

Morfofisiología del órgano vomeronasal como sistema olfatorio accesorio en humanos

Autores:

Dra. Liliam Barrios Herrero¹, Dr. Héctor Barceló Pérez², Lic. Odalys Vázquez Naranjo³.

1 Profesora Auxiliar, 2 Profesor Asistente, 3 Profesora Asistente. Universidad Médica Dr. Salvador Allende, La Habana, Cuba

liliambarrios@infomed.sld.cu

RESUMEN

La anatomía y la fisiología del órgano vomeronasal humano y la acción de las feromonas en la conducta, tanto social como sexual en humanos, ha sido objeto de opiniones controvertidas en los últimos años. Actualmente es considerado como un órgano olfatorio accesorio, capaz de percibir la presencia de vomeroferinas las cuales corresponden a un grupo de sustancias químicas identificadas, capaces de provocar cambios conductuales tanto a nivel social, sexual como maternal. El órgano vomeronasal es una estructura cuya ubicación, frecuencia y función específica en humanos ha sido poco estudiada y se plantea que se localiza lateralmente al septo nasal y posee células periféricas, capaces de actuar como receptores, los cuales al ser estimuladas son capaces de generar una respuesta, susceptible de ser medida a través de un electrodo ubicado en el epitelio vomeronasal. Estudios recientes sugieren existe una conexión directa hacia el sistema nervioso central, mediante neuronas sensoriales bipolares, lo que implica un cuidado adicional en pacientes sometidos a cirugías cercanas a su ubicación.

Palabras Clave: Órgano vomeronasal, sistema olfatorio accesorio, feromonas.

INTRODUCCIÓN

Frederic Ruysch describió el órgano vomeronasal (OVN) en humanos en 1703. Él describió un "canalibus nasalibus" en cada lado de la porción anterior del tabique nasal en un cadáver. En 1877 Kölliker realizó un estudio pormenorizado de la posición de las cavidades vomeronasales en cadáveres de fetos, niños y adultos. Potiquet amplió estas observaciones en adultos vivos. El anatomista danés Ludwig Jacobson (1783-1843) describió en detalle el OVN en numerosas especies de

mamíferos. Él también observó la falta de desarrollo de las estructuras vomeronasales en humanos. [1]

Jacobson escribió su descubrimiento en un artículo con excelentes ilustraciones, publicado en danés en una revista local de veterinaria, de difícil accesibilidad para otros investigadores, por lo que permaneció ignorado durante muchos años, hasta que fue recuperado por la Universidad de Copenhague. En éste se daban todos los detalles de la anatomía del órgano en cada tipo de animal, así como los datos sobre su irrigación sanguínea y su inervación nerviosa. Jacobson determinó que debía tratarse de un órgano sensorial, por el gran manojito de nervios que partían de él y que desembocaban en el bulbo olfativo del cerebro, lo que fue confirmado posteriormente con estudios más precisos. [2]

Según algunos autores el OVN tiene un papel en el reconocimiento sexual y cortejo en numerosas especies de mamíferos. Una cuestión primordial referente al OVN en adultos humanos es su funcionalidad. Actualmente un gran número de anatomistas están de acuerdo en que tenemos una estructura que guarda un curioso parecido con el OVN, tras haberlo negado durante décadas [3], incluso otros lo consideran un sexto sentido. No obstante se ha puesto en duda si el OVN de los humanos cumple alguna función o si no es más que un vestigio inservible heredado de nuestros antepasados cuadrúpedos, lo cual ha sido para los autores de este artículo una motivación en la búsqueda de nuevos argumentos que aclaren este gran dilema científico.

DESARROLLO

En muchos mamíferos hay un sistema olfatorio accesorio localizado en un órgano con estructura tubular denominado el órgano vomeronasal u OVN, el cual se encuentra separado y es independiente del epitelio olfatorio principal. EL OVN ha sido identificado mediante el estudio de la acción de las feromonas que son moléculas producidas y emitidas por otros miembros de la misma especie. Las feromonas son señales químicas que han sido implicadas en fenómenos de apareamiento, amamantamiento, cortejo y otros comportamientos, y se cree que interactúan con el sistema endocrino a través del OVN. [4]

En los últimos cinco años, los científicos han estado sumamente interesados en estas señales, como así también en el "sistema olfatorio accesorio", que responde a estas señales en muchos animales. Este sistema comienza con células nerviosas

presentes en un par de sacos diminutos con forma de cigarro, llamados órganos vomeronasales (VNOs, por sus siglas en inglés), que es donde primero se recogen las señales. [5]

Según plantea Richard Axel [5], el VNO utiliza un conjunto diferente de maquinaria molecular y parece ser una estructura mucho más primitiva que el sistema olfatorio principal, además parece trabajar de una manera diferente, lo cual aún no se ha podido identificar.

Los OVNs están localizados justo detrás de las fosas nasales, en el tabique de la nariz (ellos toman su nombre del hueso vómer, donde el tabique nasal se encuentra con el paladar duro). Al menos en roedores, las señales viajan desde el VNO hasta el bulbo olfatorio accesorio (antes que hasta el bulbo olfatorio principal) y luego, como lo mostró Sally Winans, de la Universidad de Michigan, en 1970, a partes del cerebro que controlan la reproducción y la conducta maternal.

"Es una ruta alternativa hacia el cerebro", explica Rochelle Small, quien dirige el Programa de Sentidos Químicos, en el Instituto Nacional de la Sordera y otros Trastornos de la Comunicación en Bethesda, en Maryland. Si el sistema olfatorio accesorio funciona en humanos como lo hace en roedores, evitando a la corteza cerebral, es probable que no tengamos ninguna consciencia de él en absoluto. [5]

En un estudio realizado por Berdaguer y Zeller en 7 fetos humanos cadavéricos, el OVN pudo observarse en todos los cadáveres en ambos lados del tabique nasal. En 5 casos se observó a simple vista a ambos lados, en 2 casos se requirió de una lupa de aumento para poder ver el OVN derecho. Presentó en todos los casos un diámetro entre 0,5 – 1,5 mm, de forma redonda u oval. El OVN se encuentra situado en el tercio anterior del tabique nasal a unos 4 – 9,5 mm dorsal con respecto a la columella y unos 6-12 mm del margen del orificio nasal externo el tabique nasal. [6]

En 1991, García-Velasco y colaboradores [7-8], retomaron las investigaciones de Potiquet y mostraron que el órgano vomeronasal se desarrolla y crece durante la gestación y continúa presente en la vida adulta.

Desarrollo embriológico del órgano vomeronasal humano:

5ª semana

- 1) Aumentan de tamaño los procesos maxilares del primer arco branquial.
- 2) Cartílago de Meckel en los procesos andibulares del primer arco branquial.
- 3) Cartílago de Reichert en el 2º arco branquial.

- 4) Se aprecian las fositas nasales.
- 5) Comienza el desarrollo del órgano vomeronasal que alcanza su máximo desarrollo entre la 12^a y la 14^a semanas.

11^a-12^a semanas

- 1) Fusión de todos los cartílagos que forman la base del cráneo dejando los orificios por los cuales van a pasar los pares craneales.

- 2) Osificación del ala mayor del esfenoides.

- 3) Inicio de la osificación endocondral de la base del cráneo de la siguiente manera:

- a) Porción basal del hueso occipital.

- b) Cuerpo del esfenoides (16^a semana).

- c) Hueso etmoides (último trimestre)

- 4) Fusión de las 2 partes que constituyen el hueso occipital, el cartílago de la base con la escama del occipital.

- 5) Aparecen los 3 centros cartilaginosos secundarios de la mandíbula: coronoideo, mentoniano y condíleo.

- 6) Comienza el crecimiento del maxilar.

13^a semana

Comienza a formarse la articulación temporomandibular (cámara inferior).

14^a semana

- 1) Formación del agujero incisivo.

- 2) Desaparición del órgano vomeronasal abriéndose hacia la mucosa nasal.

Desde el primer trimestre de la vida intrauterina, se aprecia intensa migración de neuronas inmunorreactivas para la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), desde el sector medial de la plácoda olfatoria (plácoda vomeronasal). La migración transcurre a lo largo del tabique nasal, en dirección al cerebro, y provee las conexiones nerviosas entre el OVN y el sistema nervioso central. Las células GnRH toman residencia en el hipotálamo anterior, y en el sujeto adulto constituyen el marcapaso que comanda la liberación de las gonadotropinas hipofisarias. Un defecto del gen KAL del cromosoma X determina la interrupción de la migración neuronal desde el OVN al hipotálamo durante el desarrollo fetal. Este defecto genético es causal del síndrome de Kallmann, que se manifiesta en el adulto por hipogonadismo hipogonadotrópico y anosmia. [9]

En el año 2004 fue descrito el caso clínico de un lactante de 8 meses con obstrucción nasal, que al examen físico presentaba un engrosamiento del tabique. El estudio con scanner mostró un engrosamiento del tabique de 13 mm de ancho

por 25 mm de largo. Al complementar dicho hallazgo con RNM se evidenció una zona compatible con OVN5 (figura 2). [10]

Con relación a la estructura del OVN humano, el estudio realizado por Borgarelli publicado en el 2007, reporta que tiene aspecto de tubo alargado con una abertura dirigida un poco más arriba del septo nasal, a diferencia de otros mamíferos donde la apertura está solo en su parte anterior por medio de un pasaje estrecho hacia el piso de la cavidad nasal (roedores y algunos primates) o hacia el canal nasopalatino (carnívoros, insectívoros). El órgano vomeronasal humano carece de cápsula y grandes vasos sanguíneos característicos de otros mamíferos. El pasaje lleva a un lumen tubular sin un epitelio sensorial grueso. Hay algunas pocas células en el lumen que tienen similitudes con las neuronas receptoras del órgano vomeronasal de otras especies y que tienen la apariencia de neuronas bipolares. Se han encontrado fibras nerviosas que corren por debajo del epitelio pero estas podrían pertenecer al Nervus Terminalis. Además el bulbo olfatorio accesorio, que es la terminación normal de los axones de las neuronas receptoras, no se puede distinguir en el cerebro humano. [11]

Otros autores describen al OVN humano al igual que en otros mamíferos terrestres, interiormente cubierto por un tejido epitelial de tipo cilíndrico pseudoestratificado, que posee células neuroepiteliales de aspecto bipolar (quimiorreceptores vomeronasales) intercaladas entre células sustentaculares (figura 1). La porción dendrítica de dichas células bipolares es rica en microvellosidades que contactan directamente con la luz del OVN. Sus axones constituyen el nervio vomeronasal. En estrecho contacto con las células quimiorreceptoras del OVN se encuentran terminaciones axónicas del nervio terminal. Su desarrollo embrionario y sus conexiones centrales están estrechamente relacionadas con el desarrollo del OVN. Las ramas de los nervios vomeronasal y terminal constituyen un plexo que asciende en el tejido submucoso del tabique nasal en su trayecto hacia el hipotálamo. [9-12]

Debido a que el plexo nervioso vomeronasal-terminal está ubicado rostralmente respecto al nervio olfatorio (I° par craneal), algunos anatomistas antiguos decidieron denominarlo muy elocuentemente, *"par craneal número cero"*. Las fibras aferentes del plexo nervioso vomeronasal-terminal mantienen conexiones con neuronas de los núcleos del hipotálamo anterior, y también con los núcleos periféricos de la amígdala límbica. Las neuronas límbicas a su vez conectan con el hipotálamo anterior a través de la estría terminal. [9]

En los libros modernos de anatomía se ilustra la porción anterior del tabique nasal como tapizado por una mucosa lisa, sin observarse ninguna estructura o accidente en la misma. En cambio en los textos clásicos se puede observar la representación del OVN en el tabique nasal. [6]

Los trabajos realizados sobre la presencia del OVN varían entre un 39% [13] a un 100% [14]. Esto se debe probablemente a las contradicciones anatómicas existentes en la descripción del OVN (cuadro 1) y por el hecho de ser difícil de observar a la rinoscopia. Gaafar observó la presencia del OVN en el 76% de los casos sobre 200 sujetos estudiados, en forma de aberturas ovaladas o pequeñas depresiones [15]. Acorde a los pocos y contradictorios estudios en humanos, solo algunos autores mencionan al conducto vomeronasal. Kölliker halló que tiene una longitud de 2-7 mm. Anton describe una estructura tubular de localización simétrica a ambos lados del tabique con una longitud de 8,4 mm [16]. Mangakis observó un conducto vomeronasal de 62 mm [17]. Smith y cols. refieren una longitud entre 3,5 - 11,8 mm [16] y Eloit y cols. observaron una longitud entre 2- 5 mm [18]. Finalmente Albomali y cols. concluyen en un estudio realizado con resonancia magnética nuclear que el conducto vomeronasal tiene una longitud de 7 mm, sufre numerosas variaciones en su tamaño y puede cruzar al lado contralateral. [16]

A modo de resumen se plantea que el sistema olfatorio accesorio está formado por células sensoriales presentes en el órgano vomeronasal de la nariz y sus conexiones en el cerebro, que reciben información sexual y social, en forma de feromonas, de otros organismos de la misma especie. Está separado del sistema olfatorio principal, que es el encargado del sentido del olfato. El sistema olfatorio principal comprende las células sensoriales en la nariz y regiones del cerebro con las que están conectadas, que colectivamente se encargan del sentido del olfato. [11]

En la revisión realizada se encontró que el primero que se planteó la función del órgano vomeronasal fue un anatomista danés, Ludwig Levin Jacobson en 1811, pero no fue hasta finales del siglo XIX y principios del XX que el científico Santiago Ramón y Cajal retomó el tema y describió la estructura del cerebro a la que llegan los axones de las células receptoras del órgano vomeronasal. Los receptores que tenemos en la nariz son unas células con una prolongación que va al exterior, donde se ponen en contacto con las sustancias odorantes, y otra prolongación que va a conformar el bulbo olfatorio, para continuar con la vía que irá hasta zonas específicas del encéfalo. [11]

Después de Cajal se realizaron estudios en vertebrados, pero no en mamíferos, y se llegó a describir la función del órgano vomeronasal en algunos reptiles, pero a nadie se le ocurrió continuar los estudios de Cajal en mamíferos hasta que el Dr. Orlando Mora, Profesor Titular de Fisiología de la Universidad Complutense de Madrid, en 1977, presenta en un Congreso Internacional de Fisiología en París, la primera comunicación en la que se hablaba del órgano vomeronasal como receptor de feromonas en mamíferos. [11]

Durante mucho tiempo se consideró inexistente el órgano vomeronasal en los humanos y aunque todavía existe incertidumbre de que este órgano en el humano detecte feromonas, es muy posible que ésa sea su función. Se han recabado evidencias que indican que el órgano vomeronasal está presente en la mayoría, si no es que en todos los humanos. García-Velasco y Mondragón examinaron la mucosa olfativa de 1000 pacientes durante reconstrucciones quirúrgicas de la nariz y encontraron órganos vomeronasales en todos los casos. Igualmente, Moran⁶⁷ y colaboradores reportaron la presencia de residuos vomeronasales en 200 sujetos, hombres y mujeres de diferentes edades y razas. [8]

El análisis ultraestructural del órgano vomeronasal realizado en fetos, cadáveres y en pacientes que se sometieron a cirugía plástica, reveló la presencia de dos elementos receptores potenciales que posiblemente constituyen un sistema de detección feromonal en los humanos. [11]

Finalmente, Bulger y colaboradores describieron dos genes humanos muy parecidos a los responsables de la síntesis de las proteínas receptoras del órgano vomeronasal de las ratas, el lugar donde se acoplan las feromonas. Asimismo, se ha demostrado que existen ciertos cambios de voltaje en las células del órgano vomeronasal humano, cuando al hombre se le somete a una feromona femenina y viceversa. Estos hallazgos permiten suponer la existencia de una posible vía funcional vomeronasal-hipófisis en adultos humanos y se ha sugerido que tal vez sea posible crear medicamentos que tengan un efecto directo sobre el órgano vomeronasal. [11]

Como se puede apreciar a lo largo de todo el artículo el OVN es una estructura que algunos investigadores consideran que está presente en el ser humano y se encarga de detectar las llamadas feromonas, sin embargo otro grupo de científicos

lo considera una estructura vestigial. Los autores de este artículo consideramos que este dilema solamente será aclarado con resultados de nuevas investigaciones que demuestren su existencia y funcionabilidad en el ser humano.

CONCLUSIONES

El OVN sigue siendo en la actualidad un tema importante de debate y estudio.

- Hoy en día se conoce, a través de los datos acumulados en diferentes investigaciones, que dicho órgano se encuentra presente en sujetos adultos, y más aún, sería totalmente funcional, participando activamente en la modulación del eje neuroendocrino.
- Posee células periféricas, ubicadas en el OVN, capaces de actuar como receptores de vomeroferinas, generando una conexión con el hipotálamo y el sistema límbico, produciendo cambios conductuales en los sujetos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zeller Federico L. Anatomía normal y frecuencia del órgano vomeronasal de Jacobson (OVN) en fetos humanos. Rev. Argentina de Urología 1 . Volumen 72, 2007.
2. María Isabel Bermejo Bermejo. Citado en <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=jacobson-ludwig-levin>.
3. Taylor Robert. New Scientist/El Mundo. Citado en <http://www.elmundo.es/salud/Snumeros/97/S233/S233sentido.html>
4. Feromonas y órgano vomeronasal. Citado en <http://caibco.ucv.ve/caibco/vitae/VitaeQuince/Articulos/NeurocienciasUno/ArchivosHTML/feromonas.htm>.
5. Olfateando las señales sociales y sexuales. Citado en <http://www.hhmi.org/senses-esp/d210.html>
6. M.S. Berdaguer , F.L. Zeller. Sistema vomeronasal: descripción anatómica y frecuencia en humanos. Rev Soc Med Quir Hosp Emerg Pérez de Leon 2007; 38(2): 55-58.
7. Garcia-Velasco et al., "Nose Surgery and the Vomeronasal Organ", Aesth. Plast. Surg. 19: 451-454, 1995.
8. García-Velasco J, Mondragon M. The incidence of the vomeronasal organ in 1000 human subjects and its possible clinical significance. J Steroid Biochem Mol Biol. 1991

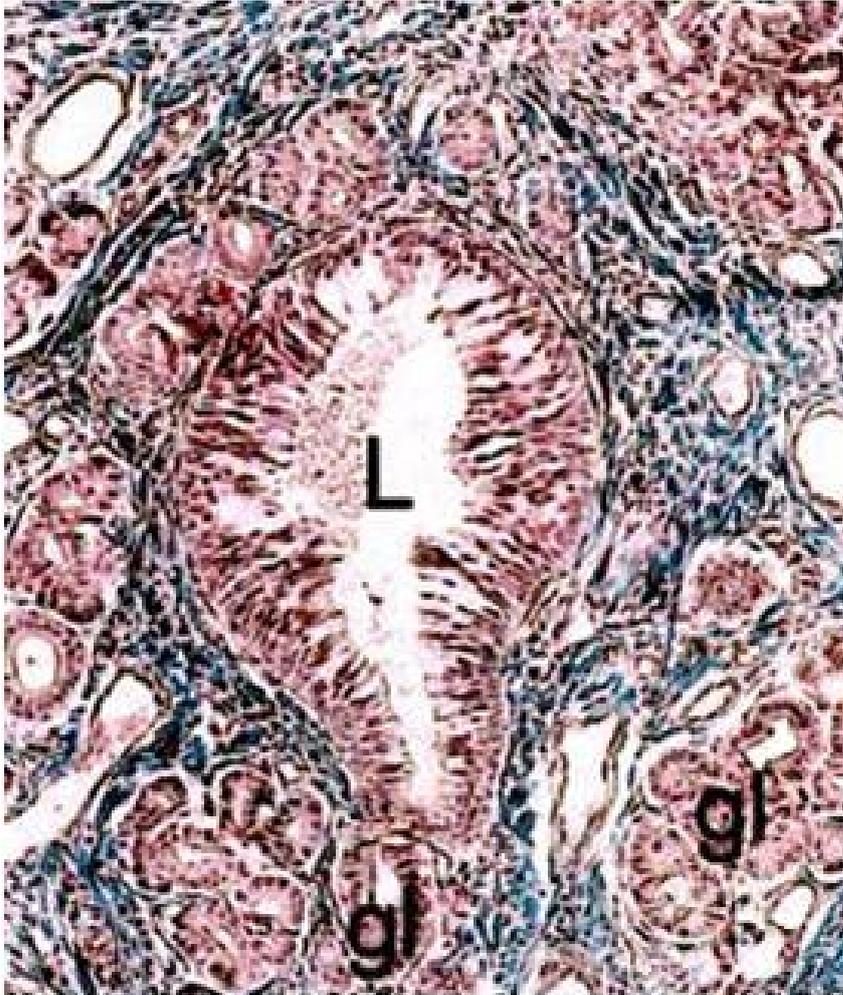
9. Otorrinos2do's Blog. CONEXIONES DEL ÓRGANO VOMERONASAL. Citado en <http://otorrinos2do.wordpress.com/2011/11/03/conexiones-del-organo-vomeronasal/Infectious diseases and Vocal Fold Paralysis>.
10. Alfredo Naser, Juan Fullá, M^a Antonieta Varas, Rodolfo Nazar. El órgano vomeronasal humano. Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello 2008; 68: 199-204.
11. Borgarelli MP. Aporte para el conocimiento anatomo-funcional del órgano vomeronasal humano y su probable relación con la conducta socio-sexual. Rev. Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica, Año 16, Vol. 14, N^o 1, septiembre de 2007, págs. 5 a 48.
12. Eloit C, Wassef M, Ferrand J y cols. Observations on adult human vomeronasal organs. Chem Senses 24: 64, 1998.
13. Johnson A, Josephson R, Hawke M, Clinical and histological evidence for the presence of the vomeronasal (Jacobson's) organ in adult humans, J. Otolaryngol. 14: 71, 1985.
14. Moran DT, Jafek BW, Rowley JC, The vomeronasal (Jacobson's) organ in man: ultrastructure and frequency of occurrence, J Steroid Biochem Molec Biol 39: 545, 1991.
15. Gaafar HA, Tantawy AA, Melis AA y cols., The Vomeronasal (Jacobson's) Organ in Adult Humans: Frequency of Occurrence and Enzymatic Study. Acta Otolaryngol. (Stockh) 118: 409, 1998.
16. Abolmaali ND, Kühnau D, Knecht M y cols., Imaging of the vomeronasal duct, Chem. Senses 26: 35, 2001.
17. Mangakis M, Ein Fall von Jacobson'schen Organen beim Erwachsenen. Anat. Anz.21: 106, 1906.
18. Smith TD, Siegel MI, Burrows AM y cols, Searching for the vomeronasal organ of adult humans: preliminary findings on location, structure and size, Microsc. Res. Tech 15 : 483, 1998.

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro 1. Diferencias en la descripción anatómica del OVN.

Autor	Descripción anatómica	Diámetro en mm	Forma
Johnson y cols.	Porción anteroinferior Del tabique, cercano al piso de la nariz	Mayor a 2	Oval, circular o irregular
García Velasco y Mondragon	Región anteroinferior a 2 cm de la unión del cartílago septal con el septum óseo (vómer).	Orificio pequeño	No informado
Stensaas y cols.	En la porción ventral del tabique, con orientación antero-posterior	No informado	Tubular
Monti-Bloch y Grosser	Próximo a la intersección de la porción posterior del cartílago septal y el piso de la nariz	No informado	No informado
Moran y cols.	Región anterior del tabique, 1 cm. Dorsal a la columella y 1-2 mm por sobre el piso de la nariz	0,2 -2	Redonda
Monti-Bloch y cols.	Dorsal a los Cartílagos vomeronasales	0,5 – 1,5	No informado
Berdaguer y cols.	Situado en el tercio anterior del tabique nasal a unos 4 – 9,5 mm dorsal con respecto a la columella y unos 6-12 mm del margen del orificio nasal externo	0,5 – 1,5 mm	Redonda u oval



Anexo 2: Figura 1. Microfotografía que muestra un corte transversal del OVN observándose una estructura tubular con una luz irregular. Tomado del sitio <http://otorrinos2do.files.wordpress.com/2010/06/vno-diagram.jpg>

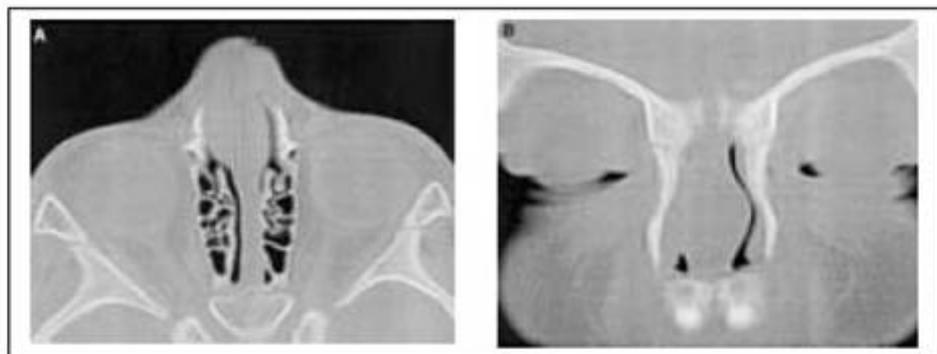


Figura 2. (A) TC Corte axial que muestra un engrosamiento en la porción anterior del Tabique nasal. (B) TC Corte coronal se observa el engrosamiento antes descrito. (A) y (B). Tomado de A.E. Zosel et al. / Journal of Clinical Imaging 28 (2004) 356-9.

Anexo 3: Figura 2. Corte axial y coronal del tabique nasal. Imagen tomada del sitio <http://www.scielo.cl/fbpe/img/orl/v68n2/img13-02.jpg>