



# ***ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE EL DESARROLLO FETAL DEL HUESO PALATINO***

DESCRIPTIVE STUDY ABOUT THE FETAL  
DEVELOPMENT OF THE PALATINE BONE

---

***Facultad de Medicina de la Universidad de  
Zaragoza***

**Alumna: CARLA MARÍA GUTIÉRREZ NOGUERAS**  
**Director: JUAN DE DIOS ESCOLAR CASTELLÓN**

Trabajo de fin de grado en Medicina  
Junio 2017

## ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	- 2 -
2.	ABSTRACT .....	- 3 -
3.	INTRODUCCIÓN .....	- 4 -
3.1.	Relaciones .....	- 5 -
3.2.	Desarrollo embrionario.....	- 6 -
3.3.	Osificación.....	- 7 -
3.4.	Desarrollo fetal .....	- 7 -
3.5.	Descripción morfológica .....	- 7 -
3.5.1.	Lámina horizontal .....	- 7 -
3.5.2.	Lámina perpendicular o vertical .....	- 9 -
3.5.3.	Apófisis piramidal .....	- 11 -
3.5.4.	Arquitectura.....	- 11 -
3.6.	Enfermedades asociadas al desarrollo anormal del hueso palatino .....	- 12 -
4.	PLANTEAMIENTO.....	- 15 -
4.1.	Estado de la cuestión .....	- 15 -
4.2.	Objetivo.....	- 15 -
5.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	- 16 -
5.1.	Casuística .....	- 16 -
5.2.	Material utilizado .....	- 17 -
5.3.	Metodología.....	- 17 -
5.3.1.	Captura de las imágenes TC.....	- 17 -
5.3.2.	Manipulación de las imágenes de TC .....	- 18 -
5.3.3.	Cuantificación de las variables a partir de las imágenes tridimensionales ....	- 19 -
6.	RESULTADOS.....	- 20 -
6.1.	Estudio de las variables relacionadas con la edad gestacional estimada.....	- 20 -
6.2.	Estudio de las variables observadas a partir de las imágenes tridimensionales ....	- 21 -
7.	DISCUSIÓN .....	- 29 -
8.	CONCLUSIÓN .....	- 33 -
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	- 34 -

## 1. RESUMEN

**Introducción:** El palatino es un hueso compacto y par que se encuentra en una encrucijada en la base del cráneo. Constituye el paladar duro y el suelo de las fosas nasales, además de formar parte de la caja de resonancia cuando hablamos. Su desarrollo anormal está relacionado con diferentes malformaciones tanto congénitas (paladar hendido) como adquiridas (maloclusión dental). **Objetivo:** Describir el proceso de formación del hueso palatino durante el periodo fetal, determinando si hay diferentes modelos de osificación. **Material y métodos:** Se han estudiado 20 fetos con edades gestacionales comprendidas entre 15,651 y 28,191 semanas. Se les realizó TCs, obteniendo imágenes DICOM (bidimensionales); sobre ellas se delimitaron manualmente los palatinos. A continuación, se reconstruyeron imágenes tridimensionales (.stl) con el programa Osiris®. Finalmente, se visualizaron las imágenes .stl mediante el programa 123Design® y se describió la aparición de los diferentes componentes del hueso palatino. **Resultados:** Se describe cada uno de los palatinos estudiados, concretando cuándo aparecen las diferentes variables. **Discusión:** Se detallan los distintos patrones de osificación de las diferentes estructuras y accidentes del hueso palatino. También se relacionan las variables con el desarrollo embrionario y fetal de sus estructuras vecinas. **Conclusión:** El hueso palatino está completamente osificado a las 28 semanas. Se han descrito tres diferentes patrones de osificación en los palatinos de los fetos estudiados: La apófisis piramidal y el segmento pterigoideo se observan en todos los palatinos estudiados. El surco palatino mayor, la lámina horizontal, el segmento maxilar, la cresta etmoidal y la apófisis nasal posterior están presentes de forma permanente desde su primera aparición. Por último, el resto de las estructuras estudiadas aparecen de forma errática a lo largo del período fetal.

**Palabras clave:** palatino, desarrollo fetal, paladar óseo, base del cráneo.

## 2. ABSTRACT

**Introduction:** The palatine is a compact, even bone found in a crossroads at the base of the skull. It constitutes the hard palate and the floor of the nostrils, besides being part of the sound box when we speak. Its abnormal development is related to different malformations both congenital (cleft palate) and acquired (dental malocclusion). **Objective:** Describe the formation process of the palate bone during the fetal period, determining if there are different ossification models. **Material and methods:** Twenty fetuses with gestational ages between 15,651 and 28,191 weeks have been studied. CTs were performed, obtaining DICOM images (two-dimensional); on them the palatines were manually delimited. Then, three-dimensional images (.stl) were reconstructed with the Osiris® program. Finally, the .stl images were visualized through the 123Design® program and the appearance of the different components of the palatine bone were described. **Results:** It describes each palatine, specifying which variables appear and which do not. **Discussion:** The different ossification patterns of the different structures and accidents of the palatine bone are detailed. The variables are also related to the embryonic and fetal development of its neighboring structures. **Conclusion:** The palatine bone is completely ossified at 28 weeks. Three different ossification patterns have been described in the palatines of the studied fetuses: The pyramidal process and the pterygoid segment are observed in all the palatines studied. The major palatine groove, horizontal lamina, maxillary segment, ethmoidal crest and posterior nasal process are present permanently from the first appearance. Finally, the rest of the structures studied appear erratically throughout the fetal period.

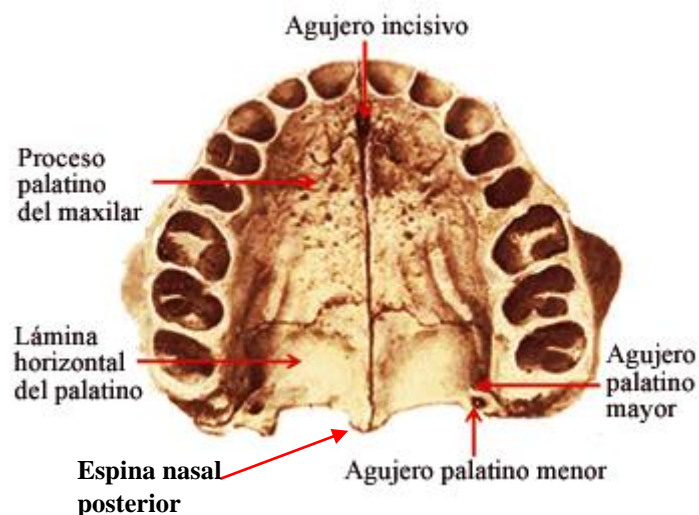
**Key words:** Palatine, fetal development, bony palate, skull base.

### 3. INTRODUCCIÓN

El palatino es un hueso de la cabeza, que forma parte tanto de la **base del cráneo**, como de los **huesos de la cara**. Además, constituye la caja de resonancia cuando hablamos y contribuye a la formación de las fosas nasales.

Es un hueso par, compacto e irregular. Forma dos láminas, una horizontal y otra perpendicular, uniéndose entre ellas en ángulo recto.<sup>1</sup>

El cráneo se divide en **neurocráneo** (conformado por el tejido óseo que protege el encéfalo, situándose alrededor del mismo), y el **viscerocráneo o esplanocráneo** (constituido por los huesos de la cara). El hueso palatino pertenece al **viscerocráneo**, ya que forma parte del esqueleto posterior de la cara y también de la base del cráneo. Igualmente, la lámina horizontal, junto con la apófisis palatina del maxilar, crea el **paladar duro**, y el **suelo de las fosas nasales** (fig. 1); El paladar blando (parte posterior) está constituido únicamente por mucosa.

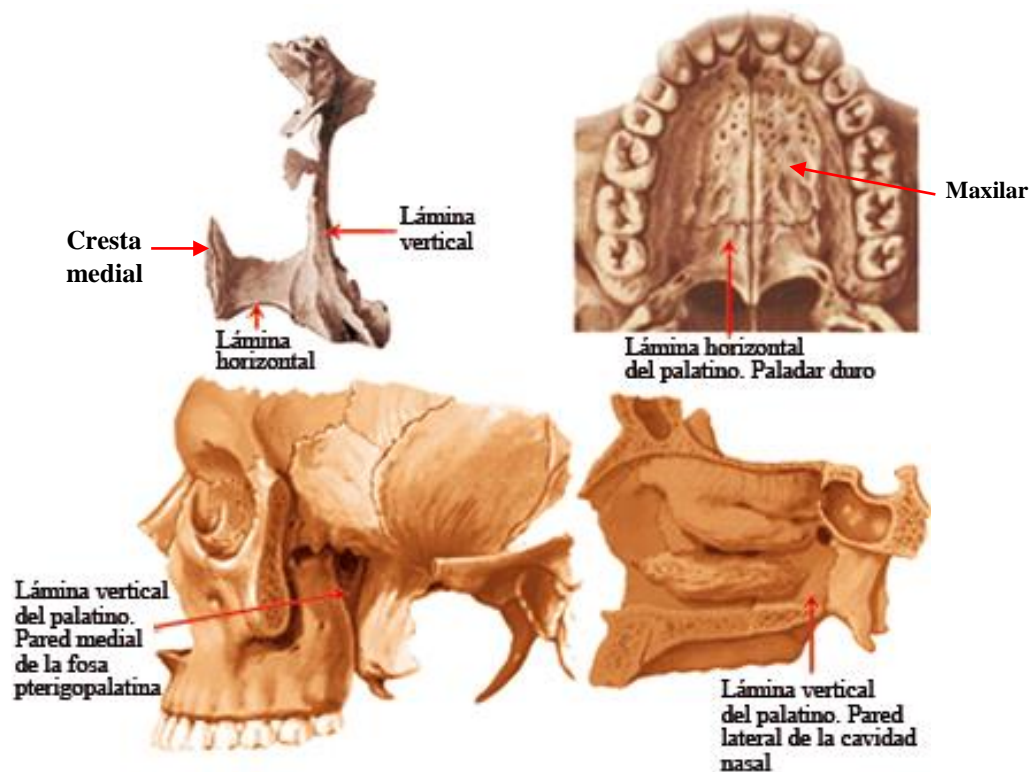


**Figura 1:** Bóveda del paladar. El palatino se encuentra en la zona posterior.

### 3.1. Relaciones

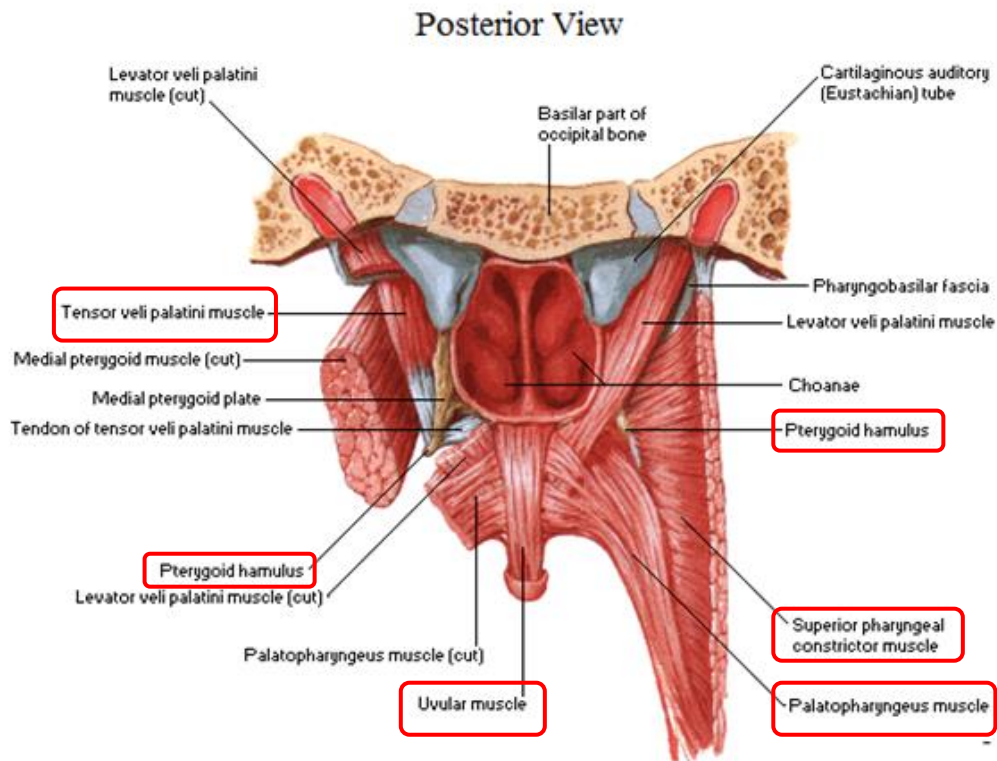
Se sitúa en la parte central del cráneo, por lo que tiene relación con diversas estructuras óseas y partes blandas:

Anteriormente articula con el hueso maxilar superior, etmoidal y cornete inferior; en su parte posterior se relaciona con el hueso esfenoidal y vómer, y medialmente con el palatino contralateral. Estas relaciones las podemos ver en las dos figuras inferiores de la *fig. 2*.



**Figura 2:** El hueso palatino y sus relaciones craneales.

En la lámina horizontal del palatino se inserta el músculo palatopalatino (o de la úvula), faringoestafilino (o palatofaríngeo) y periestafilino externo (tensor del velo del paladar). En su lámina vertical se inserta el músculo constrictor superior de la faringe, y los pterigoideos interno y externo. Estos músculos se pueden observar en la *fig.3*.



**Figura 3:** Vista posterior de la faringe, donde se sitúan los músculos que se insertan en el palatino.

### 3.2. Desarrollo embrionario

El esqueleto se origina a partir de **la capa parietal del mesodermo**, y de **la cresta neural**.<sup>2</sup>

El **mesodermo** progresa segmentándose en bloques, y evoluciona a **somitas**, que poseen una región posteromedial llamada **esclerotoma**. Finalizada la cuarta semana de gestación, el esclerotoma prospera a un tejido laxo y polimorfo, **el tejido conjuntivo embrionario o mesénquima**; éste, a su vez, migra para diferenciarse en las distintas estirpes celulares: fibroblastos, condroblastos y osteoblastos, que son las que forman el hueso.<sup>3</sup>

Además, las células de la **cresta neural craneal** también derivan a mesénquima e intervienen en la formación de los huesos de la cara y el cráneo, al igual que los somitas occipitales. Son un conjunto de células migratorias que se encuentran alrededor del tubo neural, y aparecen muy precozmente en el desarrollo embrionario. Migran, gracias a estímulos genéticos y factores de crecimiento, hacia el mesénquima frontonasal y de los arcos branquiales, donde participa en la formación del tejido óseo y conjuntivo de la cabeza.



El **viscerocráneo** evoluciona principalmente a partir de los **dos primeros arcos faríngeos**. En concreto, emerge en la 8ª semana de gestación desde tejido membranoso branquial, que posteriormente se reabsorbe y se une con la parte superior del maxilar en el plano sagital.<sup>5</sup>

### 3.3. Osificación

El palatino osifica como la mayoría de los huesos del esqueleto: el mesénquima produce inicialmente **moldes de cartilago hialino**, y luego, en un momento determinado, se lleva a cabo la **osificación endocondral**.<sup>3,6</sup> El hueso palatino se desarrolla desde un solo centro de osificación posicionado justo en el ángulo entre las láminas horizontal y perpendicular<sup>4</sup>, o ligeramente superior a él.

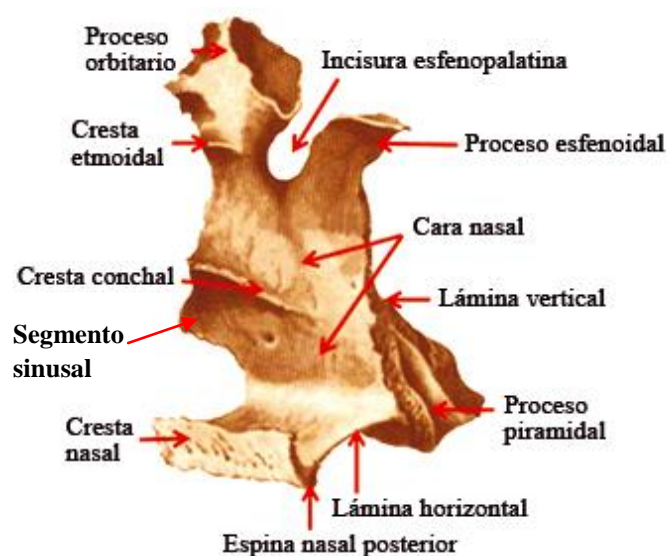
### 3.4. Desarrollo fetal

Según los estudios previos, el palatino se encuentra desarrollado entre las semanas 17ª-21ª de gestación.<sup>3,5</sup>

### 3.5. Descripción morfológica

#### 3.5.1. Lámina horizontal

Tiene forma rectangular, más alargada en el eje trasversal, con dos caras y cuatro bordes, tal y como se muestra en las *fig. 1 y 4*.



**Figura 4:** Vista medial posterior del palatino derecho.

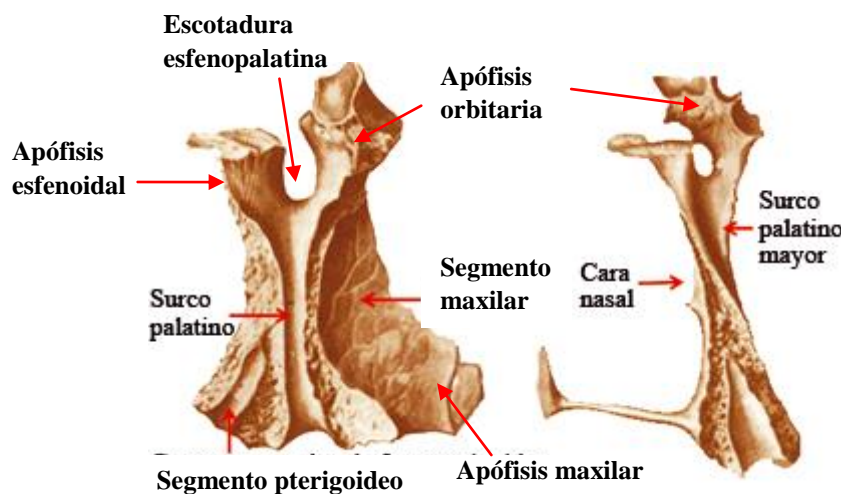


Su **cara superior** es lisa y levemente cóncava en el plano trasversal; constituye el **suelo posterior de las fosas nasales** (fig.1 y 2).<sup>6</sup>

Su **cara inferior** es rugosa e irregular, y modela la **parte posterior de la bóveda palatina** (fig.1).

El **borde externo o lateral** se une con la porción perpendicular del hueso. Posee una escotadura que limita con el hueso maxilar, formando el **orificio inferior del conducto palatino mayor (o agujero palatino mayor)**.<sup>2</sup> que se puede contemplar en la fig.1.

El **borde interno o medial** articula con su hueso homólogo del lado contralateral y es grueso y rugoso. Constituye el **suelo de las cavidades nasales**, y en la unión con el del lado opuesto crea una **cresta medial**, que se continúa con la cresta nasal de las apófisis palatinas del maxilar (fig.2).<sup>6</sup>



**Figura 5:** vista lateral (izquierda) y posterior (derecha) del palatino derecho.

El **borde anterior** se articula con la apófisis palatina del maxilar (fig. 2).

El **borde posterior** es liso, delgado y cóncavo posteriormente. Limita la zona posterior de la fosa nasal. También, en la línea media, en su unión con el lado opuesto, forma una apófisis, la **espina nasal posterior** (fig.1),<sup>2</sup> donde se inserta el músculo palatopalatino o de la úvula (fig. 3).

### 3.5.2. Lámina perpendicular o vertical

Es irregular y rectangular, más ancha que alta. Presenta dos caras y cuatro bordes.

Su **cara externa o lateral** se compone de cuatro segmentos principales: <sup>2</sup>

- Un **segmento sinusal** (fig.4), que corresponde a la cavidad del **seno maxilar**, junto con el hueso maxilar, y donde nace en su borde posterior una delgada cresta ósea, orientada posteriormente y fija el palatino al reborde del seno.
- Un **segmento maxilar** (fig.5), rugoso, enlazado con la cara medial del maxilar.
- Un **segmento posterior o pterigoideo** (fig. 5), rugoso, que se enlaza con la lámina medial de la apófisis pterigoides.
- Un **segmento interpterigomaxilar**, liso, que se encuentra entre los dos segmentos anteriores (maxilar y pterigoideo). Constituye un canal vertical completo llamado **conducto o surco palatino mayor** (fig. 5), que se une con uno similar situado en la tuberosidad del maxilar<sup>1</sup>; a través del mismo penetran la arteria, la vena y el nervio palatino mayor.

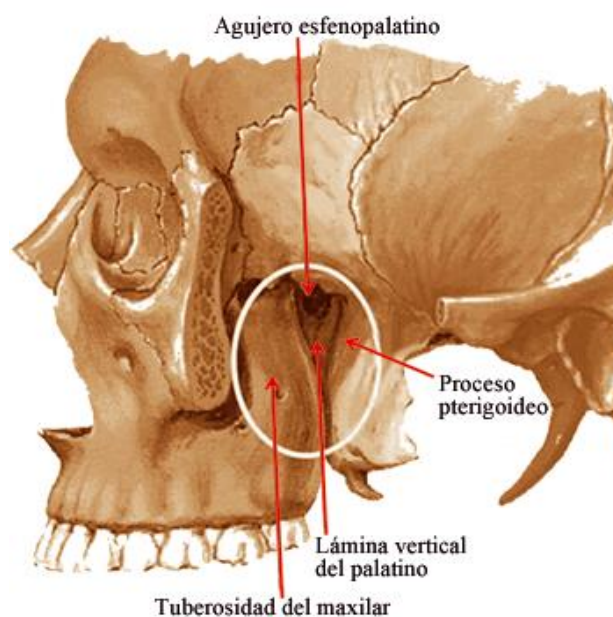
Su **cara interna o medial** establece la pared externa de las fosas nasales. En ella localizamos dos crestas: La **cresta conchal** y la **cresta etmoidal** (superior, justo debajo de la apófisis orbitaria), que se articulan con la concha nasal inferior y media, respectivamente <sup>6</sup> (fig. 1 y 4).

El **borde anterior** es muy delgado, y se acopla contra la cara interna del maxilar, estrechando el seno maxilar. Inferiormente al hiato maxilar, emite la **apófisis maxilar del palatino** (fig. 5), que es larga, delgada y triangular; ésta se hunde en la fisura palatina del maxilar y se une, con su lado más posterior, con la concha nasal inferior.<sup>6</sup>

El **borde posterior**, que también es muy delgado, se apoya sobre la cara interna de la apófisis pterigoides (fig. 1).

El **borde superior** es muy irregular y presenta varias partes: <sup>2</sup>

- La **apófisis orbitaria** (fig. 4 y 5), que se dirige hacia la parte posterior de la órbita; posee cinco carillas: dos lisas y no articulares (una forma el suelo más posterior de la fosa orbitaria: *carilla orbitaria*, y la otra participa la fosa pterigomaxilar: *carilla pterigomaxilar*); y tres rugosas y articulares (la *carilla inferior o palatina*, la *anterosuperior o etmoidal*, y la *posterosuperior o esfenoidal*). Estas carillas son modeladas por depresiones o cavidades que se relacionan con los senos maxilar y esfenoidal, y una celdilla etmoidal.
- La **apófisis esfenoidal** (fig. 4 y 5) se dirige superior y medial, y posee dos caras. Una cara *inferomedial* cóncava, que conforma la parte superior de las fosas nasales y otra *superolateral* convexa, que se junta con la parte interna de la apófisis pterigoides y su apófisis vaginal, limitando así el **conducto pterigopalatino** <sup>1</sup> o **palatovaginal** <sup>2</sup>, por donde transcurre la arteria, la vena, y el nervio pterigopalatino; éste comunica las fosas nasales con la fosa pterigomaxilar.
- La **escotadura esfenopalatina** (fig. 4 y 5), que se halla entre las dos apófisis anteriormente mencionadas. El cuerpo del esfenoides se ubica en la parte superior de esta escotadura, transformándola en el **agujero esfenopalatino** (fig. 6). Por dicho agujero transitan la vena, la arteria y el nervio esfenopalatino, y comunica las fosas nasales y la fosa pterigomaxilar.



**Figura 6:** Vista lateral del cráneo, donde se puede apreciar el agujero esfenopalatino.

El **borde inferior**, se confunde con el borde externo de la lámina horizontal. De la unión de estas dos porciones, surge, hacia detrás, una gran apófisis, la **apófisis piramidal del palatino**.<sup>6</sup>

### 3.5.3. Apófisis piramidal

Se origina en la cara lateroposterior de la lámina perpendicular (*fig.4*), por detrás del segmento maxilar del palatino. Se dispone entre las dos alas de la apófisis pterigoides y constituye parte de la pared de la fosa pterigoidea e infratemporal. Además, en su cara inferior presenta los **conductos palatinos menores o accesorios (o foramen palatino menor)**,<sup>2, 6</sup> donde transitan el nervio (rama del nervio maxilar), la arteria y la vena palatina menor (*fig.1*).

### 3.5.4. Arquitectura

Excepto la apófisis piramidal, que presenta tejido esponjoso, el palatino está formado exclusivamente por tejido óseo compacto.<sup>2</sup>

### 3.6. Enfermedades asociadas al desarrollo anormal del hueso palatino

Las **malformaciones craneofaciales**, también llamadas **neurocristopatías**, son unas de las patologías más prevalentes en la edad pediátrica. De ellas, las craneales pueden suponer un peligro para la vida del niño o dejar secuelas y discapacidades irreversibles como déficit intelectual; al contrario que las faciales, que no suelen suponer un riesgo vital, pero también tienen un gran impacto en la vida del niño y su familia ya que tienen que someterse a múltiples operaciones estéticas.<sup>7</sup>

Las **neurocristopatías** son las enfermedades secundarias al desarrollo embriológico anómalo de la cresta neural. Al contribuir en la formación de distintos tipos celulares, las manifestaciones clínicas pueden afectar a una gran variedad de estructuras (por ello, este grupo lo forman enfermedades tan diferentes como la neurofibromatosis, el feocromocitoma, la enfermedad de Hirschsprung, el síndrome de DiGeorge, el labio leporino o la fisura velopalatina).<sup>8</sup> Pueden transmitirse según la genética mendeliana, aunque lo más frecuente es que sean espontáneas, y su etiología, desconocida.<sup>4</sup>

A continuación se describirán las principales neurocristopatías que cursan con alteraciones del hueso palatino:<sup>4</sup>

- **Síndromes de fisuras orofaciales**, con la **fisura palatina y labial** como las más habituales. Estas pueden ser unilaterales o bilaterales y según su localización, primarias (en el labio y fisura alveolar) o secundarias (paladar blando, incluso pudiendo intervenir el paladar duro, afectándose así el palatino, que no llega a enfrentarse a su homólogo contralateral).<sup>9</sup> Como consecuencia, cursan con alteraciones de la faringe y oído. Aunque su etiología puede ser hereditaria, es cierto que en la mayoría de los casos aparece “de novo” (fig. 7 y 8).



**Figuras 7 y 8:** Paladar hendido (izquierda y derecha), junto con labio leporino (centro).

- **Síndromes de primer y segundo arcos branquiales:** Son síndromes congénitos que pueden heredarse o aparecer espontáneamente y que pueden cursar, entre otras alteraciones, con paladar ojival o hendido, viéndose el palatino afectado. Estos síndromes son: la **disostosis mandibulofacial o síndrome de Treacher-Collins** (autosómico dominante)<sup>8</sup>, el **síndrome de Goldenhar**,<sup>10</sup> (autosómico recesivo, que presenta característicamente microsomía hemifacial e incluso fisura velopalatina, asociada a veces a labio leporino uni o bilateral, provocando un desarrollo retrasado de los dientes y compresión del paladar blando)<sup>11</sup> y la **disostosis craneofacial o síndrome de Nager** (desarrollan agenesia de uno o varios huesos, o estructuras supernumerarias).<sup>12</sup>
- **El síndrome de Di George** es una forma grave del **CATCH-22**, que cursa con fisura velopalatina (Cleft palate) (pudiendo estar comprometido el palatino).
- La **embriopatía por isotretinoína o por ácido retinoico:** la alteración craneofacial más característica es el estrechamiento frontal y alargamiento occipital, y aplanamiento nasal y del tercio medio facial, pudiendo afectarse el palatino (hipoplasia), y en general, todos los huesos de la cara.<sup>4</sup>

- ***Faciocraneoestenosis:***<sup>4</sup> Es un conjunto de enfermedades autosómicas dominantes en las que el palatino puede estar hipoplásico, e incluso aparecer fisura palatina; A este grupo pertenecen el ***síndrome de Saethre-Chotzen***, el ***síndrome de Crouzon***, y el ***síndrome de Apert***.

El ***tratamiento quirúrgico*** de estas malformaciones es largo y árido. Lo primero a tratar son las patologías faciales si las hubiere, tratándose durante el primer mes de vida las alteraciones labiales y nasales, y en un segundo tiempo, sobre los 12 meses, el paladar. Posteriormente se llevan a cabo otras operaciones para resolver la hipoplasia maxilar, palatina o la fisura alveolar, y para realizar otros retoques convenientes. Las malformaciones craneales se recomienda tratarlas a partir de los cuatro o cinco años, a no ser que sean muy graves o incompatibles con la vida y deban resolverse a una edad más temprana. Se espera hasta esa edad para evitar la fractura de los huesos del cráneo, que son muy frágiles en los primeros años de vida, o las hemorragias, que pueden ser muy peligrosas y poner en peligro la vida del niño.<sup>4</sup>



## 4. PLANTEAMIENTO

### 4.1. Estado de la cuestión

El hueso palatino se encuentra en una encrucijada de estructuras óseas y partes blandas, por lo que su desarrollo está ligado a la evolución de las mismas. Por ello, el conocimiento de los huesos de la cara y el cráneo nos resulta imprescindible para diversas especialidades médicas, quirúrgicas y odontológicas, e incluso para el estudio antropológico del ser humano.

Asimismo, nos puede ayudar a diagnosticar precozmente (hasta de forma prenatal) patologías congénitas. También a comprender el desarrollo craneal y facial postnatal, evitando justamente otras enfermedades adquiridas (como la maloclusión dental).

Los antecedentes relacionados con este estudio son escasos. La bibliografía determina que los huesos palatinos se hallan completamente formados en la semana 17 de la gestación, pero no especifica la evolución de las distintas láminas del palatino durante el desarrollo fetal. Además, concreta que al finalizar la gestación la lámina horizontal y la perpendicular miden aproximadamente lo mismo; Sin embargo, después del nacimiento la lámina perpendicular crece hasta medir el doble que la horizontal.

Para esclarecer los detalles evolutivos durante la época fetal del hueso palatino nos hemos propuesto realizar este estudio descriptivo.

### 4.2. Objetivo

El objetivo de este estudio es describir el proceso de formación del hueso palatino durante el periodo fetal, determinando si hay diferentes modelos de osificación.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1. Casuística

Los sujetos de nuestro estudio forman parte del museo anatómico de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza. Son 20 fetos de raza caucásica con edades gestacionales comprendidas entre 15,651 y 28,191 semanas.

Para incluir dichos fetos en el estudio, han cumplido unos criterios de selección:

- No presentar indicadores de síndromes patológicos
- No presentar laceraciones en cara o calota

Los fetos habían sido embalsamados en una solución de:

- 250 gr de CuSO<sub>4</sub>
- 500 gr de ClNa
- 1 L de alcohol etílico al 100%
- 3 L de glicerina líquida
- 6 L de formalina
- 10 L de H<sub>2</sub>O

Una vez realizado este proceso, fueron introducidos en una solución conservante compuesta por:

- 9 L de H<sub>2</sub>O
- 3 L de glicerina
- 1,5 Kg de CH<sub>3</sub>COOK
- 54 cc de formalina

El Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Universidad Zaragoza aportó los datos referentes a la edad gestacional estimada (EGE), hallándola mediante la siguiente fórmula<sup>13</sup>:

$$\text{Log}_e(\text{EGE}) = 0,010611\text{HC} - 0,000030321\text{HC}^2 + 0,43498 \times 10^{-7}\text{HC}^3 + 1,848$$

*\*HC = circunferencia de la cabeza fetal*

## 5.2. Material utilizado

- Escáner helicoidal de 16 detectores Toshiba® Aquilion®
- Ordenador MacBook® Pro, software Mac OS X® versión 10.6.8
- Programa Osiris®
- Ordenador HP® Pavilion dv6 windows 7®
- Programa 123D Design® versión R2.2
- Programa Microsoft® Excel® 2010
- Programa Microsoft® Word® 2010
- Contenedor de plástico de 15x24x30 cms para los fetos grandes
- Contenedor de 12x18x28 cms para los fetos pequeños

## 5.3. Metodología

Los fetos se estudiaron según distintos accidentes óseos presentes en un hueso palatino de adulto, cuantificadas a partir de las imágenes tridimensionales.

### 5.3.1. Captura de las imágenes TC

Cada uno de los fetos se colocó en un contenedor de plástico, sin el líquido usado para su conservación de forma que el eje mayor del feto estuviera paralelo al eje mayor de la caja. Se emplazaron los contenedores en la camilla del escáner helicoidal Toshiba® Aquilion® centrándolos con la ayuda de una luz láser que indica los tres diferentes planos (sagital, coronal u axial), manteniendo el plano sagital paralelo al eje de desplazamiento de la camilla. Posteriormente se procedió al estudio.

De cada feto se realizaron dos escáneres, en posiciones anteroposterior y lateral desde la base del cráneo hasta el vértex y un último, del vértex al cráneo, en posición lateral.

Tras ello, se programó la hélice para marcar el inicio y final de las regiones anatómicas a exponer con la radiación.

El escanograma fue usado con los parámetros citados a continuación:

- voltaje de 120kv
- intensidad de 50 mAs
- 200mm de campo de exposición de los dos escanogramas.

La hélice fue utilizada con los siguientes datos técnicos:

- Voltaje 120 kv
- Intensidad 300 mAs
- Área FOV: campo de visión de 240 mm de área S
- Espesor de corte 0.5 mm
- Intervalo de reconstrucción de 0.3
- Reconstrucción de corte (0.5x16 detectores) 8 mm en total
- Pitch 11.0 resultante entre velocidad del giro del tubo de rayos en el gantry y velocidad del desplazamiento de la camilla durante la hélice
- Velocidad 5,50 mm/rot (distancia de rotación del tubo)
- Scan time 0,5 sec
- Foco empleado Small (óptimo para estudios de no más de 240mm de FOV-diámetro de la imagen obtenida en un plano axial)

La reconstrucción de las imágenes DICOM (bidimensionales) se realizó con un filtro indicado para estructuras óseas.

### 5.3.2. Manipulación de las imágenes de TC

Sobre las imágenes bidimensionales DICOM obtenidas del plano trasverso fetal se delimitaron manualmente los cortes del hueso palatino. Posteriormente, se reconstruyeron mediante el programa Osiris® obteniendo imágenes .stl (en tres dimensiones).

### 5.3.3. Cuantificación de las variables a partir de las imágenes tridimensionales

Para evitar sesgos, la cuantificación fue llevada a cabo por el mismo investigador, sin conocer la edad gestacional ni los volúmenes de los palatinos.

#### Estudio descriptivo

Visualizando las imágenes .stl con el programa 123D Design® se describieron las distintas variables de cada uno de los palatinos reconstruidos, analizando macroscópicamente las siguientes estructuras:

- LÁMINA HORIZONTAL
  - foramen palatino mayor
  - cresta medial
  - espina nasal posterior
- LÁMINA PERPENDICULAR
  - segmento sinusal
  - segmento maxilar
  - segmento pterigoideo
  - surco palatino mayor
  - cresta conchal
  - apófisis maxilar
  - apófisis orbitaria
  - apófisis esfenoidal
  - escotadura esfenopalatina
- APÓFISIS PIRAMIDAL

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Estudio de las variables relacionadas con la edad gestacional estimada

En la *tabla 1* se adjuntan los resultados aportados por el Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Universidad Zaragoza relativos a la edad gestacional estimada y el volumen de los palatinos. Los sujetos tienen entre 15,651 y 28,191 semanas gestacionales estimadas (EGE). Sus volúmenes están comprendidos entre 0,0116 y 0,1407 cm<sup>3</sup>.

**Tabla 1**

FETO	EGE (semanas)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )
1	17,496	0.0525
2	18,511	0.0205
3	20,385	0.0418
4	17,325	0.0478
5	20,267	0.0633
6	20,245	0.0844
7	18,62	0.0609
8	20,255	0.0547
11	17,744	0.0192
12	15,651	0.0155
13	18,078	0.0116
14	21,161	0.0591
15	19,216	0.0562
16	22,949	0.0860
18	23,487	0.0856
19	22,191	0.0839
20	28,196	0.0810
21	28,15	0.1225
22	26,696	0.1407
23	27,481	0.1374

**Tabla 1:** Edades gestacionales estimadas y volumen de los palatinos de cada uno de los fetos estudiados. (EGE: Edad Gestacional Estimada).

## 6.2. Estudio de las variables observadas a partir de las imágenes tridimensionales

### Estudio descriptivo:

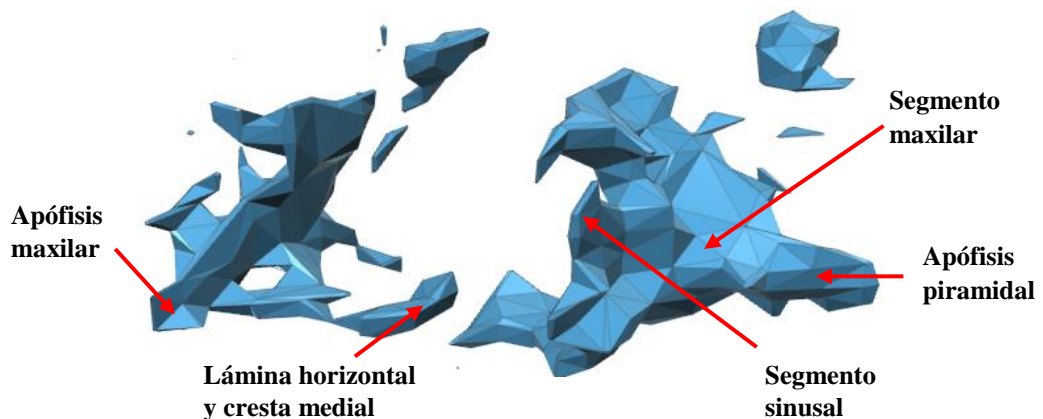
Se ha analizado cada uno de los palatinos partiendo desde el sujeto con menor edad gestacional estimada y de forma ascendente. Además, se adjunta una tabla resumiendo los hallazgos (*tabla II*). La apófisis piramidal y el segmento pterigoideo aparecen en todos los palatinos estudiados, por lo que al ser descritos uno por uno, no se nombrarán ya estas estructuras.

- **Feto 12 (EGE 15,651):** Se distingue la lámina perpendicular con la apófisis maxilar (*fig 9*).



**Figura 9:** Palatino del feto 12, vista anterolateral derecha.

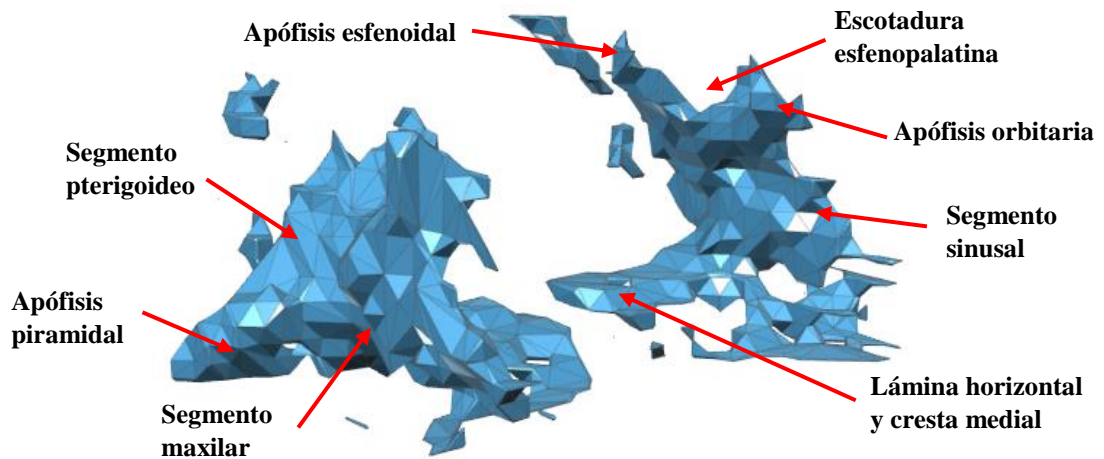
- **Feto 4 (17,325):** Se observa la lámina horizontal junto con su cresta medial. De la lámina perpendicular se hallan los segmentos sinusal, y maxilar, el surco palatino mayor y la apófisis maxilar (*fig 10*).



**Figura 10:** Palatino del feto 4 en su vista anterolateral izquierda.

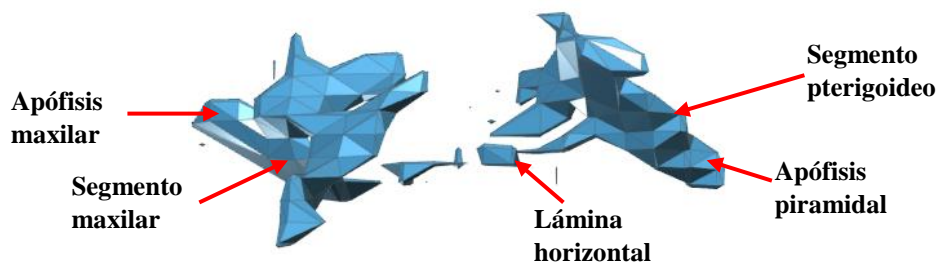


- **Feto 1 (EGE 17,496):** En este palatino se hallan todas las variables mencionadas en los palatinos con menor EGE, y además las apófisis esfenoidal y orbitaria, y la escotadura esfenopalatina, el foramen palatino mayor y la cresta conchal (*fig.11*).



**Figura 11:** Vista anterolateral derecha del palatino del feto 1.

- **Feto 11 (EGE 17,744):** La lámina horizontal está presente. De la lámina perpendicular, se distingue el segmento maxilar, el surco palatino mayor y la apófisis maxilar (*fig 12*).



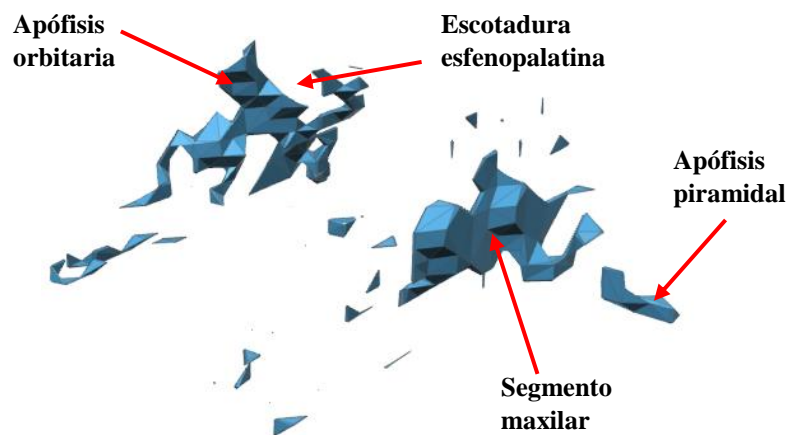
**Figura 12:** Palatino del feto 11, vista posterolateral izquierda.

- **Feto 13 (EGE 18,78):** El palatino de este sujeto tiene un volumen muy bajo para su edad gestacional. Las únicas variables que se aprecian son la lámina perpendicular y la apófisis piramidal (*fig 13*).



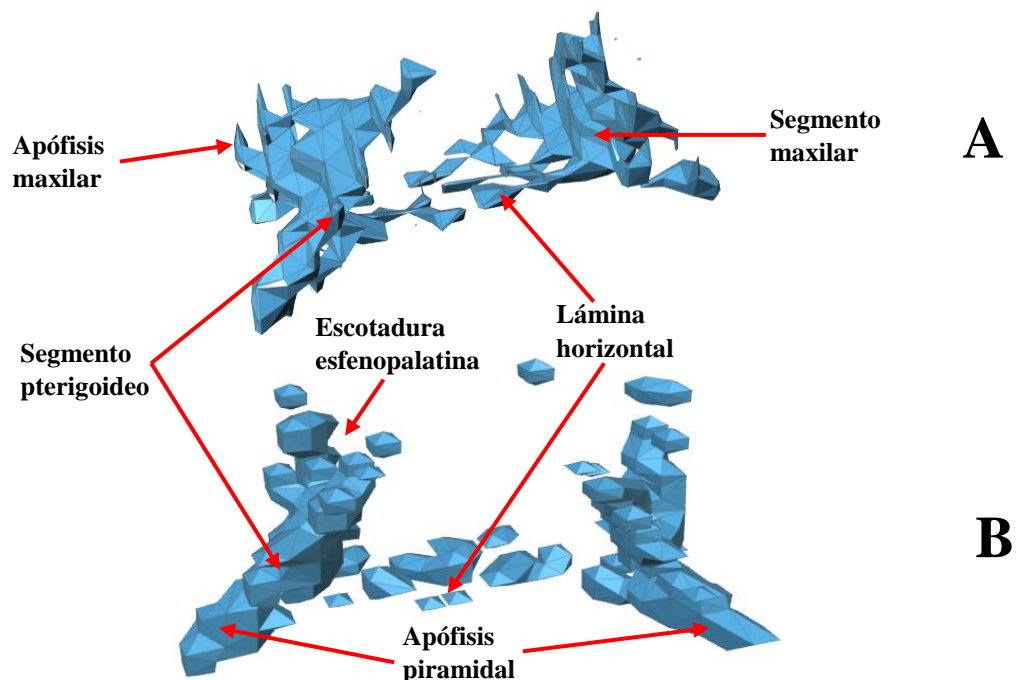
**Figura 13:** Palatino del feto 13 en su vista posterolateral derecha.

- **Feto 2 (EGE 18,511):** Al igual que el feto 13, la reconstrucción tridimensional de este palatino es de baja calidad, por lo que no es posible diferenciar algunas de las variables. Sin embargo, sí se halla la lámina perpendicular con la cresta conchal. También aparecen el segmento maxilar, las apófisis orbitaria y esfenoidal y la escotadura esfenopalatina que son constantes los palatinos con mayor EGE (no se volverán a nombrar en las descripciones siguientes) (*fig 14*).



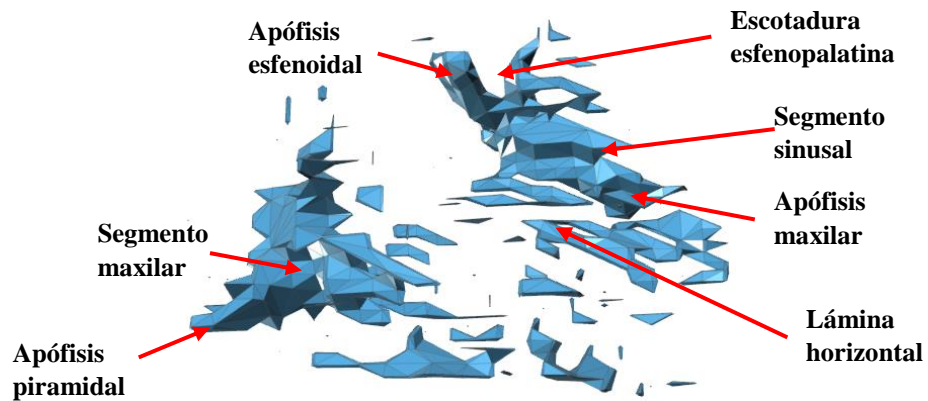
**Figura 14:** Vista anterolateral izquierda del palatino perteneciente al feto 2.

- **Fetos 7 (*fig. 15A*) (EGE 18,62) y 15 (*fig. 15B*) (EGE 19,216):** Se observan todas las variables halladas en los fetos con edad gestacional previa (anteriormente descritos), además del foramen y el surco palatino mayor, y el segmento sinusal.



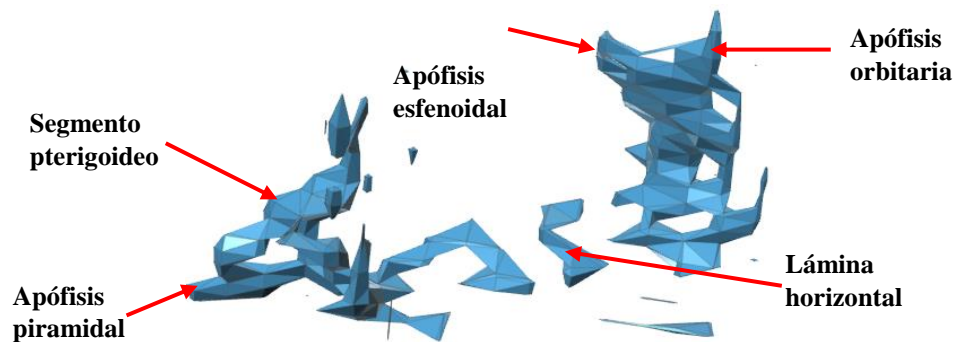
**Figura 15:** Vista posterolateral izda del palatino del feto 7 (A) y posterior del feto 15 (B).

- **Feto 6 (EGE 20,245):** Se hallan la lámina perpendicular y La lámina horizontal con la cresta medial (*fig. 16*).



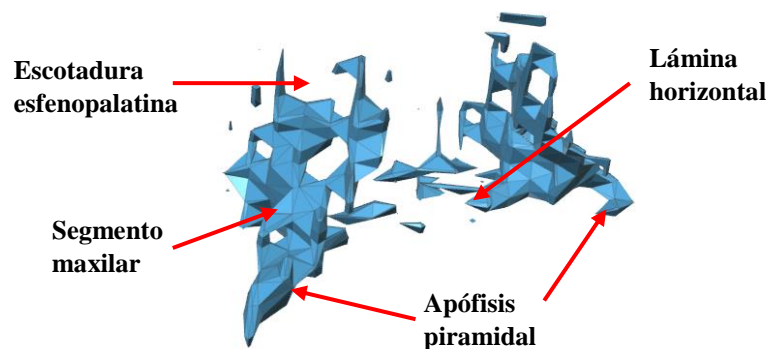
**Figura 16:** Palatino del feto 6 en su vista anterolateral derecha.

- **Feto 8(EGE 20,255):** La lámina horizontal aparece con su cresta medial, además de los accidentes citados en los palatinos de fetos con menor edad gestacional (*fig. 17*).



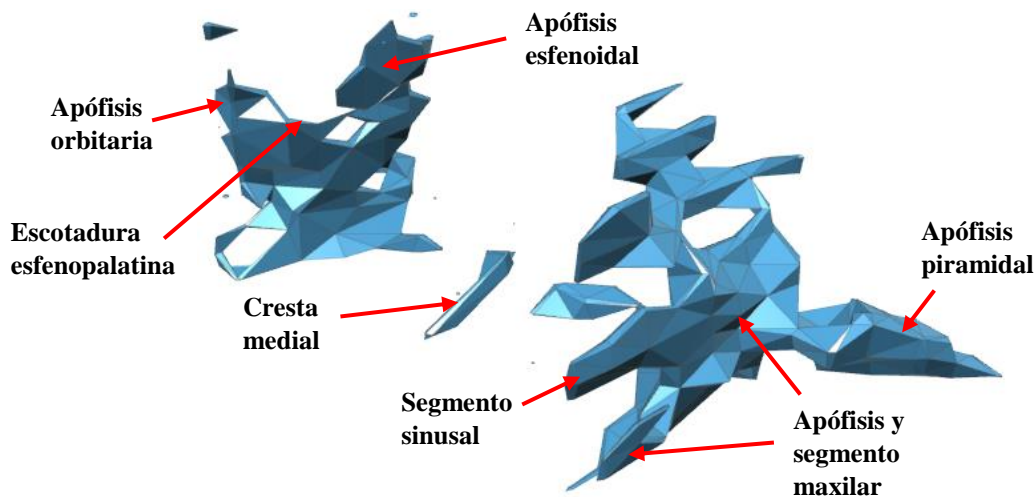
**Figura 17:** Feto 8, vista anterolateral derecha del palatino.

- **Feto 5 (EGE 20,267):** En este palatino están presentes la lámina horizontal, el segmento sinusal, y la apófisis maxilar; ésta última aparece en todos los palatinos descritos posteriormente (*fig.18*).



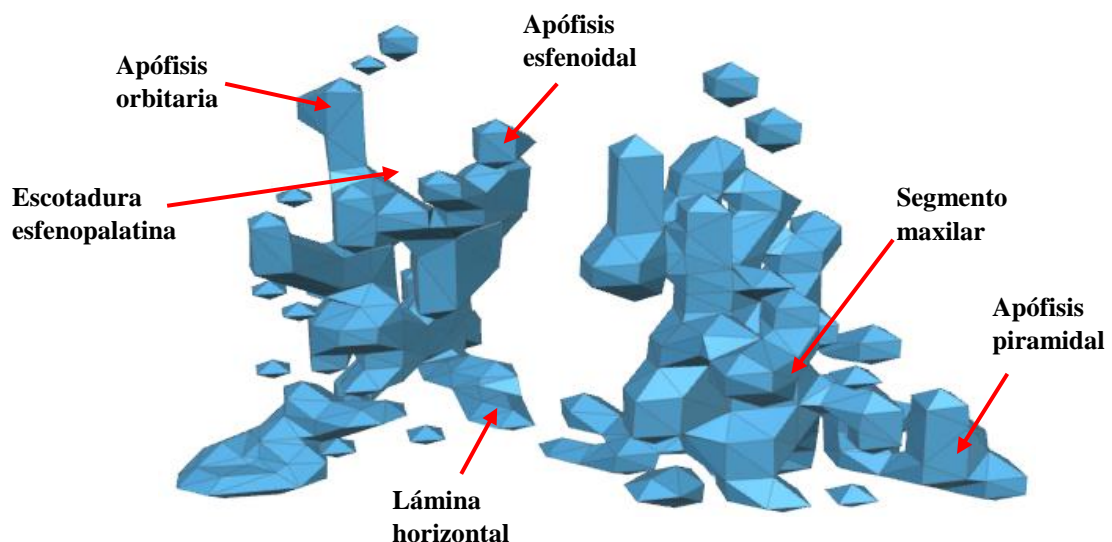
**Figura 18:** Vista posterolateral izquierda del palatino del feto 5.

- **Feto 3 (EGE 20,385):** En este palatino se diferencian las mismas variables que en el palatino 5 (EGE 20,265), y además la cresta medial. A partir de esta edad gestacional, el foramen palatino mayor aparece siempre (*fig 19*).



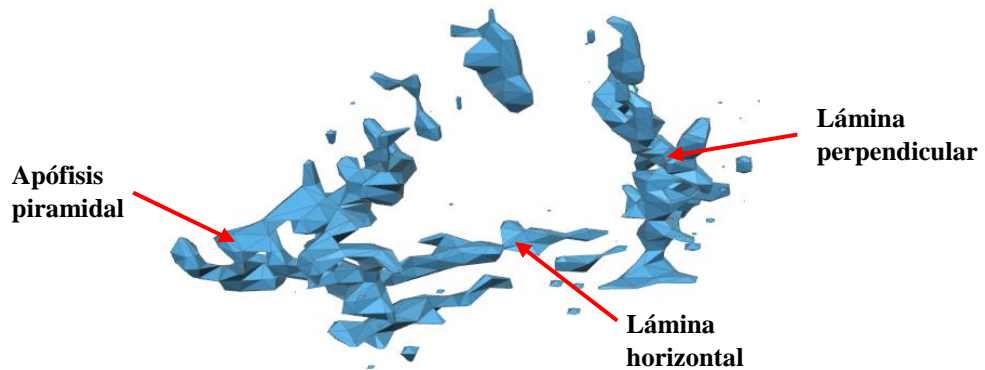
**Figura 19:** Feto 3, vista anterolateral superior izquierda del palatino.

- **Feto 14 (EGE 21,161):** La lámina perpendicular está totalmente formada al igual que porción horizontal, con el foramen palatino mayor. Las crestas conchal y etmoidal aparecen y se perduran en los sucesivos palatinos permanentemente. Sin embargo, la cresta medial está ausente (*fig. 20*).



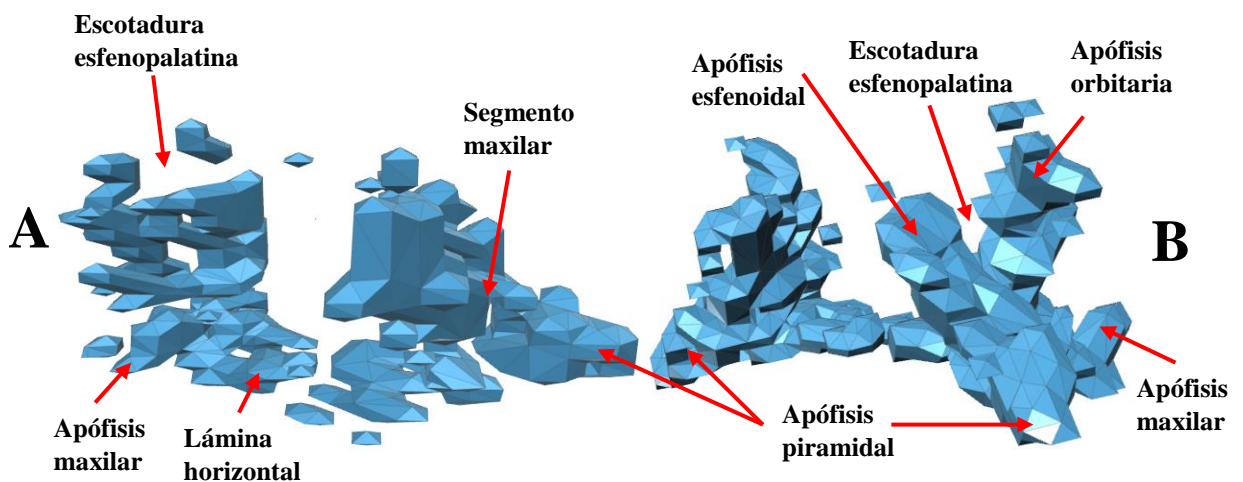
**Figura 20:** Palatino del feto 14 en su vista anterolateral izquierda.

- **Feto 16 (EGE 22,949):** Se observan todas las estructuras y accidentes presentes en el palatino precedente, a excepción del segmento sinusal (*fig 21*).

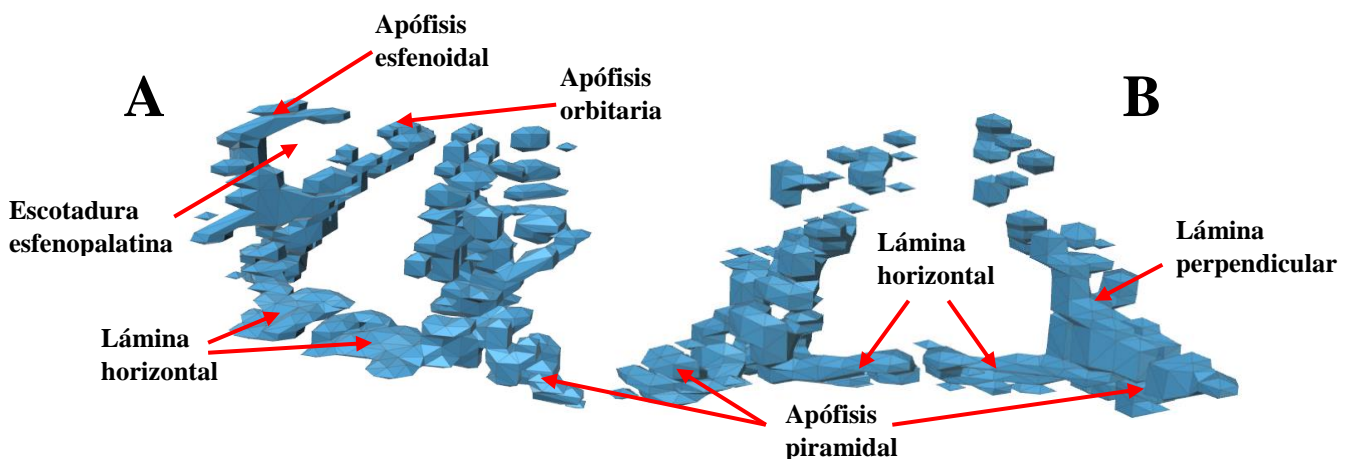


**Figura 21:** Palatino del feto 16, vista anterolateral derecha.

- **Fetos 18 (*fig 22A*) (EGE 23,487), 19 (*fig 22B*) (EGE 22,19), 22 (*fig 23A*) (EGE 26,696), y 23 (*fig. 23B*) (EGE 27,481):** Las láminas perpendicular y horizontal, además de la apófisis piramidal, están íntegramente desarrolladas, a excepción de la espina nasal posterior.



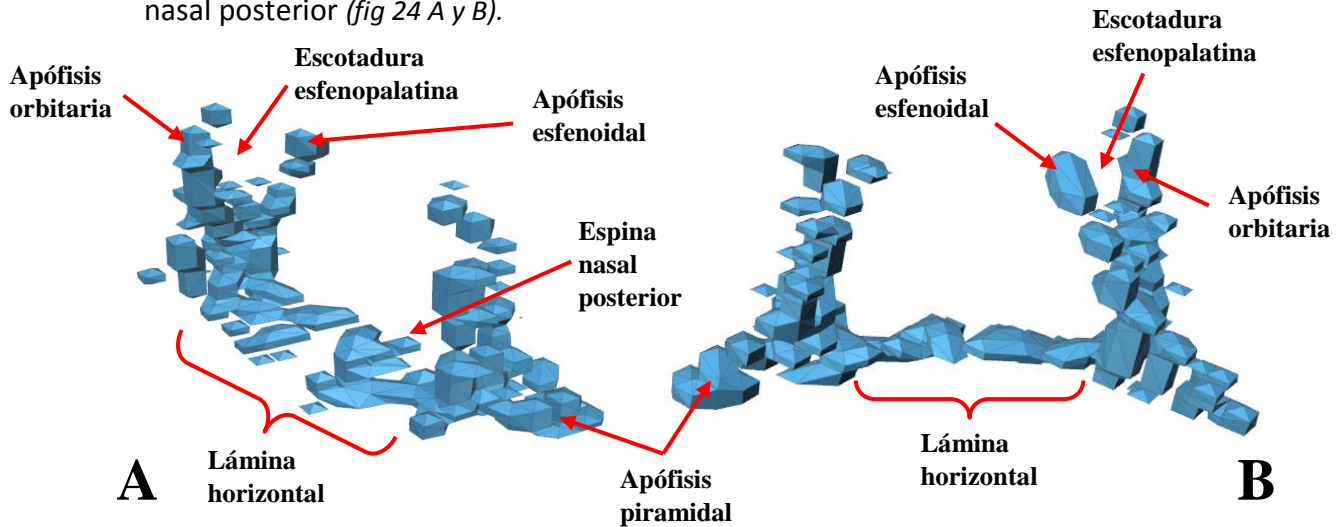
**Figura 22:** Palatinos en su vista anterolateral del feto 18 (A) y posterolateral del feto 19 (B).



**Figura 23:** Palatinos, vista posterolateral dcha del palatino 22 (A) y posterior del palatino 23 (B).

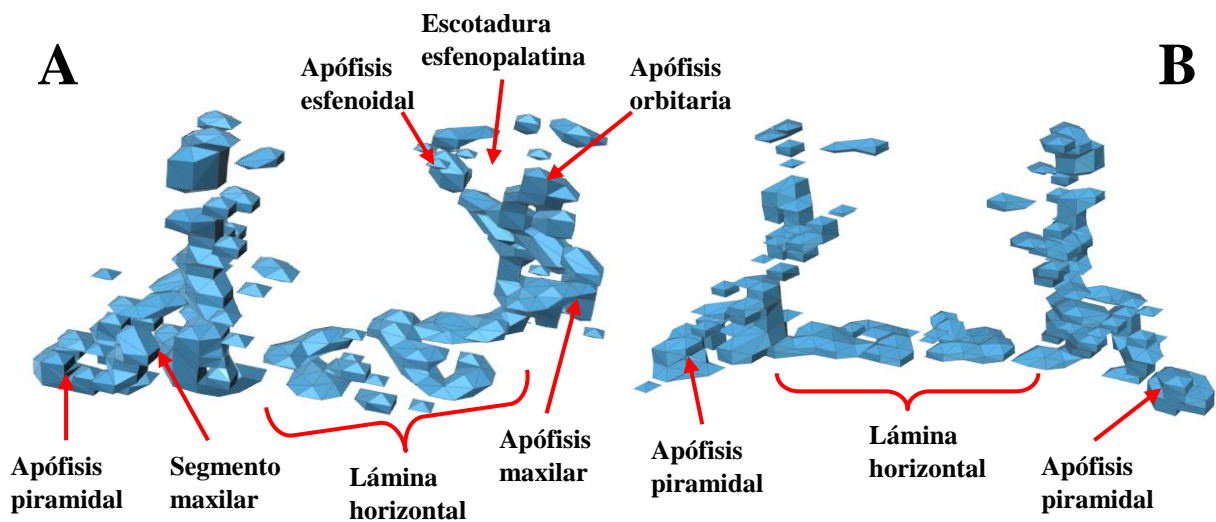


- **Feto 21 (EGE 28,15):** Es un palatino completamente formado; en él se encuentran todas las variables estudiadas, siendo el único de los sujetos de estudio que presenta la espina nasal posterior (fig 24 A y B).



**Figura 24:** Palatino del feto 21, vista anterolateral izquierda (A) y posterior (B).

- **Feto 20 (EGE 28,191):** se hallan todas las variables del palatino excepto el segmento sinusal y la espina nasal posterior (fig 25 A y B).



**Figura 25:** Palatino del feto 20, vista anterolateral izquierda (A) y posterior (B).

**Tabla II**

<b>FETOS</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>20</b>
<b>LAMINA HORIZONTAL</b>	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
foramen palatino mayor	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
cresta medial	X	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
espinas nasales posteriores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X
<b>LAMINA PERPENDICULAR</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
segmento sinusal	X	✓	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	X
segmento maxilar	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
segmento pterigoideo	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
surco palatino mayor	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
cresta etmoidal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
cresta conchal	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
apófisis maxilar	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
apófisis orbitaria	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
apófisis esfenoidal	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
escotadura esfenopalatina	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>APÓFISIS PIRAMIDAL</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>EGE</b>	15,65	17,33	17,5	17,74	18,08	18,51	18,62	19,22	20,25	20,26	20,27	20,39	21,16	22,19	22,95	23,49	26,7	27,48	28,15	28,2

**Tabla II:** Resumen de los resultados obtenidos mediante la observación de los palatinos, desglosando cada una de las variables y la edad gestacional estimada (EGE).



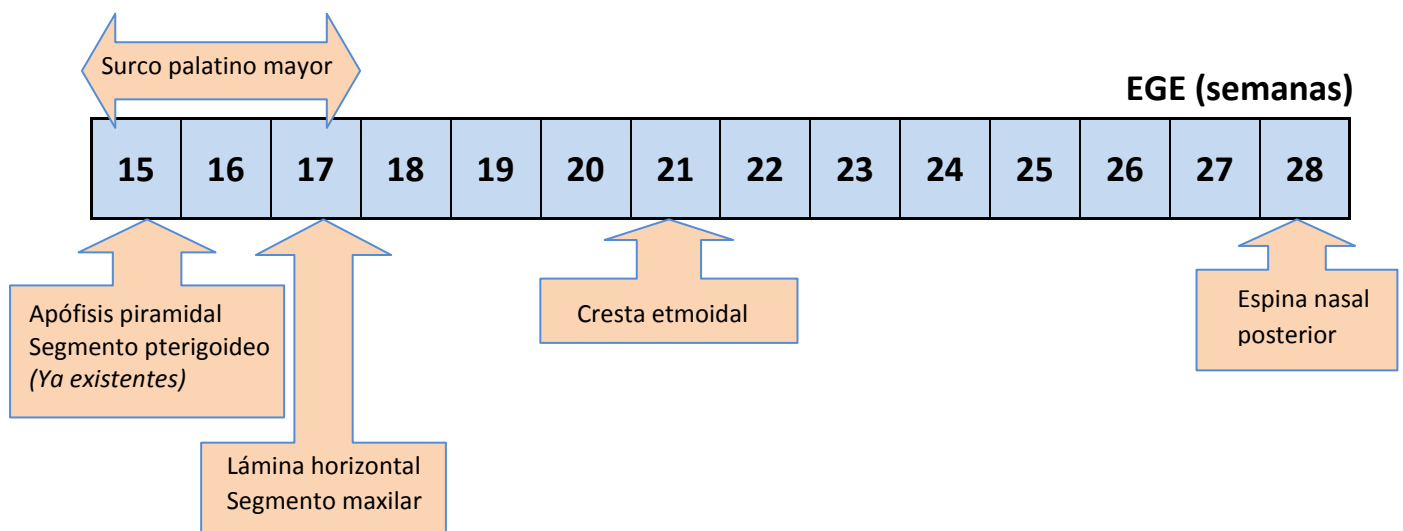
## 7. DISCUSIÓN

Los antecedentes relacionados con este estudio son escasos. La bibliografía determina en qué momento se forma el hueso, pero no especifica la evolución de las distintas láminas y los accidentes del palatino durante el desarrollo fetal.

En un estudio realizado en 2012<sup>5</sup>, se describe el hueso maxilar y palatino de 50 fetos. Determinó que los huesos palatinos se hallan completamente formados a partir de la semana 17 de la gestación, más precozmente de lo descrito con anterioridad. Además, concluyó que al finalizar la gestación, la lámina horizontal y la perpendicular miden aproximadamente lo mismo; Sin embargo, después del nacimiento la lámina perpendicular crece hasta medir el doble que la horizontal.

En primer lugar, en nuestro estudio tenemos estructuras palatinas que atienden a un patrón evolutivo determinado y constante, es decir, que cuando brotan su aparición es permanente. A continuación se ha elaborado un cronograma (*cronograma I*) estableciendo la semana de aparición (EGE) de cada una de ellas:

### *Cronograma I*



**Cronograma I:** Accidentes óseos que surgen atendiendo a un patrón evolutivo constante.

La **apófisis piramidal** es hallada en todos los palatinos estudiados, por lo que datamos su aparición previa a la semana 15,65 de gestación. Durante el crecimiento intrauterino, las primeras estructuras que se desarrollan son las relacionadas con el sistema nervioso y circulatorio (en el primer y principios del segundo trimestre), posteriormente las partes blandas y los músculos, y por último el sistema óseo. De este modo, el progreso de esta apófisis está estrechamente relacionado con sus estructuras vecinas:

El nervio, la arteria y la vena palatina menor atraviesan la apófisis a través de los conductos palatinos menores; su desarrollo se inicia en la 4ª semana de gestación, estando completamente formados en la 8ª o 9ª semana prenatal. Concluimos que la apófisis piramidal evoluciona al mismo tiempo que estas estructuras, pero nunca antes, ya que tienen que estar formadas para osificarse a su alrededor y crear los conductos.

Además, el desarrollo intrauterino de la apófisis piramidal está influenciado por los músculos pterigoideos interno y externo, que se insertan en ella y brotan anticipadamente al músculo.

El **surco palatino mayor** brota entre la semana gestacional 15,65 y 17,33. En su configuración influyen la arteria, la vena y el nervio palatino mayor, ya que lo transitan; comienzan a formarse durante la 4ª semana intrauterina, osificándose el surco alrededor de ellos.

El **segmento pterigoideo** también es hallado en todos los palatinos, por lo que no podemos concluir en qué momento emerge, siendo anterior a la semana gestacional 15,65.

La **lámina horizontal** está presente desde al menos la semana gestacional 17, ya que cuando no la hallamos se debe a una mala resolución debido a los diferentes procesos a los que hemos sometido las imágenes, que pueden producir errores.

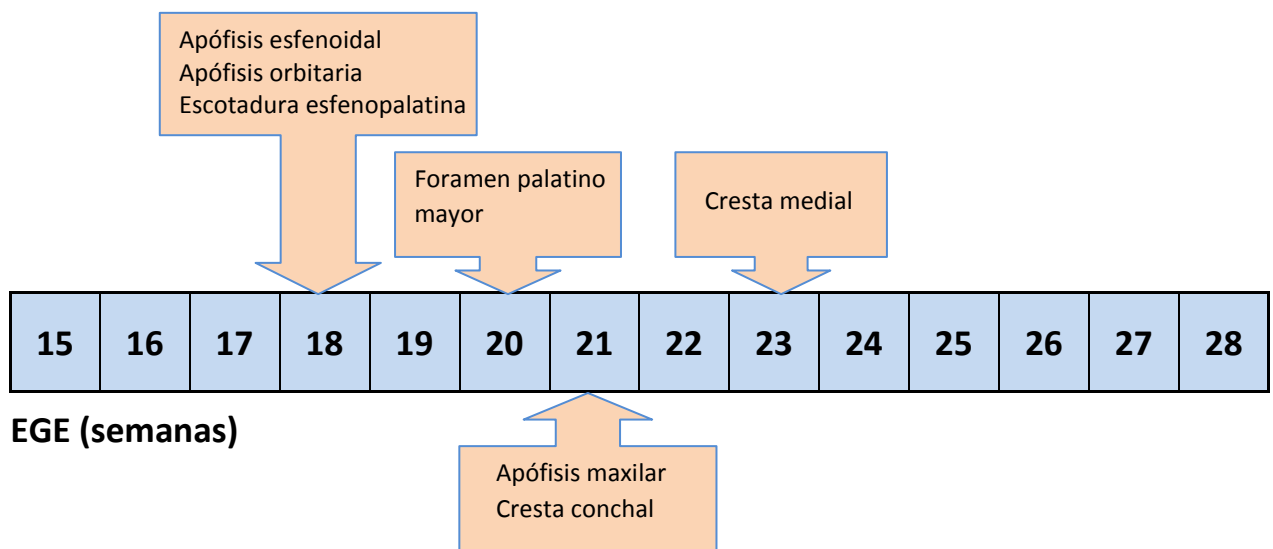
El **segmento maxilar** lo hallamos desde la 17 semana de gestación y persiste a lo largo de todo el desarrollo evolutivo del hueso palatino.

La **cresta etmoidal** emerge a partir la 21 semana de gestación.

La **espina nasal posterior** sólo la observamos en el feto 21 (EGE 28,2), por lo que limitamos su osificación a las 28 semanas gestacionales. En esta estructura ósea se inserta el músculo de la úvula; los músculos de la faringe (incluida la úvula) comienzan a desarrollarse en la 5ª semana prenatal, estando completamente diferenciados en la 9ª semana.

En segundo lugar, hemos observado estructuras palatinas que no tienen un patrón de osificación constante, representadas en el *cronograma II*. Como consecuencia, no podemos datar su brote en el periodo fetal.

### ***Cronograma II***



***Cronograma II:*** Accidentes óseos que surgen atendiendo a un patrón evolutivo errático. La semana gestacional en la que aparecen indicados es el momento desde el cual su presencia es permanente.

Las **apófisis orbitaria y esfenoidal**, así como la **escotadura esfenopalatina** aparecen de forma permanente desde las 18,5 semanas intrauterinas. Sin embargo, aparecen también en el palatino del feto 1, con 17,5 semanas gestacionales.

La apófisis orbitaria está relacionada con el ojo y la fosa orbitaria, ya que forma parte de ella. El ojo y la órbita se esbozan a partir de la 4ª semana intrauterina y aparecen íntegramente formados en el 7º mes de gestación; en dicho momento la apófisis orbitaria tiene que estar presente.

La escotadura esfenopalatina se une con el hueso esfenoides conformando el foramen esfenopalatino, por donde transitan la arteria esfenopalatina y las venas nasales acompañantes, además de diferentes ramas del nervio maxilar (V2, desarrollándose a partir del primer arco faríngeo en la 4ª semana de gestación). Este accidente óseo se osifica alrededor de estas estructuras una vez estén presentes.

El **foramen palatino mayor** es constante desde la semana gestacional 20,385. Es el final del surco palatino mayor, por lo que su desarrollo se explica de la misma forma.

La **apófisis maxilar** se halla desde la semana gestacional 20,27 en todos los palatinos; en los sujetos con menor EGE se muestra de forma aleatoria, siendo el momento más precoz de aparición a las 17,33 semanas.

La **cresta conchal** es constante en los palatinos con EGE mayor de 21 semanas. Sin embargo, también aparece en el palatino del feto 1, con edad gestacional de 17,5 semanas.

La **cresta medial** es constante a partir de la EGE 23,487, apareciendo por primera vez en el palatino 4, con 17,33 semanas.

Por último, la aparición del **segmento sinusal** de la lámina perpendicular es errática en las reconstrucciones en 3D a lo largo de las distintas semanas gestacionales. Este segmento podría estar relacionado con el desarrollo embrionario y fetal del seno maxilar, ya que forma parte de su pared medial. El seno maxilar se forma postnatalmente luego sus relaciones vecinas podrían tener un desarrollo similar en el tiempo.

## 8. CONCLUSIÓN

Según nuestro estudio, la morfología del palatino está desarrollada completamente a las 28 semanas de gestación, más tardíamente que en estudios previos similares.

Proponemos que el palatino desarrolla según diferentes modelos de osificación:

- La apófisis piramidal y segmento pterigoideo aparecen en todos los palatinos estudiados, por lo que no hemos conseguido datar el momento de su aparición, aunque podemos asegurar que es previo a las 15,65 semanas.
- El surco palatino mayor, la lámina horizontal, el segmento maxilar, la cresta etmoidal, la espina nasal posterior están presentes desde una semana gestacional concreta y se mantienen constantes.
- El foramen palatino mayor, las apófisis maxilar, esfenoidal y orbitaria, la escotadura esfenopalatina, y las crestas medial y conchal aparecen de forma errática a lo largo del período fetal, por lo que no hemos podido determinar en qué semana de gestación se desarrollan.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., Wesker, K., Heimann, A., Vived, A. and Perramón Serra, G. (2011). *Prometheus. Tomo 3: cabeza, cuello y neuroanatomía*. 2nd ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, pp.9, 12-15, 20-29, 38-39.
2. Rouvière, H. and Delmas, A. (1999). *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional, Tomo I: cabeza y cuello*. 10th ed. Barcelona: Masson, pp.79-83.
3. Sadler, T. (2010). *Langman, embriología médica*. 11th ed. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins, pp.127-130, 144-145.
4. Gómez Otero, T., Arias Gallo, J., Lassaletta Atienza, L. and Martorell Martínez, V. (2003). Malformaciones craneofaciales y su tratamiento. *Nascer e crescer. Revista do hospital de crianças maria pia*, XII (4).
5. Lagraña, R., Ponce, J., Frank, M. and Gómez, J. (2012). Desarrollo óseo fetal del sistema estomatognático: hueso palatino. *Primera Jornada Científica de la Cátedra Santiago Ramón y Cajal*.
6. Testut, L. and Latarjet, A. (1983). *Compendio de anatomía descriptiva*. 22nd ed. Barcelona: Salvat, pp.43-45.
7. Opitz JM, Lacombe D. (2003) *Acrofacial dysostosis 1, Nager Type*. [online] Available at: <http://orpha.net/data/patho/GB/uk-nager.pdf> [Accessed 17 Feb. 2017]
8. Laza, O., Navaja, B., Acebo, E., Aldeazabal, J. and Díaz-Pérez, J. (2004). Casos breves: neurocristopatía. *Actas dermosifiliogr*, 95(10), pp.635-637.
9. Pérez Márquez, F. and Magán Moya, A. (2012). *Fisura Labiopalatina*. [online] Aamade.com. Available at: <http://www.aamade.com/casos-clinicos/fisura-labiopalatina.html> [Accessed 2 Mar. 2017].
10. Kershenovich Sefchovich, R., Garrido García, L. and Burak Kalik, A. (2007). Síndrome Goldenhar: reporte de un caso. *Acta médica grupo Ángeles*, 5(4), pp.214-220.
11. Pérez Márquez, F. and Magán Moya, A. (2012). *Síndrome de Goldenhar*. [online] Aamade.com. Available at: <http://www.aamade.com/casos-clinicos/sindrome-de-goldenhar.html> [Accessed 2 Mar. 2017].
12. Meyerson MD, Nisbet JB. (1987). Nager syndrome: an update of speech and hearing characteristics. *Cleft Palate*, 24, pp.142-151.
13. Loughna, P., Chitty, L., Evans, T. and Chudleigh, T. (2009). *Fetal size and dating: charts recommended for clinical obstetric practice*. *Ultrasound*, p.17.

