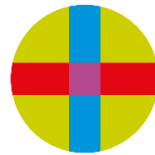


**Universidad CEU San Pablo**

**CEINDO-CEU Escuela Internacional de Doctorado**

**PROGRAMA en MEDICINA TRASLACIONAL**



**CEU**

*Escuela Internacional  
de Doctorado*

**Características morfológicas  
esqueléticas y dentoalveolares del  
maxilar superior, en pacientes con  
caninos incluidos por palatino utilizando  
Tomografía Computerizada de Haz  
Cónico: Un estudio retrospectivo**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:  
María Elena Montes Díaz

Dirigida por:  
Dra. Alicia Martínez González  
Dra. Riánsares Arriazu Navarro

MADRID 2022

**Características morfológicas  
esqueléticas y dentoalveolares del  
maxilar superior, en pacientes con  
caninos incluidos por palatino  
utilizando Tomografía Computerizada  
de Haz Cónico: Un estudio  
retrospectivo**

**2022**

***María Elena Montes Díaz***

**Esta tesis doctoral va enteramente dedicada a la Dra. Alicia Martínez  
González:**

*No existen palabras para expresar mi agradecimiento,  
Qué mejor manera de hacerlo que contándote un cuento.  
Érase una vez una mujer fuerte, inteligente, con buen talante,  
Y aunque a veces sacaba su carácter, era querida en cualquier parte.*

*Incondicional adepta del refranero español era,  
Te hacía la vida fácil, divertida y llevadera,  
Enseñar es dejar huella en la vida de una persona,  
Porque el saber no ocupa lugar,  
Y a la cama no te irás sin saber una cosa más.*

*Trabajar, trabajaba de lo lindo, andaba liada hasta los domingos,  
Y después de años de duro esfuerzo, teniendo que luchar a diestro y siniestro,  
Con todo tipo de trampas, zancadillas y demás perversas maquinaciones,  
Por fin está donde se merece, directora de unas cuantas decisiones.*

*Tu bondad, dedicación y amor por tu profesión,  
Hacen que quiera parecerme a ti un montón,  
A una persona con un gran corazón,  
A la más valiente que he conocido: TE ADORO.*

*Porque el mundo es de los que saben esperar...GRACIAS*

*“Si quieres saber, estudia,  
Si quieres saber más, lee,  
Si todavía quieres saber más, enseña”.*

## AGRADECIMIENTOS

- A la **Dra. Alicia Martínez González**, por tu amor.
- A **mis padres y a mi hermana**, por ser la mejor familia que nadie pueda tener, por vuestra comprensión, vuestro amor incondicional y vuestra paciencia. Doy gracias a la vida por teneros.
- A la **Dra. Nuria Esther Gallardo López** por todas las horas que has dedicado a este trabajo, por las charlas interminables entre páginas, por tu bondad, tu altruismo y tu cariño. Porque nunca esperas nada a cambio, gracias.
- A la **Dra. Riánsares Arriazu Navarro**, por tu ayuda inestimable, tu amabilidad y por estar siempre ahí.
- A **Marcos González** por tu paciencia, tu apoyo y ayuda infinitos, y por tu amor durante estos duros años.
- A **Jaimemolas**, mi mejor amigo, porque nadie me hace más reír que tú en el mundo. Gracias por estar siempre ahí.
- A **Nina Fatouh**, por tu cariño, tu apoyo incondicional en cualquier aspecto de la vida, por sacar siempre el lado positivo a todo. Gracias siempre.
- A la **Dra. Sara García Martínez**, por tu amistad incondicional, por tu cariño y por preocuparte tanto por mi.
- Al **Dr. Alfonso Alvarado Lorenzo**, por tu exigencia, tu cariño y por ayudarme siempre que lo he necesitado. Muchas gracias Fonsi. Sin ti, esto no habría sido posible.
- Al **Dr. Peri Colino Gallardo**, por tu altruismo, por acogerme en tu casa, ofrecerme tu ayuda y por tu generosidad y cariño; nunca lo olvidaré.
- Al **Dr. Ricardo Ortega Aranegui**, por tu aportación fundamental a este estudio, de forma totalmente desinteresada. Muchas gracias por tu cariño y amabilidad infinitos.

- Al **Dr. Carlos González Serrano**, por las risas, el apoyo, tu amistad incondicional y la empatía que has mostrado conmigo. Muchas gracias amigo.
- A la **Dra. Irene Gómez Redondo**, por tu aportación en este estudio, tu amistad, y por hacer que todo parezca más fácil.
- A todos mis compañeros de **Iteco y del CEU**, muchas gracias por vuestro cariño y por estar ahí siempre.
- A **“The Holy Doktors”**: A José María Guirao, al Dr. Fernando Quirós, al Dr. Eduardo Sánchez-Jáuregui, al Dr. Jaime Adán y a Juan María López, por vuestra amistad incondicional y por llevarme a otro mundo con la música, porque la música es la banda sonora de la vida.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> _____	<b>1</b>
1.1 Generalidades del canino maxilar permanente	2
1.2 Epidemiología de los caninos incluidos	7
1.3 Etiopatogenia	9
1.4 Diagnóstico	19
1.5 Prevención	27
1.6 Tratamiento	28
1.7 Pronóstico	29
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> _____	<b>31</b>
2.1. Anchura basal del maxilar superior	34
2.2. Altura de la cresta alveolar	35
2.3. Inclincación sagital del incisivo superior	36
2.4. Longitud del canino superior permanente y del incisivo lateral permanente	37
2.5. Longitud de arcada	38
2.6. Tamaño dentario mesiodistal	39
2.7. Discrepancia óseo-dentaria	40
<b>3. HIPÓTESIS</b> _____	<b>46</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> _____	<b>49</b>
4.1 General	50
4.2 Específicos	50
<b>5. MATERIAL Y MÉTODO</b> _____	<b>51</b>
5.1 Comité de ética y consentimiento informado	52
5.2 Cálculo del tamaño muestral y participantes	52
5.3 Diseño del estudio	54
5.4 Análisis estadístico	64

<b>6. RESULTADOS</b>	<b>65</b>
6.1 Determinación del tamaño muestral	66
6.2 Diferencias entre GI y GC	68
6.3 Diferencias entre GI-R y lado control	70
6.4 Diferencias entre GI-L y lado control	72
6.5 Diferencias entre GI-R y GI-L con lado control	74
6.6 Diferencias entre sexo masculino y femenino	76
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>77</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>90</b>
<b>10. RESUMEN</b>	<b>108</b>
<b>11. ANEXOS</b>	<b>111</b>
11.1 Anexo I: Abreviaturas	112
11.2 Anexo II: Publicación	114



## **1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. GENERALIDADES DEL CANINO SUPERIOR MAXILAR PERMANENTE

### *La erupción dentaria*

La erupción dental es el movimiento vertical desde la posición no funcional intraalveolar hasta la línea de oclusión dentaria (1), que implica un proceso de aposición y reabsorción ósea a nivel del proceso alveolar, con la destrucción y la construcción del tejido periodontal y la reabsorción del diente deciduo (2).

La secuencia de erupción de la dentición permanente en la arcada maxilar es la que sigue: primer molar, incisivo central, incisivo lateral, primer premolar, segundo premolar, segundo molar y canino (3).

### *La erupción del canino maxilar permanente*

El canino maxilar permanente, de ahora en adelante CMP, se desarrolla en el hueso maxilar lateralmente a la fosa piriforme (4) donde el germen se forma en una posición muy alta en la pared anterior del antro nasal, por debajo de la órbita (5). Comienza su calcificación a partir de los 4 meses postnatal (6), entre las raíces del primer molar temporal, con su corona inclinada hacia mesial (7).

Según Broadbent (1941) (8), el CMP permanece atrás y arriba a medida que el molar temporal erupciona, permitiendo el desarrollo de su sucesor (primer premolar) entre las raíces del deciduo. A medida que va erupcionando la dentición temporal, el incisivo central permanente y la cripta del canino migran hacia delante más rápido que la propia dentición temporal (9).

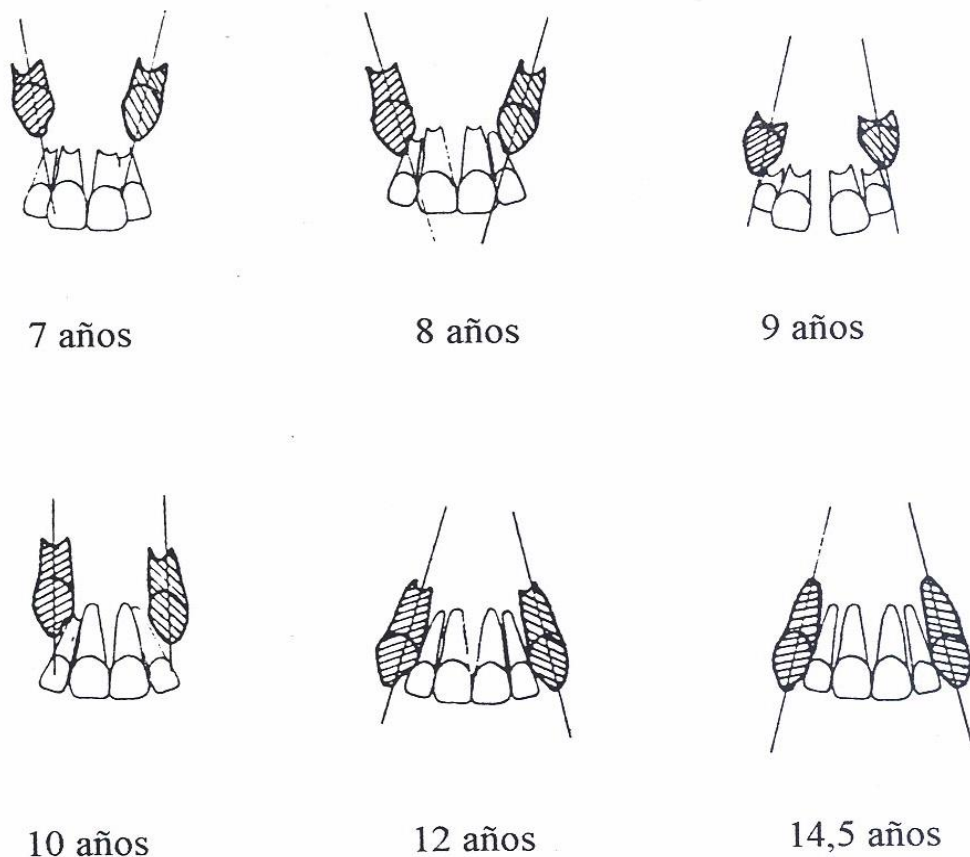
Con la erupción gradual del diente temporal y el incremento natural de la altura de la cresta alveolar, a los 6 meses de edad el germen del CMP cambia de trayectoria hacia palatino para permitir a su antecesor temporal erupcionar en arcada (5).

A la edad de 2.5 años, el canino se encuentra sobre el germen del primer premolar y desde aquí, tiene un largo y tortuoso camino hasta la arcada (6), con la corona posicionada mesialmente y hacia palatino (2). Con la completa formación de la corona a los 6-7 años de edad, está medial a la raíz de su antecesor con una superposición vertical de unos 3mm (10). Entre los 8 y los 10 años, el canino debería migrar hacia vestibular desde una posición palatina al ápice del canino temporal. Entre los 8 y los 12 años de edad, no existe espacio suficiente en la base apical que permita al incisivo lateral enderezarse debido a la presencia del canino en descenso; el incisivo lateral adquiere un tip coronodistal, que se va corrigiendo al tiempo que el canino desciende hacia el plano oclusal (9), provocando con frecuencia un diastema central. Esta posición particular de los incisivos se denomina etapa del “patito feo” (6). A medida que el CMP se acerca al plano oclusal, se endereza hasta encontrarse con la cara distal de la raíz del incisivo lateral (2), aunque a menudo erupciona con un tip mesial marcado (11).

Antes de iniciar su erupción, se posiciona sobre el folículo del primer premolar, al encontrarse limitado por la apertura piriforme. Cuando la erupción ya ha comenzado, y como resultado del crecimiento del maxilar, ocurre un sutil movimiento mesial para encontrar su posición en la arcada. Tras dicho movimiento, rectifica enderezándose y completando su erupción verticalmente. El enderezamiento coincide con

la edad a la que se aprecia el abombamiento por vestibular, sugiriendo que el movimiento ocurre distal y vestibularmente (12).

El CMP erupciona a los 11 años en niños y a los 10.6 años en niñas, aproximadamente (13), con el periodo de desarrollo más largo, el área más profunda de formación y el camino más difícil hasta llegar a su posición oclusal (5, 14-19), jugando un papel esencial en la apariencia facial, la estética de la sonrisa, el desarrollo del arco dentario y la oclusión funcional (17, 19-21). Constituye la transición del segmento dentario anterior al posterior (13). Coulter y Richardson (9) observaron una distancia recorrida desde su formación hasta su erupción de 22mm (Fig. 1).



*Figura 1. Desarrollo eruptivo del canino maxilar permanente (22)*

Es el diente más robusto de toda la arcada dentaria maxilar, con la excepción del primer molar permanente (5). Cuando llega a su nivel de oclusión, el ápice tarda entre 2 y 3 años en cerrarse completamente (11).

Su calcificación comienza casi al mismo tiempo que la del primer molar y el incisivo central, aunque tarda el doble en alcanzar su erupción completa, haciéndolo más susceptible de influencias ambientales (5).

Mientras que la dentición temporal se forma anteroinferiormente, el CMP se retrasa durante la formación de su corona, íntimamente relacionada con la raíz del incisivo lateral (6). La pérdida de trayectoria del canino ocurre, comúnmente, en las inclusiones por palatino (6).

El canino es el diente más largo y más anclado al hueso alveolar, lo que le convierte en el más firme de toda la cavidad oral. Algunos autores opinan que guía hasta la relación céntrica (23). Funcionalmente, la falta de guía canina debido a su ausencia tiene efectos negativos en la dinámica mandibular (6).

El CMP posee fibras reflexivas y propioceptivas, protegiendo y estabilizando la oclusión (20). Su anatomía lo convierte en el diente con mayor potencial de supervivencia en arcada (24). De toda la dentición permanente, es el diente con mayor variabilidad de posición en el ser humano (25).

A diferencia de los premolares, que sustituyen a dientes iguales o de mayor tamaño, el antecesor del canino permanente es claramente de un diámetro mesiodistal menor. Erupciona el último en arcada, entre dientes ya establecidos en oclusión, compitiendo también en espacio con el segundo molar permanente (5).

Entre los dos extremos de la erupción natural y la agenesia, se encuentra la inclusión, uno de los problemas más complicados a los que el ortodoncista se enfrenta en su práctica diaria (6). Un diente incluido es aquel que se encuentra completa o parcialmente cubierto por mucoperiostio y hueso, distante del lugar y tiempo que le corresponde en boca (26, 27).

La detección precoz del canino maxilar permanente incluido, de ahora en adelante, CMPI, puede ocurrir en pacientes de 9 a 10 años de edad (28). La palpación del abombamiento del canino por vestibular encima de su antecesor deciduo a esta edad, indica un pronóstico favorable (29). La permanencia del canino deciduo a los 12 o 13 años de edad sin signos de movilidad ni abombamiento por vestibular, podría constituir un signo de inclusión (29).

La presencia de este abultamiento seguido de su erupción natural, provee al canino de la base para su soporte periodontal y estructural normal (6).

Entre los 10 y los 12 años de edad, el CMPI no se desplaza hacia vestibular como lo haría un canino con desarrollo normal (30), si no que continúa descendiendo por palatino (18).

## 1.2. EPIDEMIOLOGÍA

### *Prevalencia general*

Después del tercer molar, el canino es el diente que con mayor frecuencia presenta la anomalía eruptiva de la inclusión (4, 15, 17-21, 27, 31-34) con una prevalencia del 1-3% (13-16, 20, 21, 34-37). En la mayoría de los casos, se trata de un proceso asintomático (19, 20), a diferencia del cordal, que con frecuencia produce dolor, cefalea, tinnitus, infección, trismo y quiste (20), siendo además un diente relativamente irrelevante en la oclusión, estructuralmente deficiente y ocasionalmente ausente, en comparación con el canino (5). El CMP prácticamente nunca presenta agenesia (5). La incidencia de la inclusión maxilar es más del doble que en la arcada mandibular (17), hasta diez veces más (4, 20). Dentro de la práctica ortodóncica en exclusiva, la prevalencia asciende a un 23.5% de los pacientes (13, 38). La inclusión canina constituye más del 50% de las referencias al cirujano por parte del ortodoncista (39).

### *Prevalencia según grupo racial*

La incidencia de la localización del CMPI depende del grupo racial (40). Es más frecuente que los caninos se incluyan por palatino (16, 27, 41-43) en un 85% de los casos (4, 38, 44, 45), excepto en la raza asiática donde la inclusión por vestibular es de 3 a 6 veces más común (27, 40). En el 70%-85% de los casos de inclusión canina maxilar de la población europea, el canino se encuentra por palatino (18). El CMP se incluye 5 veces más en caucásicos que en asiáticos (16).

El grupo racial afroamericano presenta una longitud y anchura de arcada un 10% mayor que la raza blanca. La forma de arcada es también

diferente, siendo más estrecha y parabólica en la región canino-premolar en blancos, y más cuadrada y ancha en negros. Es extremadamente raro encontrar un CMPI por palatino en esta grupo racial (46).

### *Localización*

El 83%-92% de las impactaciones de caninos son unilaterales (15) con respecto a los bilaterales, y con mayor prevalencia en el lado izquierdo (47). Un tercio de los caninos maxilares incluidos se encuentran por vestibular, y dos tercios por palatino (4, 17, 34, 48).

### *Dimorfismo sexual*

El dimorfismo sexual se define como la variación de forma y tamaño en los órganos corporales y sistemas que ocurre entre hombres y mujeres (49). En la dentición humana ocurre un marcado dimorfismo sexual, siendo los dientes de mayor tamaño en hombres. La mayoría de los estudios se basan en el diámetro mesiodistal o vestibulolingual. El dimorfismo sexual puede variar entre razas y ello debe tenerse en cuenta (50).

En relación a las anomalías de número y forma, la agenesia o la hipoplasia del incisivo lateral superior, predominan en el sexo femenino, mientras que la hiperodoncia predomina en el masculino. Las dimensiones de los caninos, producen el mayor dimorfismo sexual; después, los premolares, el primer y segundo molar y los incisivos maxilares. Existe un dimorfismo sexual más significativo en dentición permanente joven, debido a la ausencia de atricción y a la menor probabilidad de pérdidas dentarias, permitiendo mejores condiciones para medir el tamaño y morfología dentarias (51).



Numerosos estudios afirman que la inclusión del CMP predomina claramente en el sexo femenino (4, 9, 13, 14, 16, 20, 27, 34, 37, 40, 41, 47, 52) en un ratio 2:1 (13, 16, 17, 41, 53).

### 1.3. ETIOPATOGENIA

#### *Generalidades*

La inclusión canina por palatino y por vestibular, se consideran fenómenos diferentes (18, 20, 54). El canino incluido por vestibular se entiende como una forma de apiñamiento (20, 45, 55), que con tiempo y espacio, eventualmente erupcionará (20, 48, 56). Thilander y Jakobsson (54), en 1968, observaron que la discrepancia óseo-dentaria negativa con frecuencia desplazaba el canino hacia vestibular, lo que retrasaba su erupción pero, raramente, causaba su inclusión (4, 54).

Los primeros casos reportados de inclusión de caninos, datan de la prehistoria (37). Su etiología no está clara (17) y parece ser multifactorial (19, 21), relacionada sobre todo con la pérdida de la guía del incisivo lateral y la genética del individuo (15, 17, 21, 34, 40, 57, 58). El diente permanente tiene mayor propensión a generar anomalías de desarrollo y erupción, que el diente deciduo, asociado al proceso de odontogénesis y a su desarrollo intrauterino (59).

Becker y Chaushu (60), en 2015, hablan de 4 distintos grupos causales de inclusión del CMP: obstrucción local del tejido duro, patología local, anomalías en el desarrollo de incisivos y factores genéticos o hereditarios:

Obstrucción local: ausencia de exfoliación del diente temporal, con la raíz larga y no reabsorbida. El mecanismo de reabsorción de un diente

temporal es desconocido, pero se sabe que ocurre cuando el folículo está próximo a un diente permanente no erupcionado. La reabsorción podría no ocurrir debido a la lejanía del diente permanente, siendo el resultado de la inclusión pero no su causa. En cualquier caso, existen diversos estudios que muestran que la exodoncia del canino temporal produce la erupción espontánea del CMP. El odontoma también podría suponer un obstáculo para la erupción normal del canino.

Patología local: Un canino temporal no exfoliado a los 12 años, normalmente, se encuentra necrótico por caries, trauma o atricción extrema que, de forma crónica, formará un granuloma apical, que podría retrasar la erupción del permanente. La extracción del temporal eliminaría el granuloma. Los traumatismos faciales pueden producir laceraciones en el labio y mejillas, transmitiendo la fuerza al maxilar que causa el desplazamiento del canino, sobre todo en edades tempranas. Si se eliminan estos factores locales, podría ocurrir una erupción espontánea del CMP.

Anomalías de desarrollo: La inclusión del CMP por palatino estaría genéticamente determinada y relacionada con incisivos laterales ausentes o anómalos. El incisivo lateral superior es el diente con mayor variabilidad en su desarrollo, con una susceptibilidad de agenesia y de anomalías de forma y tamaño, mayor que el resto de la dentición. En estas circunstancias anómalas, su erupción se retrasa entre 3 y 4 años más que la de un incisivo lateral normal. Estas anomalías llevan una carga genética importante. El canino, por otro lado, es un diente estable a nivel de forma, tamaño y formación intraósea. En presencia de anomalías de desarrollo del incisivo lateral, el canino perdería la guía de erupción.

Genética: El lado derecho del ser humano es genéticamente idéntico al izquierdo. La condición genética de uno de los lados afectará al lado contrario, aunque quizá con menos fuerza. Es muy común encontrar agenesia de un incisivo lateral y anomalías de tamaño y/o forma en el contralateral. En la inclusión canina sin embargo no ocurre así; existe una mayor prevalencia de inclusión unilateral que bilateral. La inclusión canina se encuentra 7 veces más asociada a un incisivo lateral con morfología anómala que con un incisivo lateral ausente. Esto contradice la teoría genética.

Una de las causas de inclusión del CMP por palatino podría ser la mayor densidad de tejidos del paladar respecto al resto de tejidos orales, ofreciendo estos tejidos blandos una mayor resistencia a la erupción, que los histólogos describen como la “estructura densa y firme” de la mucosa palatina (5).

### *Teoría de la guía*

La erupción de la dentición maxilar permanente no ocurre en cascada. La erupción del incisivo lateral y el primer premolar es anterior a la del canino, 3 años y 1 año, respectivamente, lo que les relaciona inevitablemente con la trayectoria del canino. Cualquier anomalía de forma o tamaño en ellos, influirá en su erupción (61).

La teoría de la guía propone que el canino erupciona lateralmente al incisivo lateral que le dirige, y si éste se encuentra ausente o con alguna irregularidad posicional o morfológica, el canino no erupcionará (6, 17, 62), ocurriendo con relativa frecuencia la no exfoliación del canino deciduo y la presencia de diastemas en arcada (21). Becker et al., en 1981, sugerían dos fases en el desarrollo de la inclusión canina por palatino (63).

En la primera, el canino se desvía de su trayectoria normal hacia palatino, habitualmente asociado al desarrollo tardío de incisivos laterales hipoplásicos, con la raíz insuficientemente formada como para conducir al canino al plano oclusal, habiendo un exceso de espacio en la base apical maxilar. Ello supone la precondition del canino para migrar desde vestibular a palatino a través de las raíces de incisivos y premolares. En un caso de erupción natural, la completa formación del incisivo lateral impediría este desvío de trayectoria. En la segunda fase, ocurren movimientos correctivos, con la verticalización del canino.

A lo largo de los años, se ha observado esta asociación entre el incisivo lateral y la inclusión del CMP en modelos de escayola, mediante examen clínico, a través de la medición de la longitud radicular en panorámicas y más recientemente, con la ayuda del CBCT. En cualquier caso, asociación no significa causalidad (61).

El CMP no erupcionado está inclinado hacia mesial y alto en la cara distal del tercio apical de la raíz del incisivo lateral permanente. El movimiento consecuente hacia oclusal y de enderezamiento es guiado a través de la cara distal del incisivo lateral siendo el tercio apical lo más crítico de esta etapa. Al mismo tiempo, parece posible igualmente que el desarrollo de la raíz del lateral esté influenciado por la proximidad de la corona del canino y el folículo dentario. Como el desarrollo radicular del lateral estaría cercano a su fin en este momento, su tercio apical sería el primero en afectarse. Si la hipoplasticidad del lateral (presumiblemente alterando todas las partes de su raíz) causa la inclusión canina, la porción apical sería la actual culpable, pero podría también confundirse con discapacidad de desarrollo. La porción coronal de la raíz, no se confundiría y podría servir de instrumento en tal modelo de causalidad.

Bertl (61) sugiere que el incisivo lateral podría presentar anomalías de forma “por culpa” del canino y no al revés.

El CMPI por palatino no realiza el característico movimiento hacia vestibular en ningún momento de su trayectoria de erupción, observado en caninos con erupción normal entre los 10 y los 12 años de edad (64).

### *Teoría de la genética*

Hoy en día, no existe duda alguna acerca de la relación entre los factores genéticos y la erupción dentaria (65). La proteína morfogenética ósea 6 (BMP6) es una proteína conocida por su capacidad de inducir el crecimiento óseo y cartilaginoso. El gen BMP6 es clave en la erupción dental pues promueve la osteogénesis del hueso alveolar en la base dentaria (66).

El locus del gen MSX1 se ubica en el cromosoma 4 del ser humano. Estudios previos en ratas han sugerido que un bloqueo de este gen mostraba anomalías en la estructura craneal anterior, incluyendo fisura labiopalatina y del desarrollo dentario (65). Este gen regula la actividad del gen BMP4, importante regulador del desarrollo embrionario. La mutación del gen MSX1 se ha encontrado en los miembros de una misma familia, que presentaban agenesias de segundos premolares y cordales (67), y también del factor de transcripción PAX9, relacionado con agenesias de primeros, segundos y terceros molares.

En definitiva, cualquier mutación de estos genes y proteínas podría inducir anomalías en la odontogénesis y erupción dentaria, provocando la inclusión de dientes (65).

El mesénquima procedente de la cresta neural, forma los elementos esqueléticos del viscerocráneo, así como los tejidos duros y blandos dentarios, incluyendo dentina, pulpa, ligamento periodontal y hueso alveolar. El mesénquima interactúa con el epitelio en la inducción de la odontogénesis, determinando la posición, tipo, tamaño y morfología de cada diente (65).

La teoría de la genética sugiere que los factores genéticos son la causa primaria de inclusión, incluyendo otras anomalías dentales asociadas (17, 54, 68), destacando las anomalías de número, tamaño, cronología y secuencia eruptiva (69). En los años 50, ya se observó una relación entre la reducción generalizada del tamaño dentario y agenesias múltiples, y entre agenesias y secuencia eruptiva atípica, con mecanismos genéticos comunes (70).

Hoffmeister (71) encontró asociaciones entre anomalías dentarias en tres generaciones; entre otras halló la inclusión canina. Baccetti (72) y otros autores (20, 27, 38, 73) también encontraron relación entre la inclusión canina y otras anomalías dentarias como: menor tamaño de incisivos laterales, aplasia de segundos premolares, infraoclusión de molares temporales e hipoplasia del esmalte. La literatura también reporta que el 33% de los casos de CMPI tienen agenesias asociadas (14, 36), sugiriendo que estos eventos podrían tener el mismo origen genético (20). Peck (37) sugirió que la alta probabilidad de asociación entre la inclusión canina y otras anomalías dentales, especialmente tamaño reducido dentario generalizado y agenesias, debe alertar al clínico a ser prudente en la planificación terapéutica. Por tanto, los factores de transcripción, como MSX1 y PAX9, podrían estar relacionados con la inclusión canina (21). Sigue sin esclarecerse la relación causa-efecto (17).

Peck (67) indicó que la agenesia se relaciona estrechamente con la inclusión de caninos por palatino, la transposición del incisivo lateral con el canino, y del canino con el primer premolar. Al igual que con la agenesia, estas tres anomalías posicionales se han reportado en familias y parecen estar bajo un fuerte control genético. Langberg y Peck (41) insinuaron la asociación entre agenesia de terceros molares y segundos premolares inferiores con la inclusión palatina del CMP.

Peck (70) constató que, de algún modo, la inclusión palatina del CMP podría estar asociada con un mecanismo supresor del desarrollo del cordal y el segundo premolar (últimos dientes en erupcionar de su grupo), existiendo agenesia de éstos, pero no del incisivo lateral como podría plantearse. Encontró sobre todo asociación con agenesia de cordales. La agenesia es la anomalía más frecuentemente observada en la dentición, que ocurre en una de cada 4 personas (67).

Langberg (41) en el año 2000, sugirió que tamaños dentarios más reducidos estaban asociados a la inclusión palatina del CMP.

Peck, Peck y Kataja (37) clasificaron en 5 categorías la teoría de la genética en 1994:

1. Presencia de otras anomalías concomitantes como agenesia, tamaño dentario reducido y retraso eruptivo generalizado, que tienen un origen poligénico.
2. Inclusión bilateral en el 17%-45% de los casos de inclusión palatina, apuntando a una etiología intrínseca de carácter genético.
3. Dimorfismo sexual, predominando claramente en el sexo femenino, pudiendo estar relacionado con los cromosomas sexuales.

4. Herencia familiar: Herencia de origen poligénico, concomitante con otras anomalías dentales heredadas.
5. Diferencias poblacionales: Es infrecuente encontrar caninos incluidos por palatino en población africana o asiática. En asiáticos, de existir una inclusión, suele ocurrir en vestibular o intra-alveolar. El ratio de caninos incluidos sin especificar localización europeo-asiático es 2:1, por palatino 5:1. Una vez más se confirma la teoría genética.

### *Otras asociaciones*

Chen et al., en 2020, sugirieron que la variación estructural del hueso maxilar podría constituir un factor etiológico de inclusión (15). Algunos factores locales relacionados con dientes incluidos son: falta de espacio en arcada, dislaceración radicular, trauma, anquilosis del diente temporal, posición ectópica del germen, etc. (32). Se han asociado algunos factores sistémicos relacionados con dientes incluidos como: déficit nutricional, anemia, déficit de vitamina D, enfermedades endocrinas (4, 32), síndromes y algunas infecciones específicas como sífilis o tuberculosis (32), amelogénesis imperfecta, osteoporosis, acondroplasia, disóstosis cleidocraneal, hipopituitarismo o síndrome de Down (6) (Tabla 1).

Perinetti et al, en 2019, sugirieron que el estado madurativo del segundo molar mandibular podría ser un indicador fiable del momento de erupción espontánea del CMP (74).

El traumatismo dentario se considera un factor de riesgo para la inclusión de caninos (75).

Los ápices dentarios de algunos dientes de la arcada maxilar, como premolares y molares, suelen estar con frecuencia relacionados con el



suelo del seno maxilar, perforando a éste. Incluso los caninos bien alineados, pueden entrar en contacto con el seno, y si se encuentran incluidos, esa relación es mayor (76).

Algunos autores sugieren una tercera hipótesis acerca de la etiopatogenia de los caninos incluidos: “la hipótesis secuencial”, que habla de una secuencia, donde las dos teorías más aceptadas (la de la guía y la genética) podrían actuar en diferentes momentos del desarrollo del CMP y estructuras circundantes (77).

<b>FACTORES ETIOLÓGICOS EN LA INCLUSIÓN DE CANINOS</b>	
<b>Factores Locales</b>	<i>Guía del Incisivo Lateral</i> <i>Obstrucción local</i> <i>Patología local</i> <i>Hiperdensidad de tejido blando</i> <i>Traumatismo</i>
<b>Factores sistémicos</b>	<i>Déficit nutricional</i> <i>Anemia</i> <i>Déficit de Vitamina D</i> <i>Enfermedades endocrinas</i>
<b>Factores genéticos</b>	<i>Anomalías de desarrollo</i> <i>Factores hereditarios</i> <i>Asociación con otras anomalías concomitantes</i>
<b>Otros</b>	<i>Síndromes</i> <i>Infecciones específicas</i>

*Tabla 1. Factores etiológicos en la inclusión del canino maxilar permanente.*

#### 1.4. DIAGNÓSTICO

La inclusión canina suele ser un proceso asintomático (78-80). Habitualmente, el sujeto no es consciente de que presenta un canino incluido. El diagnóstico de un canino incluido se realiza mediante examen visual, palpación y examen radiográfico (81). El clínico observa signos a la exploración, como migración de los dientes vecinos y pérdida de longitud de arcada (17).

En la exploración clínica, algunos signos de inclusión canina son: retraso en la erupción del CMP, ausencia de abombamiento en la cortical vestibular, presencia de abombamiento por la cortical palatina (82), tip coronodistal del incisivo lateral adyacente (7), asimetría en la exfoliación del temporal y en la erupción del canino derecho e izquierdo (83) (Fig. 9).

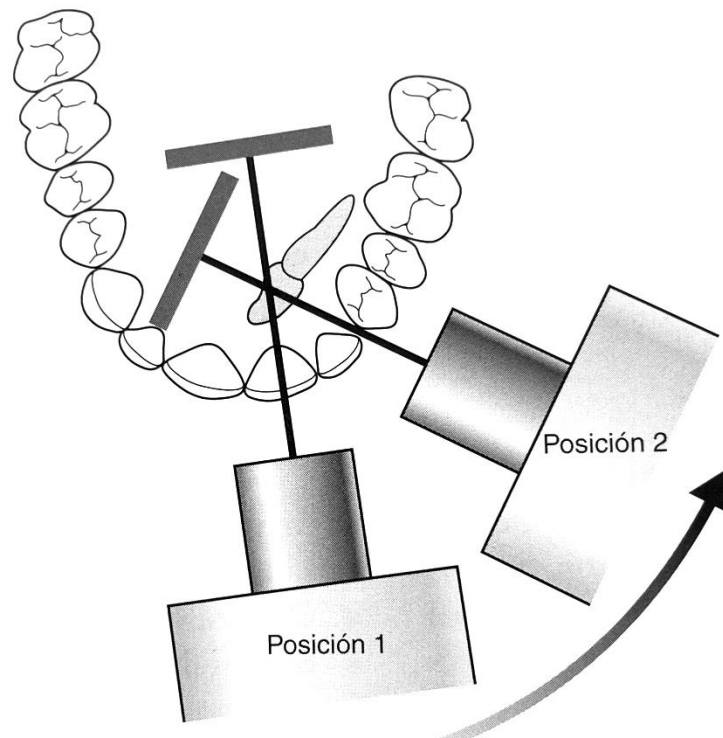


*Figura 9. Abombamiento por palatino del segundo cuadrante que sugiere la inclusión palatina de un CMP (84).*

La exploración debe hacerse bimanualmente, palpando simultáneamente en vestibular y palatino (29). Se recomienda la exploración visual y manual desde los 8 años de edad (85). En caso de estar correctamente posicionado, el canino podría palparse entre 1 y 1.5 años antes de su erupción (83).

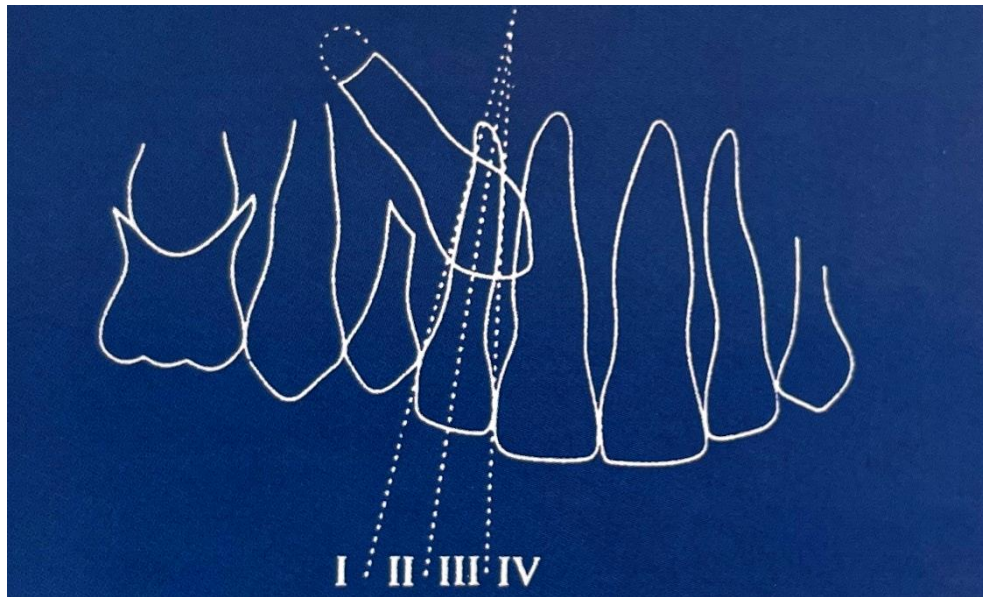
La ausencia del CMP en la arcada produce migración mesial de los premolares adyacentes favoreciendo la aparición de una maloclusión. En algunos casos se observa la distoangulación de la corona del incisivo lateral y diastemas interincisivos (la ya mencionada etapa del “patito feo”). Este cambio de angulación podría también influir en el torque de estos dientes debido a la relación directa que existe entre estos dos parámetros: tip y torque. La literatura reporta que en casos de CMPI, los incisivos tienen un torque más negativo en comparación con los pacientes control (86).

Tradicionalmente, el diagnóstico radiográfico del canino se realizaba mediante la técnica de Clark: dos radiografías periapicales en el mismo plano horizontal, variando la angulación del cono de rayos X. El segundo disparo se hace más hacia distal que el primero. Cuando el canino se mueve en la misma dirección que el cono de rayos X, se localiza en palatino y viceversa; si apenas existe variación, el canino se encuentra intraalveolar, en una posición intermedia entre vestibular y palatino (29) (Fig. 2).



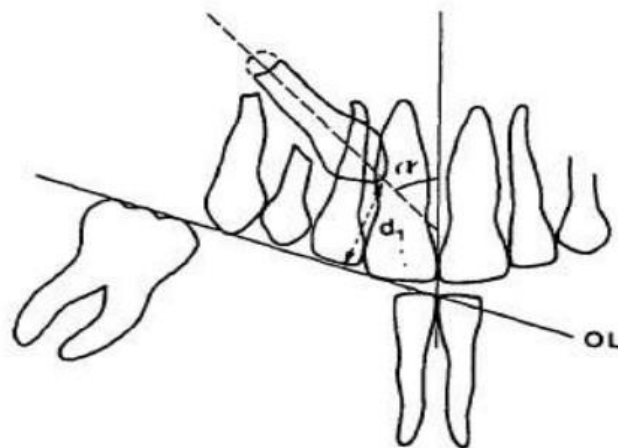
*Figura 2. Técnica radiográfica de Clark (87).*

Ericson y Kurol (88), en 1988, proponen un método para ubicar en el plano mesiodistal la posición coronal del canino, estableciendo 5 sectores definidos por los ejes longitudinales de los incisivos permanentes, y segmentos paralelos que pasan por la línea media superior, por el punto de contacto entre incisivo central y lateral, y por mesial y distal del canino temporal. En términos de pronóstico, éste empeoraba a medida que la corona del CMP se acercaba más a la línea media (sector 1) (Fig. 3).



*Figura 3. Metodología de la posición del canino por sectores por Ericson y Kurol (39)*

Se evaluó el ángulo alfa ( $\alpha$ ), definido por el eje longitudinal del canino y la línea media dentaria superior. La norma de este ángulo era de  $25^{\circ}$ . Cuanto mayor fuera su valor y más cercano a la línea media se encontrara, el riesgo de reabsorción del incisivo lateral se incrementaría en un 50%. La distancia "d" se define como aquella que va desde la cúspide del CMP perpendicular al plano oclusal, empeorando el pronóstico cuanto más alto se posiciona respecto al plano oclusal (88) (Fig. 4).



*Figura 4. Representación del ángulo alfa según Ericson y Kurol (88)*

La bidimensionalidad está limitada en la ubicación exacta de dientes incluidos (19)(Fig. 5). Puede presentar distorsiones, magnificaciones, artefactos, superposiciones o incluso imágenes borrosas (21, 89, 90). La radiografía de dos dimensiones convencional (2D) ha mostrado errores y falta de precisión diagnóstica e información insatisfactoria, no sólo en impactaciones dentarias (14, 52) sino también en el diagnóstico periodontal del hueso alveolar (91, 92).



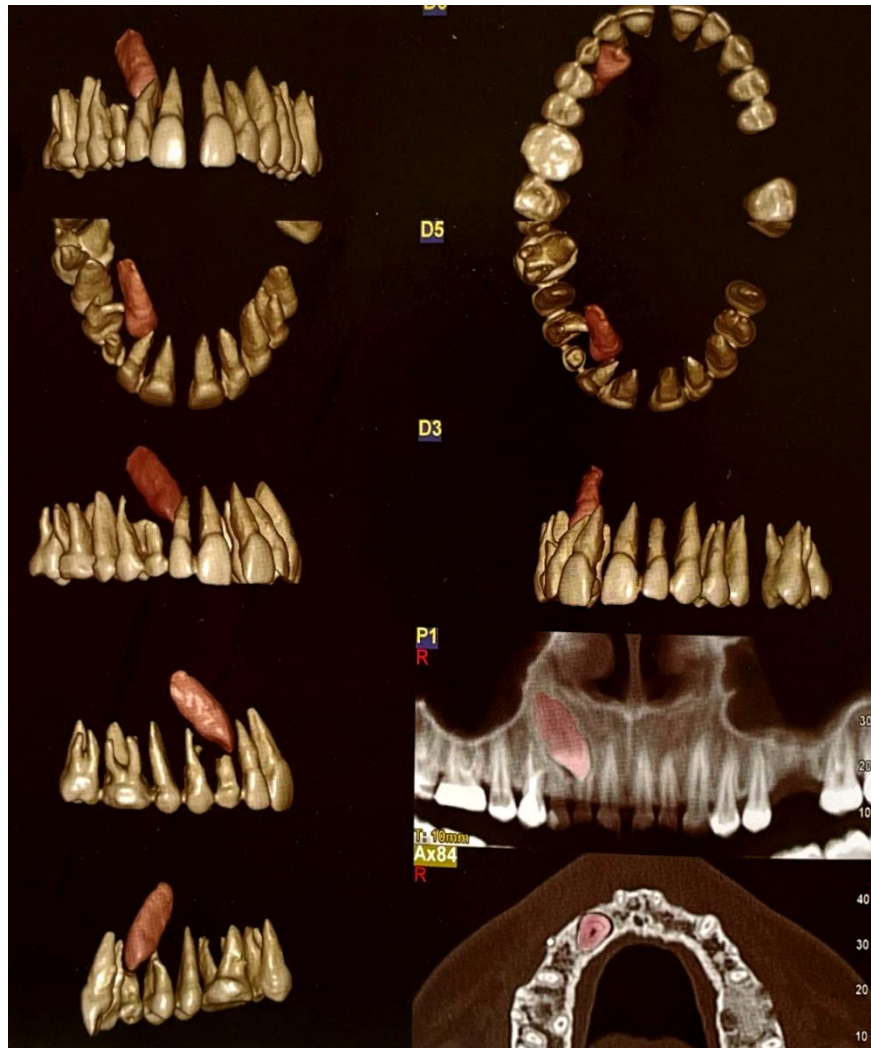
*Figura 5. Radiografía oclusal que muestra un canino maxilar superior izquierdo incluido (93).*

La tomografía computerizada de haz cónico (CBCT) se ha convertido en la alternativa y la prueba diagnóstica de referencia para determinar la posición de caninos incluidos (13, 15, 32, 41, 94, 95), debido a la reducción de distorsión, menor coste y menor exposición a radiación con respecto a otras técnicas tridimensionales como la tomografía computerizada (TC) (14, 19, 34). El primer modelo de CBCT fue introducido por Hoffman y Reitman en 1980 (96). Permite obtener la imagen específica del área del canino sin necesidad de exponer otras zonas (1, 35) y evitando superposiciones (21). Por lo tanto, podemos ver la

posición exacta, la angulación y valorar las estructuras adyacentes y reabsorciones radiculares asociadas (13, 36). La diferencia de kilovoltaje entre el TC y el CBCT son 120 kV y 60-90kV, respectivamente, obteniendo por lo tanto una menor radiación con el segundo método (97). Algunos autores, como Bjerklin y Ericson, sugieren que la metodología 3D cambió casi el 30% de los diagnósticos de caninos incluidos diagnosticados en 2D (28)(Fig. 6).

El creciente desarrollo y uso del CBCT en el ámbito odontológico ha facilitado no sólo el estudio de los caninos incluidos, sino también su clasificación (34). El CBCT se ha utilizado para buscar predictores de inclusión canina. Los más fuertes fueron la angulación respecto al incisivo lateral, el tip de la cúspide y la posición coronal (98). La cantidad de reabsorciones radiculares detectadas con 3D es un 50% mayor con respecto a métodos 2D (28). Sin embargo, hay estudios que sugieren que el tratamiento planificado para caninos incluidos no difiere utilizando metodología 2D o 3D (99) (Fig. 7).



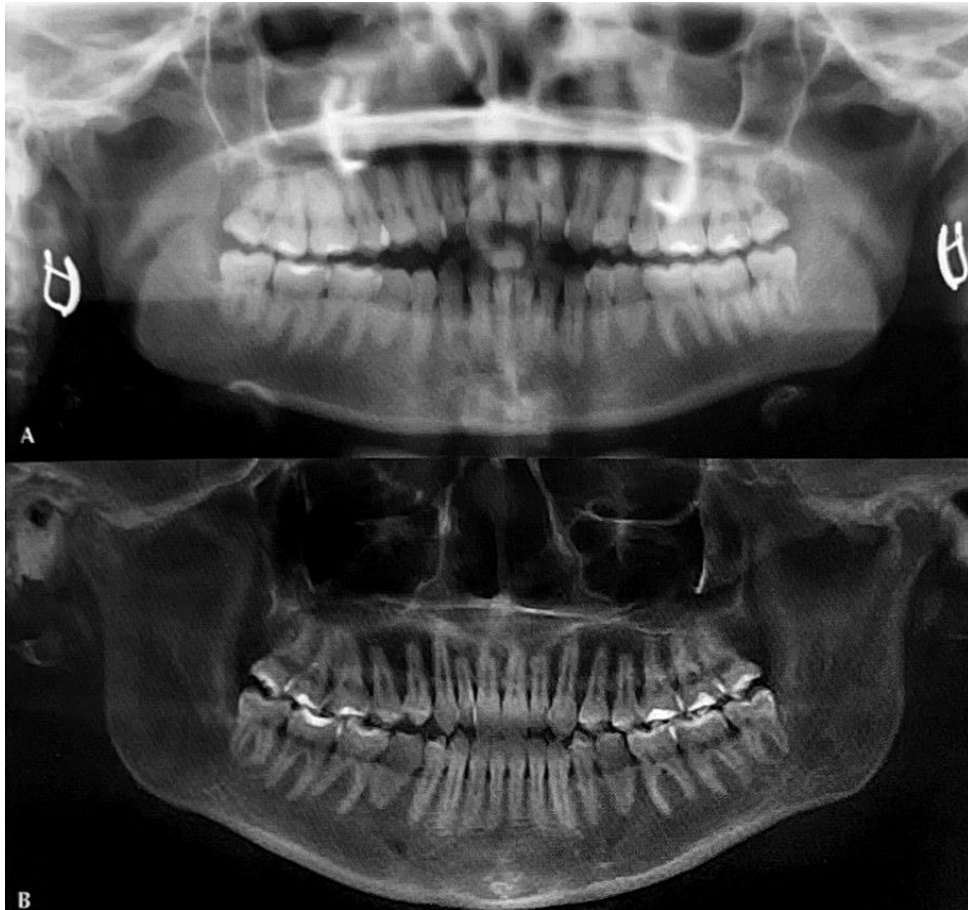


*Figura 6. Imágenes tridimensionales obtenidas de CBCT mostrando la inclusión de un CMP derecho (84).*



*Figura 7. Telerradiografía lateral de cráneo generada a partir de CBCT con mínima intensidad de contraste (A) y máxima intensidad de contraste (B) (93).*

La imagen obtenida se caracteriza por la isotropía en forma de voxel: pixel volumétrico de longitud idéntica en los tres planos del espacio, desde 0.07mm a 0.25mm, aportando imágenes más exactas y evitando la distorsión (100) (Fig. 8).



*Figura 8. Radiografía panorámica convencional (A). Radiografía panorámica generada a partir de CBCT (B) (93).*

Faltan estudios referentes a la calidad ósea del maxilar debido a que las medidas de densidades en unidades Hounsfield en CBCT no son fiables (101).

El diagnóstico fallido y/o tardío de una inclusión canina puede tener consecuencias importantes en la salud intraoral como malposición dentaria, movilidad dentaria (102), reabsorción radicular de dientes vecinos (14, 31, 32, 35, 102), anquilosis (21, 36), repercusión estética, espacio disponible en arcada disminuido (20, 21, 35, 102), formación de quiste folicular (17, 19, 21, 32, 103), y eventual pérdida dentaria por problema periodontal. La no erupción de un canino incluido aumenta el riesgo de reabsorción radicular del diente adyacente, que suele estar a menos de 1mm de distancia (20), afectando a su longevidad (21).

La extracción del canino deciduo ha probado ser útil en la prevención de la inclusión canina (88, 104), con un éxito del 78% (31). Caninos deciduos sin exfoliar más allá de los 13 años sin signos de movilidad, pueden indicar inclusión del CMP (83).

La literatura reporta que, en la mitad de los casos, un CMPI induce la reabsorción del incisivo lateral (105).

El manejo del CMPI es complejo. Algunos podrían considerar dejar el canino incluido ya que su antecesor temporal tiene un tamaño coronal y radicular adecuados, aunque eventualmente se perderá prematuramente en la adolescencia o como tarde en la sexta o séptima década de la vida, dejando un vacío tanto estético como funcional. Por ello, está justificada la tracción de un canino incluido, especialmente en edades tempranas (106).

## 1.5. PREVENCIÓN

La extracción del canino deciduo, es el tratamiento utilizado por excelencia en la inclusión del canino por palatino (107) siendo especialmente eficaz cuando el ángulo alfa está entre 20 y 30 grados. Se han reportado cambios en la posición y un tiempo de erupción menor del

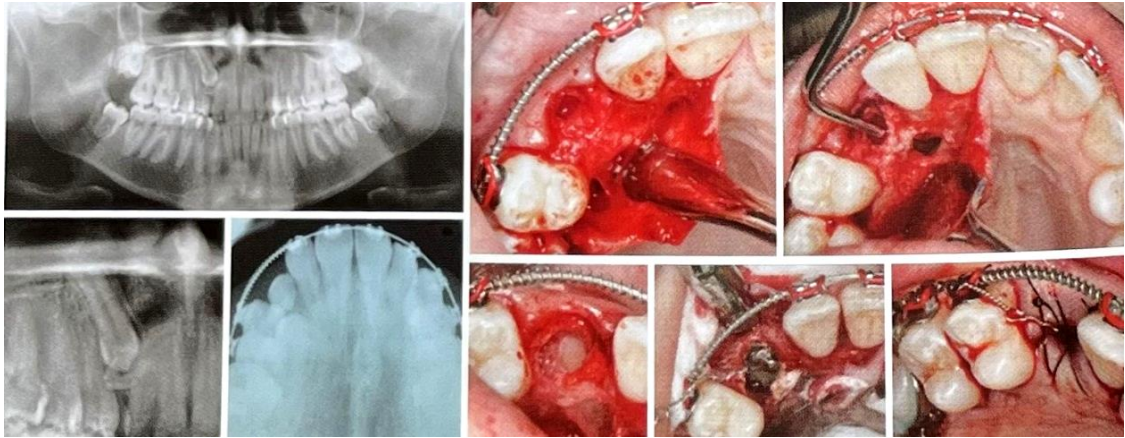
CMP, minimizándose las reabsorciones en los incisivos laterales tras la extracción del canino antecesor (108). Según Bazargani (109), en el lugar de la extracción ocurrió una disminución tanto de longitud de arcada como de anchura en los pacientes más jóvenes, sin desplazamiento de la línea media hacia el lado de la extracción, por lo que podría estar indicado colocar un dispositivo de anclaje hasta que se produzca la erupción del diente permanente.

El mejor método en la prevención de caninos incluidos es interceptar y eliminar cualquier factor que interfiera en su erupción (74).

## **1.6. TRATAMIENTO**

El plan de tratamiento ortodóncico de un CMPI requiere un enfoque terapéutico multidisciplinar (110).

No existe evidencia científica acerca de la eficacia de un tratamiento interceptivo en dentición mixta en el tratamiento de un CMPI (111). Habitualmente, requiere una exposición quirúrgica para su tracción (112) hasta la línea de oclusión e incluso su exodoncia (Fig. 10). Este tratamiento es un reto para el ortodoncista (113), que conlleva ciertos riesgos (114) como recesión gingival, pérdida ósea y si se encuentra muy alejado de su posición normal, anquilosis o pérdida de perfusión pulpar y necrosis (6, 115). Existen alternativas para casos muy particulares, como el autotransplante (13, 116).



*Figura 10. Técnica quirúrgica de exposición de un CMPI por palatino (93).*

### 1.7. PRONÓSTICO

El éxito del tratamiento de un canino incluido es inversamente proporcional a la edad del individuo. Becker registró un éxito del 41% en pacientes mayores de 30 años, mientras que en la segunda década de la vida el éxito era del 100% (60). Algunos factores relacionados con el pronóstico de su erupción o el éxito de su tratamiento son: la angulación respecto a la línea media, la posición vestibulo-palatina, la cooperación del paciente, la experiencia del clínico, la discrepancia óseo-dentaria existente y la distancia al plano oclusal (117).

La prevalencia de anquilosis es aproximadamente del 14.8%, dislaceración (17.9%), reabsorción de dientes vecinos (14.8%) y odontoma (1.9%) (118) (Fig. 11).



*Figura 11. CMP derecho asociado a un odontoma, visto en CBCT (84).*

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Desde un punto de vista evolutivo, existen cuatro factores que hacen de la dentición humana un modelo atractivo (119):

1. Los patrones cuspídeos, la morfología dentaria y su disposición en arcada son únicos e indicativos para cada especie como el ADN.
2. La dentición está íntimamente relacionada con la alimentación y, por ende, con la supervivencia de la especie; los cambios evolutivos de la dentición proporcionan una base de adaptación ligada a la explotación de nuevos métodos de alimentación.
3. El desarrollo dentario es un proceso simple, que implica sólo dos tipos embrionarios celulares.
4. Los inicios embrionarios dentarios pueden ser cultivados fácilmente *in vitro* para recapitular por completo el desarrollo normal.

El canino humano del hombre moderno ha perdido su función principal (6). Charles Darwin dijo:

“Los antepasados del hombre fueron probablemente equipados con caninos robustos; pero a medida que fueron adquiriendo el hábito de utilizar rocas, palos u otras armas para luchar contra sus enemigos o rivales, usarían sus dientes cada vez menos. En ese caso, los huesos maxilares junto con la dentición se verían cada vez más reducidos en tamaño. Estos dientes ya no sirven al ser humano como arma para atacar a sus enemigos o presas; podría por lo tanto considerarse un diente rudimentario en ese sentido”.

La inclusión del CMP es una anomalía que altera la función normal oclusal estática y dinámica, que ocurre con suficiente frecuencia como para justificar su intervención y diagnóstico a partir de los 8 años de edad (120). Se considera, además, que presenta una prevalencia suficiente como



para realizar estudios extensos de posibles modalidades de tratamiento preventivo (38).

La etiopatogenia de esta irregularidad sigue siendo a día de hoy incierta. A lo largo de los años, la literatura muestra que puede existir una relación entre las características morfológicas del maxilar superior a nivel esquelético y dentoalveolar y la inclusión de caninos. Está justificado, por lo tanto, buscar en la anatomía del hueso maxilar posibles factores relacionados con la inclusión de los caninos por palatino. No se ha encontrado ningún estudio en pacientes sin crecimiento que comparase en la misma muestra, el lado derecho y el lado izquierdo con su contralateral sin inclusión y el grupo estudio con el grupo control, y muy pocos estudios han tenido en cuenta el dimorfismo sexual dentro de la muestra. Se han analizado las siguientes variables en el hueso maxilar superior (Tabla 2):

ESQUELÉTICAS	DENTOALVEOLARES
<i>Anchura basal del maxilar superior</i>	<i>Inclinación sagital del incisivo central</i>
<i>Altura de la cresta alveolar</i>	<i>Longitud del incisivo lateral</i>
	<i>Longitud del canino</i>
	<i>Espacio disponible</i>
	<i>Tamaño dentario mesiodistal</i>
	<i>Discrepancia óseo-dentaria</i>

**Tabla 2.** Variables esqueléticas y dentoalveolares medidas en el maxilar superior.

## 2.1. ANCHURA BASAL DEL MAXILAR SUPERIOR

El desarrollo transversal del maxilar superior y de su proceso alveolar es el resultado del crecimiento de la sutura palatina media y de la remodelación aposicional en las zonas laterales de la región maxilar posterior y de la tuberosidad. El mayor desarrollo transversal del maxilar superior ocurre a nivel de los puntos yugales (JR y JL de Ricketts). Incrementos en la anchura maxilar han sido medidos longitudinalmente en los mediados-últimos años de adolescencia (121). El crecimiento sutural es mayor en su región posterior en la segunda década de la vida, fusionándose finalmente a mediados de los 20 años, según algunos estudios (122), existiendo gran controversia acerca de la edad de su cierre definitivo (123).

La deficiencia transversal del maxilar superior es uno de los hallazgos más frecuentes en la práctica ortodóncica, tanto en dentición temporal como mixta. Una anchura transpalatina de 36 a 39 mm en la arcada maxilar, podría ser suficiente para acomodar la dentición permanente en ausencia de discrepancia óseo-dentaria (positiva o negativa). Anchuras menores a 31 mm probablemente vengan acompañadas de apiñamiento (4).

Baccetti et al. (103), en 2011, observaron que la expansión palatina era efectiva en casos de caninos incluidos por palatino, con el objetivo de aliviar apiñamientos leves a moderados.

Existen pocos estudios que relacionen la anchura maxilar basal medida en los puntos yugales con la inclusión dentaria, siendo esta zona la de mayor desarrollo maxilar. En la mayoría de ellos, la anchura del maxilar ha sido calculada dentaria o dentoalveolarmente, existiendo en

incontables ocasiones una compensación de la deficiencia transversal basal establecida en la distancia intermolar y/o interpremolar de la arcada superior, con sus coronas inclinadas vestibularmente buscando contacto con la arcada antagonista. Por tanto, tal y como advertían Langberg y Peck (18), las medidas intraarcada podrían no ser válidas para analizar la dimensión transversal real del hueso maxilar, motivo por el cual en el presente estudio se ha decidido calcular la anchura maxilar basal pura en los puntos yugales.

## **2.2. ALTURA DE LA CRESTA ALVEOLAR**

La morfología de la cresta alveolar está asociada a diferencias étnicas y regionales, influenciada por la oclusión, el tipo facial y el biotipo periodontal (91, 124).

En el estudio de Zhang y cols. (91), observaron que el espesor del hueso alveolar vestibular era más fino en caninos que en el resto de la dentición, y que los incisivos laterales tenían el hueso alveolar palatino más delgado. Encontraron también que el grosor del hueso alveolar era menor en mujeres que en hombres.

La erupción es un proceso fisiológico que influye en el desarrollo normal del hueso alveolar; por lo tanto, un diente incluido puede impedir el progreso del proceso alveolar localmente (1). No existen estudios suficientes acerca de las características mecánicas y las dimensiones alveolares en un diente incluido.

Tadinada (1) sugiere que la inclusión dentaria podría reducir la estimulación masticatoria del hueso alveolar. La morfología dentaria y el eje de erupción e inclinación eruptiva determinan su forma y tamaño. Los genes específicos del folículo dentario que rodean un diente no

erupcionado están regulados para la sincronización de la osteoclastogénesis y la osteogénesis para permitir la erupción.

La erupción es un proceso fisiológico que influye en el desarrollo del proceso alveolar y, por ende, la inclusión de un diente podría impedir el desarrollo local de este hueso, del mismo modo que su tracción ortodóncica hasta el plano oclusal, produce un desarrollo adecuado de la altura del proceso alveolar. Se ve justificado, por consiguiente, calcular la altura de la cresta alveolar del maxilar superior como segundo parámetro esquelético.

### **2.3. INCLINACIÓN SAGITAL DEL INCISIVO SUPERIOR**

La evaluación de la inclinación sagital del incisivo central superior es rutinaria en la práctica ortodóncica. Un torque anterior adecuado es esencial en la estética de la sonrisa y la oclusión funcional (125). En el estudio de Andrews (126), en 2022, acerca de la relación entre la posición sagital de los incisivos y el espesor del hueso alveolar en individuos con oclusiones naturales óptimas, se observó que las raíces de los incisivos se encontraban en el tercio anterior del proceso alveolar. Gracco (127) encontró los ápices del incisivo superior más alejados de la cortical palatina en maloclusiones clase II braquifaciales. La clase II división 2ª se caracteriza por la retroinclinación de los incisivos superiores y una acusada disminución de la altura facial inferior, donde existe una carga genética poligénica importante (25).

Yu-Lou (128) encontró menor soporte alveolar vestibular en incisivos superiores retroinclinados medidos respecto al plano palatino, especialmente a nivel apical, aumentando el riesgo periodontal y de fenestración.

Aunque en esta investigación no se ha contemplado la clase esquelética como parámetro, sí se ha pretendido buscar la relación entre la inclinación sagital del incisivo central y la inclusión de caninos. Esta relación ya ha sido hallada por otros autores mediante métodos tradicionales, pero aún hay escasez de estudios que midan este parámetro en CBCT.

#### **2.4. LONGITUD DEL CANINO SUPERIOR PERMANENTE Y DEL INCISIVO LATERAL PERMANENTE**

La longitud dentaria completa (raíz y corona), determina la fuerza que puede ser transmitida durante el tratamiento ortodóncico y el patrón del movimiento dentario. Factores tanto ambientales como genéticos influyen en la variabilidad de forma y tamaño dentarios, teniendo mayor peso el factor genético. No se ha reportado una variante genética asociada a la longitud dentaria total. El receptor de la hormona del crecimiento (GHR), promueve el crecimiento postnatal y lo mantiene proporcional durante su desarrollo. Algunos estudios han sugerido que también es responsable del desarrollo dentario en longitud, aunque el mecanismo aún no está claro. Existen diferencias regionales en la longitud dentaria, siendo las longitudes más cortas en asiáticos y las más largas en africanos (129).

En sujetos con salud periodontal, la longitud radicular y la altura del hueso alveolar son aproximadamente un 60-70% de la longitud dentaria total y la altura del hueso alveolar, un 90% de la longitud radicular (130).

La medición de las longitudes dentarias en radiografías periapicales ha sido la menos exacta de todas las modalidades de imagen. Según el estudio de Sherrard (131), se sobreestimaban las longitudes dentarias un

promedio de 0.54mm en periapicales, y en CBCT disminuían a un 0.10mm de promedio.

La variabilidad de las longitudes dentarias entre individuos es grande (11.1%) (130). La literatura reporta diferencias en las longitudes de los incisivos laterales, siendo en general más cortas en impactaciones del CMP (132). Por ese motivo, en este estudio se ha calculado la longitud dentaria del incisivo lateral y del canino, buscando un posible factor más, responsable de la inclusión de caninos por palatino.

## **2.5. LONGITUD DE ARCADA**

El perímetro o longitud de arcada es una de las herramientas diagnósticas más importantes en ortodoncia (133). La longitud de arcada tiende a disminuir con la edad (134); se mantiene estable desde los 23 a los 34 años, según Bondevik (135). La tendencia a la mesialización del primer molar permanente conduce a un acortamiento tanto del perímetro como de la profundidad de arcada, lo cual explica el apiñamiento anterior que aumenta con la edad (136).

Little concluyó en su estudio sobre el tratamiento de la longitud de arcada disminuida, que ésta debe tratarse precozmente cuando es detectada o la situación empeorará, incluso aunque el sujeto esté en crecimiento (137).

Ricketts (138), en 1982, constató que por cada milímetro de expansión de arcada a nivel de caninos y molares, la longitud de arcada aumentaba entre 1mm y 0.25mm respectivamente. Desde un punto de vista clínico, el mayor incremento del perímetro de arcada ocurre en el sector anterior asociado a expansiones, especialmente a nivel de caninos (139).

La proinclinación del incisivo es responsable del mayor aumento de longitud de arcada (140); por cada 5 grados de proinclinación, el perímetro aumenta 1mm (139, 141).

Al existir esta relación entre la inclinación del incisivo y el perímetro, nos ha resultado interesante hallar ambos parámetros en el mismo sujeto.

## **2.6. TAMAÑO DENTARIO MESIODISTAL**

El tamaño dentario se encuentra bajo influencias culturales, ambientales, raciales y genéticas (142, 143). Cada vez es más común la presencia de discrepancia de Bolton en pacientes ortodóncicos, teniendo en cuenta que su estudio se basó en pacientes caucásicos únicamente (144).

Existe una relación entre el diámetro mesiodistal de los dientes anteriores y la dimensión del resto de grupos dentarios; incisivos estrechos son indicativos de tamaño dentario disminuido de toda la dentición (41).

El diámetro mesiodistal del incisivo lateral superior es muy variable, convirtiendo a este diente en el principal responsable de las discrepancias en anchura de los dientes antero-superiores y antero-inferiores. La maloclusión clase II división 2<sup>a</sup> se relaciona con diámetros mesiodistales dentarios menores que en otros tipos de maloclusión y, además, es común encontrar en los casos de caninos incluidos por palatino esta maloclusión asociada (145). De ahí nuestro interés por calcular esta variable dentoalveolar.

## 2.7. DISCREPANCIA ÓSEO-DENTARIA

La discrepancia óseo-dentaria es una herramienta diagnóstica válida en ortodoncia, representada por la siguiente fórmula: longitud de arcada menos espacio requerido, donde la longitud de arcada representa la región basal disponible en la arcada dentaria y el espacio requerido es igual a la suma de los diámetros mesiodistales de los dientes existentes hasta el segundo premolar, sin incluir primeros, segundos ni terceros molares (146). Tanto la discrepancia óseo-dentaria negativa como la positiva, son motivos de consulta frecuentes por parte del paciente ortodóncico (147).

Debe existir un equilibrio entre el diámetro mesiodistal dentario interarcada y el espacio disponible. Hoy en día, el CBCT nos permite determinar estos parámetros junto con otros muchos de manera fiable y segura. No se han hallado diferencias clínicas en las mediciones del CBCT con respecto a métodos digitales bidimensionales (143). Existen pocos estudios que utilicen esta prueba para tal fin, por lo que se ha decidido medir esta variable.

### *Estudios relacionados con esta investigación:*

Langberg y Peck (18), en el año 2000, midieron sobre modelos de escayola la distancia intermolar e interpremolar en 31 sujetos estudio con inclusión canina uni o bilateral. La media de edad era de 14 años. El grupo estudio era de raza blanca, mientras que del grupo control no se sabía tal información, pero sí edades y proporción de sexos similar al grupo estudio. En los resultados se observó que no existían diferencias estadísticamente significativas en la anchura de arcada entre el grupo estudio y el grupo control.



Posteriormente, Al-Nimri y Gharaibeh (43), en el año 2005, midieron sobre modelos de escayola una serie de variables en la arcada maxilar: la clase dentoalveolar, dientes ausentes o de morfología anómala, el diámetro mesiodistal dentario, el perímetro de arcada, la anchura intermolar e interpremolar y la discrepancia óseo-dentaria (únicamente en casos sin anomalías de número). El tamaño muestral era de 34 sujetos con inclusión de CMP unilateral, con una media de edad de 17.7 años, comparado con un grupo control de características similares. Se concluyó que la inclusión del CMP era más frecuente en las clases II división 2ª, que existía una relación entre la inclusión de caninos y los incisivos laterales anómalos, y un exceso de anchura palatina en el grupo estudio con respecto al control.

Lüdicke y colaboradores (42), en el año 2008, midieron sobre modelos de escayola, radiografía panorámica y telerradiografía lateral de cráneo los siguientes parámetros: ángulo SNA, ángulo entre el plano palatino y el plano mandibular, inclinación del incisivo superior respecto a NA, relación de la altura facial anterior superior e inferior y el ángulo entre el canino incluido y el plano oclusal. El tamaño muestral era de 199 sujetos (120 mujeres y 79 hombres) con 298 caninos incluidos, de los cuales 148 eran por palatino y 51 por vestibular, 99 incluidos bilateralmente y 100 unilateralmente. La edad media era de 12.7 años. Concluyeron que las clases II división 2ª con retroinclinación de los incisivos superiores eran riesgo de inclusión de caninos por palatino y que en este tipo de clase de Angle, el torque negativo de estos incisivos provee al canino de más espacio en una dirección hacia mesial.

Unos años más tarde, en 2012, Kim y colaboradores (27) midieron sobre modelos de escayola escaneados, la ratio de la longitud de arcada

con la anchura intermolar para comparar la forma de arcada maxilar entre un grupo con un CMPI por palatino y otro grupo con un CMPI por vestibular. Se midió también la ratio de la profundidad de arcada con la anchura interpremolar para comparar la morfología del paladar entre ambos grupos. Cada grupo constaba de 45 sujetos: el grupo con el CMPI por palatino tenía una media de edad de 12.9 años, y el del CMPI por vestibular, de 12.2 años. Comparando ambos grupos se observó que, en el grupo de inclusión por palatino, la forma de arcada era más estrecha y larga y la profundidad de arcada era mayor que en el grupo de inclusión por vestibular. Siguiendo su línea de estudio, Kim (40), en 2017, midió sobre CBCT el diámetro mesiodistal de cada incisivo central, lateral y canino en la arcada maxilar, la altura anatómica de la corona, el volumen de la corona, la longitud radicular y el volumen de la raíz. El tamaño muestral era de 89 pacientes con inclusión unilateral, con una edad media de 13.5 años, donde comparaba el lado de inclusión con el lado del canino erupcionado. Concluyó que la longitud y volumen de la raíz del incisivo lateral era significativamente menor en el lado de inclusión y que la anchura y volumen de la corona del canino era significativamente mayor en el lado de inclusión.

Bin Yan y colaboradores (75), en 2013, midieron sobre CBCT, variables cualitativas y cuantitativas de los dientes, la arcada y componentes esqueléticos de 170 sujetos chinos con uno o los dos CMPI, por vestibular o palatino, con respecto a 170 sujetos control. El rango de edad de la muestra era entre 12 y 30 años de edad. Buscaban comparar si los factores relacionados con la inclusión canina en la raza blanca eran similares a los relacionados con la población china. No hallaron diferencias significativas en la distancia entre los puntos yugales de

Ricketts en impactaciones palatinas pero sí en vestibulares, siendo menor la anchura basal maxilar. Encontraron que el diámetro mesiodistal del incisivo lateral era menor en los cuadrantes que contenían un canino incluido por palatino, al igual que en la raza blanca, y que una arcada dentaria estrecha a nivel anterior contribuye a la inclusión por vestibular, coincidiendo con los datos de caucásicos. Encontraron una fuerte asociación entre la teoría de la guía y la inclusión canina por palatino, pero no con la teoría genética.

Hong y colaboradores (148), en 2015, realizaron mediciones sobre CBCT de la anchura basal maxilar, dentoalveolar, diámetro mesiodistal de incisivos centrales y laterales y la presencia o ausencia de agenesias, excluyendo los cordales. Comparó un grupo estudio con inclusión del CMP unilateral y bilateral (11 hombres y 22 mujeres) con un grupo control (22 hombres y 44 mujeres) y dentro del grupo estudio, el lado de inclusión con el de no inclusión. El rango de edad era de 10 a 41.8 años en el grupo estudio y 9.6 a 42.2 en el grupo control. En los resultados, observaron que las condiciones transversales del maxilar tanto a nivel esquelético como dentoalveolar no influían en la inclusión de caninos. Encontraron, sin embargo, una alta incidencia de agenesias en pacientes con inclusión e incisivos laterales con menor diámetro mesiodistal.

Tadinada y colaboradores (1), en 2015, midieron sobre CBCT la altura de la cresta alveolar, la anchura vestibulo-palatina del reborde alveolar y la longitud de arcada. El tamaño muestral era de 39 sujetos, 23 mujeres y 16 hombres con una edad media de 17.07 años, con inclusión de caninos unilateralmente por palatino. Se hizo un estudio a boca partida comparando el lado de inclusión con el de no inclusión. Los resultados obtenidos fueron: una altura de la cresta alveolar disminuida en el lado de

inclusión, así como una anchura vestibulo-palatina disminuida en el mismo lado en corte 2mm, y longitud de arcada disminuida.

Vitria y colaboradores (20), en 2016, midieron sobre modelos de escayola la distancia interpremolar, la intermolar, la profundidad de arcada y el perímetro de arcada. Sobre radiografías panorámicas, calcularon la angulación del eje del canino al plano oclusal y la localización del canino según la clasificación de Ericson y Kuroi. El tamaño muestral era de 123 sujetos divididos en dos grupos: uno estudio (61 sujetos) con una edad media de 15.9 años, con caninos incluidos por vestibular en un 21,1% y por palatino en un 28,5 %, y otro control (62 sujetos) (50,4%), con una edad media de 18.8 años. Casi el doble de los sujetos en el grupo estudio era del sexo femenino. Los resultados indicaron que aquellos pacientes con discrepancias transversales maxilares tenían mayor probabilidad de desarrollar una inclusión de caninos por palatino, sin ser un factor etiológico principal en esta patología.

En el estudio de Arboleda-Ariza del año 2017 (57), calcularon sobre CBCT, la anchura maxilar en 4 zonas: anchura basal y alveolar en primer molar y anchura basal y alveolar en primer premolar. El tamaño muestral era de 86 CBCT con caninos incluidos uni o bilateralmente en el grupo estudio, con una edad media de 20 años, y 67 CBCT en el grupo control, con una edad media de 26,5 años, con características esqueléticas similares. Encontraron dimensiones transversales menores del maxilar superior en el grupo de impactaciones con respecto al grupo control.

En el mismo año, D'Oleo-Aracena y colaboradores (26) midieron sobre CBCT la altura de la cresta alveolar, la altura dentoalveolar, la anchura de la cavidad nasal, la anchura basal maxilar, la angulación de los

caninos y los incisivos laterales con respecto al plano nasal horizontal y la anchura desde el premolar de cada lado al rafe palatino medio. El tamaño muestral era de 28 sujetos, 11 hombres y 17 mujeres, con una edad media de 22.09 años. Todos ellos presentaban la inclusión unilateral de un CMP. Se realizó un estudio a boca partida comparando el lado de inclusión con el lado del canino erupcionado. En los resultados, observaron una distancia disminuida desde el premolar del lado incluido al rafe palatino medio, en comparación con el lado del canino erupcionado. La angulación del incisivo lateral era menor y la del canino mayor, en el lado de inclusión.

Un año después (2018), Naoumova, Alfaro y Peck (31), midieron sobre modelos de escayola escaneados, el diámetro mesiodistal de cada diente, la altura de la bóveda palatina, la anchura intercanina, la anchura intermolar, profundidad de arcada medida en el primer molar permanente y en el canino, longitud de arcada y discrepancia óseo-dentaria. El tamaño muestral era de 66 sujetos con 22 inclusiones unilaterales por palatino, 22 bilaterales por palatino y 22 controles, con una edad media de todos los grupos de 11.5 años. Encontraron diámetros mesiodistales reducidos en impactaciones por palatino y el resto de datos sin significancia estadística.

### **3. HIPÓTESIS**

El canino, después del tercer molar, es el diente más frecuentemente incluido, sobre todo el superior. Esta anomalía de la erupción, tiene todavía una etiología desconocida.

Ya que existen estudios que sugieren que algunas características morfológicas del maxilar superior podrían estar relacionadas con la inclusión dentaria, se plantea si existen variaciones entre el sujeto con el canino incluido y el lado del canino incluido, respecto al sujeto control y el lado que contiene el canino erupcionado, en los siguientes parámetros medidos en el hueso maxilar superior: la anchura basal maxilar, la altura de la cresta alveolar, la inclinación sagital del incisivo central superior, la longitud del incisivo lateral y del canino, la longitud de arcada, el tamaño dentario mesiodistal y la discrepancia óseo-dentaria.

- *Hipótesis nula (H0)*: No existen diferencias significativas entre la anchura basal del maxilar superior, la altura de la cresta alveolar, la inclinación sagital del incisivo central superior, la longitud del incisivo lateral y del canino, la longitud de arcada, el tamaño dentario mesiodistal y la discrepancia óseo-dentaria del grupo que contiene un canino incluido por palatino y la hemiarcada que presenta el canino incluido, respecto a un grupo control y a la hemiarcada contralateral que presenta el canino erupcionado.
- *Hipótesis alternativa (H1)*: Existen diferencias significativas entre la anchura basal del maxilar superior, la altura de la cresta alveolar, la inclinación sagital del incisivo central superior, la longitud del incisivo lateral y del canino, la longitud de arcada, el tamaño dentario mesiodistal y la discrepancia óseo-dentaria del grupo que contiene un canino incluido por palatino y la hemiarcada que

presenta el canino incluido, respecto a un grupo control y a la hemiarcada contralateral que presenta el canino erupcionado.



## **4. OBJETIVOS**

#### 4.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio fue analizar, utilizando un método 3D como el CBCT en pacientes con inclusión palatina unilateral de un canino maxilar, si existían diferencias estadísticamente significativas entre las características morfológicas óseas y dentoalveolares del maxilar superior con respecto a un grupo control, y dentro del grupo del canino incluido, comparar la hemiarcada de inclusión con la hemiarcada de no inclusión.

#### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir dos variables esqueléticas en el maxilar superior: la anchura basal y la altura de la cresta alveolar del grupo estudio y del grupo control, y dentro del grupo estudio, la hemiarcada del canino incluido con respecto a la hemiarcada del canino erupcionado, y establecer si existen diferencias entre las mediciones de ambos grupos y subgrupos.
2. Analizar seis variables dentoalveolares en el maxilar superior: inclinación sagital del incisivo superior, la longitud del incisivo lateral y del canino, la longitud de arcada, el tamaño dentario mesiodistal y la discrepancia óseo-dentaria, en los grupos y subgrupos que constituyen la muestra.
3. Determinar si existe dimorfismo sexual en alguno de los parámetros.
4. Comprobar si la inclusión de un CMP es más frecuente en el lado izquierdo o en el derecho.

## **5. MATERIAL Y MÉTODO**

### 5.1. COMITÉ DE ÉTICA Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Este estudio sigue las directrices establecidas por la Declaración de Helsinki para la investigación humana; el proyecto ha sido aprobado por el comité de ética de la Facultad de Medicina, CEU Universities, Madrid, España (ref: 328/19/16).

### 5.2. MUESTRA

La muestra fue recogida en un periodo de 24 meses, del mismo centro privado de radiodiagnóstico en la Comunidad de Madrid. Las variables del estudio fueron medidas en una prueba radiológica denominada Cone Beam Computed Tomography (CBCT). La muestra inicial estudiada constaba de 352 CBCT, de los cuales 100 cumplieron con los criterios de selección establecidos para realizar el estudio.

#### Criterios de selección

Para la selección de los participantes, se siguieron los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Pacientes sin crecimiento.
- ✓ Rango de edad entre 20 y 40 años.
- ✓ Raza caucásica.
- ✓ Inclusión palatina unilateral de un CMP.
- ✓ Sin relación interfamiliar entre los sujetos.
- ✓ Dentición permanente.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- ✓ Impactaciones bilaterales de CMP.
- ✓ CMPI en posición vestibular.
- ✓ Pacientes con síndromes o malformaciones craneofaciales severas.

- ✓ Compresión maxilar severa (discrepancia transversal mayor de 4mm).
- ✓ Historial de tratamiento de ortodoncia previo.
- ✓ Ausencias dentarias o agenesias (excluyendo los cordales).

La muestra total obtenida de 100 participantes, se dividió en dos grupos: 50 pacientes con CMPI por palatino (GI) donde el 54% eran mujeres (N=29) y el 46% hombres (N= 21) y 50 sujetos control (GC) en el que el 58% eran mujeres (N=27) y el 42% hombres (N=23). En el grupo de investigación GI, se hizo un estudio a boca partida, dividiéndolo a su vez en dos subgrupos: GI-L formado por los pacientes con CMPI en el lado izquierdo (N=21) y GI-R con los que tenían el CMPI en el lado derecho (N=29), comparándolos con el lado del canino erupcionado (Tabla 3).

		GRUPO ESTUDIO	SUBGRUPO INCLUSIÓN LADO IZDO	SUBGRUPO INCLUSIÓN LADO DCHO	GRUPO CONTROL	
<b>TAMAÑO MUESTRAL</b>		50	21	29	50	
<b>EDAD</b>	<b>Media</b>	32.80	30.33	34.55	26.80	
	<b>SD</b>	9.16	9.35	9.08	5.78	
<b>SEXO</b>	♂	N	21	12	9	23
		%	46	57.14	31.03	42
	♀	N	29	9	20	27
		%	54	42.86	68.96	58

**Tabla 3.** Características demográficas de los participantes.

SD: Desviación estándar; N= Tamaño muestral; %= porcentaje

### 5.3. DISEÑO DEL ESTUDIO

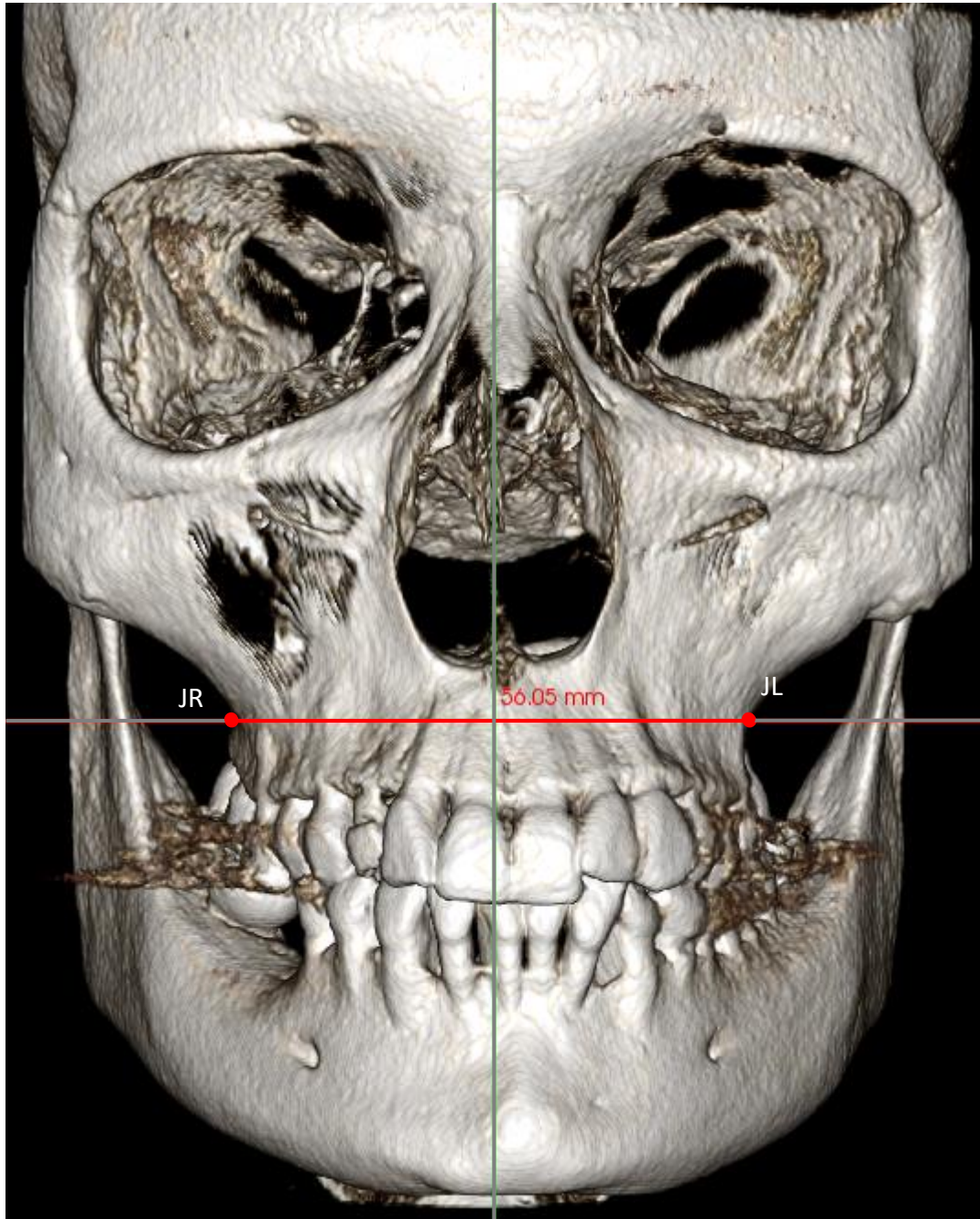
Se realizó un estudio clínico transversal retrospectivo sobre una muestra total de 100 pacientes.

El modelo de CBCT era el Planmeca Promax roMX 3D MID (Planmeca, Helsinki, Finland) y el programa para realizar las mediciones, Invivo™ 6 KaVo (KaVo, Berlin, Germany). El rango de volumen de imágenes 3D cubre todo desde un diente individual ( $\text{Ø}34 \times 42 \text{ mm}$ ) hasta la obtención del volumen de toda la región facial ( $\text{Ø}160 \times 160 \text{ mm}$ ). Se empleó el volumen  $\text{Ø}160 \times 160 \text{ mm}$ , donde se obtuvo una imagen tridimensional del cráneo completo. El tiempo total de exposición fue de 18-26 segundos, aproximadamente, con un kilovoltaje de 54-90 kV y un miliamperaje de 1-14 mA, con un tiempo de reconstrucción del volumen de mínimo de 15 segundos. La postura del paciente durante la exposición era con el plano de Frankfurt paralelo al suelo.

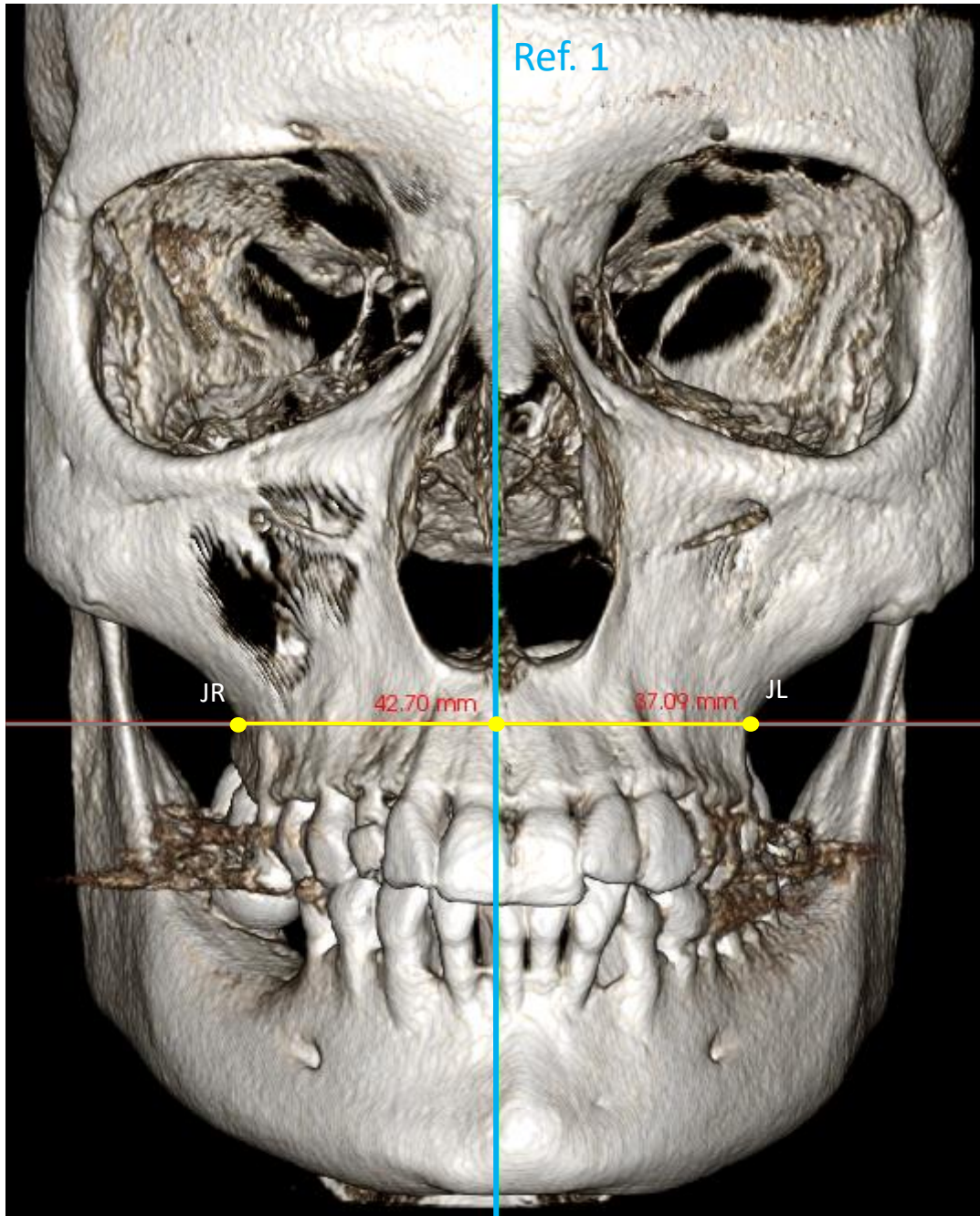
Las variables esqueléticas que se midieron fueron las siguientes:

1. Anchura basal del maxilar superior (BMW)(Fig. 12) en el plano frontal, medida en la distancia JL-JR de Ricketts (medida lineal entre los puntos del proceso yugal, en la intersección del límite entre la tuberosidad del maxilar y el arbotante cigomático) (58) en GC y GI, y en GI-R y GI-L, la distancia JR y JL al rafe medio palatino (J-PR) (Fig.13).
2. Altura de la cresta alveolar maxilar (ACH)(Fig. 14) se midió desde una tangente a las fosas nasales al reborde alveolar más inferior entre ambos incisivos centrales en GC y GI, y además en GI-R y GI-L, se midió la altura de la cresta alveolar desde una tangente al borde inferior de las fosas nasales hasta el reborde alveolar más inferior del CMP, y en su ausencia, hasta el reborde alveolar más

inferior del lugar que le correspondería al CMPI (ACH') (26).  
(Figura 15).

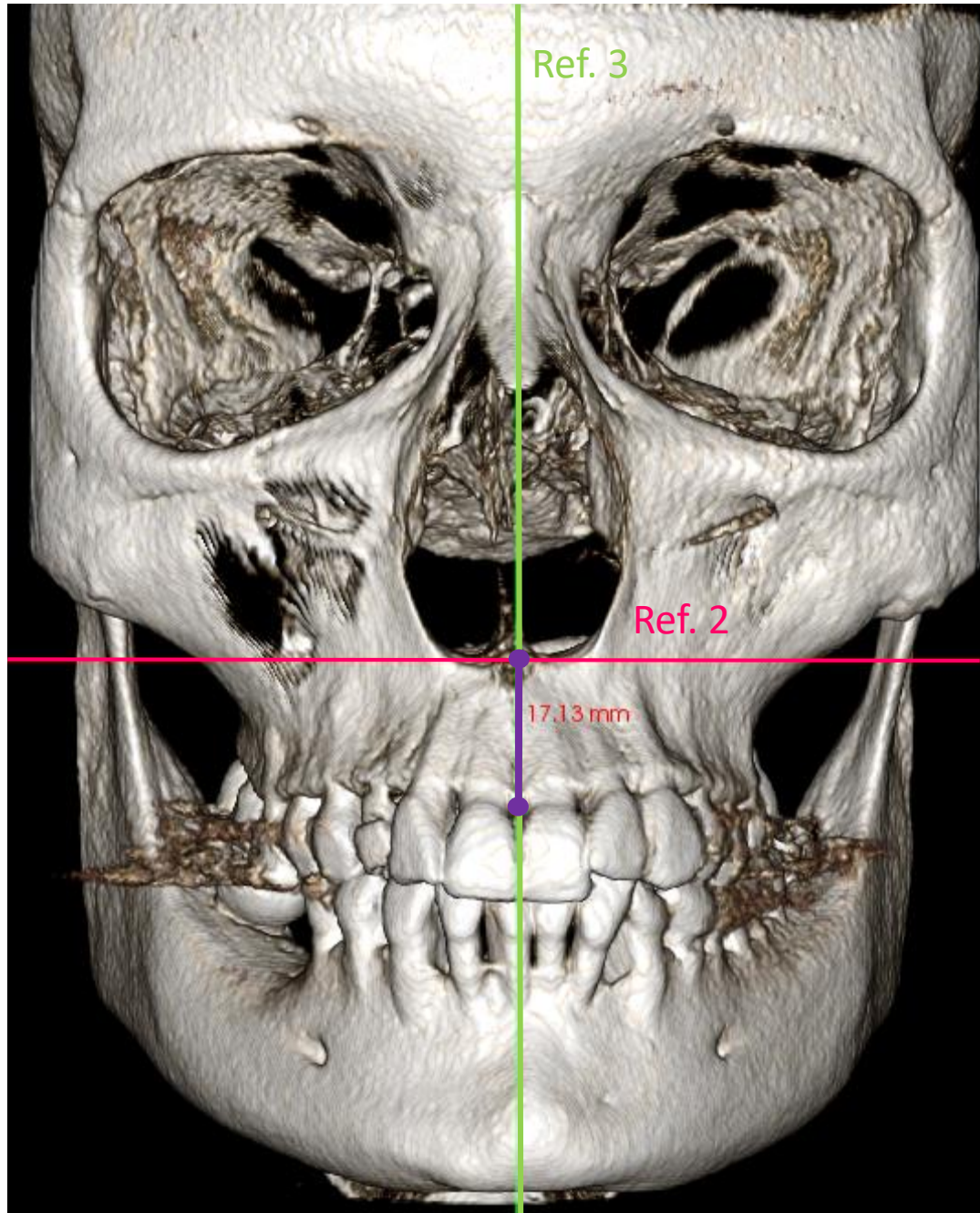


*Figura 12. Medición de la Anchura Basal del Maxilar Superior en CBCT:  
Distancia entre JR y JL (puntos yugales de Ricketts).*

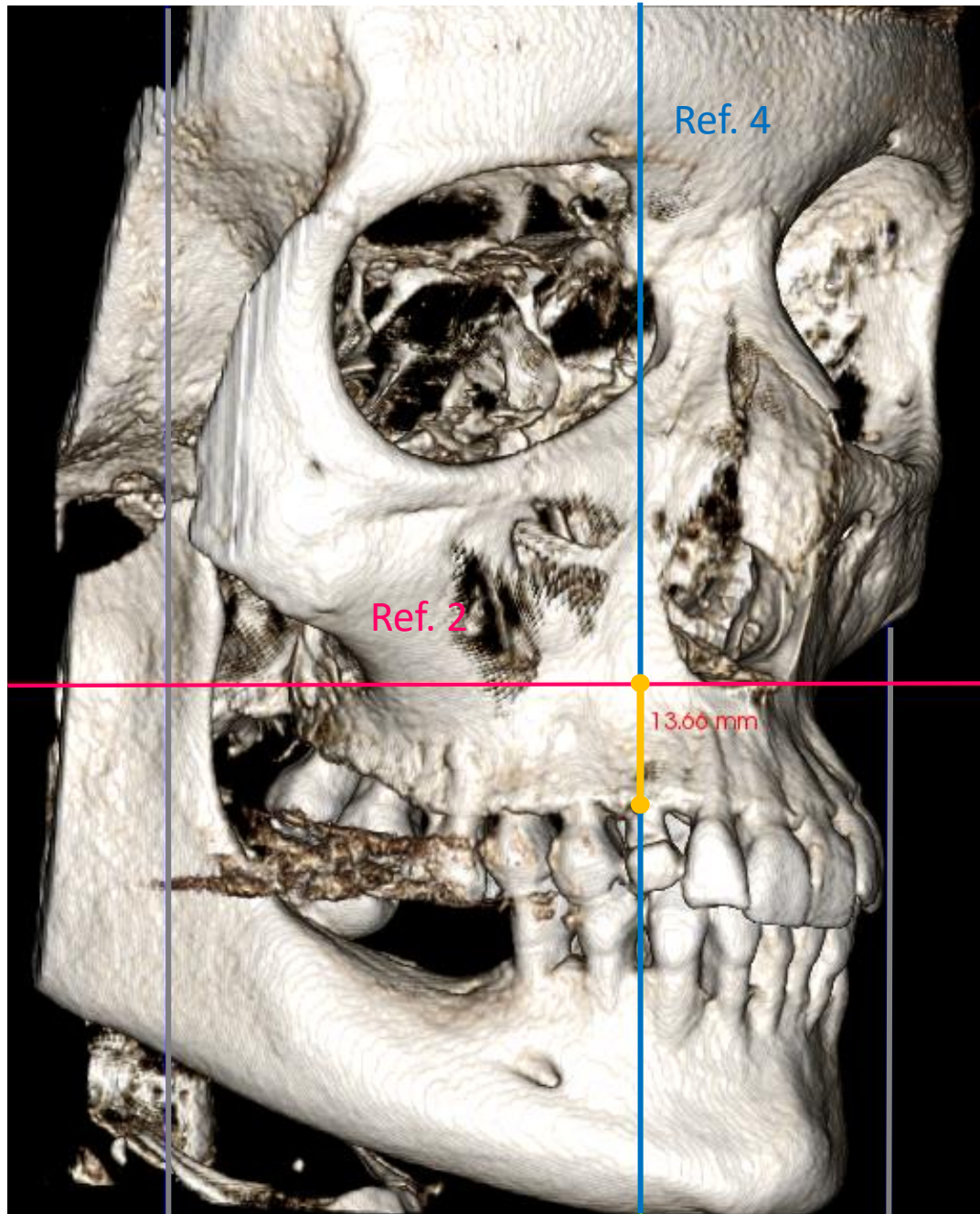


*Figura 13. Medición de la Anchura Basal del Maxilar Superior por hemiarcada:  
Distancia desde JR y JL hasta línea de referencia (Ref 1: rafe palatino medio).*





*Figura 14. Medición de la Altura de la Cresta Alveolar: distancia desde el suelo de las fosas nasales (Ref. 2) hasta el nivel de la cresta alveolar, medida entre los incisivos centrales superiores (Ref. 3).*

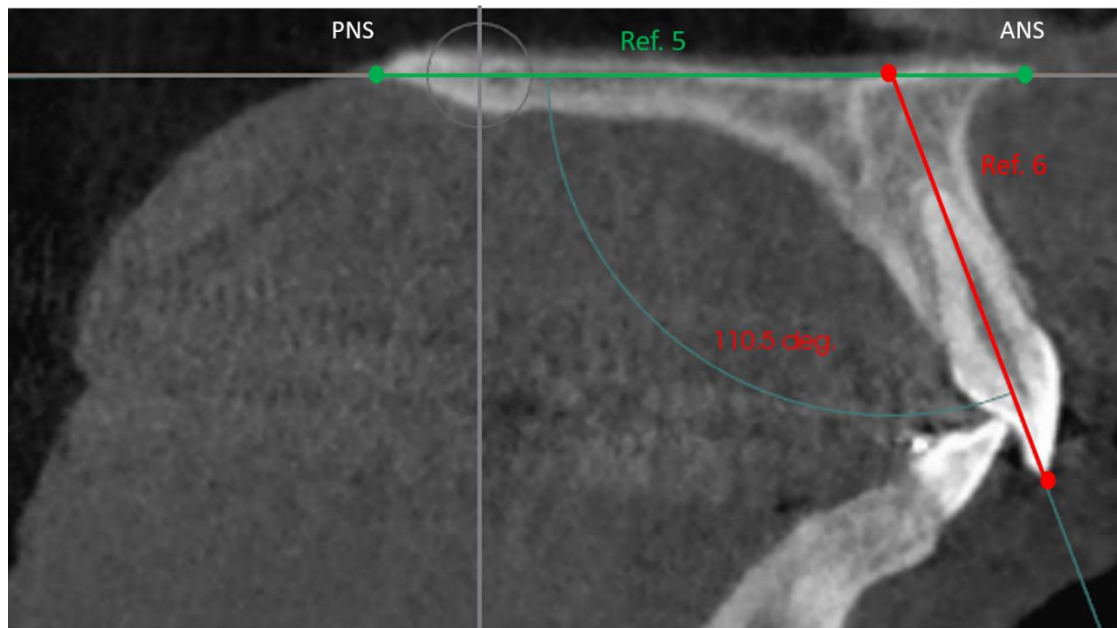


*Figura 15. Medición de la Altura de la Cresta Alveolar: distancia desde el suelo de las fosas nasales (Ref. 2) hasta el nivel de la cresta alveolar, medida en el canino derecho e izquierdo (Ref. 4).*

Las variables dentoalveolares fueron:

1. Ángulo de la inclinación del incisivo central superior derecho e izquierdo respecto al plano palatino (espina nasal anterior-espina nasal posterior) (II) (Fig. 16), medido en el plano sagital (149). El ángulo obtenido fue la resultante entre el eje mayor del incisivo superior y el plano palatino, en GI y GC, realizando el promedio entre ambos incisivos. En los subgrupos GI-R y GI-L, se midió por separado la inclinación del incisivo central superior derecho e izquierdo respecto al plano palatino (II').
2. Longitud del canino superior derecho (RCL) e izquierdo (LCL) en su eje mayor, desde el ápice hasta la punta de la cúspide (150) en GI y GC. En GI-R y GI-L, se midió la longitud del canino incluido y del canino erupcionado (CL) (Fig. 17).
3. Longitud de incisivo lateral superior derecho (RLIL) e izquierdo (LLIL), en su eje mayor, desde el ápice hasta el borde incisal (150) en GI y GC. En los subgrupos GI-R y GI-L, se midió la longitud del incisivo lateral del lado de inclusión y de no inclusión (LIL) (Fig. 18).
4. Longitud de arcada (AL)(Fig. 19) desde mesial del primer molar permanente de un lado hasta mesial del primer molar permanente del lado contralateral (146) en GI y GC. En GI-R y GI-L, desde mesial del primer molar permanente de un lado hasta la línea media dentaria y de la línea media dentaria a mesial del primer molar permanente contralateral (AL').
5. Tamaño dentario mesiodistal (TS)(Fig. 20 y 21) de toda la arcada superior excepto primer, segundo y tercer molar (146) en GI y GC. En GI-R y GI-L, el TS de la hemiarcada derecha e izquierda (TS').

6. Discrepancia óseo-dentaria (ATD), obtenida de la resta entre la longitud de arcada (AL) y el tamaño dentario mesiodistal (TS) (146) en GI y GC. En los subgrupos GI-R y GI-L, se midió la ATD de la hemiarcada derecha e izquierda (ATD').



*Figura 16. Inclinación del incisivo superior: ángulo formado por el plano palatino (ANS-PNS) (Ref. 5) y el eje dentario (Ref. 6).*



*Figura 17. Longitud total del canino maxilar permanente.*



*Figura 18. Longitud total del incisivo lateral superior.*

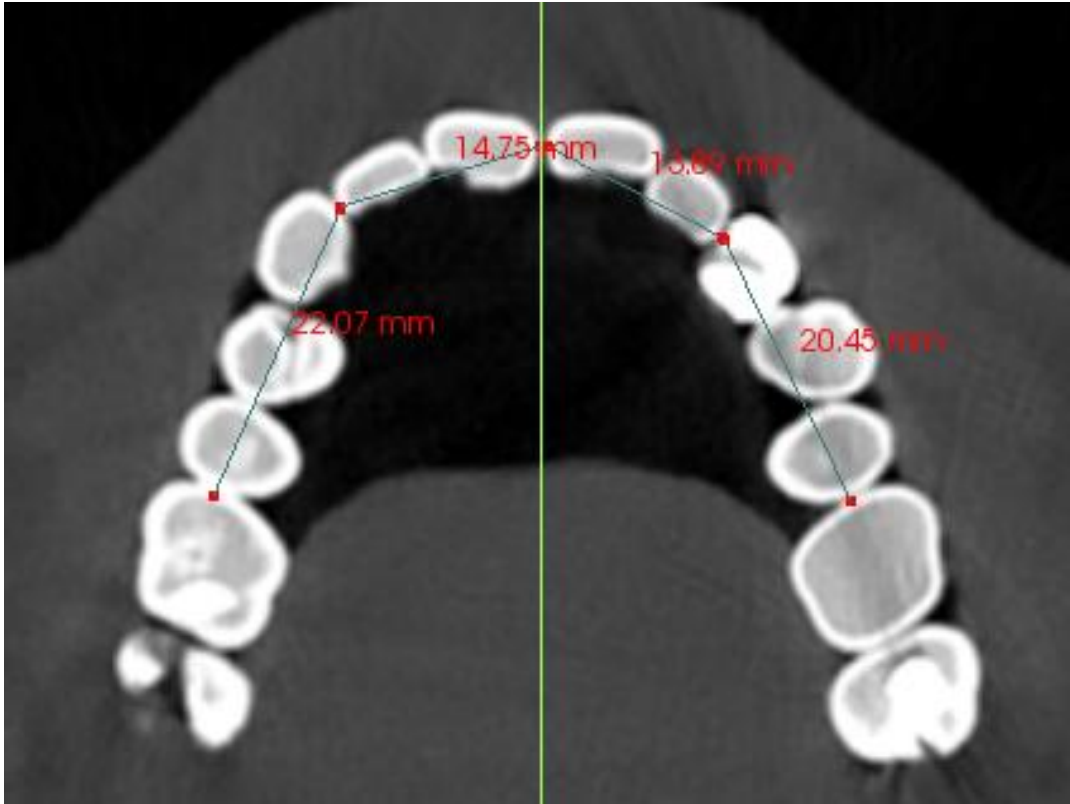


Figura 19. Longitud de arcada.

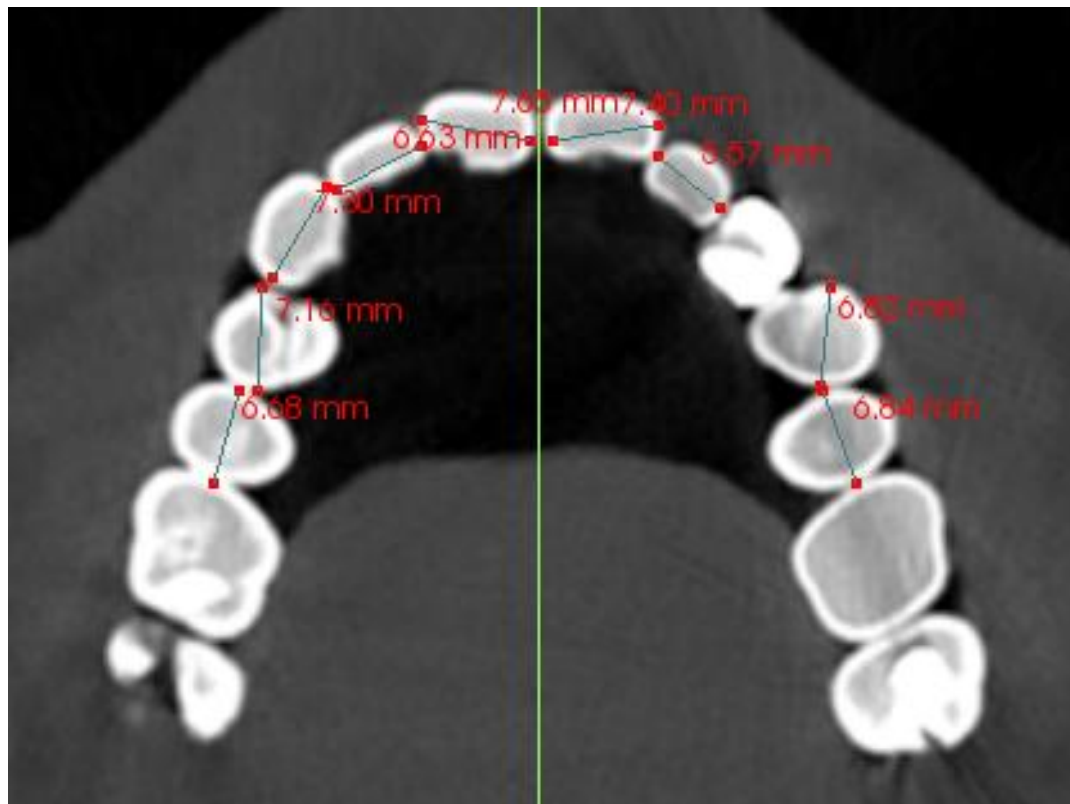


Figura 20. Tamaño dentario.



*Figura 21. Tamaño dentario del canino maxilar permanente incluido.*

#### 5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 28.0 (spss Inc., Chicago, IL; USA) para Windows. Para determinar la normalidad, se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov. Una vez verificada la normalidad de los datos, se utilizó el test T-Student pareado para la comparación de dos muestras relacionadas sobre el mismo sujeto y el test T-Student de muestras independientes para la comparativa entre grupo control y estudio. Se establecieron dos niveles de significancia:  $p < 0.05$ , como estadísticamente significativo y  $p < 0.01$  como altamente significativo.



## **6. RESULTADOS**

### 6.1. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Para determinar el tamaño muestral, como guía inicial, se revisaron diversos estudios de características similares. Se realizó un estudio piloto de 20 sujetos y con la diferencia y desviación observada, se calculó el tamaño muestral necesario para obtener diferencias significativas al 95% con una potencia superior al 80%. El programa informático utilizado para este cálculo fue el SPSS 28 para Windows.

Las mediciones las realizó un único operador. Los datos que le llegaron al operador estadístico fueron anonimizados mediante un código numérico. Para ver la concordancia intraoperador se realizaron mediciones de 10 muestras por grupo, 3 veces, 3 días diferentes con un intervalo de 3 días entre mediciones. El tiempo dedicado a medir cada muestra fue de aproximadamente 20 minutos. De esta reevaluación se realizó la media para comprobar que existía concordancia entre las mediciones. Para medir la concordancia se realizó el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC), donde 0 era un grado de acuerdo pobre y 1.00 casi perfecto (Tabla 4).

MEDICIONES	CORRELACIÓN INTRACLASE
<i>Variables esqueléticas</i>	
<b>BMW</b>	0.717
<b>ACH</b>	0.874
<i>Variables dentoalveolares</i>	
<b>II</b>	0.957
<b>RCL</b>	0.874
<b>RLIL</b>	0.791
<b>LLIL</b>	0.574
<b>LCL</b>	0.870
<b>AL</b>	0.935
<b>TS</b>	0.670
<b>ATD</b>	0.743

**Tabla 4.** Coeficiente de correlación intraclase para GC y GI.

GI: Grupo estudio; GC: Grupo Control; BMW: Anchura Basal Maxilar; ACH: Altura de la Cresta Alveolar; II: Inclinação del Incisivo Central Superior; RCL: Longitud del Canino Superior Derecho; RLIL: Longitud del Incisivo Lateral Superior Derecho; LLIL: Longitud del Incisivo Lateral Superior Izquierdo; LCL: Longitud del Canino Superior Izquierdo; AL: Longitud de Arcada; TS: Tamaño Dentario; ATD: Discrepancia óseo-Dentaria.

## 6.2. DIFERENCIAS ENTRE GI Y GC

En los resultados obtenidos en las variables esqueléticas se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en ACH entre GI y GC ( $18.52 \pm 3.47$  vs  $20.80 \pm 2.74$ ) siendo 2.28 mm menor de media la altura en GI con respecto a GC. No se encontraron diferencias significativas en BMW. En los resultados obtenidos en las variables dentoalveolares, aparecieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en II ( $101.76 \pm 8.31$  vs  $106.58 \pm 6.61$ ) entre GI y GC, habiendo  $4.82^\circ$  menos de inclinación en GI respecto a GC y en LLIL ( $21.14 \pm 2.08$  vs  $22.33 \pm 1.89$ ), siendo 1.19 mm más corto LLIL en GI. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en RCL ( $25.08 \pm 2.54$  vs  $26.29 \pm 2.37$ ) RLIL ( $21.24 \pm 2.02$  vs  $22.14 \pm 2.07$ ) y LCL ( $25.08 \pm 2.50$  vs  $26.12 \pm 2.56$ ) habiendo en todos los casos longitudes dentarias más cortas en GI con respecto a GC, independientemente del lado de inclusión y en AL ( $69.37 \pm 3.83$  vs  $71.05 \pm 3.25$ ) siendo 1.68 mm menor de media el espacio disponible en GI con respecto a GC (Tabla 5).

VARIABLES	GI N=50	GC N=50	P VALOR
<b>ESQUELÉTICAS</b>	( <i>mean ± SD</i> )	( <i>mean ± SD</i> )	
BMW (mm)	58.39 ± 3.50	59.77 ± 4.14	0.075
ACH (mm)	18.52 ± 3.47	20.80 ± 2.74	<0.001**
<b>DENTOALVEOLARES</b>	( <i>mean ± SD</i> )	( <i>mean ± SD</i> )	
II (grados)	101.76 ± 8.31	106.58 ± 6.61	0.002**
RCL (mm)	25.08 ± 2.54	26.29 ± 2.37	0.016*
RLIL (mm)	21.24 ± 2.02	22.14 ± 2.07	0.031*
LLIL (mm)	21.14 ± 2.08	22.33 ± 1.89	0.003**
LCL (mm)	25.08 ± 2.50	26.12 ± 2.56	0.043*
AL (mm)	69.37 ± 3.83	71.05 ± 3.25	0.021*
TS (mm)	69.80 ± 4.24	70.43 ± 3.79	0.433
ATD (mm)	-0.42 ± 4.11	0.61 ± 2.90	0.147

**Tabla 5.** Comparación entre las variables esqueléticas y dentoalveolares de GI y GC.

\*Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); \*\* Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ): GI: Grupo estudio; GC: Grupo Control;

BMW: Anchura Basal Maxilar; ACH: Altura de la Cresta Alveolar; II: Inclinación del Incisivo Central Superior; RCL: Longitud del Canino Superior Derecho; RLIL: Longitud del Incisivo Lateral Superior Derecho; LLIL: Longitud del Incisivo Lateral Superior Izquierdo; LCL: Longitud del Canino Superior Izquierdo; AL: Longitud de Arcada; TS: Tamaño Dentario; ATD: Discrepancia óseo-Dentaria.

### 6.3. DIFERENCIAS ENTRE GI-R Y LADO CONTROL

En los resultados obtenidos en las variables esqueléticas en GI-R aparecieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en ACH' ( $14.87 \pm 2.98$  vs  $15.40 \pm 3.06$ ), siendo 0.53 mm menor de media en la hemiarcada derecha. No se encontraron diferencias significativas entre hemiarcadas en J-PR (Tabla 6).

En los resultados obtenidos en las variables dentoalveolares en GI-R se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) en AL' ( $33.72 \pm 1.95$  vs  $35.09 \pm 1.64$ ) siendo 1.37mm menor de media en el lado derecho con respecto al lado izquierdo y en ATD' ( $-0.96 \pm 1.63$  vs  $0.88 \pm 2.28$ ), siendo 1.84 mm más negativa de media el lado derecho que el izquierdo. Aparecieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en II' ( $99.70 \pm 8.08$  vs  $101.67 \pm 8.48$ ) siendo la inclinación  $1,97^{\circ}$  menos de media en la hemiarcada derecha que en la izquierda y en TS' ( $34.69 \pm 1.71$  vs  $34.21 \pm 1.90$ ), siendo mayor el tamaño dentario en el lado derecho (0.48 mm más en media que TS' izquierdo). No se halló significancia en LIL ni en CL (Tabla 6).

VARIABLES	GI-R N=29	LADO CONTROL N=29	P VALOR
<b>ESQUELÉTICAS</b>	(mean ± SD)	(mean ± SD)	
J-PR (mm)	40.18 ± 4.08	38.88 ± 3.36	0.126
ACH'(mm)	14.87 ± 2.98	15.40 ± 3.06	0.005**
<b>DENTOALVEOLARES</b>	(mean ± SD)	(mean ± SD)	
II' (grados)	99.70 ± 8.08	101.67 ± 8.48	0.036*
CL (mm)	25.20 ± 2.27	24.97 ± 2.65	0.523
LIL (mm)	21.01 ± 2.23	21.24 ± 1.97	0.369
AL' (mm)	33.72 ± 1.95	35.09 ± 1.64	<0.001**
TS' (mm)	34.69 ± 1.71	34.21 ± 1.90	0.037*
ATD' (mm)	-0.96 ± 1.63	0.88 ± 2.28	<0.001**

**Tabla 6.** Comparación entre las variables esqueléticas y dentoalveolares de GI-R y lado control.

\*Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); \*\* Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ); J-PR: Punto Yugal de Ricketts-Distancia al rafe palatino medio; ACH': Altura de la Cresta Alveolar Maxilar por hemiarcada; II': Inclinación del Incisivo central Superior; CL: Longitud del Canino Superior; LIL: Longitud del Incisivo lateral Superior; AL': Longitud de Arcada por hemiarcada; TS': Tamaño Dentario por hemiarcada; ATD': Discrepancia Óseo-Dentaria por hemiarcada.

#### 6.4. DIFERENCIAS ENTRE GI-L Y LADO CONTROL

En los resultados obtenidos en las variables esqueléticas en GI-L se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en ACH' ( $15.53 \pm 3.00$  vs  $16.99 \pm 3.43$ ), siendo 1.46 mm menor de media en la hemiarcada izquierda. No se encontraron diferencias significativas entre hemiarcadas en J-PR (Tabla 7).

En los resultados obtenidos en las variables dentoalveolares en GI-L se halló significancia ( $p < 0.01$ ) en AL' ( $34.14 \pm 2.65$  vs  $35.80 \pm 2.22$ ) siendo 1.66 mm menor de media el lado izquierdo con respecto al derecho y en ATD' ( $-1.26 \pm 3.08$  vs  $0.16 \pm 2.40$ ) siendo -1.42mm menor el lado izquierdo. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en LIL ( $20.99 \pm 2.27$  vs  $21.56 \pm 1.70$ ), siendo 0.57 mm menor en media en el lado izquierdo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en II', ni en CL, ni en TS' (Tabla 7).



VARIABLES	GI-L N=21	LADO CONTROL N=21	P VALOR
<b>ESQUELÉTICAS</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
J-PR (mm)	40.46 ± 3.28	41.63 ± 4.09	0.211
ACH'(mm)	15.53 ± 3.00	16.99 ± 3.43	<0.001**
<b>DENTOALVEOLARES</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
II' (grados)	102.76 ± 8.75	103.73 ± 9.03	0.125
CL (mm)	25.24 ± 2.34	24.92 ± 2.93	0.380
LIL (mm)	20.99 ± 2.27	21.56 ± 1.70	0.055*
AL' (mm)	34.14 ± 2.65	35.80 ± 2.22	<0.001**
TS' (mm)	35.40 ± 2.58	35.63 ± 2.62	0.496
ATD' (mm)	-1.26 ± 3.08	0.16 ± 2.40	0.003**

**Tabla 7.** Comparación entre las variables esqueléticas y dentoalveolares de GI-R y lado control.

\*Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); \*\* Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ); J-PR: Punto Yugal de Ricketts-Distancia al rafe palatino medio; ACH': Altura de la Cresta Alveolar Maxilar por hemiarcada; II': Inclinación del Incisivo central Superior; CL: Longitud del Canino Superior; LIL: Longitud del Incisivo lateral Superior; AL': Longitud de Arcada por hemiarcada; TS': Tamaño Dentario por hemiarcada; ATD': Discrepancia Óseo-Dentaria por hemiarcada.

### 6.5. DIFERENCIAS ENTRE GI-L Y GI-R CON LADO CONTROL

En los resultados obtenidos en las variables esqueléticas en GI, aparecieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en ACH' ( $15.15 \pm 2.98$  vs  $16.07 \pm 3.28$ ) siendo 0.92mm menor de media en la hemiarcada de inclusión. No se encontraron diferencias significativas entre hemiarcadas en J-PR (Tabla 8).

En los resultados obtenidos en las variables dentoalveolares en GI, aparecieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en II' ( $100.99 \pm 8.42$  vs  $102.54 \pm 8.69$ ) siendo 1.55<sup>0</sup> menor el valor en la hemiarcada de inclusión, en AL' ( $33.90 \pm 2.26$  vs  $35.39 \pm 1.91$ ) siendo 1.49mm menor en la hemiarcada que contenía el canino incluido, en ATD' ( $-1.08 \pm 2.62$  vs  $0.58 \pm 2.00$ ) siendo 1.66mm más negativa en la hemiarcada de inclusión. Se halló significancia ( $p < 0.05$ ) en LIL ( $21.01 \pm 2.22$  vs  $21.37 \pm 1.85$ ), siendo 0.36mm más corto de media el incisivo lateral del lado de inclusión. No se encontraron diferencias significativas en CL ni en TS' (Tabla 8).

VARIABLES	INC. N=50	NO INC. N=50	P VALOR
<b>ESQUELÉTICAS</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
J-PR (mm)	40.30 ± 3.73	40.03 ± 3.89	0.674
ACH'(mm)	15.15 ± 2.98	16.07 ± 3.28	<0.001**
<b>DENTOALVEOLARES</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
II' (grados)	100.99 ± 8.42	102.54 ± 8.69	0.010**
CL (mm)	25.22 ± 2.28	24.95 ± 2.74	0.294
LIL (mm)	21.01 ± 2.22	21.37 ± 1.85	0.051*
AL' (mm)	33.90 ± 2.26	35.39 ± 1.91	<0.001**
TS' (mm)	34.99 ± 2.12	34.81 ± 2.31	0.347
ATD' (mm)	-1.08 ± 2.62	0.58 ± 2.00	<0.001**

**Tabla 8.** Comparación entre las variables esqueléticas y dentoalveolares de GI y el lado de no inclusión.

\*Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); \*\* Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ); J-PR: Punto Yugal de Ricketts-Distancia al rafe palatino medio; ACH': Altura de la Cresta Alveolar Maxilar por hemiarcada; II': Inclinación del Incisivo central Superior; CL: Longitud del Canino Superior; LIL: Longitud del Incisivo lateral Superior; AL': Longitud de Arcada por hemiarcada; TS': Tamaño Dentario por hemiarcada; ATD': Discrepancia Óseo-Dentaria por hemiarcada, Inc.: Lado de inclusión; No Inc.: Lado de no inclusión

## 6.6. DIFERENCIAS ENTRE SEXO MASCULINO Y FEMENINO

En cuanto al sexo, aparecieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en una variable dentoalveolar, AL', ( $34.88 \pm 2.23$  vs  $33.19 \pm 2.03$ ) siendo 1.69mm menor en media en el sexo femenino. No se detectó significancia en el resto de variables (Tabla 9).

VARIABLES	HOMBRES N=21	MUJERES N=29	P VALOR
<b>ESQUELÉTICAS</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
J-PR (mm)	$41.37 \pm 3.29$	$39.52 \pm 3.89$	0.084
ACH'(mm)	$19.10 \pm 3.73$	$19.39 \pm 3.23$	0.769
<b>DENTOALVEOLARES</b>	<i>(mean ± SD)</i>	<i>(mean ± SD)</i>	
II' (grados)	$101.98 \pm 8.65$	$100.27 \pm 8.34$	0.485
CL (mm)	$25.56 \pm 2.35$	$24.97 \pm 2.22$	0.368
LIL (mm)	$21.58 \pm 1.52$	$20.49 \pm 2.56$	0.124
AL' (mm)	$34.88 \pm 2.23$	$33.19 \pm 2.03$	0.007**
TS' (mm)	$35.59 \pm 1.88$	$34.55 \pm 2.21$	0.089
ATD' (mm)	$-0.70 \pm 2.41$	$-1.36 \pm 2.77$	0.387

**Tabla 9.** Comparativa de datos de acuerdo con el sexo, de las variables esqueléticas y Dentoalveolares en GI.

\*Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ); \*\* Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.01$ ); J-PR: Punto Yugal de Ricketts-Distancia al rafe palatino medio; ACH': Altura de la Cresta Alveolar Maxilar por hemiarcada; II': Inclinación del Incisivo central Superior; CL: Longitud del Canino Superior; LIL: Longitud del Incisivo lateral Superior; AL': Longitud de Arcada por hemiarcada; TS': Tamaño Dentario por hemiarcada; ATD': Discrepancia Óseo-Dentaria por hemiarcada.

## **7. DISCUSIÓN**

El tamaño muestral de este estudio fue similar a otros ya publicados (1, 26), alcanzando una muestra de 100 sujetos.

A lo largo de los años, se ha investigado sobre los factores relacionados con la inclusión de caninos en diferentes pruebas diagnósticas (18, 48, 57, 151): radiografías periapicales, ortopantomografías, modelos de escayola,... Sin embargo, en la última década, el CBCT ha ido cobrando importancia debido a su alto nivel de precisión y fiabilidad en las mediciones lineales y angulares (1) considerándose, actualmente, un método de diagnóstico más fiable. Por ello, autores como Dagsuyu y cols. (52), así como otros investigadores (52, 57, 118, 151) optaron por este método para llevar a cabo sus estudios, al igual que nosotros.

El presente estudio trataba de analizar y comparar las características del hueso maxilar en pacientes con un CMPI por palatino respecto a un grupo control y respecto al lado de no inclusión. En la literatura, hay numerosos estudios que han analizado las características óseas y dentarias en pacientes con caninos incluidos y que han comparado el lado incluido con el no incluido (1, 26, 36, 40, 76), pero existen menos estudios que hayan introducido un grupo control (48, 57). De todos ellos, pocos han comparado dentro del mismo estudio el lado de inclusión respecto al de no inclusión ni han realizado un estudio a boca partida como el llevado a cabo en este trabajo.

Hasta hace pocos años, se solía pensar que el CMP se quedaba sin espacio por ser el último en erupcionar en la arcada (45). Esto suele ocurrir en impactaciones por vestibular, fenómeno completamente diferente a la inclusión por palatino (18, 20, 58). La primera es una forma de apiñamiento que, con tiempo y espacio, eventualmente, permitirá la

erupción del canino (16, 58, 152), mientras que la etiología de la segunda sigue siendo incierta. Por este motivo, se decidió estudiar la inclusión palatina únicamente.

### *Grupo racial*

La mayoría de los casos publicados de CMPI por palatino son europeos, con una frecuencia de inclusión de al menos 2 o 3 veces mayor que por vestibular (37). Se han reportado muy pocos casos de raza negra y en la raza oriental es bastante infrecuente, con un ratio 2:1 de caucásicos respecto a asiáticos (58). El 70% de los casos de inclusión de caninos en europeos es por palatino (18, 37). Todo apunta a que existen diferencias significativas en la frecuencia de inclusión de caninos dependiendo del grupo racial predominando sobre todo en los caucásicos (37), motivo por el cual, en este estudio, se han excluido sujetos de otras razas. Aunque en nuestro trabajo no hemos analizado la prevalencia, el que hayamos podido obtener la muestra de un solo centro de radiodiagnóstico bucofacial indica que se trata de una anomalía bastante frecuente en nuestra población.

### *Anchura basal maxilar*

Se han observado asociaciones entre la inclusión del CMP y variaciones morfológicas en las estructuras esqueléticas y dentoalveolares maxilares (57). Björk y Skieler (153) observaron en pacientes en crecimiento, que la anchura basal posterior maxilar se incrementaba 0.4 mm al año entre los 4 y los 20 años de edad. Gandini y Buschang (154), en un estudio similar posterior, sugirieron que el desarrollo mayor del maxilar ocurre en la adolescencia tardía. Por este motivo en esta investigación, la edad mínima de los sujetos era de 20 años, cuyo crecimiento habría finalizado, con el objetivo de analizar la anchura

maxilar basal definitiva. La distancia JL-JR de Ricketts ha sido propuesta como el indicador anatómico por excelencia de la displasia transversal del maxilar superior (58). Coincidiendo con Saiar (58) no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la anchura maxilar basal en ninguno de los grupos. Yan (75) tampoco halló diferencias significativas en sujetos con CMPI en la distancia J-J de Ricketts, pero sí en inclusiones por vestibular, siendo menor. En nuestro estudio, hemos obtenido diferencias numéricas, siendo probable que al aumentar el tamaño muestral pudieran aparecer valores más significativos estadísticamente entre GI y GC, habiendo maxilares más estrechos en GI. Si-Chen y cols. (15) midieron en CBCT la anchura basal del maxilar con el mismo parámetro de Ricketts, y encontraron maxilares más estrechos en pacientes con CMPI por palatino con un tamaño muestral más pequeño que en la presente investigación. Probablemente, encontraron datos significativos debido a la aplicación de un algoritmo obtenido a partir de una máquina de inteligencia artificial (Learning algorithm using Learning-based multi-source IntegratioN framework for Segmentation). Hong y colaboradores (148), en 2015, tampoco encontraron diferencias significativas en la anchura basal maxilar entre GI y GC. D'Oleo Aracena (26) y Arboleda-Ariza (57) midieron la discrepancia transversal dentoalveolar en CBCT, en la distancia desde el surco del primer premolar al rafe palatino medio en pacientes con inclusión canina unilateral, encontrando también maxilares más estrechos en el lado del canino incluido. Otros autores como Al-Nimri (43) o Langberg (18) midieron, del mismo modo, la discrepancia maxilar transversal en modelos de escayola. El primero encontró hemiarquadas más anchas en el lado de inclusión y el segundo no encontró diferencias estadísticamente significativas. La deficiencia maxilar transversal, por



tanto, podría no ser un factor primario que contribuyese al desarrollo de los caninos incluidos por palatino (18).

#### *Altura de la cresta alveolar*

Con respecto al crecimiento del hueso alveolar, algunos estudios, entre ellos el de Wise (66), sugieren que ocurre en la base de la cripta durante la erupción dentaria. En su estudio sobre ratas, sugirió que el gen BMP6 podría ser primordial en el desarrollo del hueso alveolar. El CBCT ha mostrado mayores detalles morfológicos del hueso alveolar con respecto a otras técnicas radiológicas (91). En el presente estudio se ha encontrado, coincidiendo con el estudio de Tadinada (1), que la altura de la cresta alveolar maxilar a nivel anterior era menor en el grupo con el canino incluido, y en el lado de inclusión a nivel del hueso alveolar de ambos caninos en GI. Su estudio fue el primero en medir las dimensiones alveolares y la longitud de arcada en CBCT en el mismo sujeto comparando ambos lados, lo que podría justificar la no erupción del canino y la posible alteración del gen BMP6 corroborando la teoría genética como uno de los factores etiológicos en la inclusión canina.

#### *Inclinación sagital de los incisivos centrales superiores*

Al estudiar la inclinación de los incisivos centrales superiores, en nuestro trabajo se han encontrado más retroinclinados en el GI, y dentro de él, en la hemiarcada de inclusión, característica típica de las maloclusiones clase II división 2<sup>a</sup>. Coincidiendo con nuestros resultados, Basdra (25), en el año 2000, encontró una relación entre la inclusión de caninos y esta maloclusión sagital. También, Lüdicke (42), midió sobre radiografías panorámicas y telerradiografías laterales, la relación del ángulo incisivo superior-Nasion-A en inclusión de caninos, encontrando mayor retroinclinación en inclusiones palatinas y coincidiendo con Basdra

(25) y con Jacoby (45), observó que las clases II división 2ª, existen en casi la mitad de los pacientes con CMPI por palatino. Sugirió que otro posible motivo de inclusión, aparte del problema anteroposterior, era un exceso de espacio en el paladar a nivel de los ápices de los incisivos combinado con un apiñamiento relativo coronal a nivel incisal. Estos resultados coinciden con nuestros datos de discrepancia óseo-dentaria más negativa en la hemiarcada de inclusión. La literatura reporta que la ausencia de un canino maxilar erupcionado se relaciona con cambios en la inclinación labial de los incisivos (86), habiendo inclinaciones coronales menores en los cuatro incisivos permanentes superiores, en casos de inclusión de caninos, comparando con sujetos sin inclusión. En nuestro estudio, sin embargo, no se ha tenido en cuenta la relación oclusal sagital del sujeto.

#### *Longitudes dentarias*

En la presente investigación, se han encontrado longitudes dentarias disminuidas de los incisivos laterales y de los caninos de GI con respecto al GC, independientemente del lado de inclusión. Coincidiendo con muchos autores, entre ellos Eslami y Karacin (151, 155) se ha observado una longitud disminuida del incisivo lateral del lado de inclusión. A diferencia del incisivo lateral, existe poca literatura acerca de la longitud de los caninos maxilares en casos de inclusión canina. Hettiarachchi (156) encontró que los caninos incluidos por palatino presentaban raíces más cortas y coronas más largas que los no incluidos y una morfología alterada en apical en forma de garfio, en un 36,4% en dirección mesial. Yoojun Kim (40) hablaba de incisivos laterales pequeños y coronas caninas grandes en el lado de inclusión, y en impactaciones por vestibular, por el contrario, se han observado incisivos laterales más grandes (27). Becker et al. (63), en 1981, sugirieron que la presencia de un

incisivo lateral con la longitud radicular adecuada, formada en su momento correspondiente, es un factor importante en la guía de erupción del canino hasta su oclusión funcional.

### *Longitud de arcada*

En 1983, Jacoby (45) observó 46 fotografías oclusales de caninos incluidos en pacientes con diferentes características (extracción de premolares, agenesia de incisivos laterales, canino ectópico en el lado contralateral, etc.), concluyendo que el 85% de los caninos incluidos por palatino presentaban un espacio disponible adecuado en arcada. Desechó cualquier registro radiográfico alegando distorsiones, magnificaciones y limitaciones propias de la bidimensionalidad. En el presente estudio hemos obtenido resultados contrarios, encontrando un espacio disponible en arcada significativamente menor en el grupo de investigación con respecto al control, y dentro este, en el lado de inclusión. Ello se debe probablemente a que las mediciones se han realizado sobre CBCT, en una muestra de características homogéneas. En 2015, Tadinada (1) midió la longitud de arcada en CBCT y obtuvo los mismos resultados que en el presente estudio. Algunos autores como Yoojun Kim (27) o Mercuri (48) no encontraron diferencias significativas en el espacio disponible entre pacientes con inclusión de canino unilateral y un grupo control. Puede deberse a que quizá las mediciones se realizaron sobre modelos de escayola y el tamaño muestral de su estudio era menor, así como el rango de edad de los sujetos. Saiar (58) manifestó que la medición de la longitud de arcada antes de la erupción del canino no constituía un buen predictor de inclusión, ya que el canino altera la longitud de arcada al erupcionar en cualquier caso. Naoumova (31) midió la longitud de arcada en modelos de escayola escaneados y no encontró diferencias significativas entre un

grupo estudio y uno control, probablemente debido a un tamaño muestral disminuido (22 caninos incluidos por palatino unilateralmente).

Por tanto, la falta de espacio disponible en la arcada parece ser un factor primario en la inclusión por vestibular. Según nuestro estudio, también parece ser el factor etiológico principal en la inclusión palatina (17).

### *Discrepancia Óseo-Dentaria y Tamaño dentario*

En este estudio se ha observado una discrepancia óseo-dentaria significativamente más negativa en la hemiarcada de inclusión con respecto a la contralateral. Se han incluido sujetos con el canino temporal presente (39 casos) y ausente (21 casos) indistintamente en GI, ya que la no exfoliación del canino temporal es la consecuencia de la dislocación del canino hacia palatino, pero no su causa (37). Paschos (157) obtuvo un resultado contrario al nuestro, con un exceso de espacio en arcada, probablemente asociado al cálculo de la discrepancia en modelos de escayola y a un tamaño muestral disminuido. Al-Nimri (43), en 2005, no encontró diferencias significativas en la discrepancia óseo-dentaria medida en modelos de escayola. Seguramente debido a que no pudo acceder a la medición del diámetro mesiodistal del canino incluido, a la que nosotros sí hemos podido acceder mediante CBCT, que según Kim (40), presenta una anchura y un volumen mayor que el canino contralateral erupcionado. En contraposición, Yan no encontró diferencias significativas en el diámetro mesiodistal del canino en impactaciones unilaterales, comparado con el lado de no inclusión (75) pero sí incisivos laterales más estrechos. En el estudio de Naoumova (31), encontraron tamaños dentarios mesiodistales disminuidos en el grupo de inclusión, probablemente debido a características oclusales similares en su muestra.

Hofman ya advirtió en 2011 (158), sobre la fiabilidad en la medición del diámetro mesiodistal de caninos incluidos en TC con respecto a otros métodos radiográficos. Estas técnicas (bidimensionales y tridimensionales, como el CBCT o la resonancia magnética), mostraron ser menos fiables y precisas con respecto al TC. En contraposición, dos años más tarde, Mevlut (159) sugirió que el CBCT era el método más fiable de todos los analizados hasta la fecha, para la medición del diámetro mesiodistal de cualquier diente no erupcionado.

Langberg y Peck (41) sugirieron que un diámetro mesiodistal menor en el grupo incisivo era un indicador fuerte de que la dentición en sujetos con inclusión del CMP por palatino era de un tamaño menor, medido en modelos de escayola en el año 2000.

### *Sexo*

La mayoría de estos estudios, no han tenido en cuenta el sexo de la muestra, y por lo tanto no han analizado el dimorfismo sexual en la inclusión de caninos. El dimorfismo sexual se refiere a aquellas diferencias de tamaño, estatura y apariencia entre hombre y mujeres (142). Capitaneanu (51), en 2017, observó lo que ya habían visto otros autores: el tamaño dentario en mujeres es menor, significativamente, que en los hombres, siendo el canino (sobre todo el inferior) el diente con mayor dimorfismo sexual.

Seeman (160) observó que los huesos en el hombre eran más grandes que en la mujer, pero no necesariamente más densos. Por otro lado, Schneider (161) en su análisis sobre la densidad y espesor óseo en CBCT, encontró diferencias significativas en la densidad ósea de la cortical vestibular maxilar, siendo mayor en mujeres. Nosotros hemos encontrado diferencias entre hombres y mujeres, aunque no de forma significativa, en

todas las variables medidas excepto en la longitud de arcada, habiendo valores menores en el sexo femenino, corroborando la teoría de Seeman (160). El incremento en el espesor del esqueleto óseo femenino, podría sugerir un camino más complicado y denso intraóseo del canino desde su formación hasta su erupción. En 1949, Dewel (5) observó que la inclusión de caninos maxilares era más frecuente en mujeres que en hombres, en un ratio de 2:1 (13, 16, 18). Existen varias hipótesis al respecto: diferencia de crecimiento, de desarrollo, genética y prioridades; las mujeres buscan tratamiento ortodóncico con mayor frecuencia que los hombres y acuden con mayor asiduidad al odontólogo, por lo que se realizan más diagnósticos en mujeres que en hombres (21, 26).

#### *Lado de afectación*

En cuanto a la afectación en función del lado de impactación, según nuestros resultados, se incluye más el CMP derecho que el izquierdo, en contraposición con las conclusiones de Syrynska y Budzynska (162), y coincidiendo con la Dra. Martínez González (22) que en 2015, halló más caninos incluidos en el lado derecho.

#### *Limitaciones del estudio*

Algunas de las limitaciones fueron el tamaño muestral, la falta de homogeneidad de la muestra en cuanto al sexo y la falta de acotamiento en las edades. No se tuvieron en cuenta factores genéticos, de densidad y espesor óseo o factores hormonales, los cuales se han relacionado con la inclusión de caninos. En el futuro, queremos realizar un estudio más homogéneo, igualar el porcentaje de hombres y mujeres, y añadir más variables.

En esta investigación se ha hallado una longitud de arcada disminuida significativamente en todos los grupos y subgrupos estudiados: GI, GI-R, GI-L y lado de inclusión. Un distalamiento de la arcada superior aumentaría el espacio disponible y podría facilitar la erupción del canino maxilar permanente. La retroinclinación de incisivos superiores se ha encontrado en todos los grupos excepto en GI-L; una proinclinación de los incisivos superiores podría permitir la erupción natural del canino sin necesidad de intervenir quirúrgicamente. La longitud del incisivo lateral y la altura de la cresta alveolar, eran menores en el grupo y el lado de inclusión. El tratamiento de estos dos parámetros es más complejo, pero puede servirnos de alerta en la detección precoz de caninos incluidos por palatino.

## **8. CONCLUSIONES**



Según los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. No existen diferencias estadísticamente significativas en la variable esquelética de la anchura basal del maxilar superior (BMW Y J-PR) en ninguno de los grupos estudiados.
2. Se han hallado diferencias estadísticamente significativas en la altura de la cresta alveolar (ACH y ACH'), tanto entre GI y GC como en los subgrupos de GI, habiendo siempre valores menores en el grupo de inclusión y en el subgrupo de inclusión.
3. Se encontraron valores significativamente menores en prácticamente todas las variables dentoalveolares, siendo siempre menores en GI respecto a GC y en el lado de inclusión de ambos subgrupos.
4. Existe dimorfismo sexual en la longitud de arcada (AL'), siendo menor en el sexo femenino.
5. La inclusión del CMP se presenta con mayor frecuencia en el lado derecho.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tadinada A, Mahdian M, Vishwanath M, Allareddy V, Upadhyay M, Yadav S. **Evaluation of alveolar bone dimensions in unilateral palatally impacted canine: a cone-beam computed tomographic analyses.** Eur J Orthod. 2015 Dec; 37 (6): 596-602.
2. Ericson S, Bjerklin K, Falahat B. **Does the canine dental follicle cause resorption of permanent incisor roots? A computed tomographic study of erupting maxillary canines.** Angle Orthod. 2002 Apr; 72 (2): 95-104.
3. Rawson KG, Hofelich R, Welch DB, Stoeckel DC. **Eruption sequence of the permanent maxillary canine: a radiographic review.** Gen Dent. 2014; 62 (4): 9-11.
4. Ghaffar F, Sukhia RH, Fida M. **Association between maxillary transverse discrepancy and occurrence of potentially impacted maxillary canines in mixed dentition patients.** Int orthod. 2019; 17 (3): 554-61.
5. Dewel BF. **The upper cuspid: its development and impaction.** Angle Orthod. 1949; 19 (2): 79-90.
6. Sajnani AK. **Permanent maxillary canines - review of eruption pattern and local etiological factors leading to impaction.** J Investig Clin Dent. 2015 Feb; 6 (1): 1-7.
7. Bishara SE. **Impacted maxillary canines: a review.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992 Feb; 101 (2): 159-71.
8. Broadbent BH. **Ontogenic development of occlusion.** Angle Orthod. 1941; 11: 223-41.
9. Coulter J, Richardson A. **Normal eruption of the maxillary canine quantified in three dimensions.** Eur J Orthod. 1997 Apr; 19 (2): 171-83.
10. Noyes FB. **Dental histology and embriology.** Kimpton, London. 4th ed.; 1930.
11. Ugalde FJ. **Clasificación de caninos retenidos y su aplicación clínica.** ADM. 2001 Ene-Feb; 58 (1): 21-30.

12. Fernández E, Bravo L. A, Canteras M. **Eruption of the permanent upper canine: a radiologic study.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998; 113: 414-20.
13. Schubert M, Proff P, Kirschneck C. **Improved eruption path quantification and treatment time prognosis in alignment of impacted maxillary canines using CBCT imaging.** Eur J Orthod. 2018; 40 (6): 597-607.
14. Dagsuyu IM, Oksayan R, Kahraman F, Aydin M, Bayrakdar IS, Ugurlu M. **The Relationship between dental follicle width and maxillary impacted canines' descriptive and resorptive features using Cone-Beam Computed Tomography.** Biomed Res. Int. 2017: 1-5.
15. Chen S, Wang L, Li G, Wu T, Diachina S, Tejera B, Jungeun J, Feng-Chang L, Yan-Ting L, Tianmin X, Dinggang S, Ching-Chang K. **Machine learning in orthodontics: Introducing a 3D auto-segmentation and auto-landmark finder of CBCT images to assess maxillary constriction in unilateral impacted canine patients.** Angle Orthod. 2020; 90 (1): 77-84.
16. Schindel RH, Duffy SL. **Maxillary transverse discrepancies and potentially impacted maxillary canines in mixed-dentition patients.** Angle Orthod. 2007 May; 77 (3): 430-35.
17. Bedoya MM, Park JH. **A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines.** J Am Dent Assoc. 2009; 140 (12): 1485-93.
18. Langberg BJ, Peck S. **Adequacy of maxillary dental arch width in patients with palatally displaced canines.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2000 Aug; 118 (2): 220-23.
19. Da Silva Santos LM, Bastos LC, Oliveira-Santos C, da Silva SJ, Neves FS, Campos PS. **Cone-beam computed tomography findings of impacted upper canines.** Imaging Sci Dent. 2014 Dec; 44 (4): 287-92.
20. Vitria EE, Tofani I, Bachtiar EW, Kusdhany L. **Association of maxillary transverse discrepancies and impacted maxillary canines in patients 10 - 25 years old.** J. Int. Dent. Medical Res. 2016; 9: 322-28.
21. Ngo CTT, Fishman LS, Rossouw PE, Wang H, Said O. **Correlation between panoramic radiography and cone-beam computed tomography**

**in assessing maxillary impacted canines.** Angle Orthod. 2018 Jul; 88 (4): 384-89.

22. Alicia Martínez González. **Los caninos incluidos y su relación con el patrón facial.** Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 2015.

23. Bandar Alyami, Ramat Braimah, Saeed Alharieth. **Prevalence and pattern of impacted canines in Najran, South Western Saudi arabian population.** Saudi Dent J. 2020; 32: 300-05.

24. Ruomei Li, Li Mei, Pengfei Wang, Jiarong He, Qingyan Meng, Linna Zhong, Wei Zheng, Yu Li. **Canine edge width and height affect dental esthetics in maxillary canine substitution treatment.** Prog Orthod. 2019; 20 (16): 1-9.

25. Basdra EK, Kiokpasoglou M, Stellzig A. **The Class II Division 2 craniofacial type is associated with numerous congenital tooth anomalies.** Eur J Orthod. 2000 Oct; 22 (5): 529-35.

26. D Oleo-Aracena MF, Arriola-Guillen LE, Rodriguez-Cardenas YA, Ruiz-Mora GA. **Skeletal and dentoalveolar bilateral dimensions in unilateral palatally impacted canine using cone beam computed tomography.** Prog Orthod. 2017 Dec; 18 (1): 1-7.

27. Kim Y, Hyun H, Jang K. **Interrelationship between the position of impacted maxillary canines and the morphology of the maxilla.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012 May; 141 (5): 556-62.

28. Bjerklin K, Ericson S. **How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines.** Angle Orthod. 2006 Jan; 76 (1): 43-51.

29. Shapira Y, Kuftinec MM. **Early diagnosis and interception of potential maxillary canine impaction.** J Am Dent Assoc. 1998 Oct; 129 (10): 1450-54.

30. Flores MAP, Flores PP, Monti CF. **Permanent canine eruption alterations.** Int J Morphol. 2009; 27 (1): 139-43.

31. Naoumova J, Alfaro GE, Peck S. **Space conditions, palatal vault height, and tooth size in patients with and without palatally displaced**

**canines: A prospective cohort study.** Angle Orthod. 2018 Nov; 88 (6): 726-32.

32. Sarica I, Derindag G, Kurtuldu E, Naralan ME, Caglayan F. **A retrospective study: Do all impacted teeth cause pathology?** Niger J Clin Pract. 2019 Apr; 22 (4): 527-33.

33. Camilleri S, Scerri E. **Transmigration of mandibular canines: a review of the literature and a report of five cases.** Angle Orthod. 2003 Dec; 73 (6): 753-62.

34. Servais JA, Gaalaas L, Lunos S, Beiraghi S, Larson BE, Leon-Salazar V. **Alternative cone-beam computed tomography method for the analysis of bone density around impacted maxillary canines.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018 Sep; 154 (3): 442-49.

35. Zeno KG, Ghafari JG. **Palatally impacted canines: A new 3-dimensional assessment of severity based on treatment objective.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018 Mar; 153 (3): 387-95.

36. Da Silva AC, Capistrano A, Almeida-Pedrin R, Cardoso M, Conti AC, Capelozza LF. **Root length and alveolar bone level of impacted canines and adjacent teeth after orthodontic traction: a long-term evaluation.** J Appl Oral Sci. 2017; 25 (1): 75-81.

37. Peck S, Peck L, Kataja M. **The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin.** Angle Orthod. 1994; 64 (4): 249-56.

38. Warford JHJ, Grandhi RK, Tira DE. **Prediction of maxillary canine impaction using sectors and angular measurement.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003 Dec; 124 (6): 651-55.

39. Margarita Varela. **Ortodoncia interdisciplinar.** Ergon; 2005.

40. Kim Y, Hyun H, Jang K. **Morphological relationship analysis of impacted maxillary canines and the adjacent teeth on 3-dimensional reconstructed CT images.** Angle Orthod. 2017; 87 (4): 590-97.

41. Langberg BJ, Peck S. **Tooth-size reduction associated with occurrence of palatal displacement of canines.** Angle Orthod. 2000 Apr; 70 (2): 126-28.

42. Lüdicke G, Harzer W, Tausche E. **Incisor Inclination: Risk Factor for palatally impacted canines.** J Orofac Orthop. 2008; 69 (5): 357-64.
43. Al-Nimri K, Gharaibeh T. **Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: an aetiological study.** Eur J Orthod. 2005 Oct; 27 (5): 461-65.
44. Mummolo S, Nota A, De Felice ME, Marcattili D, Tecco S, Marzo G. **Periodontal status of buccally and palatally impacted maxillary canines after surgical-orthodontic treatment with open technique.** J Oral Sci. 2018 Dec 27; 60 (4): 552-56.
45. Jacoby H. **The etiology of maxillary canine impactions.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1983; 84 (2): 125-32.
46. Burris BG, Harris EF. **Maxillary arch size and shape in American blacks and whites.** Angle Orthod. 2000 Aug; 70 (4): 297-302.
47. Kuftinec MM, Shapira Y. **The impacted maxillary canine: I. Review of concepts.** ASDC J Dent Child. 1995; 62 (5): 317-24.
48. Mercuri E, Cassetta M, Cavallini C, Vicari D, Leonardi R, Barbato E. **Dental anomalies and clinical features in patients with maxillary canine impaction.** Angle Orthod. 2013 Jan; 83 (1): 22-28.
49. Abhishek Banerjee, Venkatesh V. Kamath, Krishnanand Satelur, Komali Rajkumar, Lavanya Sundaram. **Sexual dimorphism in tooth morphometrics: An evaluation of the parameters.** J Forensic Dent Sci. 2016; 8 (1): 22-27.
50. Garcovich D, Sánchez-Súcar AM, Melo M, Romero R, Adobes M. **Sex estimation by tooth dimension in a contemporary Spanish population.** Forensic Sci Int. 2020 Dec; 317:1-5.
51. Capitaneanu C, Willems G, Jacobs R, Fieuws S, Thevissen P. **Sex estimation based on tooth measurements using panoramic radiographs.** Int J Legal Med. 2017 May; 131 (3): 813-21.
52. Dagsuyu IM, Kahraman F, Oksayan R. **Three-dimensional evaluation of angular, linear, and resorption features of maxillary impacted canines on cone-beam computed tomography.** Oral Radiol. 2018; 34 (1): 66-72.

53. Antolis M, Krisnawati E Tarman. **Management of unilateral maxillary canine impaction.** Taiwanese J Orthod. 2021; 33 (1): 26-32.
54. Thilander B, Jakobsson SO. **Local factors in impaction of maxillary canines.** Acta Odontol Scand. 1968 May; 26 (2): 145-68.
55. McSherry PF. **The ectopic maxillary canine: a review.** Br J Orthod. 1998 Aug; 25 (3): 209-16.
56. Jiménez-Silva A, Carnevali-Arellano R, Vivanco-Coke S, Tobar-Reyes J, Araya-Díaz P, Palomino-Montenegro H. **Prediction methods of maxillary canine impaction: a systematic review.** Acta Odontol Scand. 2022; 80( 1): 51-64.
57. Arboleda-Ariza N, Schilling J, Arriola-Guillen LE, Ruiz-Mora GA, Rodriguez-Cardenas YA, Aliaga-Del Castillo A. **Maxillary transverse dimensions in subjects with and without impacted canines: A comparative cone-beam computed tomography study.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018 Oct; 154 (4): 495-503.
58. Saiar M, Rebellato J, Sheats RD. **Palatal displacement of canines and maxillary skeletal width.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Apr; 129 (4): 511-19.
59. Heravi F, Shafae H, Forouzanfar A, Zarch SHH, Merati M. **The effect of canine disimpaction performed with temporary anchorage devices (TADs) before comprehensive orthodontic treatment to avoid root resorption of adjacent teeth.** Dental Press J Orthod. 2016; 21: 65-72.
60. Adrian Becker SC. **Etiology of maxillary canine impaction: a review.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015; 148 :557-67.
61. Bertl MH, Foltin A, Lettner S, Giannis K, Gahleitner A, Bantleon HP, D Strbac G. **Association between maxillary lateral incisors' root volume and palatally displaced canines: An instrumental variables approach to the guidance theory.** Angle Orthod. 2018; 88 (6): 719-25.
62. Kaczor-Urbanowicz K, Zadurska M, Czochrowska E. **Impacted Teeth: An Interdisciplinary Perspective.** Adv Clin Exp Med. 2016; 25 (3): 575-85.



63. Becker A, Smith P, Behar R. **The incidence of anomalous maxillary lateral incisors in relation to palatally-displaced cuspids.** Angle Orthod. 1981 Jan ;51 (1): 24-29.
64. McSherry P, Richardson A. **Ectopic eruption of the maxillary canine quantified in three dimensions on cephalometric radiographs between the ages of 5 and 15 years.** Eur J Orthod. 1999 Feb; 21 (1): 41-48.
65. Trybek G, Jaron A, Grzywacz A. **Association of Polymorphic and Haplotype Variants of the MSX1 Gene and the Impacted Teeth Phenomenon.** Genes. 2021; 12 (577): 1-16.
66. Wise GE, He H, Gutierrez DL, Ring S, Yao S. **Requirement of alveolar bone formation for eruption of rat molars.** Eur J Oral Sci. 2011 Oct; 119 (5): 333-38.
67. Peck S, Peck L, Kataja M. **Concomitant occurrence of canine malposition and tooth agenesis: evidence of orofacial genetic fields.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002 Dec; 122 (6): 657-60.
68. Al-Khateeb S, Abu Alhaija ES, Rwaite A, Alddin Burqan B. **Dental arch parameters of the displacement and nondisplacement sides in subjects with unilateral palatal canine ectopia.** Angle Orthod. 2013; 83: 259-65.
69. Lovgren ML, Ransjo M, Uribe P, Westerlund A. **Dental age in children with impacted maxillary canines.** Acta Odontol Scand. 2021 May; 79 (4): 289-95.
70. Peck S, Peck L, Kataja M. **Prevalence of tooth agenesis and peg-shaped maxillary lateral incisor associated with palatally displaced canine (PDC) anomaly.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996 Oct; 110 (4): 441-43.
71. Hoffmeister H. **Family findings on the variation in manifestation of oligodontia and hypodontia and related phenomena.** J Orofac Orthop. 1975; 36: 18-33.
72. Baccetti T. **A controlled study of associated dental anomalies.** Angle Orthod. 1998 Jun; 68 (3): 267-74.

73. Sambataro S, Baccetti T, Franchi L, Antonini F. **Early predictive variables for upper canine impaction as derived from posteroanterior cephalograms.** Angle Orthod. 2005 Jan; 75 (1): 28-34.
74. Perinetti G, Callovi M, Salgarello S, Biasotto M, Contardo L. **Eruption of the permanent maxillary canines in relation to mandibular second molar maturity.** Angle Orthod. 2013 Jul; 83 (4): 578-83.
75. Bin Y, Zongyang S, Fields H, Wang L, Limin L. **Etiologic factors for buccal and palatal maxillary canine impaction: A perspective based on cone-beam computed tomography analyses.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013; 143: 527-34.
76. Oz AZ, Oz AA, El H, Palomo JM. **Maxillary sinus volume in patients with impacted canines.** Angle Orthod. 2017 Jan; 87 (1): 25-32.
77. Cacciatore G, Poletti L, Sforza C. **Early diagnosed impacted maxillary canines and the morphology of the maxilla: a three-dimensional study.** Prog Orthod. 2018; 19 (20): 1-8.
78. Ali IH, Al-Turaihi BA, Mohammed LK, Alam MK. **Root Resorption of Teeth Adjacent to Untreated Impacted Maxillary Canines: A CBCT Study.** Biomed Res Int. 2021: 1-8.
79. Koc A, Kaya S, Abdulsalam WA. **Three-Dimensional Analysis of Impacted Maxillary and Mandibular Canines and Evaluation of Factors Associated With Transmigration on Cone-Beam Computed Tomography Images.** J Oral Maxillofac Surg. 2021 Mar; 79 (3): 1-11.
80. Chen J, Lv D, Li M, Zhao W, He Y. **The correlation between the three-dimensional radiolucency area around the crown of impacted maxillary canines and dentigerous cysts.** Dentomaxillofac Radiol. 2020 May 01; 49 (4): 1-8.
81. Sung-Hun K, You-Min K, Sewoong O, Seong-Sik K, Soo-Byung P, Woo-Sung S, Yong-II K. **How far is the root apex of a unilateral impacted canine from the root apices' arch form?** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017; 151: 351-6.
82. McConnell TL, Hoffman DL, DDS, Forbes DP, DDS, Janzen EK, DDS, Weintraub NH, DDS. **Maxillary canine impaction in patients with transverse maxillary deficiency.** J Dent Child. 1996: 190-95.

83. Richardson G, Russell KA. **A Review of Impacted Permanent Maxillary Cuspids – Diagnosis and Prevention.** J Can Dent Assoc. 2000; 66: 497-501.
84. Martínez-González JM. Donado. **Cirugía bucal, Patología y técnica.** 5ª ed. Elsevier; 2019.
85. Alejos-Montante K, Martínez-Zumarán A, Torre-Delgadillo G, Rosales-Berber MÁ, Garrocho-Rangel A, Pozos-Guillén A. **Early identification of permanent maxillary canine impaction: A radiographic comparative study in a Mexican population.** J Clin Exp Dent. 2019 Mar; 11 (3): 282-86.
86. Chavez-Alvarez C, Arriola-Guillen LE, Rodriguez-Cardenas YA, Ruiz-Mora GA, Fiori-Chincaro G, Dias-Da Silveira HL, et al. **Changes in maxillary incisor inclination and position after traction of unilateral vs bilateral maxillary impacted canines in nonextraction treatment: A cone-beam computed tomography study.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2019 Dec; 156 (6): 767-78.
87. Whates E. **Fundamentos de radiología dental.** 5ª ed. Elsevier Masson; 2014.
88. Ericson S, Kurol J. **Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines.** Eur J Orthod. 1988 Nov; 10 (4): 283-95.
89. Cong A, Massaro C, Ruellas AC, Barkley M, Yatabe M, Bianchi J, Ioshida M, Álvarez MA, Aristazabal JF, Rey D, Cevidane L. **Dental long axes using digital dental models compared to cone-beam computed tomography.** Orthod Craniofac Res. 2022 Feb; 25 (1): 64-72.
90. Miresmaeili A, Shokri A, Salemi F, Dehghani F, Shahidi-Zandi V, Rad R, Shahdoost M. **Morphology of maxilla in patients with palatally displaced canines.** Int Orthod. 2019; 17: 130-35.
91. Zhang X, Li Y, Ge Z, Zhao H, Miao L, Pan Y. **The dimension and morphology of alveolar bone at maxillary anterior teeth in periodontitis: a retrospective analysis-using CBCT.** Int J Oral Sci. 2020 12(4): 1-9.
92. Linjawi A. **Predictive Factors Affecting the Maxillary Alveolar Bone Thickness: A Cone-Beam Computed Tomography Study.** Clin Cosmet Investig Dent. 2020; 12 :359-65.

93. Ustrell Torrent JM. **Diagnóstico y tratamiento en ortodoncia**. 1<sup>a</sup> ed. Elsevier; 2016.
94. Al-Kyssi HA, Al-Mogahed NM, Altawili ZM, Dahan FN, Almashraqi AA, Aldhorae K, Alhammadi MS. **Predictive factors associated with adjacent teeth root resorption of palatally impacted canines in Arabian population: a cone-beam computed tomography analysis**. BMC Oral Health. 2022; 22(220): 1-10.
95. Mohammed AK, Sravani G, Vallappareddy D, Rao AR, Qureshi A, Prasad AN. **Localization of Impacted Canines - A Comparative Study of Computed Tomography and Orthopantomography**. J Med Life. 2020; 13(1): 56-63.
96. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. **Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations**. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010; 137: 109-19.
97. Brooks SL. **CBCT dosimetry: orthodontic considerations**. Semin Orthod. 2009; 15(1): 14-18.
98. Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G, Willems G. **Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review**. Clin Oral Investig. 2009 Sep;13(3): 247-55.
99. Alqerban A, Hedesiu M, Baciut M, Nackaerts O, Jacobs R, Fieuws S, et al. **Pre-surgical treatment planning of maxillary canine impactions using panoramic vs cone beam CT imaging**. Dentomaxillofac Radiol. 2013; 42(9): 1-7.
100. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, Covell DA, Jr. **Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging**. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011; 140: 734-44.
101. Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. **CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable?** Dentomaxillofac Radiol. 2015; 44 (1): 1-16.

102. Ortiz PM, Tabbaa S, Flores-Mir C, Al-Jewair T. **A CBCT investigation of the association between sella-turcica bridging and maxillary palatal canine impaction.** BioMed Research International. 2018; 44: 1-9.

103. Baccetti T, Sigler LM, McNamara JAJ. **An RCT on treatment of palatally displaced canines with RME and/or a transpalatal arch.** Eur J Orthod. 2011 Dec; 33 (6): 601-07.

104. Brorsson Y, Naoumova J. **Delayed diagnosis of displaced and impacted canines - a prospective longitudinal study.** Acta Odontol Scand. 2020 Apr; 78 (3): 165-72.

105. Bjerklin K, Guitirokh CH. **Maxillary incisor root resorption induced by ectopic canines.** Angle Orthod. 2011 Sep; 81 (5): 800-06.

106. Benson PE, Atwal A, Bazargani F, Parkin N, Thind B. **Interventions for promoting the eruption of palatally displaced permanent canine teeth, without the need for surgical exposure, in children aged 9 to 14 years.** Cochrane Database Syst Rev. 2021;12: 1-11.

107. Grisar K, Luyten J, Preda F, Martin C, Hoppenreijs T, Politis C, Jacobs R. **Interventions for impacted maxillary canines: a systematic review of the relationship between initial canine position and treatment outcome.** Orthod Craniofac Res. 2021; 24 (2): 180-93.

108. Naoumova J KH. **The use of panoramic radiographs to decide when interceptive extraction is beneficial in children with palatally displaced canines based on a randomized clinical trial.** Eur J Orthod. 2018; 40 (6): 565-74.

109. Bazargani F, Magnuson A, Lennartsson B. **Effect of interceptive extraction of deciduous canine on palatally displaced maxillary canine: a prospective randomized controlled study.** Angle Orthod. 2018; 84 (1): 3-10.

110. Galluccio G, Impellizzeri A, Pietrantonio A, De Stefano A, La Monaca G, Pippi R. **The VISTA Approach in Canine Disimpaction.** Methods Protoc. 2021; 4 (57): 1-13.

111. Naoumova J, Kurol J, Kjellberg H. **A systematic review of the interceptive treatment of palatally displaced canines.** Eur J Orthod. 2011; 33: 143-49.

112. Migliorati M, Cevidanes L, Sinfonico G, Drago S, Dalessandri D, Isola G, et al. **Three dimensional movement analysis of maxillary impacted canine using TADs: a pilot study.** Head Face Med. 2021 Jan; 17(1): 1-10.
113. Pithon MM. **Therapeutic approach in Class I malocclusion with impacted maxillary canines.** Dental Press J Orthod. 2022; 27(2): 1-36.
114. Ruíz-Mora GA, Arriola-Guillén LE, Rodríguez-Cárdenas YA, Aliaga-Del Castillo A, Boessio-Vizzotto M, Dias-Da Silveira HL. **Changes in alveolar bone morphology after traction of buccally vs palatally unilateral maxillary impacted canines: A cone-beam computed tomography study.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2021; 159: 258-70.
115. Kocsis A, Seres L. **Orthodontic screws to extrude impacted maxillary canines.** J Orofac Orthop. 2011; 73: 19-27.
116. Grisar K, Denoiseux B, Martin C, Hoppenreijts T, Calburean F, Politis C, Jacobs R. **Treatment for critically impacted maxillary canines: Clinical versus scientific evidence - A systematic review.** J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2022; 123(3): 12-19.
117. Venugopal A VN. **Interarch Traction Strategy for Palatal Cuspid Impactions.** J Contemp Dent Pract. 2020; 21 (12): 1408-11.
118. Grisar K, Piccart F, Al-Rimawi AS, Basso I, Politis C, Jacobs R. **Three-dimensional position of impacted maxillary canines: Prevalence, associated pathology and introduction to a new classification system.** Clin Exp Dent Res. 2019 Feb; 5 (1): 19-25.
119. McCollum P, Sharpe P. **Evolution and development of teeth.** J. Anat. 2001; 199: 153-59.
120. Resh GD. **Diagnosis and prevention of maxillary cuspid impaction.** Int J Orthod. 2005; 16 (1): 29-34.
121. Hesby RM, Marshall SD, Dawson DV, Southard KA, Casco JS, Franciscus RG, et al. **Transverse skeletal and dentoalveolar changes during growth.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Dec; 130 (6): 721-31.
122. Wehrbein H, Yildizhan F. **The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation.** Eur J Orthod. 2001; 23: 105-14.

123. Jiménez-Valdivia LM, Malpartida-Carrillo V, Rodríguez-Cárdenas YA, Dias-Da Silveira HL, Arriola-Guillén LE. **Midpalatal suture maturation stage assessment in adolescents and young adults using cone-beam computed tomography.** Prog Orthod. 2019; 20(1): 1-7.
124. Sheerah H, Othman B, Jaafar A, Alsharif A. **Alveolar bone plate measurements of maxillary anterior teeth: A retrospective Cone Beam Computed Tomography.** AlMadianh, Saudi Arabia. Saudi Dent J. 2019; 31: 437-44.
125. Wang X, Ma L, Yan M, Zheng J, Wang M, Hui X. **The variation in crown-root morphology of anterior teeth assessed with cone-beam computed tomography.** Dental Press J Orthod. 2022; 27(1): 1-30.
126. Andrews WA, Abdulrazzaq WS, Hunt JE, Mendes LM, Hallman LA. **Incisor position and alveolar bone thickness: A comparative analysis of two untreated samples using lateral cephalograms.** Angle Orthod. 2022; 92: 3-10.
127. Gracco A, Lombardo L, Mancuso G, Gravina V. **Upper Incisor Position and Bony Support in Untreated Patients as Seen on CBCT.** Angle Orthod. 2009; 79: 692-702.
128. Yu-lou Tian F, Liu Hong-jing S, Pin Lv Y, Cao M, Yu Yang Y. **Alveolar bone thickness around maxillary central incisors of different inclination assessed with cone-beam computed tomography.** Korean J Orthod. 2015; 45 (5):2 45-52.
129. Hikita Y, Yamaguchi T, Tomita D, Adel M, Nakawaki T, Katayama K, et al. **Growth hormone receptor gene is related to root length and tooth length in human teeth.** Angle Orthod. 2018 Sep; 88 (5): 575-81.
130. Eliasson S, Lavstedt S, Ljungheimer C. **Radiographic study of alveolar bone height related to tooth and root length.** Community Dent Oral Epidemiol. 1986 Jun; 14 (3): 169-71.
131. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. **Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010 Apr; 137(4):100-108.

132. Leonardi R, Muraglie S, Crimi S, Pirroni M, Musumeci G and Perrotta R. **Morphology of palatally displaced canines and adjacent teeth, a 3-D evaluation from cone-beam computed tomographic images.** BMC Oral Health. 2018; 18 (156): 1-9.
133. Basim Al-Ansari N, Ali AbdulS, Mohammed Nahidh. **A New Method for Prediction of Dental Arch Perimeter.** Clin Cosmet Investig Dent. 2019; 11: 393-97.
134. P. H. Buschang, J. Stroud, R. G. Alexander. **Differences in dental arch morphology among adult females with untreated Class I and Class II malocclusion.** Eur J Orthod. 1994; 16: 47-52.
135. Bondevik O. **Changes in occlusion between 23 and 34 years.** Angle Orthod. 1998; 68: 75-80.
136. Tsiopas N, Nilner M, Bondemark L, Bjerklin K. **A 40 years follow-up of dental arch dimensions and incisor irregularity in adults.** E J Orthod. 2013; 35: 230-35.
137. Little RM. **Stability and relapse: early treatment of arch length deficiency.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002; 121 (6): 578-81.
138. Ricketts R M , Roth R H , Chaconas S J , Schulhof R J , Engel G A. **Orthodontic diagnosis and planning.** Denver, Colorado: Rocky Mountain Data Systems; 1982.
139. Paulino V, Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. **Prediction of arch length based on intercanine width.** Eur J Orthod. 2008 Jun; 30 (3): 295-98.
140. Knösel M, Jungb K, Attinc T, Engelked W, Kubein-Meesenburge D, Gripp-Rudolph L, Attin R. **On the Interaction between incisor crown-root morphology and third-order angulation.** Angle Orthod. 2009; 79: 454-61.
141. O'Higgins EA, Kirschen RH, Lee RT. **The influence of maxillary incisor inclination on arch length.** Br J Orthod. 1999; 26 (2): 97-102.
142. N Soundarya, Vijay Kumar Jain, Shibani Shetty, B K Akshatha. **Sexual dimorphism using permanent maxillary and mandibular incisors, canines and molars: an odontometric analysis.** J Oral Maxillofac Pathol. 2021; 25: 183-38.



143. Khursheed Alam M, Shahid F, Van Purmal K, Ahmad B, Fadhli Khamis M. **Bolton tooth size ratio and its relation with arch widths, arch length and arch perimeter: a cone beam computed tomography (CBCT) study.** Acta Odontol Scand. 2014; 72 (8): 1047-53.

144. Lee S, Ahn S, Lim WH, Lee S, Lim J, Park H. **Variation of the intermaxillary tooth-size relationship in normal occlusion.** Eur J Orthod. 2011 Feb; 33 (1): 9-14.

145. Al-Nimri K, Adwan I, Gharaibeh T, Hazza'a AM. **Tooth size discrepancies in female patients with palatally impacted canines.** Aust Orthod J. 2008 Nov; 24 (2): 129-33.

146. Correia GDC, Habib FAL, Vogel CJ. **Tooth-size discrepancy: a comparison between manual and digital methods.** Dental Press J Orthod. 2014; 19 (4): 107-13.

147. Mary Linn Merz, DDS, Robert J. Isaacson, DDS, PhD, Nicholas Germane and Loretta K. Rubenstein, DDS. **Tooth diameters and arch perimeters in a black and a white population.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991; 100: 53-58.

148. Wei-Hsin H, Radfar R, Chun-Hsi C. **Relationship between the maxillary transverse dimension and palatally displaced canines: A cone-beam computed tomographic study.** Angle Orthod. 2015; 85: 440-45.

149. Nahas-Scocate ACR, de Siqueira Brandao A, Patel MP, Lipiec-Ximenez ME, Chilvarquer I, Do Valle-Corotti KM. **Bone tissue amount related to upper incisors inclination.** Angle Orthod. 2014 Mar; 84( 2): 279-85.

150. Flores-Mir C, Rosenblatt MR, Major PW, Carey JP, Heo G. **Measurement accuracy and reliability of tooth length on conventional and CBCT reconstructed panoramic radiographs.** Dental Press J Orthod. 2014; 19 (5): 45-53.

151. Eslami E, Barkhordar H, Abramovitch K, Kim J, Masoud MI. **Cone-beam computed tomography vs conventional radiography in visualization of maxillary impacted-canine localization: A systematic review of comparative studies.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017; 151 (2): 248-58.

152. Leifert S, Jonas IE. **Dental anomalies as a microsymptom of palatal canine displacement.** J Orofac Orthop. 2003;6 4: 108-20.
153. Björk A, Skieller V. **Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method.** Br J Orthod. 1977; 4 (2): 53-64.
154. Gandini LGJ, Buschang PH. **Maxillary and mandibular width changes studied using metallic implants.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2000 Jan; 117 (1): 75-80.
155. Karacin G, Senisik NE, Yildirim D. **Comparison of Lateral Tooth Volume and Morphology Between Buccally and Palatally Localised Unilateral Impacted Maxillary Canine Cases on Cone-Beam Computed Tomography.** J Craniofac Surg. 2021; 32 (2): 752-56.
156. Hettiarachchi, Pilana Vithanage Kalani Shihanika, Olive RJ, Monsour P. **Morphology of palatally impacted canines: A case-controlled cone-beam volumetric tomography study.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017 Feb; 151 (2): 357-62.
157. Paschos E, Huth KC, Fassler H, Rudzki-Janson I. **Investigation of maxillary tooth sizes in patients with palatal canine displacement.** J Orofac Orthop. 2005 Jul; 66 (4): 288-98.
158. Hofmann E, Medelnik J, Keller T, Steinhäuser S, Hirschfelder U. **Measuring mesiodistal width of impacted maxillary canines with CT.** J Orofac Orthop. 2011; 72: 43-44.
159. Celikoglu M, Nur M, Kilkis D, Said Sezgin O, Bayram M. **Mesiodistal tooth dimensions and anterior and overall Bolton ratios evaluated by cone beam computed tomography.** Aust Orthod J. 2013; 29: 11-16.
160. Seeman E. **Clinical review 137: Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength.** J Clin Endocrinol Metab. 2001 Oct; 86 (10): 4576-84.
161. Schneider S, Gandhi V, Upadhyay M, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. **Sex, growth pattern, and growth status-related variability in maxillary and mandibular buccal cortical thickness and density.** Korean J Orthod. 2020 Mar; 50 (2): 108-19.

162. Syrynska M, Budzynska A. **The incidence of uni- and bilateral impacted maxillary canines and their position in dental arch depending on gender and age.** Ann Acad Med Stetin. 2008; 54 (2): 132-37.

## **10. RESUMEN**

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue analizar las características morfológicas óseas y dentoalveolares del maxilar superior, en sujetos con impactación canina palatina unilateral utilizando el Cone Beam Computed Tomography (CBCT). Se realizó un estudio clínico retrospectivo de 100 pacientes adultos divididos en dos grupos: uno formado por pacientes con un canino maxilar incluido unilateralmente por palatino (GI) que constaba de 50 participantes, y otro grupo control, que contaba con 50 participantes. El GI se subdividió en dos subgrupos: GI-R formado por los sujetos que tenían el canino incluido en la hemiarcada derecha y GI-L, formado por los pacientes que tenían el canino incluido en la hemiarcada izquierda, realizando un estudio a boca partida entre los subgrupos. Sobre CBCT, se midieron dos variables esqueléticas: la anchura basal maxilar y la altura de la cresta alveolar y seis variables dentoalveolares: inclinación sagital del incisivo superior, longitud dentaria total de incisivos laterales, longitud dentaria total de caninos, longitud de arcada, tamaño dentario mesiodistal y discrepancia óseo-dentaria. En las variables esqueléticas, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la anchura basal del maxilar superior, pero sí en la altura de la cresta alveolar en todos los grupos y subgrupos ( $p < 0.01$ ). En las variables dentoalveolares, existieron diferencias significativas en la inclinación sagital del incisivo superior y en la longitud del incisivo lateral izquierdo entre GI y GC y en los subgrupos de GI, también se encontraron diferencias en la inclinación del incisivo, la longitud de arcada y la discrepancia óseo-dentaria ( $p < 0.01$ ). Existen por lo tanto diferencias a nivel esquelético y dentoalveolar en los pacientes con CMPI por palatino, siendo los valores tanto angulares como lineales, en comparación con el grupo control, y dentro de los subgrupos de GI, con respecto a la hemiarcada de no inclusión.

**Abstract:** The aim was to analyze the skeletal and dentoalveolar morphological characteristics of the superior maxilla, in subjects with unilateral palatally impacted canine using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). A retrospective clinical study was conducted of 100 adult patients divided into two groups: one consisting of 50 patients with a unilaterally palatally impacted maxillary canine (GI), and the other consisting of 50 control patients (GC). GI with the subgroups in the right and left hemiarcs (GI-R and GI-L). GI was subdivided in two groups: GI-R which contained a palatally impacted canine in the right side of the arch, and GI-L which contained a palatally impacted canine in the left side of the arch, performing a split mouth study. The CBCT measured two skeletal variables: maxillary basal width and alveolar crest height and six dentoalveolar variables: sagittal inclination of the upper central incisor, relative lateral incisor length, relative canine length, arch length, tooth size and bone-dental discrepancy. In skeletal variables, no statistically significant differences were found in the basal maxillary width, but they were found in the alveolar crest height in all groups and subgroups ( $p < 0.01$ ). In the dentoalveolar variables there were differences in the sagittal inclination of the upper central incisor and the relative lateral incisor length between GI and GC and also, among the GI subgroups, differences were found in sagittal inclination of the upper central incisor, arch length and arch length-tooth size discrepancy ( $p < 0.01$ ). There are skeletal and dentoalveolar differences in patients with unilateral palatally impacted maxillary canines, with lower angular and linear measurements compared to patients without impaction.

## **11. ANEXOS**

## ANEXO I: Abreviaturas

CMP: *Canino maxilar permanente.*

CMPI: *Canino maxilar permanente incluido.*

JL: *Punto yugal izquierdo de Ricketts.*

JR: *Punto yugal derecho de Ricketts.*

CBCT: *Tomografía Computerizada de Haz Cónico.*

ICC: *Índice de correlación intraclase.*

SD: *Desviación estándar.*

GHR: *Receptor de la hormona de crecimiento.*

GI: *Grupo estudio.*

GC: *Grupo control.*

GI-R: *Subgrupo estudio con inclusión en lado derecho.*

GI-L: *Subgrupo estudio con inclusión en lado izquierdo.*

BMW: *Anchura basal maxilar.*

ACH: *Altura de la cresta alveolar.*

II: *Inclinaciónb sagital del Incisivo Central Superior.*

RCL: *Longitud del Canino Superior Derecho.*

RLIL: *Longitud del Incisivo Lateral Superior Derecho.*

LLIL: *Longitud del Incisivo Lateral Superior Izquierdo*

LCL: *Longitud del Canino Superior Izquierdo.*

AL: *Longitud de Arcada.*

TS: *Tamaño Dentario mesiodistal.*

ATD: *Discrepancia óseo-Dentaria.*

J-PR: *Punto Yugal de Ricketts- Distancia al rafe palatino medio.*

ACH': *Altura de la Cresta Alveolar Maxilar por hemiarcada.*

II': *Inclinación del Incisivo central Superior.*



CL: *Longitud del Canino Superior.*

LIL: *Longitud del Incisivo lateral Superior.*

AL': *Longitud de Arcada por hemiarcada.*

TS': *Tamaño Dentario mesiodistal por hemiarcada.*

ATD': *Discrepancia Óseo-Dentaria por hemiarcada.*

## **ANEXO II: Publicación**

## Article

# Skeletal and Dental Morphological Characteristics of the Maxillary in Patients with Impacted Canines Using Cone Beam Computed Tomography: A Retrospective Clinical Study

María Elena Montes-Díaz <sup>1</sup>, Alicia Martínez-González <sup>1</sup>, Riánsares Arriazu-Navarro <sup>2</sup>,  
Alfonso Alvarado-Lorenzo <sup>3,\*</sup> , Nuria Esther Gallardo-López <sup>4</sup>  and Ricardo Ortega-Aranegui <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Department of Orthodontics, Faculty of Medicine, CEU Universities, 28668 Madrid, Spain; mariaelena.montesdiaz@ceu.es (M.E.M.-D.); amglez@ceu.es (A.M.-G.)

<sup>2</sup> Department of Basic Med Science, Faculty of Medicine, CEU Universities, 28668 Madrid, Spain; arriazun@ceu.es

<sup>3</sup> Department of Surgery, Faculty of Medicine, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain

<sup>4</sup> Department of Dental Clinical Specialties, Faculty of Dentistry, Complutense University of Madrid, 28040 Madrid, Spain; negallar@ucm.es

<sup>5</sup> Section of Radiology, Faculty of Dentistry, Complutense University of Madrid, 28040 Madrid, Spain; riortega@odon.ucm.es

\* Correspondence: kuki@usal.es



**Citation:** Montes-Díaz, M.E.; Martínez-González, A.; Arriazu-Navarro, R.; Alvarado-Lorenzo, A.; Gallardo-López, N.E.; Ortega-Aranegui, R. Skeletal and Dental Morphological Characteristics of the Maxillary in Patients with Impacted Canines Using Cone Beam Computed Tomography: A Retrospective Clinical Study. *J. Pers. Med.* **2022**, *12*, 96. <https://doi.org/10.3390/jpm12010096>

Academic Editor: Salvatore Scacco

Received: 12 December 2021

Accepted: 10 January 2022

Published: 12 January 2022

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



**Copyright:** © 2022 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/>).

**Abstract:** The aim of this study is to analyze the skeletal and dentoalveolar morphological characteristics of the maxillary in subjects with a unilateral palatally impacted canine using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). A retrospective clinical study was conducted of 100 adult patients divided into two groups: one consisting of patients with a unilaterally palatally impacted maxillary canine (GI), with the subgroups in the right and left hemiarches (GI-R and GI-L), and the second, without impacted canine, as the control group (CG). The CBCT measured skeletal variables (maxillary basal width and alveolar crest height) and dentoalveolar variables (inclination of the upper incisor, tooth lengths of incisors and canines, arch length, tooth size and bone dental discrepancy). In skeletal variables, statistically significant differences were found in alveolar crest height (ACH) in all groups and subgroups ( $p < 0.01$ ). In the dentoalveolar variables, there were differences in the angle of the upper incisor (II) and lateral incisor length (LLIL) between the GI and GC and the angle of the upper incisor (II'), arch length (AL') and arch length-tooth size discrepancy (ATD') among the GI subgroups ( $p < 0.01$ ). There are skeletal and dentoalveolar differences in patients with unilateral palatally impacted maxillary canines, with lower angular and linear measurements compared with patients without impaction.

**Keywords:** palatally impacted canine; CBCT; bone discrepancy; precision dentistry; 3D diagnosis

## 1. Introduction

Tooth eruption is the vertical movement from the intra-alveolar non-functional position to the functional line of occlusion [1]. The maxillary canine erupts at age 11 in boys and at approximately 10.6 years in girls [2], with a longer development period, deeper area of formation, and a more difficult path to the occlusal position [3–6]. Coulter and Richardson observed a distance traveled from formation to eruption of 22 mm [7]. It is considered impacted when it is completely or partially covered by mucoperiosteum and bone, distant from the place and time that corresponds to it in the mouth [8,9]. After the third molar, the canine is the tooth that most frequently presents anomalies in its eruption [5,9,10], with a prevalence of 1–3% [2,4–6,11–15], and in the majority of the cases, it is an asymptomatic process [14]. Exclusively within orthodontic practice, the prevalence amounts to 23.5% of orthodontic patients [2,16]. The incidence of the location of the impacted canine depends on race [17], with palatal impaction being more frequent [6,9,18–20] in 85% [16,21,22], except

in the Asian race where buccal impaction is three to six times more common [9,17]. The 83–92% of canine impactions are unilateral [5], with a higher prevalence (58%) on the left side [23]. Numerous studies have affirmed that it clearly predominates in the female sex [2,4,6,7,9,15,17,18,23,24] in a 2:1 ratio [2,6,18].

The first reported cases of canine impaction dates back to prehistory [15]. Its etiology is unclear and appears to be multifactorial, mainly related to loss of lateral incisor guidance and genetics [5,13,17,25,26]. In 2020, Chen et al. suggested that the structural variation of the maxillary bone could constitute an etiological factor of impaction or be the result of the lack of maxillary development [5]. Canine impaction is considered to have a sufficient prevalence to carry out extensive studies of possible preventive treatment modalities [16].

Conventional two-dimensional (2D) radiography has shown errors, and lack of diagnostic precision and unsatisfactory information not only in dental impactions [4,24] but also in the periodontal diagnosis of the alveolar bone [27]. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) has become the alternative and the reference diagnostic test to determine the position of impacted canines [2,5,28] because of its reduced distortion, lower cost and lower radiation exposure with respect to other three-dimensional techniques such as computerized tomography (CT) [4] because it allows for obtaining the specific image of the canine area without the need to expose other areas [1,11]. Therefore, we can see the exact position, angulation, assessment of adjacent structures and associated root resorptions [2,12]. The kilovoltage of the CT and the CBCT are, respectively, 120 and 60–90 kV [29], therefore obtaining a lower radiation with the second method. Some authors, such as Bjerklin and Ericson, have suggested that the 3D methodology changed almost 30% of the diagnoses of impacted canines originally diagnosed in 2D [30]. The failed and/or late diagnosis of a canine impaction can have important consequences on intraoral health such as root resorption of neighboring teeth [4,10], ankylosis [16,24], aesthetic repercussions, decreased available space in the arch, follicular cyst formation and eventual tooth loss due to periodontal problems [12]. The non-eruption of an impacted canine increases the risk of root resorption of the adjacent tooth, which is usually less than 1 mm apart [12]. Baccetti [31] and other authors [9,12,32] found a relationship between canine impaction and other dental anomalies such as smaller lateral incisors, aplasia of second premolars, infraocclusion of temporary molars and enamel hypoplasia. The literature also reported an association with agenesis in 33% of the cases of impacted canines [4,16], suggesting that these events could have the same genetic origin [12].

The aim of this study was to analyze patients with a unilateral palatally impacted maxillary canine using a 3D method such as CBCT, determine if there were statistically significant differences between the skeletal and dentoalveolar morphological characteristics of the maxilla with respect to a control group and to compare the impacted hemiarch with the non-impacted hemiarch within the impacted canine group. The null hypothesis of the present study is that there are no statistically significant differences between skeletal and dentoalveolar morphological variables in patients with unilateral palatally impacted maxillary canines and patients without impaction.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Ethics Approval and Patient Consent

This work followed the guidelines established by the Declaration of Helsinki for human research, and the project was approved by the ethics committee of the Faculty of Medicine, CEU Universities, Madrid, Spain (ref: 328/19/16). The participants were asked for their written consent.

### 2.2. Sample Size Calculation and Participants

This study was carried out on 100 patients, a sample size similar to other published studies [1,8]. To determine the sample size, previous studies were used as an initial guide. A pilot study of 20 subjects was carried out, and with the difference and deviation observed, the necessary sample size of 47 subjects per group was calculated to obtain a 95%

significance difference with a power greater than 80%. The analysis software used for this calculation was SPSS 28 for Windows (Armonk, NY, USA).

### 2.3. Study Design

A retrospective cross-sectional clinical study was carried out on a total sample of 100 Caucasian patients who were divided into two groups: 50 patients with unilateral palatal impacted maxillary canine (GI), where 54% were women ( $n = 29$ ) and 46% men ( $n = 21$ ), and 50 control subjects (CG), where 58% were women ( $n = 27$ ) and 42% were men ( $n = 23$ ). Within the GI group, a split mouth study was performed, dividing the GI into two subgroups: 21 patients with impacted canines on the left side (GI-L group) and 29 on the right side (GI-R group), comparing them with the control side (Table 1).

**Table 1.** Demographic characteristics of participants ( $n = 100$ ).

			Study Group (GI)	Subgroup Left Side Impaction (GI-L)	Subgroup Right Side Impaction (GI-R)	Control Group (GC)
Total Sample			50	21	29	50
Age	Mean		32.8	30.33	34.55	26.8
	SD		9.16	9.35	9.08	5.78
Sex	Men	$n$	21	12	9	23
		%	46	57.14	31.03	43
	Women	$n$	29	9	20	27
		%	54	42.86	68.96	58

SD: standard deviation;  $n$  = sample size; % = percentage of simple size.

We compared the GI and GC group values; to compare the subgroups within the GI (GI-L and GI-R), a split-mouth study was performed. The samples were collected over a period of 22 months (June 2019–April 2021) from the same private clinic. The initial sample of this study consisted of 352 CBCT images, of which 100 were selected for the study according to inclusion and exclusion criteria. For the selection of the participants, the following inclusion criteria were followed: patients without growth whose age range was between 20 and 45 years, with unilateral palatal impaction of a maxillary canine, without an interfamilial relationship to other patients in the sample and with adult permanent dentition. The exclusion criteria were bilateral impactions of maxillary permanent canines or canines in the buccal position, severe craniofacial syndromes or malformations, lack of severe sagittal skeletal malocclusions (angle ANB between 0–5°), severe maxillary compression, periodontal disease, previous orthodontic treatment, missing teeth or agenesis (excluding wisdom teeth).

### 2.4. Measurement Procedure

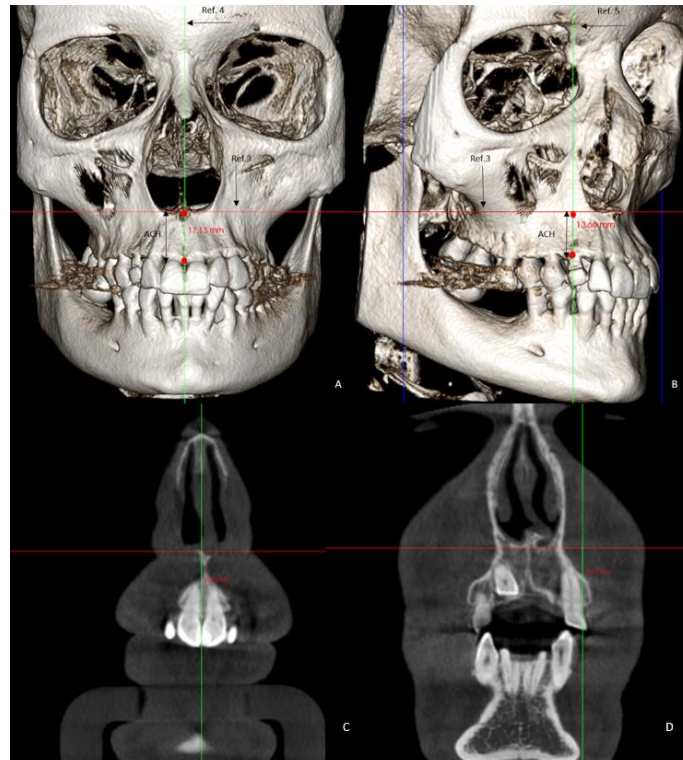
The study variables were measured in a Cone Beam Computed Tomography (CBCT) radiological test, of which the model was the Planmeca Promax 3D MID (Planmeca, Helsinki, Finland), using the Invivo™ 6 KaVo (Kavo, Hatfield, PA, USA) program to perform the measurements. The 3D imaging volume range covered everything from an individual tooth (Ø34 × 42 mm) to obtaining the volume of the entire facial region (Ø160 × 160 mm). The Ø160 × 160 mm volume was used, where a three-dimensional image of the complete skull was obtained. The total exposure time was approximately 18–26 s, with a kilovoltage of 54–90 kV and a milliamperage of 1–14 mA, with a volume reconstruction time of at least 15 s. The posture of the patient during the exposure was with the Frankfurt plane parallel to the ground.

The skeletal variables measured were the following:

1. Basal maxillary width (BMW) in the frontal plane, measured in the JL-JR Ricketts distance in the GC and GI (linear measurement between points on the jugal process at the

intersection of the outline of the maxillary tuberosity and the zygomatic buttress) [26] and in the GI-R and GI-L, the JR and JL distance to the median palatal raphe (J-PR) (Figure 2).

2. Maxillary alveolar crest height (ACH) was measured from a tangent to the floor of the nasal fossa, to the lowest alveolar crest between both central incisors (Figure 1) in the GC and GI and, in the GI-R and GI-L, the alveolar crest height from a tangent to the floor of the nasal fossa, to the lowest alveolar crest of the canines, and in its absence, to the lowest alveolar crest of the place that would correspond to the impacted canine (ACH') [8] (Figure 1).



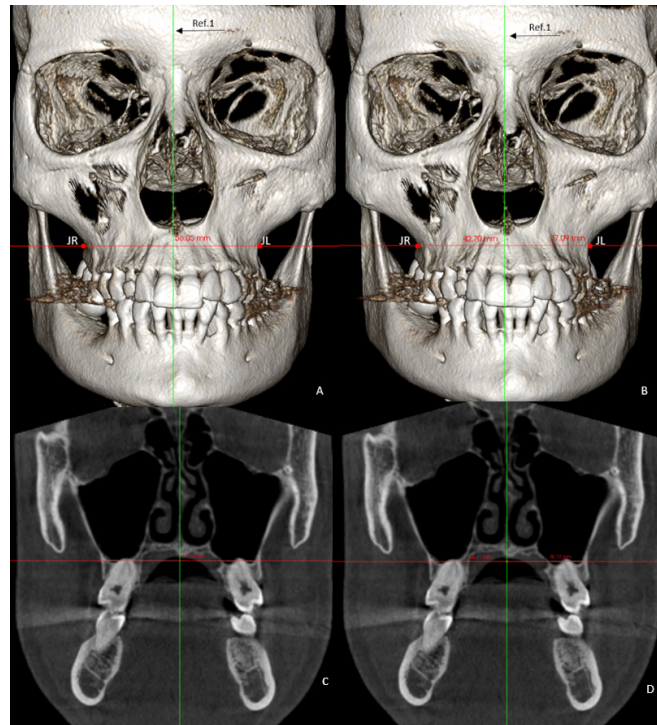
**Figure 1.** Images of the 3D measurements (A,B). CBCT reconstruction showing alveolar crest height (ACH) measured from the floor of the nasal fossa to the level of the crest measured between upper central incisors (C) and alveolar crest height per hemiarch (ACH') measured from the floor of the nasal fossa to the level of the crest measured at the level of the right and left canines (D).

The dentoalveolar variables were as follows:

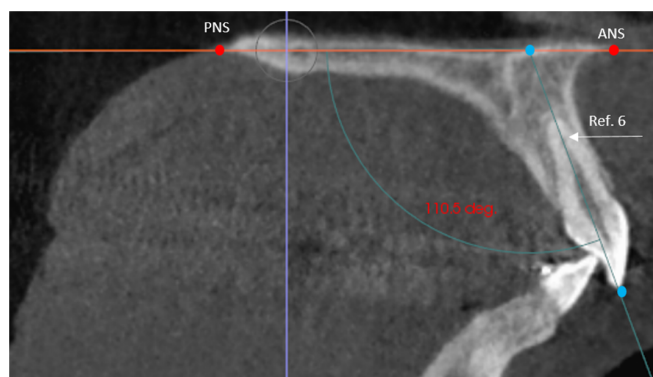
1. The angle of the coronal inclination of the upper right and left central incisors with respect to the palatal plane (II) was measured in the sagittal plane (anterior nasal spine-posterior nasal spine) [33] where the angle obtained is that between the major axis of the upper incisor and the palatal plane in the GI and GC. In the GI-R and GI-L subgroups, the coronal inclination of the upper right and left central incisors was measured separately with respect to the palatal plane (II') (Figure 3).
2. Relative canine length of the upper right (RCL) and left (LCL) canine in its main axis, from the apex to the incisal ridge [34], in the GI and GC. In the GI-R and GI-L, the length of the right and left canine (CL) was measured (Figure 4).
3. Upper right lateral incisor length (RLIL) and left (LLIL) lateral incisor length, along their long axis, from the apex to the incisal ridge [34] in the GI and GC. In the GI-R and GI-L subgroups, the right and left lateral incisor lengths (LILs) were measured (Figure 4).
4. Arch length (AL) from mesial of the first permanent molar on one side to mesial of the first permanent molar on the contralateral side [35] in the GI and GC. In the GI-R

and GI-L, from mesial of the first permanent molar on one side to the dental midline and from the dental midline to the mesial side of the contralateral first permanent molar ( $AL'$ ) was measured (Figure 5).

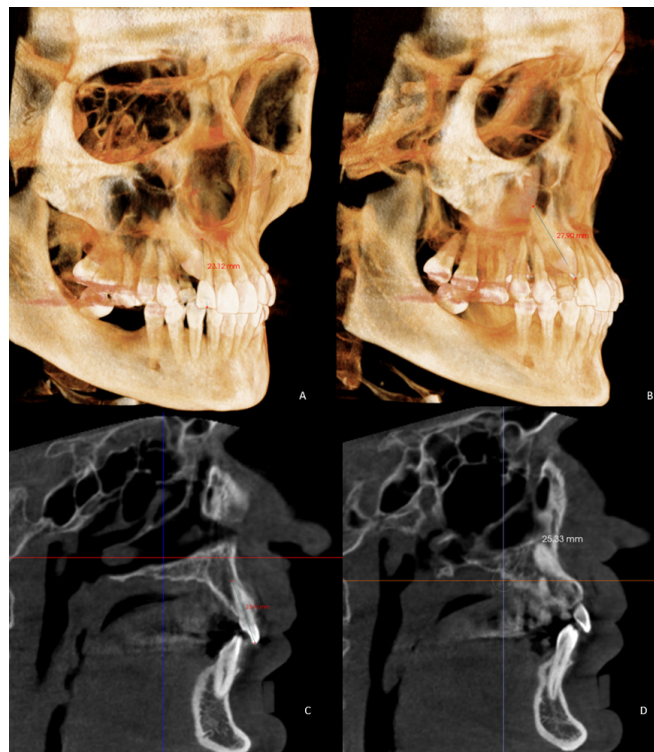
5. Mesiodistal tooth size (TS) of the entire upper arch except for the first, second and third molars [35] in the GI and GC. In the GI-R and GI-L, the TS of the right and left hemiarches ( $TS'$ ) was measured (Figure 5).
6. Arch length-tooth size discrepancy (ATD), obtained from the subtraction of the arch length (AL) and mesiodistal tooth size (TS) [35] in the GI and GC. In the GI-R and GI-L subgroups, the ATD of the right and left hemiarches ( $ATD'$ ) was measured (Figure 5).



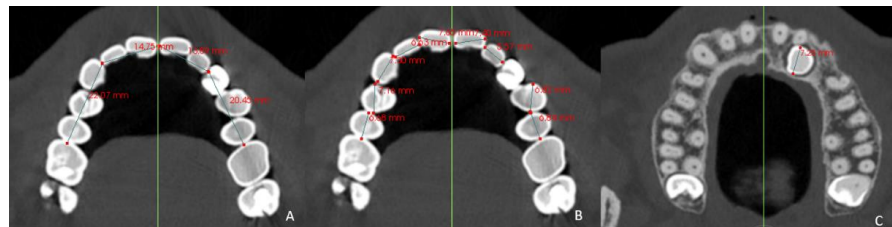
**Figure 2.** Images of the 3D measurements (A,B). CBCT reconstruction showing the reference line used for basal maxillary width (C) and basal maxillary width per hemiarch (D). Ref 1: palatal raphe. JR and JL represent Ricketts’s jugal process.



**Figure 3.** Reference lines used for incisor inclination on the sagittal plane, where PNS and ANS represent the palatal plane and the long axis of the upper incisor (Ref. 6). The angle obtained between both lines defines the incisor inclination.



**Figure 4.** Images of the 3D measurements (A,B). CBCT reconstruction showing (C) total lateral incisor length (LIL) and (B) total canine length (D).



**Figure 5.** (A) Arch length (AL), (B) tooth size (TS), and (C) tooth size measured in an impacted canine.

### 2.5. Statistical Analysis

The statistical analysis of the data was performed with the SPSS 28.0 program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) for Windows. To determine normal distribution, the Kolmogorov–Smirnov test was used. Once the normal distribution of the data was verified, the paired Student’s *t*-test was used for the comparison of two related samples on the same subject and the Student’s *t*-test of independent samples was used for the comparison between the control and study groups. Two statistical significance levels were established:  $p < 0.05$  as statistically significant and  $p < 0.01$  as highly significant.

## 3. Results

### 3.1. Intraclass Correlation Coefficient

Measurements were performed by a single operator. The data that reached the statistical operator were kept anonymous by means of a numerical code. To obtain intraoperative agreement, measurements of 10 samples per group were performed, 3 times on 3 different days, with an interval of 3 days between measurements. The time spent measuring each sample was approximately 20 min. From this reassessment, the mean was performed to verify that there was agreement between the measurements. To measure agreement, the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was performed, where 0 was a poor degree of agreement and 1.00 was almost perfect (Table 2).



**Table 2.** Intraclass correlation coefficients for the GC and GI.

Single Measures	Intraclass Correlation
Skeletal Variables	
BMW	0.717
ACH	0.874
Dentoalveolar Variables	
II	0.957
RCL	0.874
RLIL	0.791
LLIL	0.574
LCL	0.870
AL	0.935
TS	0.670
ATD	0.743

GI: Impaction Group; GC: Control Group; BMW: Basal Maxillary Width; ACH: Alveolar Crest Height; II: Incisor Inclination; RCL: Right Canine Length; RLIL: Right Lateral Incisor Length; LLIL: Left Lateral Incisor Length; LCL: Left Canine Length; AL: Arch Length; TS: Tooth Size; ATD: Arch Length-Tooth Size Discrepancy.

**3.2. Differences between the Impacted Group (GI) and Control Group (GC)**

In the results obtained for the skeletal variables, significant differences were found ( $p < 0.001$ ) in ACH between the GI and GC ( $18.52 \pm 3.47$  vs.  $20.80 \pm 2.74$ ), with a height 2.28 mm lower than average in the GI with respect to the GC. No significant differences were found in BMW. In the results obtained for the dentoalveolar variables, there were significant differences ( $p < 0.001$ ) in II ( $101.76 \pm 8.31$  vs.  $106.58 \pm 6.61$ ) between the GI and GC, with  $4.82^\circ$  less inclination in the GI with respect to the GC and LLIL ( $21.14 \pm 2.08$  vs.  $22.33 \pm 1.89$ ), with LLIL being 1.19 mm shorter in GI. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found in RCL ( $25.08 \pm 2.54$  vs.  $26.29 \pm 2.37$ ), RLIL ( $21.24 \pm 2.02$  vs.  $22.14 \pm 2.07$ ) and LCL ( $25.08 \pm 2.50$  vs.  $26.12 \pm 2.56$ ), with shorter tooth lengths in the GI compared with the GC in all cases, regardless of the impaction side and in AL ( $69.37 \pm 3.83$  vs.  $71.05 \pm 3.25$ ), with an average 1.68 mm less space available in the GI with respect to the GC (Table 3). No significant differences were found in TS or ATD.

**Table 3.** Comparisons of the skeletal and dentoalveolar variables of the GI and GC ( $n = 100$ ).

Variables	GI $n = 50$	GC $n = 50$	$p$ Value
Skeletal variables			
BMW (mean $\pm$ SD) (mm)	$58.39 \pm 3.50$	$59.77 \pm 4.14$	0.075
ACH (mean $\pm$ SD) (mm)	$18.52 \pm 3.47$	$20.80 \pm 2.74$	$>0.001^{**}$
Dentoalveolar variables			
II (mean $\pm$ SD) (degree)	$101.76 \pm 8.31$	$106.58 \pm 6.61$	0.002 <b>**</b>
RCL (mean $\pm$ SD) (mm)	$25.08 \pm 2.54$	$26.29 \pm 2.37$	0.016 *
RLIL (mean $\pm$ SD) (mm)	$21.24 \pm 2.02$	$22.14 \pm 2.07$	0.031 *
LLIL (mean $\pm$ SD) (mm)	$21.14 \pm 2.08$	$22.33 \pm 1.89$	0.003 <b>**</b>
LCL (mean $\pm$ SD) (mm)	$25.08 \pm 2.50$	$26.12 \pm 2.56$	0.043 *
AL (mean $\pm$ SD) (mm)	$69.37 \pm 3.83$	$71.05 \pm 3.25$	0.021 *
TS (mean $\pm$ SD) (mm)	$69.80 \pm 4.24$	$70.43 \pm 3.79$	0.433
ATD (mean $\pm$ SD) (mm)	$-0.42 \pm 4.11$	$0.61 \pm 2.90$	0.147

\* Statistically significant results ( $p < 0.05$ ); \*\* Statistically significant results ( $p < 0.01$ ). GI: Impaction Group; GC: Control Group; BMW: Basal Maxillary Width; ACH: Alveolar Crest Height; II: Incisor Inclination; RCL: Right Canine Length; RLIL: Right Lateral Incisor Length; LLIL: Left Lateral Incisor Length; LCL: Left Canine Length; AL: Arch Length; TS: Tooth Size; ATD: Arch Length-Tooth Size Discrepancy.

**3.3. Differences between the GI-R and Control Side**

In the results obtained for the skeletal variables in the GI-R, there were significant differences ( $p < 0.001$ ) in ACH' ( $14.87 \pm 2.98$  vs.  $15.40 \pm 3.06$ ), 0.53 mm lower than average

in the right hemiarch. No significant differences were found between hemiarches in J-PR (Table 4).

**Table 4.** Comparisons according to the right side (GR) vs. control side (GC´) of impaction of the skeletal and dentoalveolar variables (n = 29).

Variables	GI-R n = 29	Control Side n = 29	p-Value
Skeletal variables			
J-PR (mean ± SD) (mm)	40.18 ± 4.08	38.88 ± 3.36	0.126
ACH' (mean ± SD) (mm)	14.87 ± 2.98	15.40 ± 3.06	0.005 **
Dentoalveolar variables			
II' (mean ± SD) (degree)	99.70 ± 8.08	101.67 ± 8.48	0.036 *
CL (mean ± SD) (mm)	25.20 ± 2.27	24.97 ± 2.65	0.523
LIL (mean ± SD) (mm)	21.01 ± 2.23	21.24 ± 1.97	0.369
AL' (mean ± SD) (mm)	33.72 ± 1.95	35.09 ± 1.64	<0.001 **
TS' (mean ± SD) (mm)	34.69 ± 1.71	34.21 ± 1.90	0.037 *
ATD' (mean ± SD) (mm)	−0.96 ± 1.63	0.88 ± 2.28	<0.001 **

\* Statistically significant results (p < 0.05); \*\* Statistically significant results (p < 0.01); J-PR: Jugal Point-Palatal Raphe distance; ACH': Alveolar Crest Height per hemiarch; II': Incisor Inclination; CL: Canine Length; LIL: Lateral Incisor Length; AL': Arch Length per hemiarch; TS': Tooth Size Length per hemiarch; ATD': Arch Length-Tooth Size Discrepancy Length per hemiarch.

In the results obtained for the dentoalveolar variables in the GI-R, statistically significant differences (p < 0.001) were found in AL' (33.72 ± 1.95 vs. 35.09 ± 1.64), with 1.37 mm lower than the mean in the right side with respect to the left side, and in ATD' (−0.96 ± 1.63 vs. 0.88 ± 2.28), with the mean right side being 1.84 mm more negative than the left. Statistically significant differences (p < 0.05) appeared in II' (99.70 ± 8.08 vs. 101.67 ± 8.48), with the inclination of 1.97° less than the mean in the right hemiarch compared with the left, and in TS' (34.69 ± 1.71 vs. 34.21 ± 1.90), the tooth size was larger on the right side (with a mean 0.48 mm more than the left TS'). No significance was found in LIL or CL (Table 4).

### 3.4. Differences between the GI-L and the Control Side

In the results obtained for the skeletal variables in the GI-L, significant differences (p < 0.001) were found in ACH' (15.53 ± 3.00 vs. 16.99 ± 3.43), with 1.46 mm lower mean on the left hemiarch. No significant differences were found between hemiarches in J-PR (Table 5).

**Table 5.** Comparisons according to the left side (GI-L) vs. control side (GC´) of impaction of the skeletal and dentoalveolar variables (n = 21).

Variables	GI-L n = 21	Control Side n = 21	p-Value
Skeletal variables			
J-PR (mean ± SD) (mm)	40.46 ± 3.28	41.63 ± 4.09	0.211
ACH' (mean ± SD) (mm)	15.53 ± 3.00	16.99 ± 3.43	>0.001 **
Dentoalveolar variables			
II' (mean ± SD) (degree)	102.76 ± 8.75	103.73 ± 9.03	0.125
CL (mean ± SD) (mm)	25.24 ± 2.34	24.92 ± 2.93	0.380
LIL (mean ± SD) (mm)	20.99 ± 2.27	21.56 ± 1.70	0.055 *
AL' (mean ± SD) (mm)	34.14 ± 2.65	35.80 ± 2.22	>0.001 **
TS' (mean ± SD) (mm)	35.40 ± 2.58	35.63 ± 2.62	0.496
ATD' (mean ± SD) (mm)	−1.26 ± 3.08	0.16 ± 2.40	0.003 **

\* Statistically significant results (p < 0.05); \*\* Statistically significant results (p < 0.01). J-PR: Jugal Point-Palatal Raphe distance; ACH': Alveolar Crest Height per hemiarch; II': Incisor Inclination; CL: Canine Length; LIL: Lateral Incisor Length; AL': Arch Length per hemiarch; TS': Tooth Size Length per hemiarch; ATD': Arch Length-Tooth Size Discrepancy Length per hemiarch.

In the results obtained for the dentoalveolar variables in the GI-L, significance ( $p < 0.001$ ) was found in  $AL'$  ( $34.14 \pm 2.65$  vs.  $35.80 \pm 2.22$ ), with the left side mean 1.66 mm less than the right, and in  $ATD'$  ( $-1.26 \pm 3.08$  vs.  $0.16 \pm 2.40$ ), with the left side  $-1.42$  mm lower. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found in LIL ( $20.99 \pm 2.27$  vs.  $21.56 \pm 1.70$ ), with the left side having a mean of 0.57 mm less. No statistically significant differences were found in  $II'$ , CL or  $TS'$  (Table 5).

3.5. Differences between the GI-L and GI-R with Control Side

In the results obtained for the skeletal variables in the GI, there were significant differences ( $p < 0.001$ ) in  $ACH'$  ( $15.15 \pm 2.98$  vs.  $16.07 \pm 3.28$ ), where the mean of the impacted hemiarch was 0.92 mm lower. No significant differences were found between hemiarches in J-PR (Table 6).

**Table 6.** Comparisons of skeletal and dentoalveolar variables of the impacted and non-impacted sides ( $n = 100$ ).

Variables	Imp. $n = 50$	Control Side. Non-Imp. $n = 50$	$p$ -Value
Skeletal variables			
J-PR (mean $\pm$ SD) (mm)	$40.30 \pm 3.73$	$40.03 \pm 3.89$	0.674
$ACH'$ (mean $\pm$ SD) (mm)	$15.15 \pm 2.98$	$16.07 \pm 3.28$	$>0.001^{**}$
Dentoalveolar variables			
$II'$ (mean $\pm$ SD) (degree)	$100.99 \pm 8.42$	$102.54 \pm 8.69$	0.010 $^{**}$
CL (mean $\pm$ SD) (mm)	$25.22 \pm 2.28$	$24.95 \pm 2.74$	0.294
LIL (mean $\pm$ SD) (mm)	$21.01 \pm 2.22$	$21.37 \pm 1.85$	0.051 $^*$
$AL'$ (mean $\pm$ SD) (mm)	$33.90 \pm 2.26$	$35.39 \pm 1.91$	$>0.001^{**}$
$TS'$ (mean $\pm$ SD) (mm)	$34.99 \pm 2.12$	$34.81 \pm 2.31$	0.347
$ATD'$ (mean $\pm$ SD) (mm)	$-1.08 \pm 2.62$	$0.58 \pm 2.00$	$>0.001^{**}$

\* Statistically significant results ( $p < 0.05$ ); \*\* Statistically significant results ( $p < 0.01$ ). J-PR: Jugal Point- Palatal Raphe distance;  $ACH'$ : Alveolar Crest Height per hemiarch;  $II'$ : Incisor Inclination; CL: Canine Length; LIL: Lateral Incisor Length;  $AL'$ : Arch Length per hemiarch;  $TS'$ : Tooth Size Length per hemiarch;  $ATD'$ : Arch Length-Tooth Size Discrepancy Length per hemiarch. Imp.: Impacted Side; Non Imp.: Non-impacted Side.

In the results obtained for the dentoalveolar variables in the GI, there were significant differences ( $p < 0.01$ ) in  $II'$  ( $100.99 \pm 8.42$  vs.  $102.54 \pm 8.69$ ),  $1.55^\circ$  lower in the impacted hemiarch; in  $AL'$  ( $33.90 \pm 2.26$  vs.  $35.39 \pm 1.91$ ), 1.49 mm lower in the hemiarch containing the impacted canine; and in  $ATD'$  ( $-1.08 \pm 2.62$  vs.  $0.58 \pm 2.00$ ), 1.66 mm more negative in the impacted hemiarch. Significance ( $p < 0.05$ ) was found in LIL ( $21.01 \pm 2.22$  vs.  $21.37 \pm 1.85$ ), with the lateral incisor on the impaction side being 0.36 mm shorter on average. No significant differences were found in CL or  $TS'$  (Table 6).

3.6. Differences between Male and Female Sex

Regarding sex, there were significant differences ( $p < 0.01$ ) in one dentoalveolar variable,  $AL'$  ( $34.88 \pm 2.23$  vs.  $33.19 \pm 2.03$ ), with a mean 1.69 mm lower in the female sex. No significance was detected in the rest of the variables (Table 7).

**Table 7.** Comparisons according to sex of the skeletal and dentoalveolar variables of the GI.

Variables	Male <i>n</i> = 21	Female <i>n</i> = 29	<i>p</i> -Value
Skeletal variables			
J-PR (mean ± SD) (mm)	41.37 ± 3.29	39.52 ± 3.89	0.084
ACH' (mean ± SD) (mm)	19.10 ± 3.73	19.39 ± 3.23	0.769
Dentoalveolar variables			
II' (mean ± SD) (degree)	101.98 ± 8.65	100.27 ± 8.34	0.485
CL (mean ± SD) (mm)	25.56 ± 2.35	24.97 ± 2.22	0.368
LIL (mean ± SD) (mm)	21.58 ± 1.52	20.49 ± 2.56	0.124
AL' (mean ± SD) (mm)	34.88 ± 2.23	33.19 ± 2.03	0.007 **
TS' (mean ± SD) (mm)	35.59 ± 1.88	34.55 ± 2.21	0.089
ATD' (mean ± SD) (mm)	−0.70 ± 2.41	−1.36 ± 2.77	0.387

\*\* Statistically significant results ( $p < 0.01$ ). GI: Impacted group; J-PR: Jugal Point-Palatal Raphe distance; ACH': Alveolar Crest Height per hemiarch; II': Incisor Inclination; LIL: Lateral Incisor Length; CL: Canine Length AL': Arch Length; TS': Tooth Size; ATD': Arch length-Tooth Size Discrepancy.

#### 4. Discussion

Over the years, factors related to canine impaction have been studied in different diagnostic tests [25,32,36,37], orthopantomographs and plaster casts. In the last decade, CBCT has gained importance for its high level of precision and reliability in linear and angular measurements [1] as well as for being reliable diagnostic method [24,25,37,38].

The present study attempted to analyze and compare the characteristics of the maxilla in patients with a palatal impacted maxillary canine with respect to a control group and with respect to the non-impacted side. In the literature, there are numerous studies that have analyzed bone and teeth characteristics in patients with impacted canines and that have compared the impacted side with the non-impacted side [1,8,12,17,28], but there are fewer studies that have introduced a control group [25,32]. Of all of them, none have compared the impacted side to the non-impacted side within the same study, and the study group compared with the control group, as analyzed in the present study by performing a split-mouth study.

Until a few years ago, it was believed that the permanent upper canine ran out of space because it was the last to erupt in the arch [22]. This usually occurs in both buccal and palatal impactions, with the position of the canine being different in both cases [14,26,36]. In both impactions, a form of crowding is considered the etiology, which is solved with preventive treatment by widening the space that will eventually allow for the eruption of the canine [6,26]; however, palatal impactions cannot always be associated with crowding, which makes the etiology more uncertain. For this reason, we decided to study only palatal impaction.

Most of the published cases of palatally impacted canines are European, with an impaction frequency at least two or three times greater than those buccally impacted [15]. Very few Black cases have been reported, and in Asians, it is quite rare, with a 2:1 ratio of Caucasians to Asians [26]. In Europeans, 70% of the cases of canine impaction are palatal [15,36]. Everything indicates that there are significant differences in the frequency of canine impaction depending on the racial group, which is predominantly Caucasians [5].

Björk and Skieller [39] observed in growing patients that the maxillary posterior basal width increased by 0.4 mm per year between the ages of 4 and 20. Gandini and Buschang [40], in a similar study years later, suggested that the greatest development of the maxilla occurs in late adolescence. For this reason, in this research, the minimum age of the subjects was 20 years, during which growth would have ended or were residual, which was irrelevant to this study, in order to analyze the definitive basal maxillary width. The Ricketts JL-JR distance has been proposed as the anatomical indicator par excellence of transverse dysplasia of the maxilla [26]. Coinciding with Saiar [26], no statistically significant differences were found in the basal maxillary width in any of the groups.

There were numerical differences, and it is probable that, by increasing the sample size, statistical significance could appear between the study group and the control group, with narrower jaws in the GI. Si-Chen et al. [5] measured the basal maxillary width with CBCT with the same Ricketts parameter and found narrower maxillae in patients with palatally impacted canines with a smaller sample size than in the present investigation; they probably found significance because their machine learning algorithm used the Learning-based multi-source Integration framework for Segmentation (LINKS). D'Oleo Aracena [8] and Arboleda-Ariza [25] measured the dentoalveolar transverse discrepancy with CBCT in the distance from the groove of the first premolar to the middle palatal raphe in patients with unilateral canine impaction, also finding narrower maxillae in the canine side included. Other authors such as Al-Nimri [20] and Langberg [36] measured the transverse maxillary discrepancy in dental casts in the same way. The first found wider arches on the impaction side, and the second did not find statistically significant differences. Therefore, deficiency in the maxillary transverse arch width could not be a primary factor contributing to the development of palatally impacted canines [36].

Some studies, including that of Wise [41], suggested that alveolar bone growth at the base of the crypt occurs during tooth eruption. In his study on rats, he suggested that the BMP6 gene could be essential in the development of the alveolar bone. CBCT has shown greater morphological details of the alveolar bone with respect to other radiological techniques [27]. In the present study, it was found, coinciding with the study by Tadinada [1] in 2005, that maxillary alveolar crest height at the anterior level was lower in the group with the impacted canine as well as on the impaction side at the level of the alveolar bone of both canines in the study group. His study was the first to measure alveolar dimensions and arch length with CBCT in the same subject comparing both sides, which could justify the non-eruption of the canine and the possible alteration of the BMP6 gene, corroborating the genetic theory as one of the etiological factors in canine impaction.

More retroclined upper central incisors were found in the study group and, within it, in the impaction hemiarch, a typical characteristic of Class II division 2 malocclusions. In 2000, Basdra [42] found a relationship between canine impaction and this sagittal malocclusion. Lüdicke [19], using panoramic radiographs and cephalograms, measured the relationship of the upper incisors SNA angle in canine impaction, finding greater retroinclination in palatal inclusions and results coinciding with those of Basdra [42] and Jacoby [22], observing that Class II division 2 exists in almost half of patients with palatally impacted canines. This suggested that another possible reason for impaction, apart from the anteroposterior problem, was excess space in the palate at the level of the apices of the incisors, combined with a relative coronal crowding at the incisal level, coinciding with our data of more negative bone discrepancy in the impacted hemiarch. The literature reported that the absence of an erupted maxillary canine is related to changes in the labial inclination of the incisors [43], with minor coronal inclinations in the four upper permanent incisors in cases of canine impaction compared with subjects without impaction. In our study, however, the subject's sagittal occlusal relationship was not considered.

In the present study, we found that the study group had lower tooth lengths of the lateral incisors and canines with respect to the control group, regardless of the impaction side. Coinciding with many authors, including Kim and Karacin [17,44], we found a decreased length of the lateral incisor on the impaction side. Unlike that on the lateral incisor length, there is little literature on the length of the maxillary canines in cases of canine impaction. Hettiarachchi [45] found that palatally impacted canines had shorter roots and longer crowns than non-impacted ones. Yoojun Kim [17] spoke of small lateral incisors and large canine crowns on the impaction side, and in buccal impactions, on the contrary, larger lateral incisors have been observed [9]. Becker et al. [46] suggested in 1981 that the presence of a lateral incisor with adequate root length, formed at the corresponding time, is an important factor in guiding the canine eruption until its functional occlusion.

In 1983, Jacoby [22] observed 46 occlusal photographs of impacted canines in patients with different characteristics (extraction of premolars, agenesis of lateral incisors, ectopic

canine on the contralateral side, etc.), concluding that 85% of the canines impacted by palatine had an adequate arch space available. He discarded any radiographic record claiming distortions, magnifications and limitations inherent to two-dimensionality. In the present study, we obtained contrary results, finding significantly less available space in the arch in the study group compared with the control group, and within the study group on the impaction side. This is probably due to the fact that the measurements were carried out with CBCT in a sample with homogeneous characteristics. In 2005, Tadinada [1] measured arch length with CBCT and obtained the same results as in the present study. Some authors such as Yoojun Kim [9] or Mercuri [32] found no significant differences in the available space between patients with unilateral canine impaction and a control group, perhaps because the measurements were made on plaster casts, and the sample size as well as the age range of the subjects of their study were smaller.

In this study, a significantly more negative bone-dental discrepancy was observed in the impaction hemiarch with respect to the contralateral one. Subjects with the temporal canine present (39 cases) and absent (21 cases) were included indistinctly in the study group, since the non-exfoliation of the temporal canine is the consequence of the dislocation of the canine towards the palate but is not its cause [15]. In 2005, Al-Nimri [20] did not find significant differences in the bone dental discrepancy measured in casts, probably because he could not access the measurement of the mesiodistal diameter of the impacted canine, which we were able to access using CBCT, which according to Kim in 2017 [17], presents a width and volume greater than the erupted contralateral canine.

Most of these studies have not considered the sex of the sample and therefore have not analyzed sexual dimorphism in canine impaction. In 2017, Capitaneanu [47] observed what other authors had already seen: tooth size in women is significantly smaller than in men, with the canine (especially the lower one) being the tooth with the greatest sexual dimorphism. Seeman [48] observed that the bones in men were larger than in women, but not necessarily denser, also suggested by Schneider [49] in his analysis of bone density and thickness using CBCT, where he found significant differences in the bone density of the maxillary vestibular cortex, being higher in women. We found differences between men and women, although not significantly in all the variables measured except in the alveolar crest height, with consistently lower values in the female sex, corroborating Seeman's theory [48]. A significant value was only found in arch length. The increase in the thickness of the female skeleton suggests a more complicated and denser intraosseous path of the canine from its formation to its eruption. In 1949, Dewel [3] observed that impaction of the maxillary canines was more frequent in women than in men, in a ratio of 2:1 [2,6,18]. There are several hypotheses in this regard: difference in growth, development, genetics and priorities; women seeking orthodontic treatment more frequently than men and attending the dentist more frequently, which is why more diagnoses are made in women than in men [8,13].

No study was found that compared the right and left side with their contralateral side without impaction, and very few studies have considered sexual dimorphism within the sample. Some of the limitations were the sample size [4], the lack of homogeneity of the sample regarding sex and the lack of age limits [8]. Genetic factors, bone density and thickness, or hormonal factors, which have been related to canine impaction, were not considered. In the future, we intend to carry out a more homogeneous study, to equalize the percentage of men and women, to include one more group of growing subjects and to add more variables.

In this study and the therapeutic application of the findings, we found a significantly decreased arch length in all of the groups studied: GI, GI-R, GI-L and impaction side. A distalization of the upper arch would increase this arch length and could facilitate the eruption of the permanent maxillary canine. Retroinclination of upper incisors was found in all groups except the GI-L; a proclination of the upper incisors could allow for the natural eruption of the canine without the need for surgical intervention. The length of the lateral incisor and the alveolar crest height were lower in the group and on the impaction side.

The treatment of these two parameters is more complex, but it can serve as a warning in the early detection of palatally impacted canines.

## 5. Conclusions

According to the results obtained, we can conclude that there were statistically significant differences in the skeletal variable of the alveolar crest height, between the GI and GC as well as in the GI subgroups, with consistently lower values in the impaction group and its subgroups. Significantly lower values were found in practically all of the dentoalveolar variables, always lower in the GI compared with the GC and on the impaction side of both subgroups. Sexual dysmorphism in  $AL'$  was lower in the female sex. The results obtained in this study indicate that there are significant differences between the two groups, with factors such as alveolar crest height, smaller tooth lengths and lower angulation of variable upper incisors to be considered in the prediction of palatally impacted maxillary canines.

**Author Contributions:** Conceptualization, M.E.M.-D. and A.M.-G.; methodology, A.A.-L.; validation, R.A.-N.; formal analysis, N.E.G.-L.; investigation, R.O.-A.; writing—original draft preparation, M.E.M.-D., A.A.-L. and A.M.-G.; writing—review and editing, M.E.M.-D., A.A.-L. and A.M.-G. 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 ethics committee of the Faculty of Medicine, CEU Universities, Madrid, Spain (protocol code: 328/19/16; June 2019).

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study, and written informed consent was obtained from the patient(s) to publish this paper.

**Data Availability Statement:** The data are available upon request due to privacy and ethical restrictions.

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

## References

1. Tadinada, A.; Mahdian, M.; Vishwanath, M.; Allareddy, V.; Upadhyay, M.; Yadav, S. Evaluation of alveolar bone dimensions in unilateral palatally impacted canine: A cone-beam computed tomographic analyses. *Eur. J. Orthod.* **2015**, *37*, 596–602. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Schubert, M.; Proff, P.; Kirschneck, C. Improved eruption path quantification and treatment time prognosis in alignment of impacted maxillary canines using CBCT imaging. *Eur. J. Orthod.* **2018**, *40*, 597–607. [[CrossRef](#)]
3. Dewel, B.F. The upper cuspid: Its development and impaction. *Angle Orthod.* **1949**, *19*, 79–90.
4. Dağsuyu, I.M.; Okşayan, R.; Kahraman, F.; Aydın, M.; Bayrakdar, I.; Uğurlu, M. The Relationship between Dental Follicle Width and Maxillary Impacted Canines' Descriptive and Resorptive Features Using Cone-Beam Computed Tomography. *BioMed Res. Int.* **2017**, *2017*, 1–5. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Chen, S.; Wang, L.; Li, G.; Wu, T.-H.; Diachina, S.; Tejera, B.; Kwon, J.J.; Lin, F.-C.; Lee, Y.-T.; Xu, T.; et al. Machine Learning in Orthodontics: Introducing a 3d Auto-segmentation and Auto-landmark Finder of Cbct Images to Assess Maxillary Constriction in Unilateral Impacted Canine patients. *Angle Orthod.* **2020**, *90*, 77–84. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Schindel, R.H.; Duffy, S.L. Maxillary Transverse Discrepancies and Potentially Impacted Maxillary Canines in Mixed-dentition Patients. *Angle Orthod.* **2007**, *77*, 430–435. [[CrossRef](#)]
7. Coulter, J.; Richardson, A. Normal eruption of the maxillary canine quantified in three dimensions. *Eur. J. Orthod.* **1997**, *19*, 171–183. [[CrossRef](#)]
8. Oleo-Aracena, M.F.D.; Arriola-Guillén, L.E.; Rodríguez-Cárdenas, Y.A.; Ruíz-Mora, G.A. Skeletal and dentoalveolar bilateral dimensions in unilateral palatally impacted canine using cone beam computed tomography. *Prog. Orthod.* **2017**, *18*, 7. [[CrossRef](#)]
9. Kim, Y.; Hyun, H.K.; Jang, K.-T. Interrelationship between the position of impacted maxillary canines and the morphology of the maxilla. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2012**, *141*, 556–562. [[CrossRef](#)]
10. Naoumova, J.; Alfaro, G.E.; Peck, S. Space conditions, palatal vault height, and tooth size in patients with and without palatally displaced canines: A prospective cohort study. *Angle Orthod.* **2018**, *88*, 726–732. [[CrossRef](#)]
11. Zeno, K.G.; Ghafari, J.G. Palatally impacted canines: A new 3-dimensional assessment of severity based on treatment objective. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2018**, *153*, 387–395. [[CrossRef](#)]
12. Da Silva, A.C.; Capistrano, A.; De Almeida-Pedrin, R.R.; Cardoso, M.D.A.; Conti, A.C.D.C.F.; Filho, L.C.; Capelozza, L. Root length and alveolar bone level of impacted canines and adjacent teeth after orthodontic traction: A long-term evaluation. *J. Appl. Oral Sci.* **2017**, *25*, 75–81. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

13. Ngo, C.T.T.; Fishman, L.S.; Rossouw, P.E.; Wang, H.; Said, O. Correlation between panoramic radiography and cone-beam computed tomography in assessing maxillary impacted canines. *Angle Orthod.* **2018**, *88*, 384–389. [[CrossRef](#)]
14. Vitria, E.E.; Tofani, I.; Bachtiar, E.W.; Kusdhany, L. Association of Maxillary Transverse Discrepancies and Impacted Maxillary Canines in Patients 10–25 Years Old. *J. Int. Dent. Med. Res.* **2016**, *9*, 322–328.
15. Peck, S.; Peck, L.; Kataja, M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. *Angle Orthod.* **1994**, *64*, 249–256.
16. Warford, J.H.; Grandhi, R.K.; Tira, D.E. Prediction of maxillary canine impaction using sectors and angular measurement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2003**, *124*, 651–655. [[CrossRef](#)]
17. Kim, Y.; Hyun, H.-K.; Jang, K.-T. Morphological relationship analysis of impacted maxillary canines and the adjacent teeth on 3-dimensional reconstructed CT images. *Angle Orthod.* **2017**, *87*, 590–597. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Langberg, B.J.; Peck, S. Tooth-size reduction associated with occurrence of palatal displacement of canines. *Angle Orthod.* **2000**, *70*, 126–128.
19. Lüdicke, G.; Harzer, W.; Tausche, E. Incisor Inclination—Risk Factor for Palatally-impacted Canines. *J. Orofac. Orthop.* **2008**, *69*, 357–364. [[CrossRef](#)]
20. Al-Nimri, K.; Gharaibeh, T. Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: An aetiological study. *Eur. J. Orthod.* **2005**, *27*, 461–465. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
21. Mumolo, S.; Nota, A.; De Felice, M.E.; Marcattili, D.; Tecco, S.; Marzo, G. Periodontal status of buccally and palatally impacted maxillary canines after surgical-orthodontic treatment with open technique. *J. Oral Sci.* **2018**, *60*, 552–556. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Jacoby, H. The etiology of maxillary canine impactions. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **1983**, *84*, 125–132. [[CrossRef](#)]
23. Kufteinc, M.M.; Shapira, Y. The impacted maxillary canine: I. Review of concepts. *ASDC J. Dent. Child.* **1995**, *62*, 317–324.
24. Dağsuyu, I.M.; Kahraman, F.; Okşayan, R. Three-dimensional evaluation of angular, linear, and resorption features of maxillary impacted canines on cone-beam computed tomography. *Oral Radiol.* **2018**, *34*, 66–72. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Arboleda-Ariza, N.; Schilling, J.; Arriola-Guillén, L.E.; Ruíz-Mora, G.A.; Rodríguez-Cárdenas, Y.A.; Castillo, A.A.-D. Maxillary transverse dimensions in subjects with and without impacted canines: A comparative cone-beam computed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2018**, *154*, 495–503. [[CrossRef](#)]
26. Saiar, M.; Rebellato, J.; Sheats, R.D. Palatal displacement of canines and maxillary skeletal width. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2006**, *129*, 511–519. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Zhang, X.; Li, Y.; Ge, Z.; Zhao, H.; Miao, L.; Pan, Y. The dimension and morphology of alveolar bone at maxillary anterior teeth in periodontitis: A retrospective analysis—using CBCT. *Int. J. Oral Sci.* **2020**, *12*, 4. [[CrossRef](#)]
28. Oz, A.Z.; Oz, A.A.; Palomo, J.M.; El, H. Maxillary sinus volume in patients with impacted canines. *Angle Orthod.* **2016**, *87*, 25–32. [[CrossRef](#)]
29. Brooks, S.L. CBCT dosimetry: Orthodontic considerations. *Semin Orthod.* **2009**, *15*, 14–18. [[CrossRef](#)]
30. Bjerklin, K.; Ericson, S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *Angle Orthod.* **2006**, *76*, 43–51.
31. Baccetti, T. A controlled study of associated dental anomalies. *Angle Orthod.* **1998**, *68*, 267–274. [[PubMed](#)]
32. Mercuri, E.; Cassetta, M.; Cavallini, C.; Vicari, D.; Leonardi, R.; Barbato, E. Dental anomalies and clinical features in patients with maxillary canine impaction. *Angle Orthod.* **2013**, *83*, 22–28. [[CrossRef](#)]
33. Nahás-Scocate, A.C.R.; Brandão, A.D.S.; Patel, M.P.; Lipiec-Ximenez, M.E.; Chilvarquer, I.; Valle-Corotti, K.M.D. Bone tissue amount related to upper incisors inclination. *Angle Orthod.* **2014**, *84*, 279–285. [[CrossRef](#)]
34. Flores-Mir, C.; Rosenblatt, M.R.; Major, P.W.; Carey, J.P.; Heo, G. Measurement accuracy and reliability of tooth length on conventional and CBCT reconstructed panoramic radiographs. *Dent. Press J. Orthod.* **2014**, *19*, 45–53. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Correia, G.D.C.; Habib, F.A.L.; Vogel, C.J. Tooth-size discrepancy: A comparison between manual and digital methods. *Dent. Press J. Orthod.* **2014**, *19*, 107–113. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Langberg, B.J.; Peck, S. Adequacy of maxillary dental arch width in patients with palatally displaced canines. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2000**, *118*, 220–223. [[CrossRef](#)]
37. Eslami, E.; Barkhordar, H.; Abramovitch, K.; Kim, J.; Masoud, M.I. Cone-beam computed tomography vs conventional radiography in visualization of maxillary impacted-canine localization: A systematic review of comparative studies. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2017**, *151*, 248–258. [[CrossRef](#)]
38. Grisar, K.; Piccart, F.; Al-Rimawi, A.S.; Basso, I.; Politis, C.; Jacobs, R. Three-dimensional position of impacted maxillary canines: Prevalence, associated pathology and introduction to a new classification system. *Clin. Exp. Dent. Res.* **2019**, *5*, 19–25. [[CrossRef](#)]
39. Björk, A.; Skieller, V. Growth of the Maxilla in Three Dimensions as Revealed Radiographically by the Implant Method. *Br. J. Orthod.* **1977**, *4*, 53–64. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
40. Gandini, L.G.; Buschang, P.H. Maxillary and mandibular width changes studied using metallic implants. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2000**, *117*, 75–80. [[CrossRef](#)]
41. Wise, G.E.; He, H.; Gutierrez, D.L.; Ring, S.; Yao, S. Requirement of alveolar bone formation for eruption of rat molars. *Eur. J. Oral Sci.* **2011**, *119*, 333–338. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
42. Basdra, E.K.; Kiokpasoglou, M.; Stellzig, A. The Class II Division 2 craniofacial type is associated with numerous congenital tooth anomalies. *Eur. J. Orthod.* **2000**, *22*, 529–535. [[CrossRef](#)]



43. Chávez-Alvarez, C.; Arriola-Guillén, L.E.; Rodríguez-Cárdenas, Y.A.; Ruíz-Mora, G.A.; Fiori-Chincaro, G.; Silveira, H.L.D.-D.; Castillo, A.A.-D. Changes in maxillary incisor inclination and position after traction of unilateral vs bilateral maxillary impacted canines in nonextraction treatment: A cone-beam computed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2019**, *156*, 767–778. [[CrossRef](#)]
44. Karacin, G.; Şenişik, N.E.; Yildirim, D. Comparison of Lateral Tooth Volume and Morphology between Buccally and Palatally Localised Unilateral Impacted Maxillary Canine Cases on Cone-Beam Computed Tomography. *J. Craniofacial Surg.* **2021**, *32*, 752–756. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Hettiarachchi, P.V.K.S.; Olive, R.J.; Monsour, P. Morphology of palatally impacted canines: A case-controlled cone-beam volumetric tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2017**, *151*, 357–362. [[CrossRef](#)]
46. Becker, A.; Smith, P.; Behar, R. The incidence of anomalous maxillary lateral incisors in relation to palatally-displaced cuspids. *Angle Orthod.* **1981**, *51*, 24–29.
47. Capitaneanu, C.; Willems, G.; Jacobs, R.; Fieuws, S.; Thevissen, P. Sex estimation based on tooth measurements using panoramic radiographs. *Int. J. Legal Med.* **2017**, *131*, 813–821. [[CrossRef](#)]
48. Seeman, E. Clinical review 137: Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **2001**, *86*, 4576–4584. [[CrossRef](#)]
49. Schneider, S.; Gandhi, V.; Upadhyay, M.; Allareddy, V.; Tadinada, A.; Yadav, S. Sex, growth pattern, and growth status-related variability in maxillary and mandibular buccal cortical thickness and density. *Korean J. Orthod.* **2020**, *50*, 108–119. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

