

11236
26
reje

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSTGRADO

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES. CENTRO MEDICO NACIONAL

SIGLO XXI. I.M.S.S.

★ ABR 22

SECRETARÍA DE SALUD
DEPARTAMENTO DE POSGRADO
MDMR

"FISIOLOGIA NASAL. CILIOS."

**TESIS DE POSTGRADO
PARA OBTENER EL TITULO DE
OTORRINOLARINGOLOGIA
P R E S E N T A
DR. FREDDY ALBERTO CASTRO VILLALOBOS**

ASESOR

DR. BERNARDINO RICARDO SANCHEZ SANCHEZ



IMSS

MEXICO, D. F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



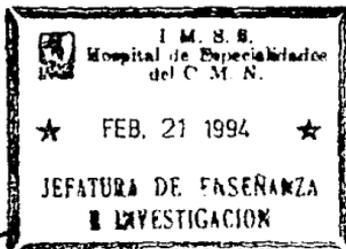
UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Vo. Bo.



DR. NIELS WACHER RODARTE
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION
H.E. C.M .N. SIGLO XXI.

Vo. Bo.



DR. MANUEL LEE KIM
JEFE DEL SERVICIO DE OTORRINOLARINGOLOGIA
H.E. C.M.N. SIGLO XXI.

D E D I C A T O R I A

A MI MADRE:

GUADALUPE: Por todo el amor, confianza y apoyo que me ha brindado a lo largo de mi carrera y de mi vida. Gracias por haberme dado la oportunidad de realizar este deseo.

A MIS TIOS:

JORGE Y DELFINA: Por el apoyo, cariño y ayuda que me han dado para el logro de mis objetivos.

A MIS HERMANOS Y ABUELA:

FELLY, FRANCISCO Y FIDELIA; Por su comprensión, cariño y confianza.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA RESIDENCIA: Adela, Miguel Angel, Alan, Tere, Ada y Alejandro, por su amistad, ayuda y confianza.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS, FAMILIARES, AMIGOS Y MAESTROS QUE CON SU AMISTAD, CONSEJOS, EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTOS HAN CONTRIBUIDO A MI DESARROLLO PERSONAL Y PROFESIONAL.

A MIS MAESTROS
QUIENES APORTARON SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS
PARA UNA MEJOR PREPARACION

SERVICIO DE O.R.L.

DR. MANUEL LEE KIM

DR. ALEJANDRO VARGAS

DRA. GUADALUPE VEGA

DR. RAFAEL RIVERA

DR. MIGUEL KAGEYAMA

SERVICIO DE AUDIOLOGIA

DRA. MARGARITA DELGADO

DR. GUILLERMO LOPES RIOS

SERVICIO DE CIRUGIA DE CABEZA Y CUELLO

DR. JUAN PEÑA

DR. JOSE MARIN

DR. HECTOR AGUIRRE

DRA. MARTHA RAMIREZ

AGRADEZCO DE MÀNERA MUY ESPECIAL AL
DR. BERNARDINO RICARDO SANCHEZ SANCHEZ
MAESTRO Y AMIGO. POR TODAS SUS ENSEÑANZAS
Y CONSEJOS PARA LA ELABORACION DE ESTA
TESIS.

G R A C I A S

I N D I C E

INTRODUCCION	1
EMBRIOLOGIA	2
PARED LATERAL NASAL	6
HISTOLOGIA	12
EPITELIO VESTIBULAR	12
EPITELIO OLFATORIO	14
EPITELIO RESPIRATORIO	17
CILIOS NASALES	30
MICROVELLOSIDADES	39
TRANSPORTE CILIAR	41
FISIOLOGIA NASAL	47
FLUJO AEREO	48
CICLO NASAL	54
REGULACION DE LA HUMEDAD Y LA TEMPERATURA ..	55
RESONANCIA	57
LIMPIEZA	58
PROTECCION	63
OLFACION	64
COMENTARIOS	66
BIBLIOGRAFIA	68

INTRODUCCION

La pirámide nasal no es un atributo exclusivo del ser humano. Por su gran tamaño y situación central, es uno de los principales rasgos característicos del individuo. (1).

Además de que reviste una importancia básica en la formación y preservación de la imagen corporal, como guardían de las vías respiratorias, la nariz realiza funciones muy especiales y de enorme importancia para el adecuado funcionamiento del tracto respiratorio como son: 1.- Regulación de la humedad y la temperatura, 2.- Limpieza, 3.- Protección, 4.- Olfacción, 5.- Resonancia, 6.- Flujo aéreo y 7.- "Órgano sexual". (2).

Los cilios nasales son unidades estructurales histológicas de gran relevancia para el funcionamiento nasal; constituyen un tema fascinante; conocer y entender la estructura y fisiología de los cilios nasales así como de las otras estructuras nasales relacionadas con su adecuado funcionamiento, es de gran importancia pues su estudio nos conduce a descubrir la clave de la patogénesis de las enfermedades que afectan el tracto respiratorio.

Se presenta el siguiente trabajo de tesis, como una revisión bibliográfica de la literatura médica en las revistas más relevantes sobre el tema, así como en los libros de texto más recomendados para la especialidad de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y Cuello.

EMBRIOLOGIA

La nariz es uno de los primeros órganos que se desarrollan en el embrión humano. Durante la tercera semana embrionaria, emergen de la pared cerebral anterior, dos engrosamientos epiteliales, denominados plácodas olfatorias, y la amplia masa de tejido que las separa representa el proceso frontal. (Fig.1). Durante la semana cuarta, la periferia de las plácodas asume forma de herradura y en su centro se forma un hundimiento que son las fosas olfatorias, que van a dividir el borde caudal del proceso frontonasal en partes medial y lateral; el proceso nasal medial, especialmente sus prolongaciones caudales, crecen más aprisa que los procesos laterales. Estos se unen en la línea media para formar la columela, filtrum y procesos maxilares. El primer arco branquial que se ha hundido en el proceso maxilar y mandibular durante la tercera semana, remata el proceso frontonasal lateralmente. El crecimiento continuo, dirige la fusión de los procesos maxilares y nasal medio para completar el límite inferior del vestíbulo nasal y el ala. (Fig.2). La compresión constante de los tejidos entre las fosas, que al principio son anchas y voluminosas, dan lugar a la formación del septum nasal primario; es esta etapa la nariz primitiva esta abierta directamente a la cavidad oral y la lengua descansa central a las coanas. (Fig.3). Entre los días 45 y 48, el arco palatino vertical aparece sobre los procesos maxilares dentro de la cavidad oral y su crecimiento se dirige caudal y medialmente a ambos lados de la lengua, hasta que la expansión de la mandíbula y el piso de la boca, permiten que la lengua descienda; los arcos palatales rotan medialmente y se unen uno con otro y con el paladar primitivo, completándose esta fusión en la novena semana, iniciándose en el foramen palatino y dirigiéndose anterior y posteriormente en forma de "Y". (Fig.4). Durante la última parte del segundo mes fetal, el septum nasal primario crece firmemente hacia atrás, y a la parte anterior de la boca. La elongación anteroposterior de la cavidad nasal, transforma las coanas primitivas, de aperturas redondas, en aperturas largas que emigran hacia atrás. El septum nasal se une con el paladar alrededor de la décima semana, comenzando por el foramen nasopalatino. (Fig.5). En el embrión de 35 días, la pared nasal es lisa y presenta dos surcos recubiertos por mucosa que aparecen en la pared septal. La diferenciación en las paredes laterales nasales se inicia inmediatamente antes de la de las salientes palatinas e incluye solamente la cavidad nasal primaria. En referencia a la parte exterior de la pared lateral nasal, los procesos nasales laterales se unen con los procesos maxilares. El crecimiento de los centros mesenquimatosos de estos dos procesos, crean un pequeño surco en la superficie, denominado surco naso-óptico. (3).



Fig. 1. Vista frontal y lateral de un embrión de 4 semanas. Se observan las plácidas nasales a cada lado del proceso frontal. - (Lagman Jan; Embriología Médica; Panamericana. 4ta Ed; 281;1981)

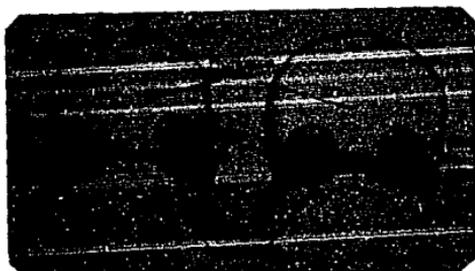


Fig. 2. Aspecto de la cara vista de frente. Embrión de 5 semanas. Se observan las fosas y procesos nasales internos y externos. (Lagman Jan; Embriología Médica; Panamericana; 4ta Ed; 281; 1981).



Fig. 3. Corte frontal de la cabeza de un embrión de 6 y media semanas. Se observa el tabique nasal primario. (Lagman Jan; Embriología Médica; Panamericana; 4ta Ed; 283; 1981).



Fig. 4. Corte frontal de la cabeza de un embrión de 7 semanas y media. La lengua se ha desplazado hacia abajo y las crestas palatinas han alcanzado una situación horizontal. Se observa el tabique nasal. (Lagman Jan. Embriología Médica; Panamericana; 4ta Ed; 283; 1981).

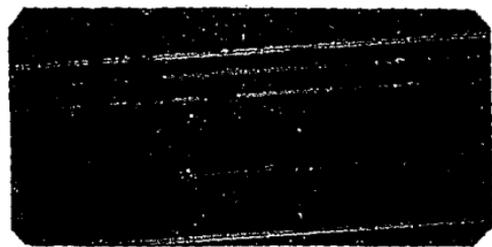


Fig. 5. Corte frontal de la cabeza de un embrión de 10 semanas. Las crestas palatinas se han fusionado una con la otra y - y con el tabique nasal. (Lagman Jan; Embriología Médica; Panamericana. 4ta Ed; 283; 1981).

PARED LATERAL NASAL

En su formación intervienen seis huesos craneales: 1.- Maxilar, 2.- Lagrimal, 3.- Etmoidal, 4.- Cornete nasal inferior, 5.- Hueso palatino y 6.- Esfenoides. La pared lateral nasal está configurada en forma característica por la proyección de 3 ó 4 cornetes (inferior, medio, superior y supremo, este último en el 15% de los casos). Estos cornetes dividen en forma incompleta la cavidad nasal en tres meatos: inferior, medio y superior. El espacio comprendido entre los cornetes y el tabique nasal se denomina meato nasal común. La región que se encuentra en la porción posterosuperior de la zona más superior de los cornetes, y adelante del cuerpo del esfenoides, se denomina receso esfenoidal, que por lo general, contiene en su pared posterior la abertura del seno esfenoidal y se encuentra sobre el meato superior. A la mitad entre el extremo anterior del cornete nasal medio y la superficie interna del *dorsum nasi*, se encuentra una elevación conocida como *agger nasi*. La pared lateral de cada fosa nasal se delimita hacia atrás, por el surco nasal posterior, que se extiende desde el cuerpo del esfenoides hasta la unión de los paladares duro y blando. La región localizada entre la coana y la porción posterior de los cornetes inferior y medio, y limitada por las paredes laterales y mediales de la fosa nasal, se denomina receso nasofaríngeo. El meato nasal inferior está limitado arriba por el cornete nasal inferior y abajo por el piso de la nariz. Mide 4.5 a 3.7 cm atrás de la punta nasal. Es estrecho en su porción anterior, se expande en ancho y alto en su porción media, y se torna nuevamente estrecho en la región de la coana. El orificio del conducto nasolagrimal se encuentra localizado en la porción anterior de la pared externa del meato inferior, unos 15 a 20 mm detrás del limen vestibuli, y 30 ó 40 mm posteriores a la nariz. El orificio por lo general es único, en ocasiones se observan 2 ó 3. El meato nasal medio, es más completo y más importante. Se divide en una rama ascendente, denominada receso frontal y otra descendente, que es amplia y en forma de arco, y contornea los cornetes inferior y medio. Al quitar el cornete medio, se observa sobre la pared externa de la rama descendente del meato medio, inmediatamente debajo del borde del cornete, una estructura abombada que se denomina bula etmoidal, y abajo de esta última, existe una estructura en forma de concha llamada proceso uncinado; entre su borde libre y la bula etmoidal hay una fisura o hendidura de 15 a 20 mm de largo denominada hiato semilunar, el cual se prolonga hacia el meato nasal medio a través de una hendidura, el infundíbulo etmoidal. Adelante el infundíbulo termina en forma ciega para crear una ó más celdillas etmoidales anteriores, y atrás, recibe al orificio de drenaje del seno maxilar. En 25 a 40% de los casos, se pueden encontrar orificios accesorios de drenaje del seno maxilar; en la parte membranosa, entre el borde de unión del proceso uncinado y el cornete nasal inferior. La porción anterosuperior del meato nasal medio corresponde a la rama ascendente y se comunica con el grupo de celdillas anteriores y al seno frontal. El meato nasal superior es un espacio estrecho situado entre el tabique y la masa lateral del etmoides por encima del cornete medio. En el

drenan el grupo posterior de las celdillas etmoidales . Por arriba y detrás del cornete superior y enfrente del esfenoides, se encuentra el receso esenoetmoidal, por donde drena el seno esfenoidal. (Fig.6 y 8). (4).

La irrigación sanguínea de la pared lateral nasal esta dada por las arterias meníngica media, arterias etmoidales anterior y posterior, arterias nasales posteroexternas, arteria esfenopalatina y arterias palatinas mayor y menor; la inervación esta dada por el nervio etmoidal anterior, ganglio esfenopalatino y nervios olfatorios. (Fig.8).

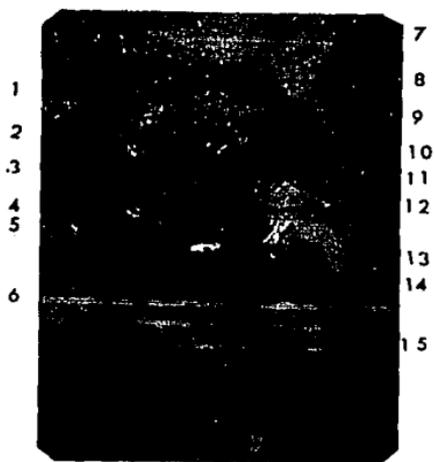


Fig.6. Pared externa de la cavidad nasal. Se ha resecaado el tabique nasal. (Yokochi Ch; Rohen J.W; Weinreb E.L; Atlas Fotográfico de Anatomía del Cuerpo Humano; Interamericana; 3ra Ed;-114; 1989).

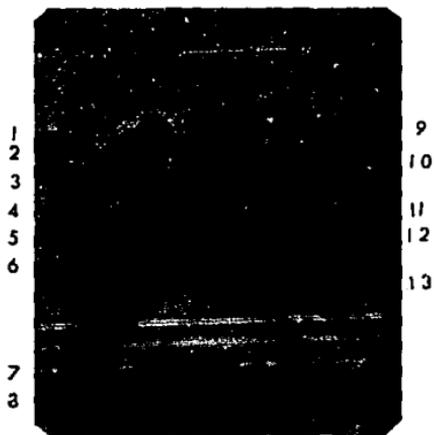


Fig.7. Pared externa de la cavidad nasal. Desembocadura de los senos paranasales. (Yokochi Ch; Rohen J.E; Weinreb E.L; Atlas Fotográfico de Anatomía del Cuerpo Humano; Interamericana; 3ra Ed;- 115; 1989).



Fig.8. Tabique nasal. Disección de vasos y nervios. (Yokochi - CH; Rohen J.E; Weinreb E.L; Atlas Fotográfico de Anatomía del Cuerpo Humano; 3ra Ed; 115; 1989).

FIGURA 6.

- 1.- Seno Esfenoidal.
- 2.- Meato Superior.
- 3.- Meato Medio.
- 4.- Labio del Orificio Tubario.
- 5.- Orificio Faríngeo de la Trompa de Eustaquio.
- 6.- Paladar Blando.
- 7.- Seno Frontal.
- 8.- Receso Esfenoetmoidal.
- 9.- Cornete Nasal Superior.
- 10.- Cornete Nasal Medio.
- 11.- Atrio del Meato Medio.
- 12.- Cornete Nasal Inferior.
- 13.- Vestíbulo de la Cavidad Nasal.
- 14.- Meato Inferior.
- 15.- Paladar Duro.

FIGURAS 7 Y 8.

- 1.- Drenaje del Seno Esfenoidal.
- 2.- Seno Esfenoidal.
- 3.- Cornete Nasal Medio.
- 4.- Drenaje del Seno Maxilar.
- 5.- Cornete Nasal Inferior.
- 6.- Desembocadura de la Trompa de Eustaquio en la Farínge.
- 7.- Uvula.
- 8.- Amígdala Palatina.
- 9.- Desembocadura de las Celdillas Aéreas Etmoidales.
- 10.- Desembocadura del Seno Frontal.
- 11.- Desembocadura del Conducto Nasolagrimal.
- 12.- Vestíbulo de la Cavidad Nasal.
- 13.- Paladar Duro.
- 14.- Arteria Etmoidal Anterior.
- 15.- Bulbo Olfatorio.
- 16.- Cintilla Olfatoria.
- 17.- Seno Esfenoidal.
- 18.- Arteria Carótida Interna.
- 19.- Arteria Septal y Nasal Lateral.
- 20.- Nervio Nasopalatino.
- 21.- Coana.
- 22.- Paladar Blando.
- 23.- Apófisis Crista Galli.
- 24.- Rama Anterior de la Arteria y el Nervio Etmoidal Anteriores.
- 25.- Nervios Olfatorios.
- 26.- Tabique Nasal.
- 27.- Arteria Septal.
- 28.- Cresta del Tabique Nasal.
- 29.- Conducto Palatino Anterior.
- 30.- Paladar Duro.

HISTOLOGIA

EPITELIO VESTIBULAR.

En el tercio anterior de la cavidad nasal, se encuentran diversos tipos epiteliales, (desde la piel del vestíbulo hasta una línea vertical situada un centímetro por detrás del extremo frontal del cornete inferior). Siguiendo una dirección anteroposterior, los tipos epiteliales que se observan son:

1.- EPITELIO ESCAMOSO.

Posee proyecciones epiteliales que no son verdaderas microvellosidades. (Fig.9).

2.- EPITELIO DE TRANSICION.

Es un epitelio estratificado con células de superficie cuboidal, cubiertas con microvellosidades. (Fig.10).

3.- EPITELIO COLUMNAR PSEUDOESTRATIFICADO.

En él, sólo unas pocas células presentan cilios. (Fig.11).(6)



FIG.9. Epitelio Escamoso. (Mygind Niels;Alergia Nasal;Salvat; 6. 1982).

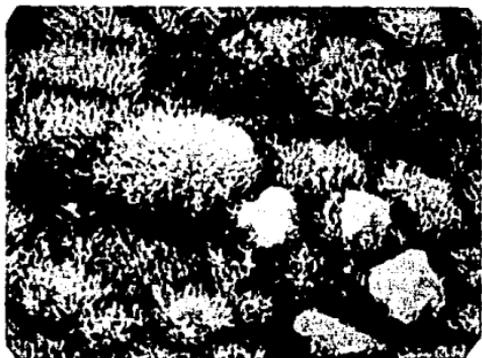


Fig.10. Epitelio de transición. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 7; 1982).

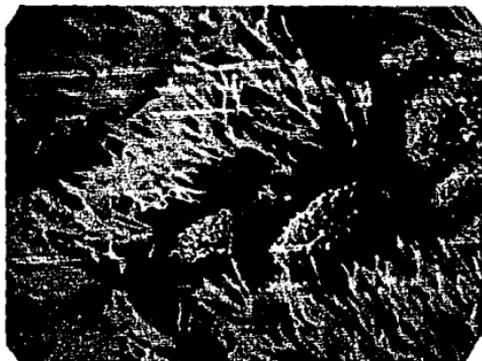


Fig.11. Epitelio columnar Pseudoestratificado. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 8; 1982).

EPITELIO OLFATORIO.

La mucosa olfatoria de los humanos se extiende desde el techo de la cavidad nasal hasta aproximadamente 10 mm hacia abajo a -- a cada lado del septum y superficie del cornete nasal superior. -- Contrariamente a su alto grado de especificidad olfatoria y su -- gran rango de sensibilidad, la mucosa olfatoria es simple en estructura. Consiste de una larga columna celular, presentandose como un epitelio pseudoestratificado, con un grosor de aproximadamente 65 milimicras. Su superficie esta cubierta por una capa de moco de 8 a 10 milimicras de grosor. El epitelio cuenta con 4 tipos de celulas:

- 1.- RECEPTORES OLFATORIOS.
- 2.- CELULAS DE SOPORTE.
- 3.- CELULAS BASALES.
- 4.- CELULAS MICROVELLOSAS. (Fig.12).

Las células microvellosas estan localizadas cerca de la superficie del epitelio. El borde apical de estas células poseen grupos de microvellosidades que se proyectan dentro de la capa de moco que reviste la cavidad nasal. El cuerpo celular contiene grupos de filamentos, mitocondrias, un bien desarrollado reticulo endoplasmico, un prominente complejo de Golgi, vesiculas electrodensas, ribosomas libres y ocasionalmente cisternas de reticulo endoplasmico rugoso. Un delgado proceso citoplasmico con axón, se extiende del polo basal de la célula y viaja através del epitelio hacia la lámina propia. La ultraestructura de estas células sugiere que quizá sean neuronas sensoriales bipolares. Numerosas glándulas secretorias de tipo seroso también se encuentran presentes. Hay de 10 a 20 millones de células receptoras olfatorias bipolares entre las células de soporte. Los procesos periféricos se proyectan através de la superficie de la membrana, formando una terminal prominente que es la vesicula olfatoria, de donde se proyectan de 8 a 20 cilios olfatorios. Las terminaciones celulares se proyectan como largos y delicados axones que estan envueltos por las células basales, penetran la membrana basal y -- llegan a ser contiguos axones nerviosos no mielinizados. Ellos -- forman el nervio olfatorio, que termina en el glomérulo de el -- bulbo olfatorio. Los cilios son estructuras primitivas y producen un notable incremento del área superficial, y de este modo -- aumentan la absorción, especialmente a nivel molecular. El citoplasma del receptor olfatorio contiene ribosomas, mitocondrias, -- microtubulos, numerosas vesiculas, cuerpos basales, uniones basales y centríolos. Cada punta receptora o bastón, conduce de 8 -- a 20 cilios. Los cilios se encuentran paralelos a la superficie -- epitelial y contienen 9 + 2 fibrillas ciliares durante una corta distancia, después se angostan en diámetro para contener sólo 4 -- fibrillas ciliares y observandose en su borde final sólo 2 fibrillas, observandose en su borde final sólo dos fibrillas ciliares. Uniones sinápticas son vistas entre los receptores contiguos y esto es altamente sugestivo de interacciones químicas y -- eléctricas a nivel del epitelio. El tejido submucoso esta fuertemente unido al periostio subyacente, el cual se encuentra muy -- vascularizado, conteniendo también densos grupos de capilares -- linfáticos. (Fig.13). (7).



Fig.12. Representación esquemática del epitelio respiratorio - en vertebrados. (English Gerald M; Otolaryngology; J.B Lippincott Company; Vol.2; Cap.3;50; 1990).

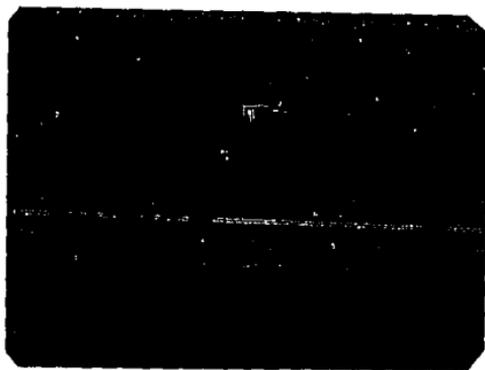


Fig.13. Representación esquemática de los finos e importantes componentes estructurales del receptor olfatorio. (R) bastón olfatorio, (S) unión sináptica. (English Gerald M; Otolaryngology; J.B. Lippincott Company; Vol.2. 51; 1990).

EPITELIO RESPIRATORIO.

Es un epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado, se encuentra distribuido en los dos tercios posteriores de la cavidad nasal. (5). (Fig.14).

Se inicia a una distancia de 1 a 2 cm por detrás de las ventanas nasales y se encuentra cubierto por una capa de moco, la célula predominante, es ciliada. (8). (9).

Presenta la siguiente composición:

- A.- CAPA DE MOCO:
 - a.- Capa Mucoide ó de Gel.(Alta Densidad)
 - b.- Capa Serosa ó de Sol.(Baja Densidad)

B.- CELULAS CILIADAS.

C.- CELULAS NO CILIADAS.

1.-MUCOSA D.- CELULAS CALICIFORMES.

E.- OTRAS CELULAS.

EPITELIO
CILINDRICO
CILIADO
PSEUDOESTRA-
TIFICADO.

F.- CELULAS BASALES.

G.- MEMBRANA BASAL.

H.- LAMINA PROPIA.

2.-SUBMUCOSA

I.- TEJIDO CONECTIVO MUCOSO.(Fig.15). (6).



Fig.14. Epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 9; 1983).

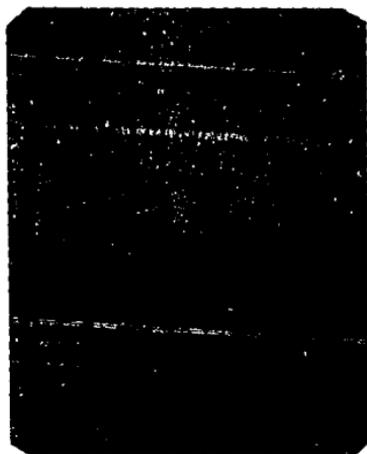


Fig.15. Representación esquemática de la mucosa nasal. (m) cubierta de moco con sus dos capas; 4 principales tipos de células son vistas: (c) células ciliadas, (nc) células no ciliadas, (cg) células caliciformes y (b) células basales. (a) células neurosecretoras son vistas ocasionalmente. Una diferenciada membrana basal (bm) se define por debajo del tejido conectivo. Se observan capilares (cap) que fenestran el endotelio. Glándulas serosas, mucosas y seromucosas (gl) son comúnmente observadas penetrando el tejido conectivo. (Peterson B. MD; Hansson HA; Karlsson G; Structural and Functional Aspects in the Nasal Mucociliary System; - Arch-Otolaryngol; 110; Sep; 1984).

CELULAS CILIADAS

Tienen un núcleo oval, localizado justamente en la base de la célula, arriba de la capa de células basales. Su citoplasma está acomodado con electrones de baja densidad y contiene ribosomas - extensamente dispersados, algunos de los cuales están agrupados en racimos. El retículo endoplásmico no está bien desarrollado. Un perinuclear aparato de Golgi es visto en ocasiones así como - numerosas mitocondrias; éstas están localizadas predominantemente en las puntas de las células ciliadas, justamente debajo de los cuerpos basales de los cilios. Tienen una larga apariencia - ramificada. Las mitocondrias probablemente sirven para proporcionar el Adenosín Trifosfato (ATP) requerido para la movilidad ciliar. En el citoplasma de estas células hay lisosomas cuya función no está bien definida; quizá sean autofagolisosomas que funcionan para romper los desechos citoplásmicos, por medio de enzimas lisosomales. (10).

Los cilios cubren la superficie de las células ciliadas. Estas porciones móviles de citoplasma se encuentran en número aproximado de 250. (11). (12).

Entre los cilios, proyectándose desde la superficie de las células ciliadas, hay protuberancias citoplásmicas como delgadas ramificaciones en forma de dedos llamadas microvellosidades, en número de 200 a 400, teniendo la mayoría de las células 300. Análisis inmunohistoquímicos han revelado la presencia de filamentos de actina y queratina en las superficies apicales de las células. La principal función de las células ciliadas, es llevar el moco hacia la faringe, por coordinación de movimientos como de ola - los cilios. (Fig.16). (13). (17).

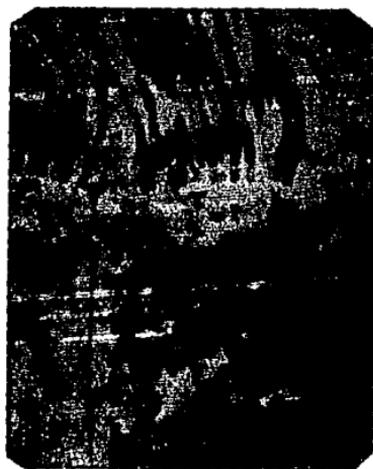


Fig.16. Células ciliadas. Poseen numerosas mitocondrias (Mi) - agrupadas por debajo de los cuerpos basales (Bb) de los cilios- (ci); se observan lisosomas (Ly) entre las mitocondrias y el aparato de Golgi (Go). Entre los cilios se observan finas microvellosidades (Vi). (Ballenger John Jacob; Enfermedades de la Nariz Garganta y Oídos; JIMS; "da Ed; 1981).



Fig.17. Células ciliadas con numerosos cilios y microvellosidades en su superficie. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazrutische Verlagsgesellschaft 15; 1983).

CAPA DE MOCO.

La secreción mucosa que cubre el epitelio ciliado, consta de dos capas: una delgada, acuosa, como sol, de 5 a 6 micromicras - de espesor, en la cual los cilios baten; y arriba, flotando una - capa de moco como gel, de 2 a 3 micromicras. (Fig. 18 y 19). (10)

Se ha calculado que el epitelio nasal secreta alrededor de un litro de moco y líquido seroso en 24 horas. La capa de moco contiene células inflamatorias como mastocitos, leucocitos polimorfonucleares y eosinófilos; su pH es ligeramente ácido y contiene inmunoglobulinas. (1).

La composición química de esta capa no se encuentra bien definida, pero consiste de mucoproteínas sulfatadas y mucopolisacáridos. La composición aproximada de agua es de 96%, sales inorgánicas de 1-2%, y mucina de 2.5-3%; 16 aminoácidos son regularmente encontrados, y orden descendente de abundancia se encuentran prolina, ácido glutámico, glicina, serina, leucina, alanina, treonina, ácido aspártico, valina, arginina, fenilalanina, triptófano, tirosina, isoleucina e histadina. (14). (15).

El moco contiene sustancias fibrinolíticas que provienen de las venas y evitan la trombosis por estasis. También se encuentran inhibidores de proteasa, que protegen el epitelio contra mediadores inflamatorios. La concentración de glucosa en el moco es menor de 10 mg/ml, y es bacterioestático por su contenido de lisosima. (1).



FIG.18. Capa Mucosa. (1) Capa de moco como gel. (2) Capa de moco serosa, en la cual los cilios baten. Los cilios no entran en la capa de gel durante el ciclo de batido. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree. -- Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 29; 1983).

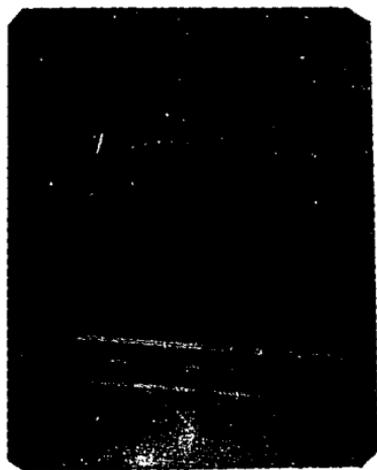


Fig.19. Capa mucosa secretoria. (Morgenroth Konrad; Newhouse - Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 39; 1983).

CELULAS EPITELIALES NO CILIADAS.

No contienen cilios, pero presentan numerosas microvellosidades en su superficie apical. Cada una tiene un diámetro de 0.1 micrómetros y un largo arriba de 2 micrómetros. Estas células tienen una alta actividad metabólica reflejada por numerosos retículos endoplásmicos, agranulares principalmente, así como numerosas mitocondrias. Las membranas laterales de estas células forman un complejo patrón de pliegues interdigitales. La función de estas células al parecer se encuentra relacionado con el transporte de fluidos. (Fig.20). (9). (13).



FIG. 20. Células epiteliales no ciliadas. Sólo contienen microvellosidades. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazruttische Verlagsgesellschaft; -88; 1983).

CELULAS CALICIFORMES.

Las células productoras de moco del epitelio nasal respiratorio son llamadas células caliciformes porque tienen forma de vaso para vino (copa) en sección longitudinal. El centro de ellas está lleno de gránulos de moco. Ocupan el ancho del epitelio respiratorio y están unidas a la membrana basal por delgadas extensiones citoplasmáticas que se interdigitan en las células basales. Normalmente las células caliciformes son vistas en varios estados del ciclo secretorio, tienen una estructura flocular, pareciendo incrementarse su desdoblamiento hacia las puntas de las células. Las membranas granulares progresivamente van adelgazándose, y eventualmente se rompen. Como los gránulos secretorios ocupan la mayor parte del citoplasma, las otras estructuras citoplasmáticas son desplazadas hacia la periferia y base de las células. Al madurar, la superficie en forma de domo de las células sobresale aproximadamente 5 milimicras dentro de la luz de la vía aérea; un pequeño agujero aparece dentro de la membrana de la célula, y gotas de secreción apócrina es descargada a la superficie, unida a la capa de moco como gel de mayor densidad, flotando arriba de la capa periciliar y de los cilios. Las secreciones son después transportadas hacia la faringe por el sistema de transportemucociliar. Después de la liberación de la secreción, la célula llega a ser otra vez, una estructura delgada, que reconstituye su membrana celular apical y reinicia el ciclo secretorio. El citoplasma es relativamente denso, contiene mitocondrias, retículo endoplásmico membranoso cubierto con ribosomas. El núcleo se caracteriza por una densa cromatina y se encuentra hacia la base de la célula. Arriba del núcleo se encuentra un relativo gran aparato de Golgi, consistente de un montón de apiladas vesículas. Entre el aparato de Golgi y la punta de las células, estas se encuentran llenas de gránulos secretorios; la membrana celular contiene microvellosidades orientadas hacia la luz de la vía aérea, de variada longitud, que se proyectan dentro de la capa periciliar. (Fig. 21 y 22). (9). (10).

La presencia de células caliciformes es más frecuente hacia la nasofaringe y su número parece incrementarse con la edad. Su principal función es producir una secreción rica en carbohidratos complejos, que forman importantes constituyentes del moco-protector. (13).

Estas células son de interés debido a que los mucopolisacáridos producen son sulfatados. El moco de estas células difiere del producido por las glándulas tubuloalveolares en que tienen un radical sulfuro unido a la molécula de polisacárido; como resultado, el moco que cubre la superficie del epitelio, está compuesto de mucopolisacáridos sulfatados y no sulfatados. (16).

Han sido consideradas junto con las glándulas nasales, sería la principal fuente de fluido nasal. (13).



FIG. 21. Células caliciformes extendiéndose en la luz nasal. (Mongenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree. Pharmazruttsische Verlagsgesellschaft; 74; 1983).



FIG. 22. Células caliciformes vacías (flechas) y una con gránulos secretorios (*). (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 13; 1983).

OTRAS CELULAS.

Entre las células del epitelio se observan otros tipos de células como macrófagos y leucocitos. Algunas veces se observan linfocitos agrupados, (13).

CELULAS BASALES.

Están localizadas, y se extienden casi a la superficie del epitelio. Más frecuentemente son de forma piramidal, con su base en la membrana basal y su punta dirigida hacia la superficie epitelial. Están conectadas unas con otras y unidas a las células columnares por medio de interdigitaciones de su membrana celular y por desmosomas, que se definen como zonas de contacto entre las membranas de dos células vecinas, con un diámetro de aproximadamente 0.5 micrómetros. El espacio entre las dos mitades de los desmosomas mantienen al epitelio unido y quizá jueguen un rol en la transmisión de la información de célula a célula. El núcleo es elipsoidal o redondo. El citoplasma contiene un gran número de filamentos que atraviesan la célula, en diferentes direcciones, y frecuentemente convergen en los desmosomas. (10).

Estas células, se creen constituyen una pobremente diferenciada forma de células troncales, que quizá reemplacen a los otros tipos de células después de diferenciarse. (13).

MEMBRANA BASAL.

La lámina propia posee una membrana basal que la cubre y que se encuentra por debajo de las células epiteliales. Esta bien diferenciada y se encuentra penetrada por numerosos capilares, los cuales en realidad se encuentran entre las células epiteliales de la mucosa. De esta manera, puede pasar rápidamente líquido en forma directa desde el sistema vascular hacia la superficie. Tal vez esto explique las copiosas cantidades de moco nasal que se pueden producir en poco tiempo. (17).

Se observan células neurosecretoras en pequeño número. Se caracterizan por vesículas con núcleo denso, con un diámetro de 0.1 a 0.3 micrómetros. La densidad de los gránulos varía, algunos son densamente opacos. La función de estas células, no está bien determinada. (13).

LAMINA PROPIA.

Se encuentra cubierta por la membrana basal; contiene células inflamatorias, nervios y vasos sanguíneos; mastocitos, basófilos y otros leucocitos, producen una descarga rápida de mediadores-inflamatorios al identificar invasión microbiológica química. Por tanto, en la mucosa nasal es posible una reacción inflamatoria súbita. (18).

TEJIDO CONECTIVO MUCOSO.

Une la mucosa a las estructuras óseas nasales, su grosor es usualmente de 0.1 milímetros, alcanzando ocasionalmente 0.5 milímetros. Se caracteriza por extensas redes de vasos sanguíneos y también se observan filamentos de colágeno. Los tipos de células que más frecuentemente contiene, son macrófagos y fibroblastos; pero también se encuentran en número variable leucocitos, linfocitos y células plasmáticas. (13).

CILIOS NASALES

Filogenéticamente los cilios, son estructuras antiguas observadas primeramente, en el organismo unicelular primitivo, en donde el movimiento ciliar, impulsa el organismo de un lugar a otro. En el hombre, los cilios respiratorios se hallan a lo largo de todo el aparato respiratorio, excepto en el tercio anterior de la nariz, pared orofaríngea posterior, porciones de la laringe y ramificaciones terminales (alveólos) del árbol bronquial. Están localizados en la trompa de Eustaquio, y muchos en el oído medio y en los senos paranasales, siendo más frecuentes cerca de los orificios sinusales. (FIG.23). (5).

CILIOGENESIS.

La formación de las células ciliadas, es el primer paso en la diferenciación del epitelio embrionario a epitelio respiratorio, y esto ocurre en la novena semana del embarazo. La densidad de los cilios se incrementa fuertemente y alcanza un máximo, alrededor de la décimo sexta semana. (19).

La génesis de los cilios y microvellosidades ocurre en varias etapas:

ESTADO I.- Células solamente con cilios primarios.

ESTADO II.- Células con cilios primarios y microvellosidades.

ESTADO III.- Multiplicación del centriolo.

ESTADO IV.- Formación de ejes de cilios secundarios.

ESTADO V.- Los cilios comienzan a alinearse dentro de las células.

ESTADO VI.- Los cilios se encuentran sincronizados dentro de las células.

La ciliogénesis respiratoria en la nariz, es más precoz cerca del epitelio respiratorio. La formación de los cilios respiratorios comienza después de la de los cilios olfatorios. (20).

Los estudios han demostrado que el desarrollo de una óptima población de cilios durante la diferenciación de células ciliadas, quizá sea integral al adecuado funcionamiento de los mecanismos de respiración mucociliar; la frecuencia con que las estructuras ciliogénicas son observadas, sugiere que la ciliogénesis es una característica común del epitelio nasal, y que el recambio de las células epiteliales en las cavidades nasales es relativamente rápido. (21)

ULTRAESTRUCTURA CILIAR.

Los cilios respiratorios humanos, son proyecciones celulares que tienen movilidad intrínseca. La aparición de los cilios, tiene lugar después de la replicación y transformación de los centriolos de la célula en cuerpos basales; los cilios se originan a partir de estos. El diámetro de los cilios es de 0.25 micrómetros, y su longitud varía entre 5 y 50 micrómetros. Su estructura es idéntica a la de los flagelos. (Fig. 23, 24, y 25). (11). (12). (23).

La ultraestructura ciliar consiste de dos microtúbulos centrales simples, rodeados de 9 microtúbulos periféricos dobles. Un par de las 9 fibras periféricas, están unidos por un puente. El par de túbulos simples centrales, están rodeados por una cubierta espiral, de la que proyecciones radiales se extienden a los elementos dobles. Los túbulos periféricos dobles consisten de una subfibra cilíndrica "A", y de una subfibra "B". Los dos filamentos que comprenden los elementos dobles, son de diferente longitud; cada uno está compuesto de pequeñas moléculas de proteína unidas fuertemente como cuentas, y distribuidas a lo largo de cada una para formar una pared tubular. Una es un completo cilindro compuesto de 13 protofilamentos, el otro, es incompleto, compuesto de 11 protofilamentos. El cilindro incompleto se halla al lado del completo, y dos brazos fijos, consistentes de moléculas de Dineína, sirven como puentes entre los microtúbulos. La molécula de Dineína es un Adenosín Trifosfato (ATP). Los microtúbulos centrales y periféricos, están conectados unos a otros por medio de proyecciones radiales, y los túbulos dobles periféricos están interconectados por cadenas próximas y brazos de Dineína. Los brazos de Dineína son pequeñas proyecciones en forma de gancho unidas a la subfibra "A", que parecen llegar a estar conectadas a la subfibra "B" del doblete adyacente durante la movilidad ciliar. El brazo de Dineína externo, es algo más largo que el interno. Los brazos de Dineína están periódicamente acomodados como peldaños de escalera entre la base y la punta de la subfibra "A" del microtúbulo doble. Mientras que los túbulos periféricos parece que se originan en el cuerpo basal de la célula ciliada, los microtúbulos centrales se originan en el tercio inferior del cilio; y se extienden a la punta, donde terminan. El batido ciliar completo resulta del deslizamiento y flexión de los microtúbulos periféricos adyacentes a lo largo uno del otro. (Fig. 26, 27, 28 y 29). (9). (10).

En años recientes, la microscopía electrónica ha mostrado la presencia de 5 proyecciones en forma de gancho, levantando se de los ápices de los cilios. En la base de cada cilio, el citoplasma se condensa para formar el cuerpo basal, que es una estructura cilíndrica que mide aproximadamente 0.5 micrómetros. Los microtúbulos ciliares junto con los otros componentes ultraestructurales, constituyen el axonema que se proyecta del cuerpo basal. Este consiste de 9 microtúbulos triples, continuándose dos de estos hacia arriba, a la punta del cilio. (10)

Anormalidades estructurales transitorias de los cilios en ocasiones pueden ocurrir en procesos inflamatorios agudos (24).

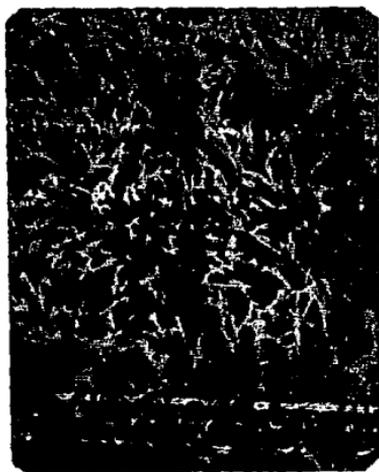


Fig.23. La mayor parte de la cavidad nasal se encuentra cubierta por cilios. Todos oscilan en dirección a la faringe. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 12; 1983).



Fig.24. Estructura ciliar. Orientación tridimensional de los filamentos periféricos en la punta del cilio. (A y B), en el tallo principal (C), en la zona de transición entre el cilio y el cuerpo basal (D), y en el cuerpo basal, incluyendo las raicillas (E). (Ballenger John Jacob; Enfermedades de la Nariz, Garganta y Oídos; JIMS; 2da Ed; 19; 1981).



Fig.25. Cuerpos basales de los cilios. (Morgenroth Konrad; New house Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazrutische-Verlagsgesellschaft; 18; 1983).

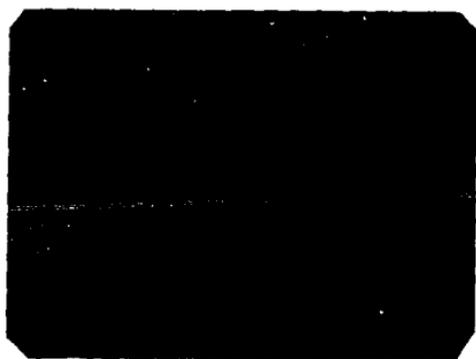


Fig.26. Sección longitudinal de los cilios. Se observan proyecciones filamentosas en sus puntas. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Parmazrutische Verlagsgesellschaft; 17; 1983).



Fig.27. Sección transversal de los cilios. La ultraestructura del axonema es mostrada seccionada a diferentes niveles.(Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 16; 1983).



Fig.28. El deslizamiento de los microtúbulos está manifestado por diferencias en el patrón de las subfibras en la punta del cilio. (English Gerald M; Otolaryngology; J.B; Lippincott Company; Vol.2; Cap.3; 22; 1990).



Fig.29. Esquema de un corte transverso del cilio. (Mygind Niels Alergia Nasal; Salvat; 1982).

MICROVELLOSIDADES

Otras estructuras relacionadas con los cilios, son las microvellosidades. Cada célula ciliada y no ciliada, del epitelio nasal, tiene de 200 a 400 en su superficie apical, teniendo la mayoría alrededor de 300. (Fig.30). (13).

Son expansiones simples y filiformes, con un diámetro que mide la tercera parte de un cilio (una milimicra). Aunque su longitud es variable (máximo 2 milimicras) esta presente una uniformidad dentro de la célula aislada, lo que indica un crecimiento --sincronizado. Las microvellosidades no son capaces de moverse activamente, y tampoco son elementos precursores de los cilios. Estas, aumentan considerablemente el área superficial de las células epiteliales y promueven así el transporte de sustancias y de agua entre las células y el líquido de la superficie nasal. La presencia de microvellosidades evita el secado de dicha superficie. Las células cubiertas de microvellosidades albergan una mejor humectación que las células de epitelio escamoso plano.(Fig.-31). (6).

Se ha observado filamentos citoplasmáticos rodeando a las microvellosidades, que quizá intervengan en la movilidad; también se ha observado una superficie prominente de glycocalix, quizá esto ayude a mantener el volumen y viscosidad del fluido periciliar, y quizá también evite la adhesión y enrollamiento de las microvellosidades y los cilios. (9).



Fig.30. Superficie celular con cilios y abundantes microvellosidades. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 101; 1983).



Fig.31. Apariencia aterciopelada de la superficie celular por la distribución de las microvellosidades. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree. Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 89; 1983).

TRANSPORTE CILIAR

La nariz debe mantenerse limpia, siendo el factor más importante en este aspecto, el sistema de transporte mucociliar. El funcionamiento satisfactorio de este sistema, no sólo, protege de la desecación la superficie de los conductos, sino que también evita a las células subyacente los efectos deletéreos del material nocivo inhalado. (5).

El sistema mucociliar tiene una alta capacidad de transporte. El moco de la nariz es reemplazado continuamente, así como eficientemente transportado a la faringe. Un pre-requisito para el adecuado funcionamiento del sistema mucociliar, es que la capa de moco tipo gel, de alta densidad, este separada de los cilios por la capa periciliar de baja densidad. (13).

La regulación del fluido del moco, es importante para un buen funcionamiento del transporte periciliar, siendo la frecuencia del batido ciliar, el principal factor en la limpieza mucociliar. Los cilios baten cuando los microtúbulos capacitados por el Adenosín Trifosfato (ATP), se deslizan uno sobre el otro. Los cilios trabajan en relevos, teniendo en ocasiones periodos de descanso. El arrastramiento a distancia por grupos de células ciliadas, permite que la capa de moco que cubre el epitelio sea propulsada. En las células vivas, el ATP producido en la base del cilio, por las mitocondrias, se difunde hacia afuera, rumbo a la punta del axonema. La membrana ciliar mantiene alrededor del axonema la concentración propia de ATP y de ciertos iones como magnesio. La concentración de ATP determina la frecuencia de batido. La energía para mover el cilio esta dada por el rompimiento de ATP a Dinefina. Las investigaciones sugieren que los túbulos ciliares se deslizan a lo largo uno del otro por medio de sus brazos de Dinefina, lo que da la secuencia correcta de actividad, y apropiada resistencia del axonema, formando el batido y luego propagándose, produciendo los movimientos característicos de los cilios. (11). (12). (13).

La mayoría de los cilios baten de 10 a 40 veces por segundo. Un golpe planar efectivo, como remo, conduce la capa de moco sobre el epitelio, seguido de un golpe de regreso, más lento, como de látigo, en que el epitelio se desplaza de un lado a otro regresando a su posición original. Las fuerzas viscosas producidas en el medio en que una masa de cilios funciona, induce a los cilios individuales a actuar en un medio especial produciendo una onda metácrona o de fuera de fase, que se propaga a través de la alfombra ciliar. El cilio se mueve en una dirección constante y bate uniformemente a lo largo del plano perpendicular de las fibras centrales. El golpe efectivo como remo, es hacia la dirección en que el cuerpo basal esta situado. Se ha sugerido que el cuerpo basal, es el sitio de iniciación de la excitación, que produce contracción de los microtúbulos. El estímulo, quizá, se extienda a otras fibras. El cuerpo basal, es así, el "marcapaso" del ciclo ciliar. Cambios en la concentración de iones en la célula, parecen estar relacionados con el movimiento ciliar. (fig. 32, 33, 34 y 35). (11).

Los cilios pueden quedar inmóviles si se alteran las propiedades de elasticidad, viscosidad y plasticidad del moco. La --

acción batiente de los cilios, produce un flujo mucoso promedio de 6 mm/min. El flujo de moco depende de su viscosidad, y se altera cuando es excesiva o mínima. El flujo mucociliar en la nariz suele ser hacia abajo y hacia atrás; siendo la vía usual la pared faríngea lateral. (25).

La sequedad es la enemiga natural de los cilios, a una humedad relativa del 70% en el aire inspirado (a temperatura corporal), no ocurre ningún efecto sobre la actividad ciliar; pero a una humedad relativa del 50%, la acción ciliar cesa en 10 minutos; mientras que a una humedad relativa del 30%, la actividad ciliar cesa en 3 a 5 minutos. La temperatura óptima para la actividad ciliar es de 18 a 37 grados centígrados dentro de la nariz y la actividad ciliar cesa entre 7 y 12 grados centígrados. (1).

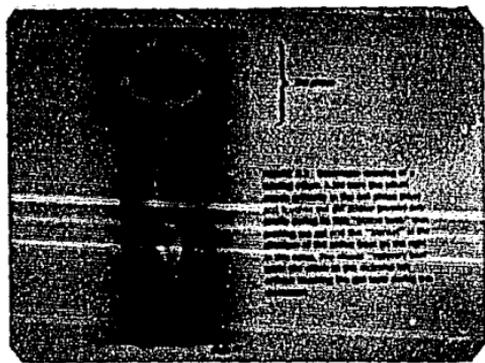


Fig. 32. Esquema del batido ciliar. El cilio se mueve primariamente en la fase de sol (azul) y toca la fase de gel (rojo) durante la rápida activación del batido, empujando la capa de gel en dirección del batido activo. El lento batido de recuperación, regresa al cilio a su posición original, sin tocar la capa de gel durante este movimiento. (Stammberger Heiz. Functional Endoscopic Sinus Surgery. B.C. Decker. 19. 1991).



Fig. 33. Movimiento ciliar. El batido de un cilio típico consiste de un golpe efectivo, que mueve el moco, seguido por un -- golpe de retorno. (English Gerald M; Otolaryngology. J.B. Lippincott Company; Vol.2; Cap.3; 23; 1990).



Fig. 34. Batido metacronal de los cilios. (Morgenroth Konrad; Newhouse Michael; Morphology of the Bronchial Tree; Pharmazruttische Verlagsgesellschaft; 14; 1983).



Fig. 35. Fase metacronal del batido ciliar. En este diagrama- el cilio en la fila 1, se encuentra en el final del golpe efectivo planar. En las filas 2, 3 y 4 se localiza en estados sucesivos del golpe de recuperación. En la fila 5, está en el final de el golpe de recuperación, que termina en la fila 7, y comenzando el golpe efectivo que termina en la fila 1. (English Gerald M. - Otolaryngology; J.B. Lippincott Company; Vol.2; Cap.3; 23; 1990).

FISIOLOGIA NASAL

La nariz realiza funciones muy especiales y de gran importancia para el adecuado funcionamiento del tracto respiratorio, entre las que se encuentran:

- 1.- REGULACION DE LA HUMEDAD Y LA TEMPERATURA.
- 2.- LIMPIEZA.
- 3.- PROTECCION.
- 4.- OLFACION.
- 5.- RESONANCIA.
- 6.- FLUJO AEREO.
- 7.- " ORGANO SEXUAL ". (fig.36). (6).

FLUJO AEREO.

La nariz constituye la parte más superior del canal respiratorio aéreo, por su filogénia y embriología, es un órgano respiratorio en esencia. (1). (27). (28).

Usualmente sirve para conducir el aire adentro y afuera de los pulmones. (28).

La respiración nasal es de importancia vital para la mayoría de las especies animales, así como para los neonatos. El flujo de aire es dirigido al mantenimiento del flujo alveolar pulmonar. (6).

La eficiencia de la nariz como vía aérea, depende, de la orientación hacia abajo de las fosas nasales, de la entrada pequeña y salida grande, de la forma y tamaño de la cavidad nasal, de los cornetes nasales aerodinámicos, de las válvulas y de la velocidad del flujo. (Fig.37). (1).

La nariz representa una vía de paso rígida y dinámica, a través de la cual entra y sale el aire. Si este trayecto no fuera rígido, las paredes se colapsarían con la inspiración profundando cuando desciende la presión. (6).

La cavidad nasal es una abertura estrecha, con una entrada pequeña y una salida grande para el aire, por lo tanto, existe una resistencia relativa a nivel de las ventanas anteriores, y en el curso de la respiración se produciría una presión nasal (resistencia). El orificio interno actúa como una "manguera", pues dirige parte del aire inspirado casi verticalmente frente a la región olfatoria. Este chorro vertical, después se extiende formando una amplia y suave curva hacia las coanas. Durante una respiración tranquila, entre el 5 y el 10% del aire inspirado pasa a través de la abertura estrecha olfatoria. Esta fracción se hace mayor hasta un máximo de 20% al oler. La mucosa nasal erectil que puede responder a sustancias vasoactivas, forma una parte crucial en el flujo y turbulencia del aire, y parece estar de la siguiente manera distribuida: 1.- En el cornete medio y en el cuerpo del cornete inferior, limitando la principal vía aérea nasal, así como el paso a través del meato medio, 2.- Una masa expansiva localizada de tejido erectil en la región septal anterior. El segmento crítico de la vía aérea está fuertemente limitado por la dirección de la cabeza del cornete inferior. La nariz normal se caracteriza por tener vías similares a hendiduras, donde el aire inspirado presenta un íntimo contacto con las superficies mucosas. El flujo aéreo nasal anormal, se caracteriza por el reducido contacto del aire inspirado con las paredes de la cavidad. (6). (29). (30).

Las corrientes normales de aire que tienen lugar durante la respiración tranquila, son tanto de tipo laminar como turbulento. La turbulencia ocurre de manera especial, justamente por detrás del orificio interno estrecho. Aumenta con la velocidad del aire (trabajo muscular, obstrucción parcial), con la irregularidad de la conformación de la mucosa (espolones del tabique) y ante un área transversal nasal anormalmente amplia (rinitis atrófica, maxilectomía parcial). Durante la inspiración, el aire es dirigido hacia arriba, a la bóveda nasal, por la ventana anterior, se dirige entonces hacia atrás, formando un amplio marco para alcan-

zar, lo más arriba posible, el área olfatoria; a medida que se dirige hacia atrás, lo hace en forma de una delgada lámina, pero existe así mismo, corrientes de remolino, de modo que al aire entra en contacto con las superficies mucosas húmedas. La vía espiratoria es en general inversa a la inspiratoria, pero debida a la obstrucción relativa a nivel de las ventanas anteriores, se forma un remolino mayor. Durante la respiración pausada, la resistencia intranasal varía desde aproximadamente +5 hasta -7 mm de agua. Se ha demostrado que la resistencia que opone la nariz a la entrada y salida de aire, representa del 5 al 60% de la resistencia total de la vía aérea. (Fig.38 y 39). (5). (6).

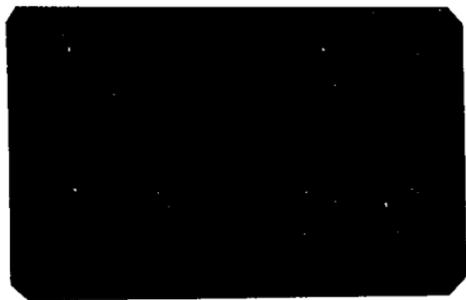
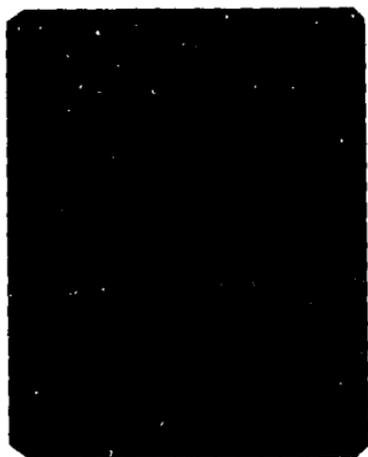


Fig. 36. Funciones de la nariz. (Mygind Niels. Alergia Nasal; Salvat; 41; 1982).



Fig. 37. F10jo aëreo nasal. (Stammberger Heiz; Functional Endoscopic Sinus Surgery; B.C. Decker. 44; 1991).



**Fig. 38. Efecto de la velocidad del flujo en las corrientes-
inspiratorias. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 38; 1982).**



Fig. 39. Vía aérea fisiológica. (A) corriente inspiratoria, -
(B) corriente espiratoria con reflujo parcial. (Ballenger Jhon-
Jacob. Enfermedades de la Nariz, Garganta y Oído; JIMS; 2da. Ed1
17; 1981).

CICLO NASAL.

Aunque la existencia del ciclo nasal se reconoció desde hace varios siglos en la literatura Yoga, fue Kayser quien lo describió por primera vez en 1895. Consiste en la congestión y descongestión regular de los plexos venosos localizados en la mucosa de los cornetes y el tabique, lo que hace que una fosa nasal se encuentre más permeable que la contralateral. Se cree que este ciclo está influenciado por cambios alternantes en el tono simpático de la mucosa nasal, regulados por el hipotálamo. Se observa en el 75 a 80% de la población adulta y en el 25 a 30% de los niños de 3 a 6 años, debido probablemente, a inmadurez del sistema nervioso autónomo. El ciclo tiene una duración promedio de 3 a 6 horas y es abolido por el ejercicio y la fatiga extremos, pero no por la actividad rutinaria, ni por las diferentes posiciones del cuerpo aunque en decúbito puede aumentar la amplitud del ciclo. Las personas no experimentan síntomas de obstrucción nasal, debido a que la resistencia nasal total al paso del aire, es menor que en cualquiera de los lados individuales. El ciclo nasal se altera por presencia de patología nasal como rinitis vasomotora, alérgica, deformidades nasoseptales, pólipos nasales y crecimientos adenoides, y con el uso de medicamentos tópicos o sistémicos, y patología general diversa como trastornos hormonales -- por hipo o hipertirodismo, tensión emocional, ansiedad y estimulación sexual. Entre los factores externos que lo afectan se incluyen principalmente, la humedad relativa y la sequedad extrema de la atmósfera. Se ha demostrado que durante el sueño fisiológico, cuando la cabeza está de lado, se congestionan los cornetes de la cavidad nasal que se encuentra abajo, lo que hace que su luz se estreche, y la función respiratoria nasal se lleve a cabo más, a través del compartimiento nasal que queda arriba. Cuando el paciente se mueve y la cabeza cambia de posición, hacia el otro lado, se repite el fenómeno. Ciertas deformidades nasoseptales pueden producir clínicamente, obstrucción nasal contralateral al sitio de la desviación durante la fase de congestión del ciclo nasal, ya que la nariz es incapaz de compensar el aumento de la resistencia total que ocurre en esta fase, situación que no se presenta cuando la congestión es del lado ipsilateral a la lesión; este fenómeno se denomina obstrucción paradójica nasal. (4).

REGULACION DE LA HUMEDAD Y LA TEMPERATURA.

Desde el punto de vista de la física, a la membrana alveolar se le puede considerar una película de agua en la que se difunden los gases respiratorios. Esta es necesaria para la respiración y la vida. En consecuencia, el aire que llega al alveolo debe estar saturado de vapor de agua. La nariz, llega casi a saturar el torrente inspiratorio que pasa por ella; como la temperatura nasal, es más baja que la corporal, sólo aporta una parte de las dos terceras partes del agua necesaria para mantener intacta la película de agua del alveolo. La saturación adecuada del aire inspirado con vapor de agua, también es esencial para el mantenimiento del surfactante pulmonar. El vapor de agua para esta humectación también proviene en particular, del proceso físico de la trasudación, y en menor cantidad de las secreciones de las células caliciformes de la membrana mucosa nasal. El aire inspirado adquiere una saturación del 75 al 95% a su paso por la nariz. El volumen de agua necesaria para saturar la ventilación pulmonar total, depende de la temperatura y humedad relativa del aire ambiental. En el individuo término medio, y en un día común esto representa aproximadamente 1000 ml de agua. Se ha visto que del volumen de los aproximadamente 1000 ml de secreción y trasudado que se producen diario, aproximadamente 700 ml son utilizados en la saturación del aire inspirado; el exceso es utilizado en el proceso de limpieza ciliar. El control de la temperatura del aire inspirado esta a cargo del sistema nervioso autónomo, siendo el órgano efector la membrana mucosa nasal del tabique y cornetes, con su plexo vascular cavernoso. El calor se irradia de los vasos sanguíneos localizados en los tejidos epiteliales de los cornetes y la mucosa. Los vasos se disponen en hileras a modo de radiador, con las venas en disposición superficial y las arterias en situación profunda. Se trata de una disposición eficaz para dispersar el calor. La membrana mucosa nasal esta varios grados más fría que el aire espiratorio húmedo y caliente que pasa hacia arriba al interior de la nariz. Dicho aire se enfria por el contacto con la mucosa, condensa la humedad y calienta la mucosa nasal, esto es lo que se denomina calor de regeneración e intercambio de humedad. La temperatura del aire después de pasar a través de la nariz, es prácticamente independiente de cualquier cambio en la temperatura del aire inspirado. El aire inspirado a temperatura de 25 grados centígrados es calentado aproximadamente a 37 grados centígrados durante su paso a través de la nariz. Variaciones en la temperatura del aire externo de -25 a 0 grados centígrados, produce cambios de menos de un grado en la temperatura del aire que alcanza la laringe. Este calentamiento del aire inspirado se produce juntamente con la humidificación. La temperatura de la mucosa nasal varía considerablemente dependiendo de las condiciones climáticas. Usualmente esta entre 33 y 35 grados centígrados, aumenta con la altitud y responde rápidamente a cambios de temperatura de la piel. Algo, pero no todo el calor se pierde durante la espiración, depende del grado de dilatación de las arteriolas de la mucosa y del grado de ingurgitación de los espacios cavernosos. El grado de pérdida de calor y agua bajo condiciones extremas es del 10 al 20% de la

pérdida total del cuerpo, pero varía de acuerdo con las condiciones climáticas. Las vías respiratorias superiores (nariz, orofaringe y laringe), pero en especial la nariz, calientan y humedecen en forma satisfactoria el aire inspirado a temperatura ambiental y en la exposición al aire frío. La respiración por la boca, acondiciona el aire inspirado a temperatura ambiental de manera menos eficaz que la nariz lo hace con el aire frío. Estructuralmente la situación del aire en las vías aéreas de conducción depende de un buen número de factores como son las numerosas glándulas seromucosas, células caliciformes, los cilios y las microvellosidades. La nariz posee también propiedades adicionales que la convierten en el primer órgano encargado del calentamiento y humectación del aire inspirado como son: 1.- Máximo contacto mucosal del flujo aéreo parcialmente laminar con la abertura estrecha de la cavidad nasal, 2.- Una gran capacidad de cambiar rápidamente la sección transversal de la vía respiratoria, después de sufrir cambios en la temperatura y humedad del aire ambiental. Estos cambios vienen reflejados en alteraciones del volumen sanguíneo en los sinusoides., 3.- La gran cantidad de sangre que fluye a través y rápidamente de las anastomosis arteriovenosas de los cornetes, en forma similar al agua caliente de un radiador, 4.- La condensación del aire inspirado en la parte anterior de la nariz que posee una temperatura de 3 a 4 grados más baja que la de los pulmones. Debida a esta función conocida como "banco sucio", el cuerpo ahorra cada día aproximadamente -- 100 ml de agua. La pérdida total por vía del tracto respiratorio nasal y a temperatura ambiental, es pues, de aproximadamente 500 ml y 300 Kcal, 5.- La contribución al aire inspirado de la secreción acuosa de las glándulas anteriores serosas. (1). (6). (7) (31).

RESONANCIA.

Existen tres grupos de sonidos, en los que la nariz actúa como resonador. Estos sonidos son las consonantes nasales, las vocales nasales y las vocales nasalizadas. Las consonantes nasales (m, n, y ng) son producidas por las cavidades nasal y faríngea, que actúan juntas como resonador. Al producirse las consonantes nasales, la lengua ocluye la cavidad oral. Sin embargo para las vocales nasales, el velo del paladar desciende abriendo la faringe nasal y la nariz, para dar salida al aire. La obstrucción de la nariz o de la nasofarínge, hace que la letra m sea substituida por la b, la n por la d, y las letras ng por la g. Las vocales nasalizadas se caracterizan por una intensidad creciente en la banda de 250 Hz. El efecto de resonador nasal sobre el timbre de las vocales, depende de la impedancia comparativa de las cavidades nasal y oral. Si la impedancia de la cavidad nasal, es más grande que la de la cavidad oral, la influencia de la nariz como resonador nasal, surte un efecto considerable sobre la formación de las vocales nasalizadas, si la impedancia de la cavidad oral es mayor que la de la cavidad nasal. (1).

LIMPIEZA.

El hombre normal inhala aproximadamente 10,000 litros de aire cada día; este aire contiene una gran cantidad de partículas en suspensión, algunas de las cuales se depositan en las vías aéreas. No es de desear que las partículas inhaladas lleguen a las estructuras alveolares, ya que pueden resultar lesionadas. Es obvio que las vías respiratorias altas, y en especial la nariz, debe actuar como primera línea de defensa frente al aire ambiental y ambas, desempeñan un importante papel como filtro protector de partículas y gases irritantes. La forma estrecha de la abertura de la cavidad nasal resulta ideal debido a la gran área superficial que proporciona, lo que facilita el depósito de partículas por detrás de las constricciones y en los lugares donde ocurren cambios de dirección del flujo aéreo. La entrada estrecha y la circulación del flujo hacia la nasofaringe, hace un filtro de protección muy eficaz para las vías aéreas respiratorias bajas. Los factores que intervienen en el depósito de las partículas de materia son: tamaño, forma y densidad de las mismas, más la resistencia, velocidad, inercia, gravedad, difusión y carga eléctrica del aire. Al inspirar, el aire expande el vestíbulo nasal y también encuentra a los pelos de éste (vibrisas). Después la corriente aérea se estrecha en el área del umbral de la nariz, sólo para volver a expandirse en la zona preturbinal, donde encuentra el extremo anterior de los cornetes inferior y medio, y es aquí, en el tercio anterior de la nariz, donde se deposita la mayor parte del material que trae en suspensión. Del 70 al 80% de las partículas de 3 a 5 milímetros, el 60% de las de 2 milímetros de diámetro y casi el 0% de las menores de 1 milímetro se retienen en la nariz (Fig.40). (1). (6).

La nariz debe mantenerse limpia, el factor más importante en este aspecto, es el sistema de transporte mucociliar. Las vías aéreas respiratorias altas poseen un eficaz sistema mucociliar, sin el cual, el filtro nasal perdería rápidamente su función y expondría a la contaminación a las vías respiratorias bajas. La cubierta o capa mucosa se halla en la nariz (excepto el vestíbulo), senos paranasales, trompa de Eustaquio y árbol bronquial, y se extiende quizá hasta los alvéolos. (5). (6).

La eficiencia de la limpieza de la mucosa nasal es debida a diferentes influencias internas y externas. (31).

La oscilación de los cilios subyacentes propulsa la capa de moco junto con las partículas extrañas apresadas, en un movimiento continuo hacia la extremidad faríngea del esófago, donde son deglutidas o espectoradas. La capa mucosa de la porción respiratoria se desplaza hacia atrás en forma de una delgada lámina que cubre el área ciliada. En el tercio anterior-no ciliado de la nariz, el moco sale de esta hacia abajo, o bien, es impulsada hacia atrás por la contracción ejercida por el moco en la zona ciliada. En los dos tercios posteriores de la nariz, la corriente de moco del meato medio, emerge por debajo del vértice posterior del cornete y pasa hacia abajo y adelante de la trompa de Eustaquio. Desde el meato superior, la corriente de moco se divide en anterior y posterior al to-

rus tubarios, y se une de nuevo por debajo de él. El material procedente del seno esfenoidal, se dirige hacia arriba, a la pared lateral de la faringe ó hacia abajo, al borde posterior del tabique. (Fig. 41 y 42). (5).

La fuerza de los cilios, y las propiedades adhesivas del moco son tales, que incluso las partículas grandes de hasta 0.5 mm-diámetro, pueden ser transportadas por el sistema mucociliar. (6).

La rapidez de movimiento de la capa de moco varía según la posición de la nariz, se desplaza con relativa rapidez en los dos tercios posteriores ciliados. Este manto mucoso nasal, se renueva cada 10 a 20 minutos, y el de los senos paranasales cada 10 a 15 minutos. Se han descrito tres tipos de flujo mucociliar:

- 1.- UNIFORME.- que avanza a razón de 0.84 cm/min.
- 2.- INTERMITENTE.- a razón de 0.3 cm/min.
- 3.- MUCOESTASIS.- menos de 0.3 cm/min.

La velocidad media del flujo de moco en la nariz normal, es de aproximadamente 5 mm/min, oscilando de 0 hasta 20 mm/min. Por consiguiente, las partículas inhaladas, son eliminadas de la nariz, en un plazo de 10 a 15 minutos. (1). (5). (6).

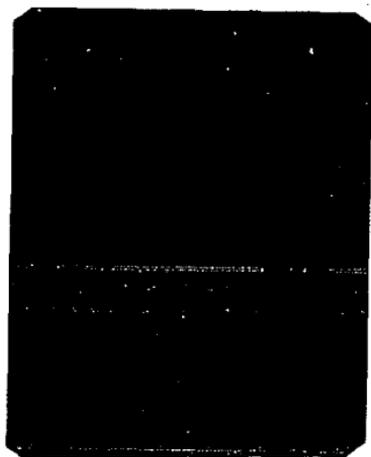


Fig. 40. Depósitos de polvo del aire en nariz, faringe y la rfnge. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 44; 1982).

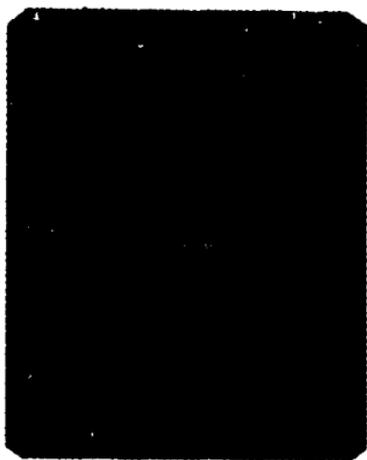


Fig. 41. Patrón de transporte mucociliar en la nariz. (A) flujo del moco en la pared lateral del área ciliada y parte más-frontal de la cavidad nasal. (B) flujo del moco en la pared lateral del área no ciliada (área punteada). (C) flujo de moco en el tabique. (Mygind Niels; Alergia Nasal; Salvat; 48; 1982).

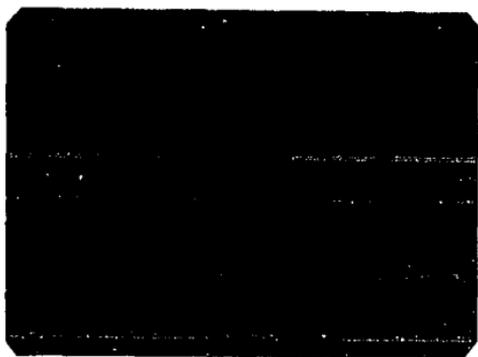


Fig. 42. Esquema de las vías de transporte normal del moco en la pared lateral nasal. (sf) seno frontal, (sm) seno maxilar-- (cea) complejo etmoidal anterior, (be) bula etmoidal, (pu) proceso uncinado, (hs) hiato semilunar, (sep) seno etmoidal posterior-- (ssph) seno esfenoidal. (Stammberger Heinz; Functional Endoscopic Sinus Surgery; B.C. Decker; 32; 1991).

PROTECCION.

La actividad mucociliar de la nariz, es uno de los más importantes mecanismos de defensa del tracto respiratorio. (31).

Además, el manto mucoso normal protege las vías aéreas contra agentes patógenos, ya que como se ha mencionado antes, contiene mastocitos, leucocitos polimorfonucleares y eosinófilos; consiste en un 95% de agua, su pH es ligeramente ácido, contiene sales y mucina glucoproteínica. Al manto mucoso se le atribuyen varias propiedades poco usuales, se dice que en asociación con los movimientos ciliares forma una barrera protectora sobre la mucosa subyacente de la nariz y senos paranasales. Tiende a existir un gradiente de viscosidad desde la superficie del manto mucoso que está en contacto con el aire inspirado y espirado, hasta la superficie en contacto con epitelio, de modo que la capa superficial es muy viscosa, elástica y plástica, formando una capa protectora continua, resistente y móvil en condiciones normales; la capa profunda es menos viscosa y constituye el medio para el trazo de recuperación de los cilios. Muchas bacterias que inciden en el manto mucoso, quedan atrapadas en su superficie viscosa y poseen pocas oportunidades de establecerse y penetrar en el epitelio, ya que son movidas por unas 20 células epiteliales cada segundo. El moco contiene lisozima (muramidasa), enzima que desintegra a algunas bacterias. Se ha demostrado la presencia de algunas sustancias antivirales en el moco nasal. Además, en las secreciones nasales y nasofaríngeas se ha detectado inmunoglobulina G e interfeón durante infecciones virales. Otros dos factores importantes en la protección del tracto respiratorio, son la apnéa refleja y el estornudo. (1). (6).

OLFACION.

Los grupos de filamentos olfatorios no mielinizados, provenientes de las células receptoras bipolares de la mucosa olfatoria se agrupan en 20 nervios olfatorios y pasan a través de la lámina cribiforme del hueso etmoides para entrar al bulbo olfatorio del cerebro, en donde al unirse con su complejo sináptico forman los llamados glomérulos olfatorios, los cuales se encuentran unidos a las células mitrales, que son el segundo orden de neuronas de la vía del nervio olfatorio. Cada glomérulo olfatorio recibe impulsos de 26,000 receptores olfatorios, y cada uno se conecta a 25 células mitrales. Del bulbo los nervios pasan a lo largo del tracto olfatorio y de la estria olfatoria lateral para llegar finalmente a los centros olfatorios corticales. El mecanismo de estimulación olfatoria es incierto, pero el olor debe alcanzar la hendidura olfatoria y entrar en solución. Algunas sustancias olorosas son insolubles en agua, pero solubles en lípidos, y quizá las propiedades odoríferas de las sustancias este en relación a sus características de solubilidad agua-lípido. Así, pues, el efecto olfatorio de cualquier sustancia depende de un número de propiedades como son: 1.- Que sea volátil, 2.- De su concentración en el aire inspirado, 3.- Del volumen de aire que alcanza la mucosa olfatoria, 4.- De la fuerza con que choca contra la mucosa, 5.- De su solubilidad agua-lípido, 6.- Del estado de la mucosa olfatoria 7.- De la integridad de la vía del nervio olfatorio y del centro cortical para la olfacción. Se han propuesto varios mecanismos para la estimulación de los receptores olfatorios:

- 1.- **ACTIVACION ENZIMATICA:** Sugiere que las sustancias olorosas activan algún sistema enzimático de los receptores olfatorios.
- 2.- **RADIACION INFRAROJA:** Sugiere que el olor esta relacionado a la absorción de la radiación infraroja de la actividad molecular.
- 3.- **RECEPTORES PROTEINICOS:** Las moléculas de la sustancia olorosa reaccionan con las proteínas de la membrana de la célula receptora y conducen a un cambio del potencial local de la membrana celular que luego inicia el impulso nervioso.
- 4.- **PENETRACION Y PUNCION:** Sugiere que primero ocurre una absorción y difusión de las moléculas olorosas en las membranas lipídicas; si un agujero puntiagudo persiste detrás de la difusión de la molécula olorosa, los iones atraviesan el agujero de la membrana.
- 5.- **TEORIA ESTEREOQUIMICA:** Explica el umbral del olor, la intensidad supraumbral, diferencias cualitativas de los olores, adaptación a los olores y diferencias cualitativas de los mismos en relación a su constitución química.

Los olores primarios son el etéreo, alcanforaceo, almizclero, floral, mentáceo, purgante y pútrido. La nariz humana puede discriminar un mínimo de 4000 diferentes olores, que se piensa estan compuestos de combinaciones de los olores primarios. El mínimo de concentración de olor requerido para excitar la sensación de varios olores para diferentes sustancias y en diferentes instancias es de tan bajo como 10 elevado a la potencia -14 moles de olor por centímetro cúbico de aire. La mantenida exposición al estímulo olfatorio, conduce a un gradual decremento en la intensidad de la sensación olfatoria y finalmente el olor no es percibido del-

todo. Esta pérdida de percepción del olor es específica para el olor estimulante; si otro olor es presentado, este es detectado. El origen de este fenómeno es central, y no se debe a la adaptación de los receptores periféricos olfatorios, que continúan conduciendo sus impulsos. Las mujeres son más sensitivas a los olores que los hombres, así como los no fumadores, son más sensitivos que los fumadores. La sensación del olor, gradualmente disminuye con la edad. La nariz también ha sido considerada con un "órgano sexual", porque por medio de recepción olfatoria, insectos y primates pueden detectar la presencia de sustancias volátiles en el medio ambiente conocidas como feromonas, las cuales sirven de atracción sexual y ayudan al macho a identificar a las hembras en período de copulación. (7).

COMENTARIOS

La nariz es una estructura anatómica corporal, que no debe valorarse solamente como una parte integrante y estética del esqueleto facial; igualmente debe conceptualizarse como una estructura funcional, que realiza, en forma satisfactoria, actividades estáticas y dinámicas muy especiales y particulares, para lograr un óptimo funcionamiento y protección del aparato respiratorio.

El desarrollo embriológico, la histología, la anatomía y las funciones desempeñadas por la nariz, son condiciones que no pueden ser analizadas en forma independiente una de la otra para determinar la patología nasal, porque todas interactúan en una sola unidad, en la que el mal funcionamiento de una de ellas, alterará a las demás.

Los cilios nasales, son elementos histológicos muy pequeños en tamaño, pero enormes en la importancia de su funcionalidad; son pilares básicos para el adecuado funcionamiento de la nariz. El conocimiento profundo de su estructura y fisiología, es necesario para entender como situaciones anómalas de estas, originará condiciones patológicas de las vías respiratorias.

El concepto de la nariz como una estructura anatómica y funcional, en la que su desempeño eficaz depende de diferentes estructuras y condiciones, es básico para que el médico especialista en Otorrinolaringología, sea capaz, de identificar y establecer la metodología diagnóstica y el tratamiento más adecuado para las distintas patologías nasales existentes.

La realización de esta tesis, me ha permitido conocer y comprender en forma más amplia, las estructuras y funciones de la

nariz, así como rectificar conceptos erróneos y aumentar más mi interés por el estudio de esta pequeña pero fascinante estructura.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Paparella M.M; Shumrick D.A; Otorrinolaringología; 2da Ed; - Vol.1; Argentina; Editorial Médica Panamericana; 1988; 294-311.
- 2.- Kimmelman Ch.P.M.D. Clínicas Otorrinolaringológicas de Norte América; 1ra Ed; España; Interamericana; 1988; 247-259.
- 3.- Hamilton-Boyd-Hosman; Embriología Humana; 4ta Ed; Interamericana; 1989; 301-314.
- 4.- Escajadillo J.R; Oídos, Nariz, Garganta y Cirugía de Cabeza y Cuello; 1ra Ed; México; Manual Moderno; 1991; 222-224,236.
- 5.- Ballenger J.J; Enfermedades de la Nariz, Garganta y Oído; 2da Ed; JIMS; 1981; 11-23.
- 6.- Mygind N; Alergia Nasal; 1ra Ed; Barcelona; Salvat; 1982; - 3-51.
- 7.- English G.M. Otolaryngology; 1ra Ed; Vol.2; J.B Lippincott-Company; 1990; 1-75.
- 8.- Jeffrey P.K; Reid LM; The respiratori mucous membrane. Respiratori defense mechanism; Dekker; Vol.5; 1977; 193-241.
- 9.- Davis AF; Smallman LA; An ultraestructural study of the mucosal surface of the human inferior concha; Normal appearance; J. Anat; 1988; 161; 61-71.
- 10.-Morgenroth K; Newhouse M; Morphology of the bronchial tree; Pharmazrutische Verlagsgesellschaft; 1983; 10-45.
- 11.-Satri P; How cilia move; Sci Ham; 1974; 231-245.
- 12.-Summer KE; Gibbons IR; Adenosine triphosphato induced sliding of tubules in trypsin-treated flagella of sea-urchin sperm; Proc Natl Acad Sci; 1971; 68-3092.
- 13.-Petruson B.MD; Bansson HA; Karlsson G; Structural and functional aspects of cell in the nasal mucociliary sistem. Arch Otlaryngol; 110; 1984; 576-581.
- 14.-Bednarsky W; Kubik K; Mukulewics W; Fibrinolytic propierties of the nasal mucous membrane secretion; Acta Otolaryngol; - 1970; 70-212.
- 15.- Sasaki Y; Localization of fibrinolytic activity in the nasal mucosa and its physiological significance; Otolaryngology; 1969; 41-601.
- 16.-Thaete LG; Spicer SS; Spock A; Histology, ultraestructure -

- and carbohydrate cytochemistry of surface and glandular epithelium of human nasal mucosa; *Am J Anat*; 1981; 162-243.
- 17.- Pang EG; Pang PB; Nasal mucociliary systems. Respiratory defense mechanism; *Dekker*; Vol.5. 1977; 405-425.
 - 18.- Proctor DF; The Nose, Paranasal Sinuses and Middle Ears; In Middleton E; Reed C; Ellis E; Allergy Principles and Practice; CV Mosby; 2da Ed; 1983; 419-434.
 - 19.- Menco BP; Farbman AI; Genesis of cilia and microvilli of rat nasal epithelium during prenatal development; *J. Anat*; 152 1987; 145-160.
 - 20.- Larsen P; Tos M; development of the ciliary epithelium in human nose; *Rhinology*; 20; 1982; 138-143.
 - 21.- Carson JL; Collier AM; Knowles MB; Boucher MC; Morphometric aspects of ciliary distribution and ciliogenesis in human nasal epithelium. *Proc-Natl-Acad-Sci*; 1981; 6996-6997.
 - 22.- Sleight Ma. The nature and action of respiratory tract cilia - In Brain JD; Proctor DF; Reid LM; Respiratory defense mechanism. *Dekker*; Vol.5. 1977; 247-257.
 - 23.- Rautiainen M; Noutinen J; Collan Y; Short nasal respiratory cilia and impaired mucociliary function. *Arch Otorhinolaryngol*; 248; 1977; 271-274.
 - 24.- Rutland J; Cox T; Dewar A; Warner JO; Transitory ultrastructural abnormalities of cilia. *Pr-J-Dis-Chest*; 76; 1982; 185-188.
 - 25.- Sturges JM; Mucous secretions in the respiratory tract. *Pediatric Clin North Am*; 26; 1979; 481-501.
 - 26.- Proctor F; Nasal mucous transport and our ambient air; *Laryngoscope*; 93; 1983; 58-62.
 - 27.- Goodale JL; An experimental study of the respiratory function of the nose; *Boston Med J*; 135; 1986; 457-487.
 - 28.- Williams HL; The nose as form and function. *Ann-Otol-Rhinol-Laryngol*; 78; 1964; 726.
 - 29.- Fritz K; The collapse of the ciliae and inner valve of the nose; *Laryngol-Rhinol-Otol*; 56; 1983; 73.
 - 30.- Cole P; Haig JSJ; Cooper PW; Kassel FE; A computed tomographic study of nasal mucosa effects of vasoactive substances *Otolaryngol*; 12; 1983. 53.
 - 31.- Torelman NG; Aerodynamics and mucociliary function of the upper airway; *Eur-J-Respir-Suppl*; 139; 1985; 50-56.