. Osseointegration and its experimental background. *J. Prosthet. Dent.* **1983**, *50*, 399–410. [\[CrossRef\]](#)
2. Chrcanovic, B.R.; Albrektsson, T.; Wennerberg, A. Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* **2015**, *43*, 16–41. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
3. Chrcanovic, B.R.; Martins, M.D.; Wennerberg, A. Immediate placement of implants into infected sites: A systematic review. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res.* **2015**, *17* (Suppl. 1), e1–e16. [\[CrossRef\]](#)
4. AlTarawneh, S.; AlHadidi, A.; Hamdan, A.A.; Shaqman, M.; Habib, E. Assessment of Bone Dimensions in the Anterior Maxilla: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J. Prosthodont. Off. J. Am. Coll. Prosthodont.* **2018**, *27*, 321–328. [\[CrossRef\]](#)
5. Lee, S.R.; Jang, T.S.; Seo, C.S.; Choi, I.O.; Lee, W.P. Hard Tissue Volume Stability Effect beyond the Bony Envelope of a Three-Dimensional Preformed Titanium Mesh with Two Different Collagen Barrier Membranes on Peri-Implant Dehiscence Defects in the Anterior Maxilla: A Randomized Clinical Trial. *Materials* **2021**, *14*, 5618. [\[CrossRef\]](#)
6. 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. Periodont. Restor. Dent.* **2003**, *23*, 313–323.
7. Zhou, Y.; Si, M.; Liu, Y.; Wu, M. Likelihood of needing facial bone augmentation in the anterior maxilla of Chinese Asians: A cone beam computed tomography virtual implant study. *Clin. Implant Dent.* **2019**, *21*, 503–509. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
8. Fenner, M.; Vairaktaris, E.; Fischer, K.; Schlegel, K.A.; Neukam, F.W.; Nkenke, E. Influence of residual alveolar bone height on osseointegration of implants in the maxilla: A pilot study. *Clin. Oral Implant. Res.* **2009**, *20*, 555–559. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
9. Froum, S.J. Immediate placement of implants into extraction sockets: Rationale, outcomes, technique. *Alpha Omega* **2005**, *98*, 20–35. [\[PubMed\]](#)
10. Chrcanovic, B.R.; de Carvalho Machado, V.; Gjølvd, B. Immediate implant placement in the posterior mandible: A cone beam computed tomography study. *Quintessence Int.* **2016**, *47*, 505–514. [\[CrossRef\]](#)
11. Kan, J.Y.; Rungcharassaeng, K.; Lin, G.H.; Zucchelli, G.; Kamolroongwarakul, P.; Matsuda, H.; Lozada, J. Incidence of Straight-Channel Screw-Retained Single Crown Following Immediate Implant Placement and Provisionalization in the Esthetic Zone: A CBCT Study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant.* **2021**, *36*, 793–798. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

12. Zhang, W.; Skrypczak, A.; Weltman, R. Anterior maxilla alveolar ridge dimension and morphology measurement by cone beam computerized tomography (CBCT) for immediate implant treatment planning. *BMC Oral Health* **2015**, *15*, 65. [CrossRef] [PubMed]
13. Wang, H.M.; Shen, J.W.; Yu, M.F.; Chen, X.Y.; Jiang, Q.H.; He, F.M. Analysis of facial bone wall dimensions and sagittal root position in the maxillary esthetic zone: A retrospective study using cone beam computed tomography. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant.* **2014**, *29*, 1123–1129. [CrossRef] [PubMed]
14. Sung, C.E.; Cochran, D.L.; Cheng, W.C.; Mau, L.P.; Huang, P.H.; Fan, W.H.; Shieh, Y.S.; Huang, R.Y. Preoperative assessment of labial bone perforation for virtual immediate implant surgery in the maxillary esthetic zone: A computer simulation study. *J. Am. Dent. Assoc.* **2015**, *146*, 808–819. [CrossRef] [PubMed]
15. Lin, C.Y.; Pan, W.L.; Wang, H.L. Facial Fenestration and Dehiscence Defects Associated With Immediate Implant Placement Without Flap Elevation in Anterior Maxillary Ridge: A Preliminary Cone Beam Computed Tomography Study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant.* **2018**, *33*, 1112–1118. [CrossRef]
16. Kan, J.Y.; Roe, P.; Rungcharassaeng, K.; Patel, R.D.; Waki, T.; Lozada, J.L.; Zimmerman, G. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: A cone beam computed tomography study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant.* **2011**, *26*, 873–876.
17. Buser, D.; Martin, W.; Belser, U.C. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: Anatomic and surgical considerations. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant.* **2004**, *19*, 43–61.
18. Calvo-Guirado, J.L.; Gómez-Moreno, G.; Aguilar-Salvatierra, A.; Guardia, J.; Delgado-Ruiz, R.A.; Romanos, G.E. Marginal bone loss evaluation around immediate non-occlusal microthreaded implants placed in fresh extraction sockets in the maxilla: A 3-year study. *Clin. Oral Implant. Res.* **2015**, *26*, 761–767. [CrossRef] [PubMed]
19. Gjelvold, B.; Sohrabi, M.M.; Chrcanovic, B.R. Angled Screw Channel: An Alternative to Cemented Single-Implant Restorations—Three Clinical Examples. *Int. J. Prosthodont.* **2016**, *29*, 74–76. [CrossRef]
20. Lee, J.E.; Jung, C.Y.; Kim, Y.; Kook, Y.A.; Ko, Y.; Park, J.B. Analysis of Alveolar Bone Morphology of the Maxillary Central and Lateral Incisors with Normal Occlusion. *Medicina* **2019**, *55*, 565. [CrossRef]
21. Peñarrocha, D.; Candel, E.; Guirado, J.L.; Canullo, L.; Peñarrocha, M. Implants placed in the nasopalatine canal to rehabilitate severely atrophic maxillae: A retrospective study with long follow-up. *J. Oral Implant.* **2014**, *40*, 699–706. [CrossRef] [PubMed]
22. Scher, E.L. Use of the incisive canal as a recipient site for root form implants: Preliminary clinical reports. *Implant. Dent.* **1994**, *3*, 38–41. [CrossRef] [PubMed]
23. Annibali, S.; Ripari, M.; La Monaca, G.; Tonoli, F.; Cristalli, M.P. Local accidents in dental implant surgery: Prevention and treatment. *Int. J. Periodont. Restor. Dent.* **2009**, *29*, 325–331.
24. McCrea, S.J.J. Aberrations Causing Neurovascular Damage in the Anterior Maxilla during Dental Implant Placement. *Case Rep. Dent.* **2017**, *2017*, 5969643. [CrossRef] [PubMed]
25. Machado, V.C.; Chrcanovic, B.R.; Felipe, M.B.; Manhães Júnior, L.R.; de Carvalho, P.S. Assessment of accessory canals of the canalis sinuosus: A study of 1000 cone beam computed tomography examinations. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* **2016**, *45*, 1586–1591. [CrossRef] [PubMed]
26. Chrcanovic, B.R.; Abreu, M.H.; Custodio, A.L. A morphometric analysis of supraorbital and infraorbital foramina relative to surgical landmarks. *Surg. Radiol. Anat.* **2011**, *33*, 329–335. [CrossRef] [PubMed]
27. Chrcanovic, B.R.; Abreu, M.H.; Custodio, A.L. Morphological variation in dentate and edentulous human mandibles. *Surg. Radiol. Anat.* **2011**, *33*, 203–213. [CrossRef]
28. Genç, T.; Duruel, O.; Kutlu, H.B.; Dursun, E.; Karabulut, E.; Tözüm, T.F. Evaluation of anatomical structures and variations in the maxilla and the mandible before dental implant treatment. *Dent. Med. Probl.* **2018**, *55*, 233–240. [CrossRef]
29. den Hartog, L.; Slater, J.J.; Vissink, A.; Meijer, H.J.; Raghoebar, G.M. Treatment outcome of immediate, early and conventional single-tooth implants in the aesthetic zone: A systematic review to survival, bone level, soft-tissue, aesthetics and patient satisfaction. *J. Clin. Periodont.* **2008**, *35*, 1073–1086. [CrossRef]
30. Lau, S.L.; Chow, J.; Li, W.; Chow, L.K. Classification of maxillary central incisors—implications for immediate implant in the esthetic zone. *J. Oral Maxillofac. Surg.* **2011**, *69*, 142–153. [CrossRef]