



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

**Análisis tomográfico de la morfología del conducto nasopalatino y su relación en la
planificación de implantes**

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Periodoncista e Implantóloga

Quirúrgica

Presentada por:

Jennifer Mishell Ortiz Naranjo

Tutor:

Dra. Alicia Martínez

Quito, junio de 2026

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este documento ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Nombre: Jennifer Mishell Ortiz Naranjo

Firma:

Cedula de identidad: 1724783905

Agradecimientos

A mis padres, quienes han sido el cimiento de este sueño. Gracias por ser mi soporte incondicional durante estos años de especialización, por comprender las horas de estudio sacrificadas y por alentarme en los momentos de mayor exigencia. Este logro es tanto suyo como mío, pues su amor y paciencia fueron el motor que me permitió llegar a la meta, sin ellos no hubiese podido lograrlo.

A mi tutora, la Dra. Alicia Martínez por su guía experta y su visión crítica en el desarrollo de este trabajo. Gracias por transmitirme la pasión, la excelencia en la Periodoncia y por enseñarme que la implantología no solo requiere técnica, sino también un profundo compromiso ético con el paciente. Su mentoría ha sido fundamental en mi crecimiento profesional y humano. Gran maestra, no solo por su conocimiento si no por ser una hermosa persona que enseña con amor y dedicación.

A mis profesores que nunca fueron egoístas con su conocimiento y supieron enseñarnos con mucha paciencia y dedicación, gracias por ser estrictos.

A mi coordinador por ser paciente y responsable con nosotros, gracias por no dejarnos solos y darnos la mano hasta el fin del recorrido.

A mis compañeros y amigos, por las jornadas compartidas entre quirófanos y aulas; su apoyo hizo que el camino fuera más ligero y enriquecedor.

Finalmente, a mi querida Universidad de los Hemisferios por brindarme el espacio para formarme en esta hermosa especialidad.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado principalmente a mis padres y hermana, mi mayor orgullo y mi lugar seguro. Por creer en mi incluso cuando el camino se tornaba un tanto difícil y por ser la razón detrás de cada uno de mis esfuerzos profesionales y personales. Papitos gracias por darme las alas para volar y las raíces para nunca olvidar de dónde vengo, todo esto es por y para ustedes.

A mi Mamina que la perdí en el camino, pero me acompañó hasta el final, espero que desde el cielo logre ver mi triunfo y se ponga feliz y orgullosa.

A toda mi familia que siempre me han apoyado con aliento, y han estado presentes de cualquier manera con el fin de ayudarme a culminar mis metas.

A mis profesores quienes me enseñaron que la excelencia se construye con disciplina y que el éxito solo tiene sentido si se comparte con los seres amados.

A mis amistades Kathe, Nathy y Andre que con su apoyo y lealtad me han ayudado en cada paso de esta hermosa aventura.

Índice

Agradecimientos.....	3
Dedicatoria.....	4
Índice.....	5
Índice De Figura.....	7
Índice De Tablas.....	8
Análisis tomográfico de la morfología del conducto nasopalatino y su relación en la planificación de implantes.....	9
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Metodología.....	13
Diseño del estudio.....	13
Población y muestra.....	14
Criterios de inclusión y exclusión.....	14
Equipos y software.....	16
Procedimiento.....	17

Identificación del conducto nasopalatino	17
Evaluación morfométrica del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino	18
Planificación virtual del implante	19
Evaluación de la perforación del conducto nasopalatino	21
Variables del estudio	22
Análisis estadístico	24
Hallazgos	24
Discusión	33
Conclusiones	36
Referencias	37

Índice De Figura

Figura 1 Identificación del conducto nasopalatino en un corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), mostrando su trayecto intraóseo en la región anterior del maxilar y su relación anatómica con el hueso palatino.	17
Figura 2 Evaluación morfométrica del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino en un corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), mostrando la obtención de mediciones	19
Figura 3 Perforación del conducto nasopalatino durante la planificación virtual del implante. ...	20
Figura 4 Perforación del conducto nasopalatino durante la planificación virtual del implante (adaptado de Alkanderi et al., 2020).	22

Índice De Tablas

Tabla 1 Variables dependientes e independientes del estudio y su definición operativa.....	23
Tabla 2 Registro general de las variables morfométricas, óseas y de perforación evaluadas en las tomografías CBCT	25
Tabla 3 Características demográficas de la muestra	29
Tabla 4 Medidas morfométricas del conducto nasopalatino y espesor óseo palatino	30
Tabla 5 Distribución de la morfología del conducto nasopalatino	31
Tabla 6 Espesor óseo palatino por tercios	31
Tabla 7 Incidencia y localización de la perforación del conducto nasopalatino	32
Tabla 8 Comparación de variables entre casos con y sin perforación del conducto nasopalatino	33

Análisis tomográfico de la morfología del conducto nasopalatino y su relación en la planificación de implantes

Jennifer Mishell Ortiz Naranjo

jennyo.naranjo@gmail.com

Universidad de los Hemisferios

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar tomográficamente la morfología del conducto nasopalatino y evaluar su relación con la planificación virtual de implantes en el sector anterior del maxilar, determinando la incidencia de perforación y los factores anatómicos asociados. Se desarrolló un estudio observacional, retrospectivo y transversal en 84 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT), en las cuales se evaluaron variables morfométricas del conducto nasopalatino, incluyendo longitud, angulación, diámetro del foramen incisivo y nasal, así como el espesor óseo palatino por tercios. Se realizó la colocación virtual estandarizada de un implante de $4,0 \times 12$ mm en la región del incisivo central superior, registrándose la presencia o ausencia de perforación del conducto. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva y prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. La longitud media del conducto nasopalatino fue de $11,84 \pm 1,58$ mm y la angulación promedio de $74,8 \pm 6,88^\circ$, mientras que el espesor óseo apical mostró una media de $4,32 \pm 0,78$ mm. La incidencia de perforación fue del 33,3 %, observándose que los casos con perforación presentaron mayor longitud y angulación del conducto, así como menor espesor óseo apical ($p < 0,001$). Se concluye que la morfología y dimensiones del conducto nasopalatino

influyen significativamente en el riesgo de perforación durante la planificación virtual de implantes en el sector del incisivo central maxilar, siendo la evaluación tridimensional mediante CBCT fundamental para optimizar la toma de decisiones implantológicas y reducir complicaciones anatómicas.

Palabras clave: Conducto nasopalatino; Tomografía computarizada de haz cónico; Implantes dentales; Planificación virtual; Maxilar anterior; Perforación anatómica.

Abstract

The aim of the present study was to perform a tomographic analysis of the nasopalatine canal morphology and evaluate its relationship with virtual implant planning in the anterior maxilla, determining the incidence of canal perforation and associated anatomical factors. An observational, retrospective, and cross-sectional study was conducted on 84 cone beam computed tomography (CBCT) scans, in which morphometric variables of the nasopalatine canal were assessed, including canal length, angulation, diameter of the incisive foramen and nasal foramen, as well as palatal bone thickness measured at coronal, middle, and apical thirds. A standardized virtual implant (4.0×12 mm) was placed in the maxillary central incisor region, and the presence or absence of canal perforation was recorded. Statistical analysis included descriptive statistics and the Mann–Whitney U test for independent sample, with a significance level set at $p < 0.05$. The mean nasopalatine canal length was 11.84 ± 1.58 mm and the mean angulation was $74.8 \pm 6.88^\circ$, while the mean apical palatal bone thickness was 4.32 ± 0.78 mm. The overall incidence of canal perforation was 33.3%, and cases with perforation showed significantly greater canal length and angulation, as well as reduced apical bone thickness ($p < 0.001$). It is concluded that the morphology and dimensions of the nasopalatine canal

significantly influence the risk of perforation during virtual implant planning in the anterior maxilla, and that three-dimensional evaluation using CBCT is essential to optimize implant positioning and reduce anatomical complications.

Keywords: Nasopalatine canal; Cone beam computed tomography; Dental implants; Virtual implant planning; Anterior maxilla; Anatomical perforation.

Introducción

La rehabilitación implantológica en el sector anterior del maxilar representa un desafío clínico debido a la complejidad anatómica y a las exigencias funcionales y estéticas propias de esta región (Soman, 2024). La planificación tridimensional previa a la colocación del implante resulta fundamental para garantizar estabilidad primaria, preservar estructuras anatómicas y minimizar complicaciones intraoperatorias (Gibas-Stanek et al., 2024). Entre las estructuras anatómicas de mayor relevancia en esta región se encuentra el conducto nasopalatino, cuya evaluación es considerada esencial durante la planificación implantológica digital (Soman, 2024). El conducto nasopalatino contiene componentes neurovasculares cuya lesión puede provocar alteraciones sensoriales, sangrado o incomodidad postoperatoria (Alkanderi et al., 2020).

El conducto nasopalatino presenta una variabilidad considerable en cuanto a longitud, angulación, diámetro y morfología, lo que puede influir directamente en la disponibilidad ósea para la inserción implantaria en la región del incisivo central superior (Alasmari, 2023). Estudios basados en CBCT han demostrado que conductos más largos o con trayectorias más inclinadas se asocian con mayor riesgo de perforación durante la planificación virtual de implantes (Alkanderi et al., 2020; Hussaini et al., 2024). Asimismo, se ha reportado que la morfología del conducto y

el diámetro del foramen incisivo presentan variaciones clínicamente relevantes que deben considerarse antes de la colocación del implante (Alasmari, 2023; Alhumaidi et al., 2024).

La tomografía computarizada de haz cónico ha permitido un análisis más preciso de las estructuras anatómicas del maxilar anterior, superando las limitaciones de las técnicas radiográficas bidimensionales convencionales (Gibas-Stanek et al., 2024). Esta herramienta facilita la medición exacta de parámetros morfométricos y del espesor óseo palatino, permitiendo identificar zonas de riesgo anatómico antes del procedimiento quirúrgico (Gibas-Stanek et al., 2024). Investigaciones recientes han señalado que la evaluación tridimensional del conducto nasopalatino constituye un paso esencial en la planificación implantológica digital, especialmente en el sector estético anterior (Soman, 2024).

A pesar de la evidencia disponible, persiste la necesidad de establecer relaciones cuantitativas claras entre las características anatómicas del conducto nasopalatino y la probabilidad de perforación durante la planificación virtual implantológica (Hussaini et al., 2024). En este contexto, el análisis sistemático de variables morfométricas y óseas mediante CBCT puede contribuir a una mejor comprensión de los factores anatómicos asociados al riesgo quirúrgico y fortalecer la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia tridimensional objetiva (Hussaini et al., 2024). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar tomográficamente la morfología del conducto nasopalatino y evaluar su relación con la planificación virtual de implantes en el sector anterior del maxilar, determinando la incidencia de perforación y los factores anatómicos asociados (Alkanderi et al., 2020).

Metodología

Diseño del estudio

El estudio se desarrolló bajo un diseño observacional, retrospectivo, orientado a evaluar la incidencia de perforación del conducto nasopalatino asociada a la planificación virtual de implantes en la región anterior del maxilar mediante tomografía computarizada de haz cónico. Este tipo de diseño permitió analizar imágenes previamente adquiridas con fines diagnósticos, sin realizar intervención clínica directa sobre los pacientes, lo cual es metodológicamente adecuado para investigaciones implantológicas basadas en análisis radiográficos tridimensionales y en la evaluación de relaciones anatómicas relevantes (Gaêta-Araujo et al., 2020). Se tomaron tomografías CBCT almacenadas en una base de datos institucional, lo que permitió seleccionar imágenes con calidad diagnóstica suficiente para la evaluación detallada del conducto nasopalatino y del hueso circundante. (Milanovic et al., 2021). Asimismo, estudios previos han empleado diseños retrospectivos similares para identificar factores anatómicos asociados a la perforación del conducto nasopalatino y a otras complicaciones relacionadas con la colocación de implantes, respaldando la validez interna de este tipo de investigaciones (Alasmari, 2023).

Por otra parte, el enfoque transversal permitió registrar y correlacionar, en un único momento de análisis, las características anatómicas del conducto nasopalatino, incluyendo su longitud, angulación y morfología, con la presencia o ausencia de perforación tras la colocación virtual del implante. Este tipo de análisis ha sido descrito como útil para establecer asociaciones entre variables morfométricas obtenidas mediante CBCT y eventos clínicamente relevantes en implantología oral, particularmente en regiones anatómicamente complejas como el sector anterior del maxilar (Bains et al., 2023). En consecuencia, el diseño analítico transversal

adoptado facilitó la evaluación de la relación entre la anatomía nasopalatina y el riesgo potencial de perforación durante la planificación implantológica virtual (Alkanderi et al., 2020).

Población y muestra

La población de estudio fue determinado mediante un cálculo a priori utilizando el programa G*Power, bajo el modelo estadístico de correlación bivariada normal. Se consideró un tamaño de efecto esperado de 0,30 (efecto moderado), un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística $(1-\beta)$ del 80 %. Con estos parámetros, se obtuvo un tamaño mínimo requerido de 84 tomografías, garantizando suficiente poder estadístico para detectar asociaciones significativas entre las variables morfométricas del conducto nasopalatino y la presencia de perforación durante la planificación virtual del implante. Este procedimiento aseguró la validez estadística del estudio y la adecuación del tamaño muestral para el análisis propuesto.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron en el estudio tomografías computarizadas de haz cónico correspondientes a pacientes adultos, con edad igual o superior a 18 años, sin apiñamiento o diastemas en el sector anterior, en las cuales se evidenció una visualización completa y nítida del conducto nasopalatino y de la región anterior del maxilar. Asimismo, se consideraron únicamente aquellas tomografías que presentaron calidad de imagen adecuada para el análisis morfométrico tridimensional, permitiendo identificar con precisión los límites óseos del conducto y las estructuras adyacentes, tal como ha sido descrito en estudios previos que emplearon CBCT para la evaluación anatómica del maxilar anterior (Kim et al., 2020).

De igual manera, se incluyeron tomografías de pacientes dentados en el sextante maxilar anterior o parcialmente edéntulos con pérdida de no más de 3 dientes, siempre que conservaran un reborde alveolar con adecuada integridad ósea y referencia anatómica suficiente para la planificación virtual implantológica. Este criterio permitió analizar condiciones anatómicas comparables en contextos clínicos habituales, tal como ha sido reportado en investigaciones similares (Alasmari, 2023, Pinsky et al., 2006). Se excluyeron casos con edentulismo total del maxilar anterior o con reabsorción ósea severa que alterara significativamente la morfología del reborde alveolar, a fin de reducir la influencia de variables relacionadas con colapso óseo avanzado y mantener la estandarización anatómica de la muestra (Bornstein et al., 2011).

Adicionalmente, se seleccionaron únicamente estudios tomográficos obtenidos con parámetros estandarizados de adquisición y campo de visión adecuado para el maxilar anterior, lo cual garantizó la reproducibilidad de las mediciones realizadas (Etoz & Sisman, 2014). Este criterio ha sido señalado como fundamental en investigaciones retrospectivas basadas en CBCT, ya que asegura la confiabilidad de las mediciones morfológicas y reduce la variabilidad asociada a la técnica de imagen (Milanovic et al., 2021).

Se excluyeron del estudio aquellas tomografías que presentaron artefactos severos, especialmente derivados de restauraciones metálicas, coronas o prótesis, que dificultaran la correcta delimitación del conducto nasopalatino o del hueso circundante, debido a que estos pueden comprometer la precisión de las mediciones morfométricas (Milanovic et al., 2021). Asimismo, se descartaron tomografías con resolución insuficiente o cortes incompletos de la región nasopalatina, ya que estas limitaciones impiden una evaluación tridimensional confiable (Kim et al., 2020).

Además, tomografías correspondientes a pacientes con antecedentes de cirugías previas en el sector anterior del maxilar, presencia de implantes dentales en la región evaluada o evidencia radiográfica de lesiones quísticas, tumorales o patologías óseas que alteraran la anatomía normal del conducto nasopalatino, siguiendo recomendaciones metodológicas reportadas en la literatura (Bornstein et al., 2014; Özarslantürk et al., 2025).

Equipos y software

La adquisición de las tomografías computarizadas de haz cónico se realizó utilizando un equipo CBCT Vatech PaX-Flex3D (Vatech Co., Corea del Sur). Las imágenes fueron obtenidas con un campo de visión (FOV) aproximado de $80 \times 80 \times 49,6$ mm y una resolución isotrópica de voxel de 0,200 mm, generando volúmenes de $400 \times 400 \times 248$ vóxeles. Los estudios fueron exportados en formato DICOM para su posterior análisis. Estas características técnicas permitieron obtener imágenes tridimensionales con adecuada definición espacial, garantizando precisión en la evaluación morfométrica del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino en el sector anterior del maxilar.

El análisis de las imágenes y la planificación virtual del implante se realizaron mediante el software Blue Sky Plan (Blue Sky Bio, LLC, Libertyville, IL, EE. UU.), compatible con archivos en formato DICOM. El programa permitió la visualización multiplanar (axial, sagital y coronal), reconstrucciones tridimensionales y la colocación virtual estandarizada de un implante de $4,0 \times 12$ mm, utilizando herramientas digitales calibradas para efectuar mediciones lineales y angulares del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino. No existió conflicto de intereses ni relación comercial con las empresas fabricantes del equipo o del software utilizado en el presente estudio.

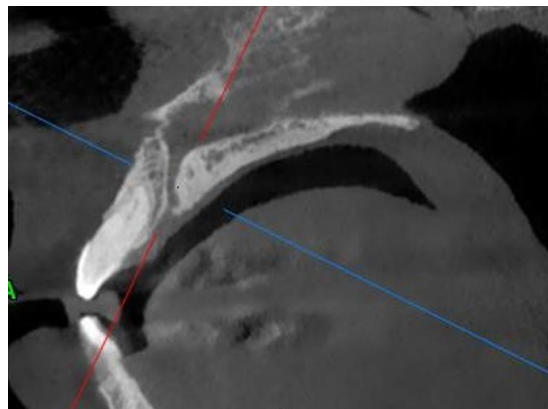
Procedimiento

Identificación del conducto nasopalatino.

En cada una de las tomografías computarizadas de haz cónico seleccionadas se realizó la identificación del conducto nasopalatino mediante evaluación multiplanar en los planos axial, sagital y coronal. Este procedimiento permitió localizar con precisión el foramen incisivo y el foramen nasal, así como delimitar el trayecto completo del conducto dentro del maxilar anterior. La identificación tridimensional del conducto se efectuó siguiendo protocolos descritos en estudios recientes, los cuales recomiendan la evaluación simultánea de los tres planos para reducir errores de interpretación anatómica y asegurar la reproducibilidad de las mediciones (Soman, 2024). En la **Figura 1** se puede observar la localización del conducto nasopalatino mediante vistas multiplanares en una tomografía CBCT representativa.

Figura 1

Identificación del conducto nasopalatino en un corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), mostrando su trayecto intraóseo en la región anterior del maxilar y su relación anatómica con el hueso palatino.



Fuente: Elaboración propia

Evaluación morfométrica del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino.

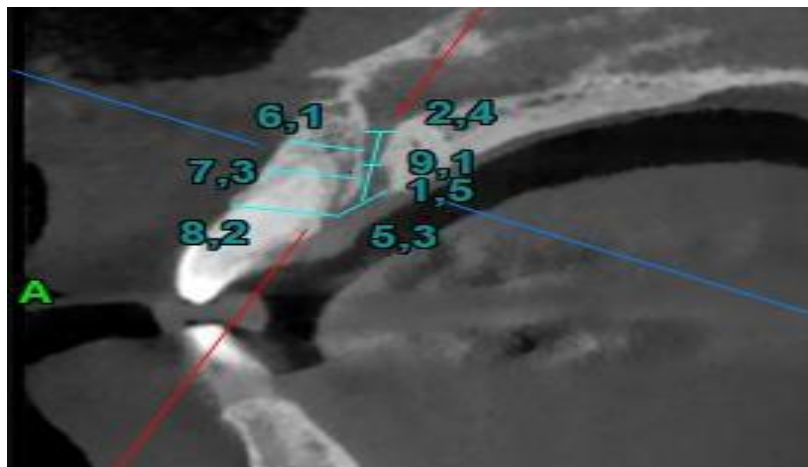
Una vez identificado el conducto nasopalatino, se llevó a cabo de forma integrada la evaluación morfométrica del conducto y del espesor óseo palatino adyacente, utilizando las herramientas de medición digital del software de planificación implantológica. En esta fase se registraron la longitud total del conducto, la angulación de su eje principal con respecto al plano palatino, así como el diámetro del foramen incisivo y del foramen nasal, variables que han sido consideradas clínicamente relevantes para la planificación implantológica en el sector anterior del maxilar (Alhumaidi et al., 2024).

De manera simultánea, se realizó la medición del espesor óseo palatino en la región correspondiente al incisivo central superior o su equivalente anatómico en pacientes edéntulos, estableciendo tres niveles de análisis definidos como tercio coronal, medio y apical a lo largo del eje longitudinal del implante virtual. En el corte sagital obtenido mediante CBCT se trazó el eje central del implante simulado (4,0 × 12 mm) y, desde dicho eje, se proyectaron líneas perpendiculares hacia la cortical palatina. El espesor óseo palatino se midió como la distancia lineal comprendida entre la superficie del implante virtual (o su eje proyectado) y la tabla ósea cortical palatina externa, en tres puntos específicos: (1) tercio coronal, localizado a nivel de la porción cervical del implante; (2) tercio medio, correspondiente al punto equidistante entre el cuello y el ápice del implante; y (3) tercio apical, ubicado en la porción más apical del implante virtual. Este protocolo de medición ha sido descrito como adecuado para la evaluación sistemática de la disponibilidad ósea y la identificación de zonas de riesgo anatómico durante la planificación implantológica virtual. Como se observa en la **Figura 2**, las mediciones se realizaron siguiendo líneas perpendiculares al eje del implante, permitiendo identificar de manera precisa la disponibilidad ósea palatina en cada tercio y su relación espacial con el conducto

nasopalatino en el maxilar anterior.

Figura 2

Evaluación morfológica del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino en un corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), mostrando la obtención de mediciones



Fuente: Elaboración propia

Planificación virtual del implante.

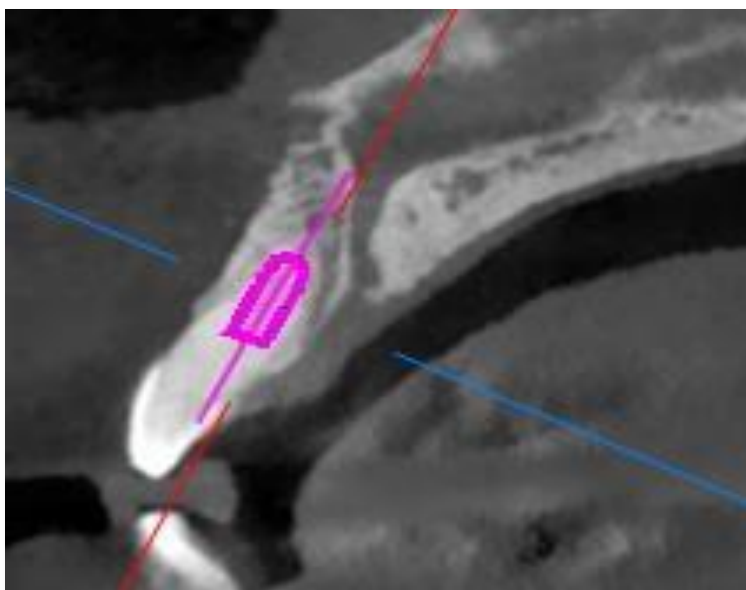
Posteriormente, en cada tomografía CBCT se realizó la planificación virtual de un implante en la región del incisivo central superior (pieza 11 o 21). La selección del incisivo se efectuó de manera alternada entre ambos lados, siguiendo la metodología descrita por Alkanderi et al. (2020), con el objetivo de estandarizar la muestra y evitar posibles sesgos derivados de asimetrías anatómicas laterales. Este criterio permitió mantener condiciones anatómicas comparables y garantizar la reproducibilidad del protocolo de análisis.

Previamente a la colocación virtual, se estableció la referencia protésica cervical mediante la simulación digital del contorno coronario, lo que permitió definir el margen cervical

estimado. El implante fue posicionado siguiendo un enfoque protésicamente guiado, alineado con el eje protésico ideal, ubicando la plataforma aproximadamente 4 mm apical al margen cervical protésico simulado y 2 mm subcrestal. Esta posición permitió garantizar un adecuado perfil de emergencia y estabilidad periimplantaria, manteniendo una planificación estandarizada y sin modificar deliberadamente la trayectoria del implante para evitar el conducto nasopalatino, conforme a metodologías descritas en estudios implantológicos basados en CBCT (Alkanderi et al., 2020, Sanz et al., 2020). En la **Figura 3** se puede observar la colocación del implante virtual en relación con el conducto nasopalatino.

Figura 3

Perforación del conducto nasopalatino durante la planificación virtual del implante.



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de estandarizar la simulación implantológica y permitir una evaluación objetiva de la relación anatómica entre el implante y el conducto nasopalatino, se utilizó un

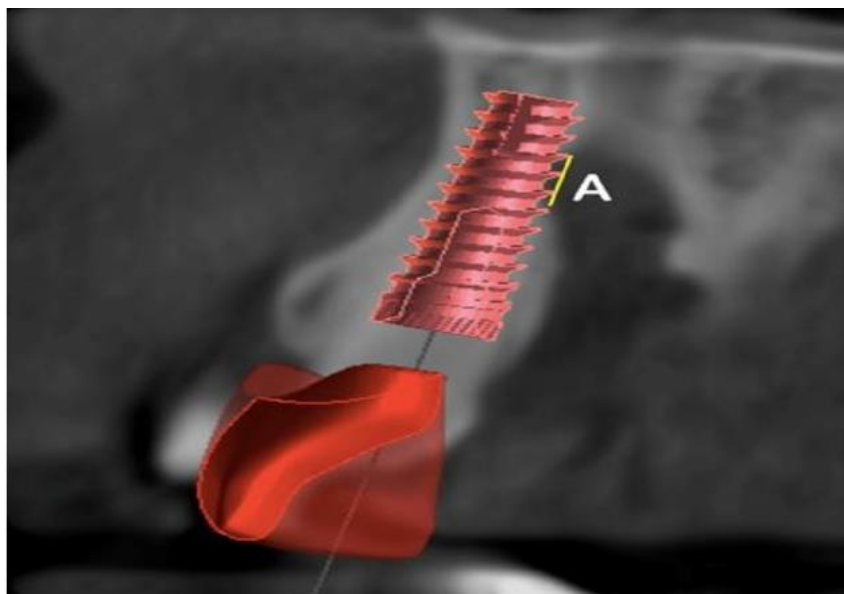
implante virtual convencional de 4.0 mm de diámetro y 12 mm de longitud, dimensiones consideradas adecuadas para la rehabilitación del incisivo central superior en el maxilar anterior. La selección de estas medidas se realizó siguiendo el protocolo establecido en estudios previos basados en planificación virtual mediante tomografía computarizada de haz cónico, particularmente el descrito por Alkanderi et al. (2020), con el propósito de mantener uniformidad en la simulación y evitar variaciones asociadas al uso de diferentes diámetros o longitudes implantológicas. El implante fue posicionado de manera protésicamente guiada, respetando el eje ideal del incisivo central y una profundidad adecuada en relación con la cresta ósea, sin modificar su ubicación para evitar el conducto nasopalatino, lo que permitió evaluar de forma sistemática la posible ocurrencia de perforación en cada caso analizado.

Evaluación de la perforación del conducto nasopalatino.

Tras la colocación del implante virtual, se evaluó la presencia o ausencia de perforación del conducto nasopalatino, considerándose como perforación cualquier contacto directo o invasión del implante dentro de los límites anatómicos del conducto. Esta variable fue registrada de forma dicotómica para cada tomografía analizada. En los casos en los que se identificó perforación, se determinó el nivel anatómico comprometido, clasificándolo en tercio coronal, medio o apical, y se midió la extensión lineal de la zona afectada. Este método de evaluación ha sido empleado en investigaciones recientes para analizar el impacto clínico de la anatomía nasopalatina sobre la planificación implantológica virtual (Alkanderi et al., 2020; Soman, 2024). En la **Figura 4** se presenta un ejemplo de perforación del conducto nasopalatino por un implante virtual en una imagen CBCT.

Figura 4

Perforación del conducto nasopalatino durante la planificación virtual del implante (adaptado de Alkanderi et al., 2020).



Fuente: Elaboración propia

Variables del estudio.

En el presente estudio, las variables fueron definidas con el propósito de analizar la relación entre las características anatómicas del conducto nasopalatino y del hueso palatino con la ocurrencia de perforación durante la planificación virtual de implantes en el sector anterior del maxilar. La variable dependiente correspondió a la perforación del conducto nasopalatino, definida como el contacto directo o la invasión del implante virtual dentro de los límites anatómicos del conducto, y registrada de forma dicotómica como presencia o ausencia de perforación, de acuerdo con criterios utilizados en estudios implantológicos recientes basados en tomografía computarizada de haz cónico (Jain et al., 2017, Baumgaertel et al., 2009). Por otra

parte, las variables independientes incluyeron parámetros morfométricos del conducto nasopalatino, como su longitud, angulación, diámetros de los forámenes y tipo morfológico, así como el espesor óseo palatino medido por tercios, los cuales han sido descritos como factores anatómicos relevantes para evaluar el riesgo de compromiso del conducto durante la planificación implantológica virtual (Yang et al., 2023; Beshtawi, 2025). La clasificación y definición operativa de todas las variables analizadas se detallan de manera sistemática, como se observa en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Variables dependientes e independientes del estudio y su definición operativa

Tipo de variable	Variable	Definición operativa
Dependiente	Perforación del conducto nasopalatino	Contacto directo o invasión del implante virtual dentro de los límites anatómicos del conducto, registrada como presencia o ausencia
Independiente – Morfométricas del conducto	Longitud del conducto nasopalatino	Distancia en milímetros medida desde el foramen incisivo hasta el foramen nasal
	Angulación del conducto nasopalatino	Ángulo formado entre el eje longitudinal del conducto y el plano palatino
	Diámetro del foramen incisivo	Diámetro máximo del foramen incisivo medido en milímetros
	Diámetro del foramen nasal	Diámetro máximo del foramen nasal medido en milímetros
	Morfología del conducto nasopalatino	Clasificación cualitativa del conducto en cilíndrica, en embudo, en reloj de arena o en forma de plátano
Independiente – Óseas	Espesor óseo palatino (tercio coronal)	Espesor del hueso palatino medido en el tercio coronal, en milímetros
	Espesor óseo palatino (tercio medio)	Espesor del hueso palatino medido en el tercio medio, en milímetros
	Espesor óseo palatino (tercio apical)	Espesor del hueso palatino medido en el tercio apical, en milímetros

Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico

Los datos obtenidos a partir de las tomografías computarizadas de haz cónico fueron registrados en una base de datos primaria estructurada en Microsoft Excel. Posteriormente, la base de datos fue exportada al software estadístico IBM SPSS Statistics para su análisis. Las variables cuantitativas se describieron mediante medidas de tendencia central y dispersión, incluyendo media y desviación estándar, mientras que las variables cualitativas se expresaron en frecuencias absolutas y porcentajes.

La distribución de normalidad de las variables cuantitativas fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Debido a que algunas variables no presentaron distribución normal, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas para el análisis inferencial.

Para comparar las variables morfométricas y óseas entre los grupos con y sin perforación del conducto nasopalatino se empleó la prueba U de Mann–Whitney para muestras independientes, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

Hallazgos

Los resultados del estudio fueron obtenidos a partir del análisis de 84 tomografías computarizadas de haz cónico incluidas en la muestra final, seleccionadas conforme a los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Los datos fueron registrados de manera sistemática en una base de datos estructurada. Cada caso fue identificado mediante un código único y se consignaron las variables morfométricas del conducto nasopalatino, el espesor óseo palatino por tercios y la presencia o ausencia de perforación durante la planificación virtual del implante. La información correspondiente a cada tomografía analizada se presenta de forma

detallada en la **Tabla 2**, la cual resume los valores registrados para todas las variables incluidas en el estudio.

Tabla 2

Registro general de las variables morfométricas, óseas y de perforación evaluadas en las tomografías

CBCT

Código	Variables morfométricas del conducto nasopalatino					Espesor óseo palatino (mm)			Perforación		
	Longitud CNP (mm)	Angulación CNP (°)	Diámetro foramen incisivo (mm)	Diámetro foramen nasal (mm)	Morfología CNP	Espesor óseo coronal (mm)	Espesor óseo medio (mm)	Espesor óseo apical (mm)	Perforación (Sí/No)	Tercio afectado	Longitud de perforación (mm)
CBC T-01	11.2	72	3.6	2.4	Embudo	6.8	5.9	4.6	No	-	-
CBC T-02	12.5	78	3.9	2.8	Cilíndrica	6.2	5.1	4.0	Sí	Medio	1.2
CBC T-03	10.8	70	3.2	2.1	Reloj arena	7.0	6.2	5.0	No	-	-
CBC T-04	13.6	82	4.1	3.0	Embudo	5.6	4.8	3.6	Sí	Apical	1.6
CBC T-05	9.5	65	2.9	1.9	Cilíndrica	7.5	6.7	5.4	No	-	-
CBC T-06	11.9	74	3.5	2.6	Plátano	6.1	5.0	4.1	No	-	-
CBC T-07	14.1	84	4.4	3.2	Embudo	5.2	4.3	3.2	Sí	Coronal	1.8
CBC T-08	10.2	68	3.0	2.0	Cilíndrica	7.1	6.0	4.9	No	-	-
CBC T-09	12.8	80	3.8	2.9	Reloj arena	6.0	5.2	4.3	Sí	Medio	0.9
CBC T-10	11.0	71	3.4	2.3	Cilíndrica	6.9	5.8	4.7	No	-	-
CBC T-11	9.8	66	2.8	1.8	Cilíndrica	7.6	6.5	5.2	No	-	-
CBC T-12	13.2	81	4.0	3.1	Embudo	5.4	4.6	3.5	Sí	Apical	1.4
CBC T-13	10.6	69	3.1	2.2	Reloj arena	7.2	6.1	5.0	No	-	-
CBC T-14	12.1	76	3.7	2.7	Plátano	6.3	5.4	4.2	No	-	-
CBC T-15	14.3	85	4.5	3.4	Embudo	5.1	4.0	3.1	Sí	Coronal	2.0
CBC T-16	9.3	64	2.7	1.7	Cilíndrica	7.8	6.9	5.6	No	-	-
CBC T-17	11.7	73	3.5	2.5	Reloj arena	6.5	5.6	4.5	No	-	-

CBC T-18	12.9	79	3.9	2.9	Embudo	5.9	5.0	4.0	Sí	Medio	1.1
CBC T-19	10.1	67	3.0	2.0	Cilíndrica	7.0	6.2	5.1	No	-	-
CBC T-20	13.8	83	4.2	3.2	Plátano	5.3	4.4	3.4	Sí	Apical	1.7
CBC T-21	11.4	72	3.4	2.4	Reloj arena	6.7	5.8	4.6	No	-	-
CBC T-22	9.7	66	2.9	1.9	Cilíndrica	7.4	6.6	5.3	No	-	-
CBC T-23	12.3	77	3.6	2.6	Embudo	6.1	5.2	4.1	No	-	-
CBC T-24	14.0	84	4.3	3.3	Embudo	5.2	4.3	3.3	Sí	Coronal	1.9
CBC T-25	10.4	68	3.1	2.1	Cilíndrica	7.1	6.0	4.8	No	-	-
CBC T-26	11.6	74	3.5	2.5	Cilíndrica	6.4	5.6	4.5	No	-	-
CBC T-27	13.4	82	4.1	3.0	Embudo	5.5	4.6	3.6	Sí	Apical	1.5
CBC T-28	9.9	67	2.9	1.8	Cilíndrica	7.6	6.8	5.5	No	-	-
CBC T-29	12.7	79	3.8	2.8	Reloj arena	6.0	5.2	4.2	Sí	Medio	1.0
CBC T-30	10.5	70	3.2	2.1	Plátano	7.1	6.0	4.9	No	-	-
CBC T-31	14.2	85	4.4	3.3	Embudo	5.0	4.1	3.2	Sí	Coronal	1.9
CBC T-32	11.1	72	3.4	2.3	Cilíndrica	6.8	5.7	4.6	No	-	-
CBC T-33	12.3	76	3.6	2.6	Reloj arena	6.2	5.3	4.1	No	-	-
CBC T-34	9.6	65	2.8	1.7	Cilíndrica	7.7	6.9	5.6	No	-	-
CBC T-35	13.1	81	4.0	3.1	Embudo	5.4	4.5	3.5	Sí	Apical	1.6
CBC T-36	10.8	71	3.3	2.2	Plátano	6.9	5.8	4.7	No	-	-
CBC T-37	11.9	75	3.5	2.5	Reloj arena	6.3	5.4	4.3	No	-	-
CBC T-38	14.0	84	4.3	3.2	Embudo	5.2	4.2	3.3	Sí	Coronal	1.8
CBC T-39	9.4	63	2.7	1.6	Cilíndrica	7.9	7.0	5.8	No	-	-
CBC T-40	12.6	78	3.7	2.7	Reloj arena	6.1	5.1	4.0	No	-	-
CBC T-41	11.3	73	3.4	2.4	Plátano	6.6	5.5	4.4	No	-	-
CBC T-42	13.7	83	4.2	3.1	Embudo	5.3	4.3	3.4	Sí	Medio	1.4
CBC T-43	10.0	68	3.0	2.0	Cilíndrica	7.2	6.3	5.1	No	-	-
CBC T-44	12.2	77	3.6	2.6	Reloj arena	6.4	5.4	4.3	No	-	-
CBC T-45	14.4	86	4.5	3.4	Embudo	4.9	4.0	3.0	Sí	Coronal	2.0
CBC T-46	9.8	66	2.9	1.8	Cilíndrica	7.5	6.6	5.4	No	-	-
CBC T-47	11.5	74	3.5	2.5	Plátano	6.7	5.7	4.5	No	-	-

CBC T-48	13.0	80	3.9	2.9	Embudo	5.6	4.7	3.7	Sí	Apical	1.7
CBC T-49	10.3	69	3.1	2.1	Rej arena	7.0	6.1	4.9	No	-	-
CBC T-50	12.4	78	3.7	2.8	Cilíndrica	6.2	5.2	4.1	No	-	-
CBC T-51	10.9	71	3.3	2.3	Cilíndrica	6.9	5.8	4.6	No	-	-
CBC T-52	13.5	82	4.1	3.0	Embudo	5.4	4.5	3.5	Sí	Apical	1.6
CBC T-53	9.7	66	2.8	1.8	Cilíndrica	7.6	6.7	5.4	No	-	-
CBC T-54	12.8	79	3.8	2.9	Rej arena	6.0	5.1	4.1	No	-	-
CBC T-55	14.1	84	4.4	3.3	Embudo	5.1	4.1	3.2	Sí	Coronal	1.9
CBC T-56	10.2	68	3.0	2.0	Plátano	7.2	6.1	4.9	No	-	-
CBC T-57	11.4	73	3.4	2.4	Cilíndrica	6.7	5.6	4.4	No	-	-
CBC T-58	13.9	83	4.2	3.1	Embudo	5.3	4.3	3.3	Sí	Medio	1.5
CBC T-59	9.5	64	2.7	1.7	Cilíndrica	7.8	6.9	5.6	No	-	-
CBC T-60	12.3	77	3.6	2.6	Rej arena	6.3	5.3	4.2	No	-	-
CBC T-61	10.6	69	3.1	2.1	Plátano	7.0	6.0	4.8	No	-	-
CBC T-62	14.3	86	4.5	3.4	Embudo	4.8	3.9	3.0	Sí	Coronal	2.1
CBC T-63	11.8	74	3.5	2.5	Rej arena	6.4	5.5	4.3	No	-	-
CBC T-64	13.2	80	3.9	2.9	Embudo	5.6	4.7	3.7	Sí	Apical	1.7
CBC T-65	9.9	67	2.9	1.9	Cilíndrica	7.4	6.5	5.2	No	-	-
CBC T-66	12.7	78	3.7	2.8	Rej arena	6.1	5.1	4.0	No	-	-
CBC T-67	14.4	87	4.6	3.5	Embudo	4.7	3.8	2.9	Sí	Coronal	2.2
CBC T-68	10.3	69	3.1	2.1	Plátano	7.1	6.1	4.9	No	-	-
CBC T-69	11.5	72	3.4	2.4	Cilíndrica	6.8	5.7	4.5	No	-	-
CBC T-70	13.6	82	4.1	3.0	Embudo	5.2	4.2	3.3	Sí	Medio	1.4
CBC T-71	9.4	63	2.7	1.6	Cilíndrica	7.9	7.0	5.8	No	-	-
CBC T-72	12.1	75	3.5	2.5	Rej arena	6.5	5.5	4.4	No	-	-
CBC T-73	14.0	84	4.3	3.2	Embudo	5.1	4.1	3.2	Sí	Apical	1.8
CBC T-74	10.7	70	3.2	2.2	Plátano	6.9	5.8	4.6	No	-	-
CBC T-75	11.9	74	3.5	2.5	Cilíndrica	6.6	5.6	4.4	No	-	-
CBC T-76	13.3	81	4.0	3.0	Embudo	5.5	4.6	3.6	Sí	Coronal	1.6
CBC T-77	9.6	65	2.8	1.8	Cilíndrica	7.7	6.8	5.5	No	-	-

CBC T-78	12.4	77	3.6	2.6	Reloj arena	6.2	5.3	4.2	No	-	-
CBC T-79	14.5	88	4.7	3.6	Embudo	4.6	3.7	2.8	Sí	Coronal	2.3
CBC T-80	10.1	67	3.0	2.0	Plátano	7.2	6.2	5.0	No	-	-
CBC T-81	11.2	71	3.3	2.3	Cilíndrica	6.9	5.9	4.7	No	-	-
CBC T-82	13.8	83	4.2	3.1	Embudo	5.3	4.4	3.4	Sí	Medio	1.5
CBC T-83	9.8	66	2.9	1.9	Cilíndrica	7.5	6.6	5.3	No	-	-
CBC T-84	12.6	78	3.7	2.7	Reloj arena	6.1	5.1	4.0	No	-	-

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 2** presenta el registro individual de las 84 tomografías computarizadas de haz cónico incluidas en el estudio, donde cada fila corresponde a un caso identificado mediante un código único. En ella se consignan de manera sistemática las variables morfométricas del conducto nasopalatino (longitud, angulación, diámetros de los forámenes incisivo y nasal y morfología), así como el espesor óseo palatino medido en los tercios coronal, medio y apical, junto con la presencia o ausencia de perforación tras la planificación virtual del implante. En los casos con perforación, se especifica el tercio anatómico comprometido y la longitud de la perforación en milímetros, mientras que en los casos sin perforación estas variables se representan mediante un guion (—), indicando que no son aplicables, lo que permite una visualización integral de los datos y facilita la comparación entre los casos analizados.

Las características demográficas de la muestra se presentan en la **Tabla 3**. Se analizaron un total de 84 tomografías computarizadas de haz cónico, observándose una distribución equitativa por sexo. La edad de los pacientes mostró una media de 41,31 años, con un rango comprendido entre 21 y 87 años.

Tabla 3*Características demográficas de la muestra*

Variable	Valor
Total de CBCT	84
Mujeres	42 (50,0 %)
Hombres	42 (50,0 %)
Edad media (años)	41,31
Desviación estándar	14,14
Edad mínima	21
Edad máxima	87

Fuente: Elaboración propia

Las medidas morfométricas del conducto nasopalatino y del espesor óseo palatino se presentan en la **Tabla 4**. La longitud del conducto nasopalatino mostró una media de $11,84 \pm 1,58$ mm, mientras que la angulación media fue de $74,8 \pm 6,88^\circ$. El diámetro medio del foramen incisivo fue de $3,56 \pm 0,54$ mm y el del foramen nasal de $2,53 \pm 0,53$ mm. En cuanto al espesor óseo palatino, se observó una media de $6,38 \pm 0,89$ mm en el tercio coronal, $5,43 \pm 0,89$ mm en el tercio medio y $4,32 \pm 0,78$ mm en el tercio apical.

Tabla 4*Medidas morfométricas del conducto nasopalatino y espesor óseo palatino*

Variable	Media ± DE	Mín-Máx
Longitud CNP (mm)	11,84 ± 1,58	9,3 – 14,5
Angulación CNP (°)	74,8 ± 6,88	63 – 88
Diám. Foramen Incisivo (mm)	3,56 ± 0,54	2,7 – 4,7
Diám. Foramen Nasal (mm)	2,53 ± 0,53	1,6 – 3,6
Espesor óseo coronal (mm)	6,38 ± 0,89	4,6 – 7,9
Espesor óseo medio (mm)	5,43 ± 0,89	3,7 – 7,0
Espesor óseo apical (mm)	4,32 ± 0,78	2,8 – 5,8

Fuente: Elaboración propia

La morfología más frecuente fue la forma cilíndrica, observada en el 33,3 % de los casos, seguida de la morfología en embudo con 31,0 %. Las configuraciones en reloj de arena y en forma de plátano representaron el 21,4 % y el 14,3 % de la muestra, respectivamente. La distribución de la morfología del conducto nasopalatino se presenta en la **Tabla 5**.

Tabla 5*Distribución de la morfología del conducto nasopalatino*

Morfología	n	%
Cilíndrica	28	33,3
Embudo	26	31,0
Reloj de arena	18	21,4
Plátano	12	14,3
Total	84	100

Fuente: Elaboración propia

El espesor óseo palatino por tercios se presenta en la **Tabla 6**. El mayor espesor se observó en el tercio coronal, seguido del tercio medio y finalmente del tercio apical.

Tabla 6*Espesor óseo palatino por tercios*

Nivel	Media ± DE	Mín-Máx
Espesor óseo coronal (mm)	6,38 ± 0,89	4,6 – 7,9
Espesor óseo medio (mm)	5,43 ± 0,89	3,7 – 7,0
Espesor óseo apical (mm)	4,32 ± 0,78	2,8 – 5,8

Fuente: Elaboración propia

La incidencia de perforación del conducto nasopalatino se presenta en la **Tabla 7**. Se registró perforación en el 33,3 % de los casos analizados. El tercio coronal fue el nivel anatómico más frecuentemente comprometido.

Tabla 7*Incidencia y localización de la perforación del conducto nasopalatino*

Variable	n	%
Sin perforación	56	66,7
Con perforación	28	33,3
Coronal	11	13,1
Medio	8	9,5
Apical	9	10,7
Total	84	100

Fuente: Elaboración propia

La comparación de las variables morfométricas y óseas entre los casos con y sin perforación se presenta en la Tabla 8. Dado que las variables cuantitativas no siguieron una distribución normal, evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para la comparación de medias entre ambos grupos independientes. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas ($p < 0,05$), evidenciando que los casos con perforación presentaron menor espesor óseo palatino y mayores valores en las variables morfométricas del conducto nasopalatino en comparación con los casos sin perforación.

Tabla 8

Comparación de variables entre casos con y sin perforación del conducto nasopalatino

Variable	Sin perforación (media)	Con perforación (media)	p
Espesor óseo coronal (mm)	6,90	5,34	<0,001
Espesor óseo medio (mm)	5,94	4,41	<0,001
Espesor óseo apical (mm)	4,76	3,44	<0,001
Longitud CNP (mm)	10,94	13,65	<0,001
Angulación CNP (°)	70,84	82,71	<0,001
Diám. Foramen Incisivo (mm)	3,24	4,19	<0,001
Diám. Foramen Nasal (mm)	2,23	3,13	<0,001

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los resultados del presente estudio evidencian que la variabilidad morfométrica del conducto nasopalatino influye significativamente en el riesgo de perforación durante la planificación virtual de implantes en el sector anterior del maxilar. La incidencia observada de perforación (33,3 %) demuestra que este evento no es infrecuente en condiciones de planificación protésicamente guiada. El análisis estadístico, realizado mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, confirmó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los casos con y sin perforación ($p < 0,001$). Este resultado indica que la probabilidad de que las diferencias observadas en las variables morfométricas y óseas se deban al azar es extremadamente baja, lo que respalda la existencia de una asociación real entre las características anatómicas evaluadas y el riesgo de perforación del conducto nasopalatino.

Desde el punto de vista estadístico, la utilización de una prueba no paramétrica fue adecuada debido a la ausencia de distribución normal en las variables analizadas, permitiendo una comparación robusta entre grupos independientes sin asumir normalidad en los datos. En este contexto, las diferencias observadas no solo son estadísticamente significativas, sino también consistentes en todas las variables evaluadas, lo que sugiere la presencia de un patrón anatómico diferenciado entre los casos con y sin perforación. En particular, la combinación de un menor espesor óseo palatino y mayores dimensiones del conducto en los casos con perforación evidencia una condición anatómica de mayor vulnerabilidad durante la planificación implantológica.

Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos implican que la presencia de conductos más largos y con mayor angulación, así como un menor espesor óseo palatino —especialmente en el tercio apical—, condiciona una reducción significativa en la disponibilidad ósea efectiva para la inserción segura del implante. En términos prácticos, esto se traduce en un aumento del riesgo de invasión del conducto cuando no se ajusta adecuadamente la planificación, lo que obliga al clínico a considerar modificaciones en la longitud del implante, cambios en el eje de inserción o la selección de alternativas terapéuticas más conservadoras. De este modo, la significancia estadística observada adquiere relevancia clínica directa, al evidenciar que variaciones anatómicas relativamente pequeñas pueden tener un impacto considerable en la seguridad del procedimiento.

Los resultados obtenidos son consistentes con la evidencia científica reciente. Alkanderi et al. (2020) demostraron que la longitud y la angulación del conducto nasopalatino se asocian significativamente con un mayor riesgo de perforación durante la planificación virtual de implantes. De manera similar, Gibas-Stanek et al.(2024) y Alasmari (2023) señalaron que la

variabilidad tridimensional del conducto puede alterar el eje de inserción implantaria y comprometer la seguridad del procedimiento cuando no se realiza una evaluación adecuada mediante CBCT. Asimismo, Alhumaidi et al. (2024) y Firincioglugulari & Orhan, (2024) destacaron la relevancia del diámetro del foramen incisivo como factor anatómico determinante, mientras que Bains et al (2023) evidenciaron que un menor espesor óseo palatino, particularmente en el tercio apical, incrementa significativamente el riesgo de perforación, en concordancia con los hallazgos del presente estudio. En conjunto, estos estudios respaldan la validez externa de los resultados y refuerzan la importancia del análisis morfométrico tridimensional.

Desde una perspectiva clínica, la planificación implantológica en el incisivo central superior debe integrar de manera sistemática la evaluación tridimensional mediante CBCT, tal como recomiendan Özarslantürk et al.(2025), el alam et al. (2025) y Chio & Mak, (2021) quienes destacan que el uso de herramientas digitales mejora la precisión diagnóstica y reduce la incidencia de complicaciones cuando se consideran las variaciones anatómicas individuales. En este contexto, la identificación preoperatoria de patrones anatómicos de riesgo permite establecer estrategias de tratamiento más seguras y predecibles.

El presente estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, su diseño retrospectivo y transversal permite establecer asociaciones, pero no relaciones causales entre las variables analizadas. En segundo lugar, la planificación fue realizada en un entorno virtual, por lo que no se evaluaron desenlaces clínicos reales ni posibles manifestaciones neurosensoriales asociadas a una perforación efectiva. Asimismo, no se incluyeron variables adicionales que podrían influir en la disponibilidad ósea, como el grado de reabsorción alveolar o factores sistémicos del paciente. Finalmente, la muestra

provino de un único centro radiológico, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Por ello, futuros estudios prospectivos deberían evaluar la correlación entre la perforación virtual y los resultados clínicos reales, con el fin de desarrollar modelos predictivos que optimicen la toma de decisiones en implantología.

Conclusiones

Se concluye que la morfología y dimensiones del conducto nasopalatino influyen significativamente en el riesgo de perforación durante la planificación virtual de implantes en el sector anterior del maxilar. Los conductos más largos y angulados, junto con un menor espesor óseo palatino apical, se asociaron con mayor probabilidad de perforación, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con y sin perforación ($p < 0,001$). La incidencia observada (33,3 %) evidencia que este riesgo no es despreciable al utilizar implantes de $4,0 \times 12$ mm en posición protésicamente guiada. En conjunto, el análisis estadístico confirma una asociación consistente entre las variables morfométricas evaluadas y la ocurrencia de perforación, respaldando la necesidad de una evaluación tridimensional mediante CBCT para optimizar la planificación implantológica y reducir complicaciones anatómicas.

Referencias

- Alasmari, D. (2023). Morphometric Evaluation of Morphological Variations of the Nasopalatine Canal: A Retrospective Study Using Cone-beam Computed Tomography. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 24(9), 660-667. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3561>
- Alhumaidi, A. M., Aseri, A. A., Alahmari, M. M. M., Adawi, H. A., Aldhorae, K., Gadah, T. S., Sayed, M. E., Daghri, A. A., Al Ahmari, N. M., Alzahrani, A. H., & Al Moaleem, M. M. (2024). Morphological and Dimensional Analysis of the Nasopalatine Canal: Insights from Cone-Beam Computed Tomography Imaging in a Large Cohort. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 30, e944424-1-e944424-11. <https://doi.org/10.12659/MSM.944424>
- Alkanderi, A., Al Sakka, Y., Koticha, T., Li, J., Masood, F., & Suárez-López Del Amo, F. (2020). Incidence of nasopalatine canal perforation in relation to virtual implant placement: A cone beam computed tomography study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 22(1), 77-83. <https://doi.org/10.1111/cid.12852>
- Bains, S. K., Bhatia, A., Sodhi, S. S., & Sharma, A. (2023). Assessment of the Nasopalatine Canal in Patients Requiring Dental Implants in the Maxillary Anterior Region Using Cone Beam Computed Tomography. *Cureus*, 15(12), e50643. <https://doi.org/10.7759/cureus.50643>
- Baumgaertel, S., Palomo, J. M., Palomo, L., & Hans, M. G. (2009). Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *American Journal of*

Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 136(1), 19-25; discussion 25-28.

<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.09.016>

Beshtawi, K. R. (2025). Morphology and dimensions of the nasopalatine canal in Palestinian patients assessed using cone beam computed tomography. *Scientific Reports*, 15(1), 13248. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97392-7>

Bornstein, M. M., Balsiger, R., Sendi, P., & von Arx, T. (2011). Morphology of the nasopalatine canal and dental implant surgery: A radiographic analysis of 100 consecutive patients using limited cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, 22(3), 295-301. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02010.x>

Bornstein, M. M., Scarfe, W. C., Vaughn, V. M., & Jacobs, R. (2014). Cone beam computed tomography in implant dentistry: A systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29 Suppl, 55-77. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g1.4>

Chio, A., & Mak, A. (2021). The Digital Workflow in Implant Dentistry. In *Practical Procedures in Implant Dentistry* (pp. 335-349). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119399186.ch34>

el alam, elissa, Menhall, A., Ghosn, N., & Lahoud, P. (2025). Radiographic Assessment Of Anterior Maxillary Sites Prior To Immediate Implant Placement: A Retrospective Study On CBCT. *International Arab Journal of Dentistry*, 17(1). <https://doi.org/10.65314/2218->

[0885.1775](https://doi.org/10.1007/s00276-014-1259-9)

Etoz, M., & Sisman, Y. (2014). Evaluation of the nasopalatine canal and variations with cone-beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*, 36(8), 805-812.

<https://doi.org/10.1007/s00276-014-1259-9>

Firinciogullari, M., & Orhan, K. (2024). Morphological Variations of the Nasopalatine Canal in the North Cyprus Population: A Cone Beam Computed Tomography Study. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 30, e944868-1-e944868-10. <https://doi.org/10.12659/MSM.944868>

Gaêta-Araujo, H., Oliveira-Santos, N., Mancini, A. X. M., Oliveira, M. L., & Oliveira-Santos, C. (2020). Retrospective assessment of dental implant-related perforations of relevant anatomical structures and inadequate spacing between implants/teeth using cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 24(9), 3281-3288.

<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03205-8>

Gibas-Stanek, M., Kościółek-Rudy, D., Szumilas, K., Wojas-Hille, K., & Pihut, M. (2024).

Morphological evaluation of the nasopalatine canal using cone beam computed tomography and its clinical implications for orthodontic miniscrew insertion. *Dental and Medical Problems*, 61(3), 363-371. <https://doi.org/10.17219/dmp/159154>

Hussaini, S., Glogauer, M., Sheikh, Z., & Al-Waeli, H. (2024). CBCT in Dental Implantology: A Key Tool for Preventing Peri-Implantitis and Enhancing Patient Outcomes. *Dentistry Journal*, 12(7), 196. <https://doi.org/10.3390/dj12070196>

Jain, N. V., Gharatkar, A. A., Parekh, B. A., Musani, S. I., & Shah, U. D. (2017). Three-

- Dimensional Analysis of the Anatomical Characteristics and Dimensions of the Nasopalatine Canal Using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Maxillofacial & Oral Surgery*, 16(2), 197-204. <https://doi.org/10.1007/s12663-016-0879-5>
- Kim, Y.-T., Lee, J.-H., & Jeong, S.-N. (2020). Three-dimensional observations of the incisive foramen on cone-beam computed tomography image analysis. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 50(1), 48-55. <https://doi.org/10.5051/jpis.2020.50.1.48>
- Milanovic, P., Selakovic, D., Vasiljevic, M., Jovicic, N. U., Milovanović, D., Vasovic, M., & Rosic, G. (2021). Morphological Characteristics of the Nasopalatine Canal and the Relationship with the Anterior Maxillary Bone-A Cone Beam Computed Tomography Study. *Diagnostics*, 11(5), 915. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11050915>
- Özarslantürk, S., Ceylan Şen, S., & Saraç Atagün, Ö. (2025). Retrospective Evaluation of Nasopalatine Canal Anatomy, Dimensions, and Variations with Alveolar Bone in Patients Scheduled for Maxillary Anterior Dental Implant Surgery Using Cone Beam Computed Tomography. *Tomography*, 11(10), 114. <https://doi.org/10.3390/tomography11100114>
- Pinsky, H. M., Dyda, S., Pinsky, R. W., Misch, K. A., & Sarment, D. P. (2006). Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 35(6), 410-416. <https://doi.org/10.1259/dmfr/20987648>
- Sanz, M., Herrera, D., Kebschull, M., Chapple, I., Jepsen, S., Beglundh, T., Sculean, A., Tonetti, M. S., & EFP Workshop Participants and Methodological Consultants. (2020). Treatment of stage I-III periodontitis-The EFP S3 level clinical practice guideline. *Journal of Clinical Periodontology*, 47 Suppl 22(Suppl 22), 4-60. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13290>

Soman, C. (2024). Assessment of the Nasopalatine Canal Length and Shape Using Cone-Beam Computed Tomography: A Retrospective Morphometric Study. *Diagnostics*, *14*(10), 973.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics14100973>

Yang, H., Yang, T., Yang, F., & Yang, X. (2023). Assessment of groundwater salinization impact in coastal aquifers based on the shared socioeconomic pathways: An integrated modeling approach. *Environmental Research*, *234*, 116618.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116618>