

ANATOMIA FINA DE LOS RECEPTORES DEL GUSTO

Mario Luzardo Baptista*

RESUMEN

Biopsias de papilas gustativas —caliciformes y fungi-formes— se tomaron en pacientes clínicamente sanos, y se procesaron para ser observados al microscopio electrónico mediante métodos convencionales. Las papilas caliciformes fueron las más ricas en hallazgos anatómicos: corpúsculos gustativos, células ciliadas aisladas y glándulas intraepiteliales.

En la observación de los cortes gruesos al microscopio de luz, y de los finos a bajos aumentos con el ME, se observó que los corpúsculos gustativos están compuestos tanto de células con matriz citoplasmática clara, como de células con matriz citoplasmática densa. A mayores aumentos esta diferencia no es evidente.

Las células del corpúsculo poseen gránulos densos de neurosecreción, lisosomas, microcuerpos, filamentos, y cuerpos multivesiculares. Entre estas células abundan las fibras nerviosas, con vesículas claras en grupos situados periféricamente, y neurofilamentos. Las sinapsis nerviosas son muy escasas. Las células que llegan al poro del corpúsculo poseen abundantes cilios y microvellosidades.

* Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

En la superficie del epitelio estratificado que recubre la papila gustativa, se encuentran células ciliadas aisladas, fácilmente reconocibles a bajos aumentos por su baja densidad citoplasmática. En el fondo del surco que circunscribe la papila gustativa, y dentro del epitelio plano estratificado, hay grupos de células claras, con gránulos densos de secreción en su interior, que interpretamos como glándulas mucosas intraepiteliales.

Aparentemente la unidad funcional para recibir el estímulo que será interpretado luego como sensación gustativa, es una célula ciliada, clara, de gran tamaño, con vesículas de neurosecreción en su interior, que puede existir en grupos (corpúsculo gustativo), o aislada (célula ciliada aislada). Además, en el hombre la papila gustativa posee glándulas intraepiteliales, en la vecindad de las células sensoriales, probablemente con la finalidad de facilitar su lubricación superficial.

INTRODUCCION

El organismo humano como entidad multicelular, posee una serie de sistemas de información para controlar sus relaciones con el medio ambiente y con su medio interno. Los sistemas que controlan su vida de relación con el medio externo están a cargo del sistema nervioso periférico, que envía los datos obtenidos al sistema nervioso central, el cual los valora y codifica.

Nuestro laboratorio ha realizado estudios al microscopio electrónico sobre estructuras anatómicas que son el punto de recepción de estímulos externos y el comienzo de la vía centrífuga al sistema nervioso central. Algunos de estos datos ya han sido publicados por nosotros: fibras nerviosas aisladas intraepiteliales, con su carácter de receptor sensorial (22), células barorreceptoras, capaces de informar sobre variaciones de presión en la epidermis (23-24); las cuales producen trastornos locales por expulsión brusca de catecolaminas contenidas en su citoplasma (24).

En esta oportunidad queremos presentar la estructura fina de órganos especializados en informar sobre la composición, pH, concentración, etc., de las sustancias que hacen contacto con ellos (12), los cuales clásicamente han sido denominados corpúsculos gustativos (25), y que transforman en impulsos eléctricos la perturbación causada por el estímulo químico (14).

MATERIAL Y METODOS

Se tomaron las siguientes biopsias de lengua humana normal: 6 muestras de papilas caliciformes a nivel de la V lingual (papila circunvalada); 4 muestras de papilas fungiformes en la parte anterior de la lengua.

El material se fijó en glutaraldehído al 3%, en solución tamponada de fosfato de sodio, pH 7.4, osmolaridad de 747 mOs/L. Se practicó fijación secundaria en tetraóxido de osmio al 2%, pH 7.4, en solución reguladora de fosfato de sodio 298 mOs/L, y se incluyó en araldita de acuerdo a las técnicas convencionales, las cuales han sido previamente descritas por nosotros (21).

Los cortes gruesos para localizar la zona de estudio, se tiñeron con azul de toluidina, y los finos, para ser estudiados al microscopio electrónico, se colorearon con acetato de uranilo y citrato de plomo.

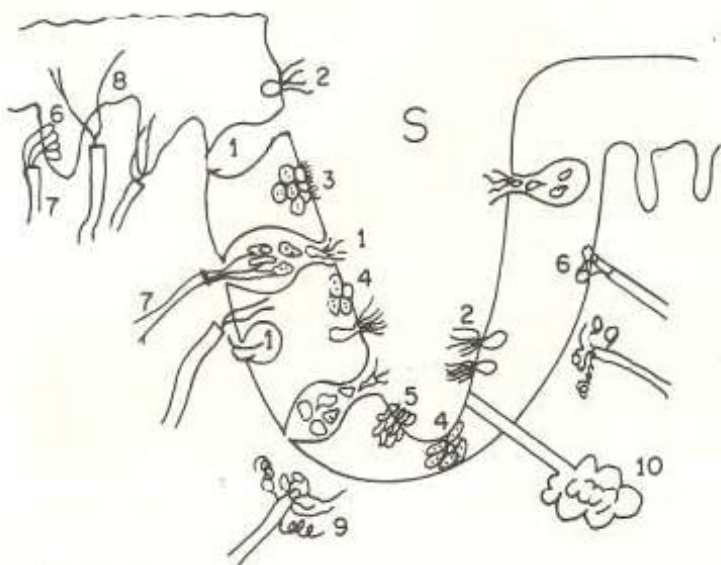
RESULTADOS

La observación de las papilas caliciformes, que componen la V lingual, ha sido la mas productiva en detalles. En el Esquema 1, de manera introductoria, resumimos los hallazgos mas relevantes: corpúsculos gustativos, elementos ciliados independientes, glándulas secretoras intraepidérmicas.

A. Corpúsculos gustativos.

Se encuentran situados en la mucosa que recubre el surco que circunscribe la papila gustativa. Presentan la forma de pequeñas peras, con el extremo dilatado dirigido hacia la profundidad. Están compuestos de células más claras que los queratinocitos vecinos que constituyen la mucosa y separados de éstos por una lámina basal (Figs. 1, 2, 3).

Los corpúsculos aparentemente pueden estar en diferentes etapas de crecimiento: existen corpúsculos pequeños situados en la profundidad de la epidermis, que no se abren en la superficie del surco (Figs. 1, 2), y corpúsculos de mayor tamaño, con un poro que se abre en la superficie (Fig. 3). En los primeros es fácil distinguir dos variedades de células: las densas son alargadas, finas, pobres en organelos y parecen cuñas entre las células claras (Figs. 2, 3); por el contrario, éstas son ovoides o cúbicas, gruesas y más ricas en organoides (Fig. 5). Al observarse a mayores aumentos al ME, los corpúsculos bien desarrollados, es difícil distinguir las dos variedades de células, pues la densidad de la matriz citoplasmática es similar.



ESQUEMA N° 1.

1.- Corpúsculo gustativo. 2.- Célula clara ciliada aislada. 3.- Células secretoras al descubierto. 4.- Células secretoras cubiertas por queratinocitos. 5.- Grupo de células secretoras claras. 6.- Células de Merkel. 7.- Fibra nerviosa mielinizada. 8.- Fibras amielínicas intraepiteliales. 9.- Sincitio amielínico subepitelial. 10.- Glándula de von Euler. A la izquierda papila circunvalada, y a la derecha la zona de la lengua vecina a la V lingual. Las dos zonas están separadas por el surco (S) que circunscribe la papila.

a. 1- Los hallazgos más relevantes de las células que constituyen el corpúsculo nos sugieren que están comprometidos en varias funciones de importancia. Las células poseen un complejo de Golgi bien desarrollado, compuesto de cisternas paralelas (Figs. 6, 7, 8, 9), que se agrupan en paquetes hasta de tres por corte y muchas de estas cisternas muestran vesículas en sus extremos. Se aprecia un material denso en las cisternas y en algunas de las vesículas periféricas. En la Fig. 6 se muestran dos de estas dilataciones vesiculares llenas. En la vecindad de las cisternas hay múltiples sáculos dilatados de baja densidad electrónica. En algunos sitios hay vesículas claras, sobre cuya membrana limitante se deposita un material filamentoso de baja densidad electrónica.



Fig. 1.— Microfotografía a bajo aumento de la mucosa que reviste el surco de la papila caliciforme. Se aprecia que la separación entre la mucosa y el subcutáneo es una línea muy regular, sólo interrumpida en la zona en que los corpúsculos gustativos contactan el corium, la mucosa está discretamente queratinizada y presenta en esta foto cuatro corpúsculos gustativos ovalados, con eje mayor dirigido de la profundidad hacia la superficie.



Fig. 2.— Mayor aumento de los corpúsculos gustativos. Observamos en su interior dos tipos de células: claras y densas; aparentemente la diferencia de tonalidad se debe a la densidad de la matriz citoplasmática, pues en ambas se observan gránulos densos y vacuolas de diferentes tamaños. Superficialmente al corpúsculo se ven los queratinocitos alargados, con gránulos de queratohialina en su interior.

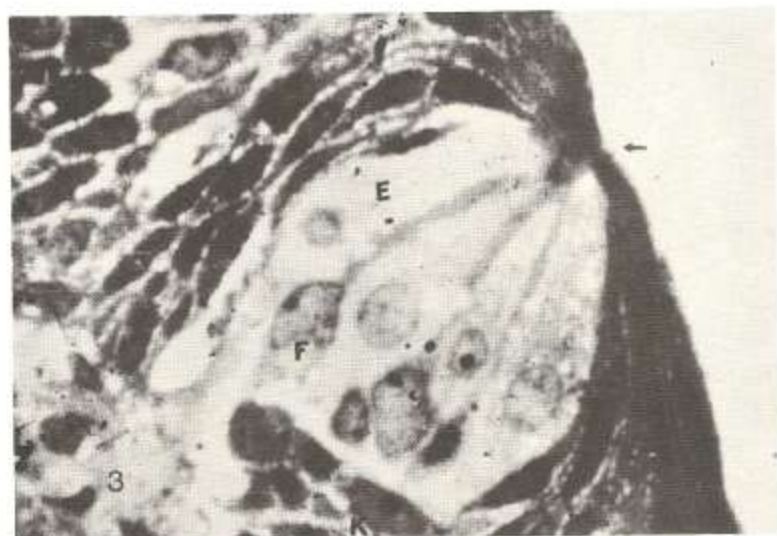


Fig. 3.— Microfotografía de un corpúsculo gustativo, que muestra las características generales de ellos: células que forman su cuerpo (F), y células que se abren al poro (E).

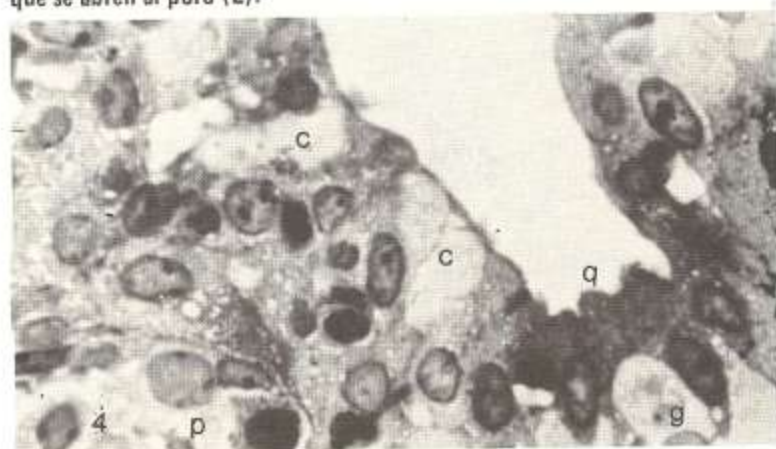


Fig. 4.— En la profundidad del surco peripapilar se observaron con frecuencia células ciliadas, de citoplasma claro, con vacuolas, situadas independientes de los corpúsculos gustativos. En el fondo del surco que presentamos en esta fotografía, se observa un grupo de células claras, con vacuolas, que al ser estudiadas con el microscopio electrónico resultaron ser una glándula secretora intraepitelial. Se puede apreciar que las células densas que separan la glándula de la luz del surco, tienen un fino ribete de microvellosidades. C = célula clara con cilios; Q = queratinocitos con microvellosidades; G = célula glandular; P = papila del conjuntivo.



Fig. 5.— Microfotografía electrónica a bajo aumento de la unión entre el polo basal de un corpúsculo gustativo y el conjunto subyacente. La lámina basal se encuentra presente en casi toda la zona de separación (—). Se observan en el corpúsculo células claras (C) y densas (D); sólo se observan hemidesmosomas en las células densas (→); los desmosomas son muy escasos y los espacios intercelulares estrechos. Fibra nerviosa (N). X 7.500.

Las dos clases de células poseen gránulos muy electrodensos de $0,16-0,24 \mu$ de diámetro, limitados por membranas, gotas de lípidos de $0,5 \mu$ de diámetro y mitocondrias (Fig. 10), retículo endoplasmático liso y rugoso bien desarrollado. En el cuerpo de estas células se aprecian paquetes de filamentos, ya sean cortados trasversal como longitudinalmente, así



Fig. 6.— Parte del citoplasma de una célula gustativa en el cual se observa un grupo de cisternas del complejo de Golgi, en compañía de vacuolas y vesículas (G). Las cisternas contienen un material denso, que se concentra en los extremos de ellas, manteniéndose separado de la membrana envolvente. X 60.000.



Fig. 7.— Microfotografía electrónica de parte del citoplasma de una célula sensorial. Se observan gránulos muy electrodensos (←), una gota de lípido (L), mitocondrias (M), y retículo endoplasmático rugoso (R.E.), complejo de Golgi (G), gránulos densos rodeados por membrana, con una pequeña zona clara periférica (➔), desmosomas (D), microtúbulos (←). X 45.000.



Fig. 8.— Microfotografía electrónica de una célula sensorial con una zona rica en complejo de Golgi, con vesículas densas en sus extremos (—). Obsérvese el reducido espacio intercelular. Fibra nerviosa (N). X 60.000.

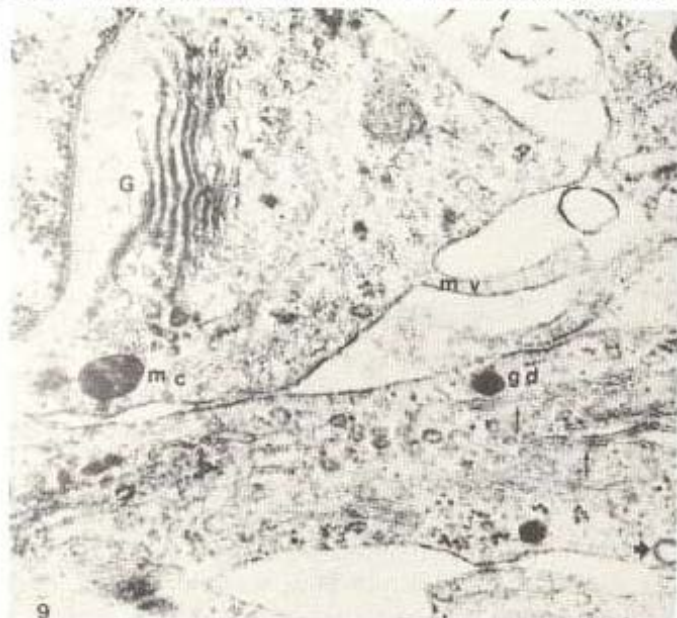


Fig. 9.— Microfotografía electrónica de células gustativas. Microcuerpo (M.C.), manojos de neurofilamentos (—); vesícula clara, con material denso en su exterior (→); gránulos densos (G.D.), complejo de Golgi (G), microvellosidades (V), gránulo denso de periferia clara (—). X 45.000.

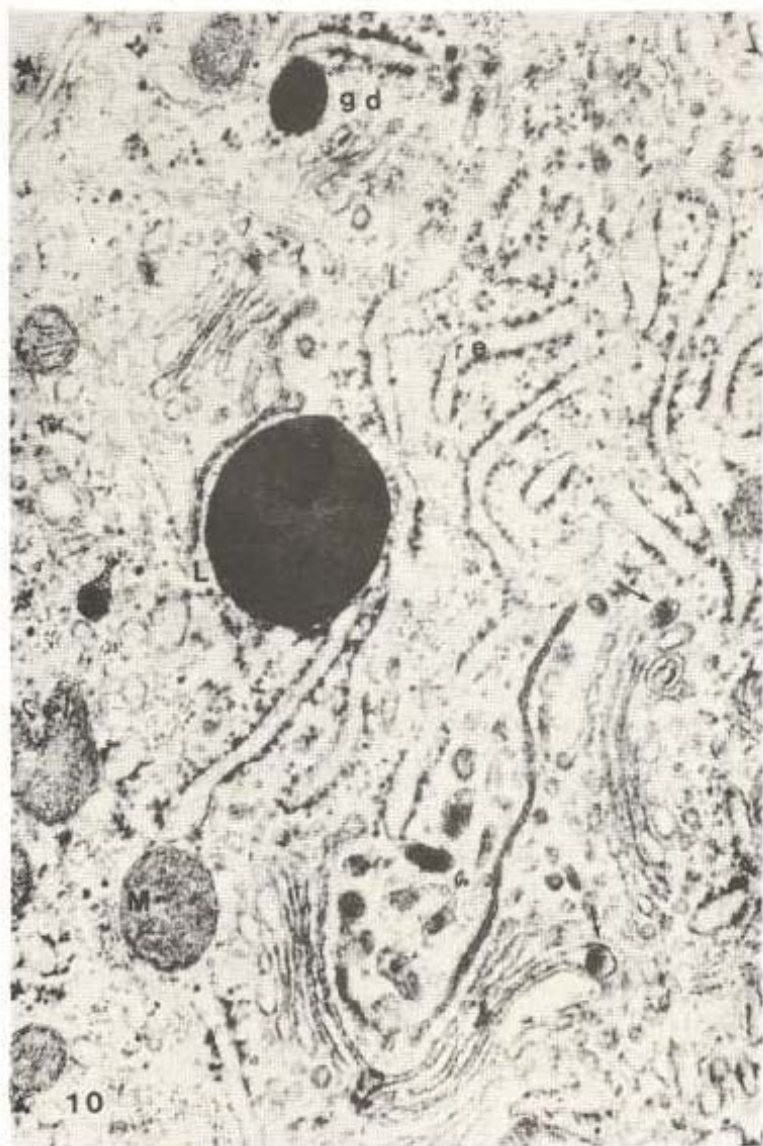


Fig. 10.— Microfotografía electrónica que resume algunos de los hallazgos mostrados anteriormente: r.e.r. (R), mitocondrias (M), gotas de lípidos (L), neurofilamentos (—), vesículas de neurosecreción en los extremos del complejo de Golgi (↔), gránulos densos (G.D.), condensación del citoplasma en relación a una célula vecina (→). X 60.000.

como cortes transversales de microtúbulos (Fig. 15). Otros hallazgos en estas células son los cuerpos multivesiculares de $0,3 \mu$ (Fig. 11), y los microcuerpos de $0,23 \mu$ (Fig. 9).

El cuerpo de estas células no es de superficie regular; envía grandes prolongaciones, algunas de aspecto digitiforme parecen penetrar dentro de las fibras nerviosas vecinas, o se unen en algunas partes para envolver o alojar fibras nerviosas (Figs. 11, 12, 13, 14, 15). En estas áreas existen gránulos limitados por una membrana de $80-100 \text{ m}\mu$ de diámetro, de contenido muy electrodensos, el cual está separado de la membrana del gránulo por una zona clara de $10-20 \text{ m}\mu$ (Figs. 14, 15).

Haciendo un recuento de los hallazgos y en base a las microfotografías presentadas, podemos decir que estas células poseen gránulos electrodensos que posiblemente son lisosomas, gotas de lípidos, gránulos electrodensos

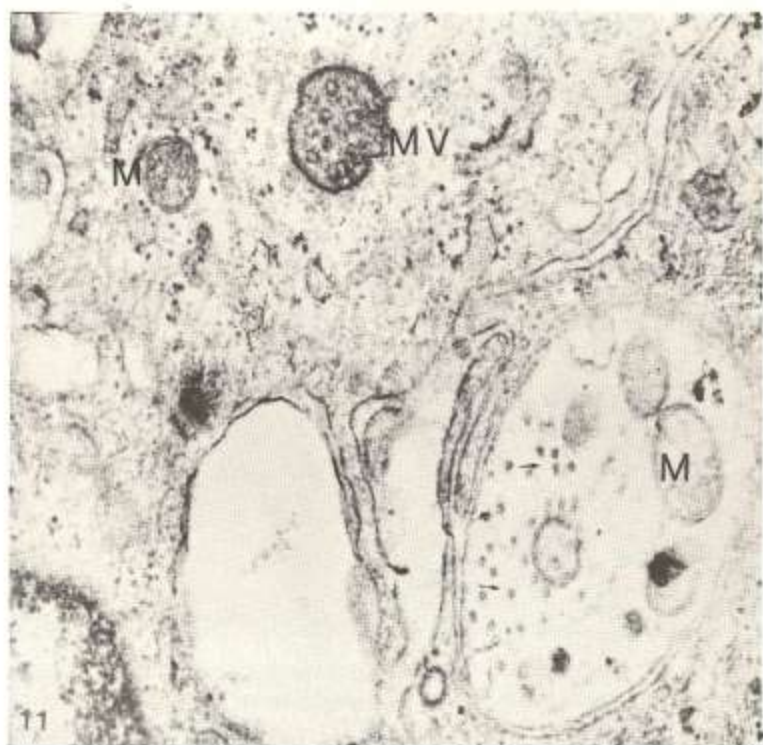


Fig. 11.— Microfotografía electrónica de la sección transversal de una fibra nerviosa rica en microtúbulos (—). Obsérvese el cuerpo multivesicular en la célula sensorial (M.V.), mitocondrias (M). X 60.000.

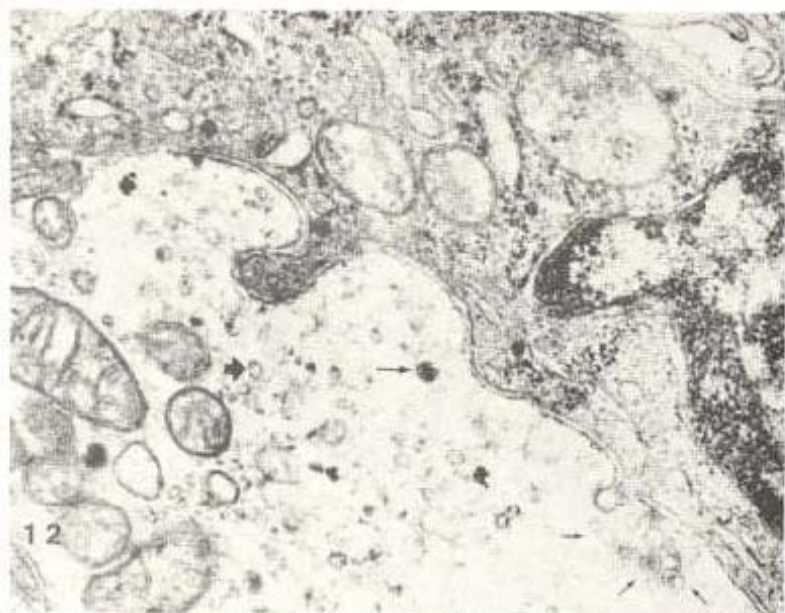


Fig. 12.— Se muestra la relación de una fibra nerviosa con una célula gustativa. En la vecindad de la membrana hay vesículas claras y material denso a su alrededor (—). Además, una vesícula de contenido denso (—), vesículas claras (→), mitocondrias (M). X 60.000.



Fig. 13.— Microfotografía electrónica de una fibra nerviosa en la cual se observan: microtúbulos, vesículas y mitocondrias. X 60.000.



Fig. 14.— El botón terminal de esta fibra nerviosa contiene múltiples vesículas claras y vesículas de contenido denso; mitocondrias y microtúbulos. Se aprecia como una de las células vecinas la envuelve con una prolongación digitiforme, con condensación de material en algunos sitios de su membrana. Hay desmosomas entre las células gustativas, y material denso en el espacio intercelular. X 60.000.

probablemente de neurosecreción, que han sido formadas en el complejo de Golgi y han migrado a la periferia celular; múltiples vesículas claras, algunas con material denso en la superficie externa de su membrana; mitocondrias, retículo endoplasmático rugoso; microcuerpos y cuerpos multivesiculares; filamentos y microtúbulos.

Las células que llegan al poro del corpúsculo (Fig. 18), poseen en su superficie cilios, con características anatómicas iguales a las que describiremos en las células ciliadas aisladas. Además, en su citoplasma observamos abundantes mitocondrias, retículo endoplasmático rugoso, lisosomas libres, gránulos electrodensos y en algunos sitios gran cantidad de vesículas claras en la vecindad de los cilios. Los espacios intercelulares son estrechos y sobre su superficie libre hay depositado un material filamentos de baja densidad electrónica.



Fig. 15.— Sección transversal de cinco fibras nerviosas. En una de ellas hay un gránulo denso de periferia clara (—), similares a los presentes dentro de las células sensoriales (→). Obsérvese la estructura que une las dos células sensoriales, que correspondería a un desmosoma, y próximo a él, existen en las dos células opuestas condensaciones del citoplasma, pero sin las estructuras intercelulares típicas de los desmosomas de otras partes del organismo (—). X 60.000.

a.2— Las fibras nerviosas consisten en prolongaciones amielínicas, de diámetro variable, que se insinúan entre las células corpusculares (Figs. 11, 12, 13, 14, 15). Están limitadas por una membrana celular y separadas de las células vecinas por un espacio intercelular de 10 a 15 $m\mu$. En nuestro material no se observaron sinapsis nerviosas. Existen áreas con condensaciones del citoplasma sobre la membrana celular y en cuya vecindad se encuentran vesículas claras (Fig. 12); algunas de estas vesículas contienen un material ligeramente electrodenso. En algunas fibras nerviosas se observaron vesículas limitadas por membranas, de contenido electrodenso, el cual está separado de la membrana por una zona clara (Fig. 15), y además, vesículas claras con una pequeña zona densa en el centro (Fig. 14); las primeras son similares a las vistas en el interior de las células gustativas.

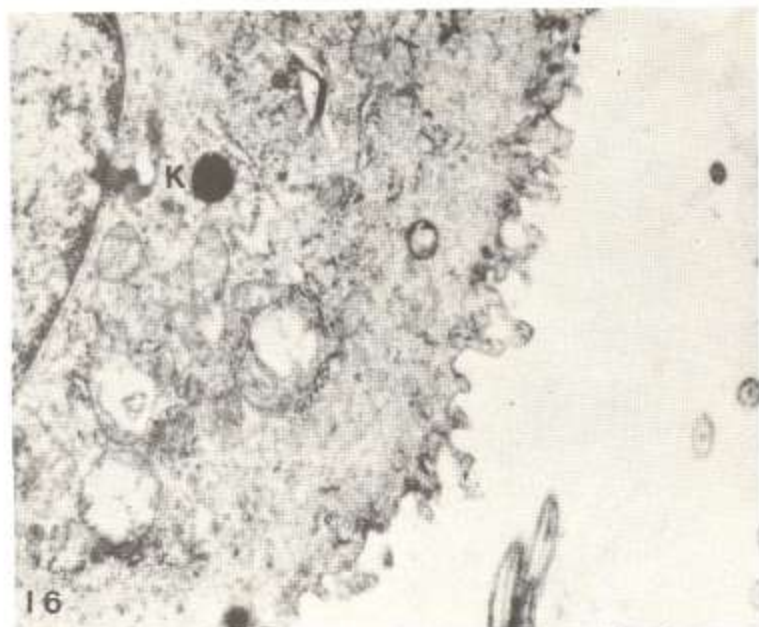


Fig. 16.— Microfotografía electrónica de una célula epitelial vecina a una célula ciliada aislada; en la cual se observan microvellosidades periféricas y un gránulo de queratohialina en su citoplasma (K). X 30.000.

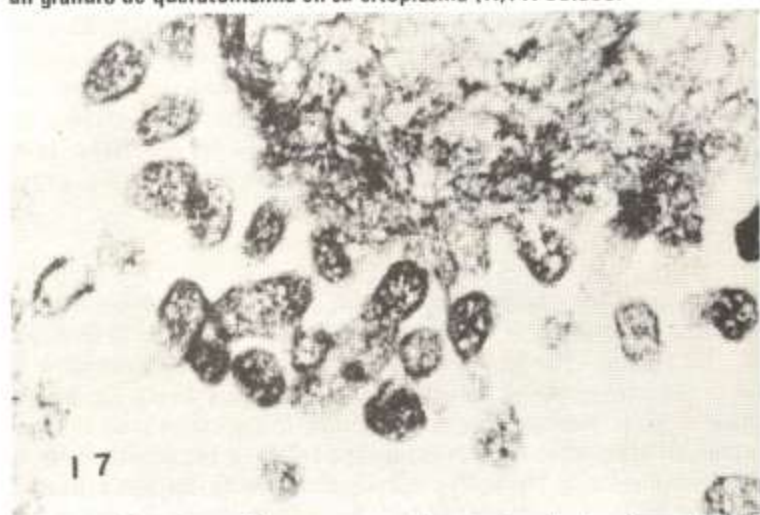


Fig. 17.— Microfotografía que muestra la estructura de las microvellosidades en las células epiteliales vecinas, tanto al corpúsculo gustativo, como a las células ciliadas aisladas ó a las células secretoras, estas microvellosidades poseen una membrana limitante y en su interior miriadas de diminutas vacuolas, así como gran cantidad de fibrillas en el citoplasma. X 100.000.



Fig. 18.— Microfotografía electrónica de células situadas en el polo apical de un corpúsculo gustativo. Se ven los cilios y el material filamentososo depositado sobre ellos. El citoplasma posee gránulos densos, mitocondrias, y r.e.r. X 15.000.

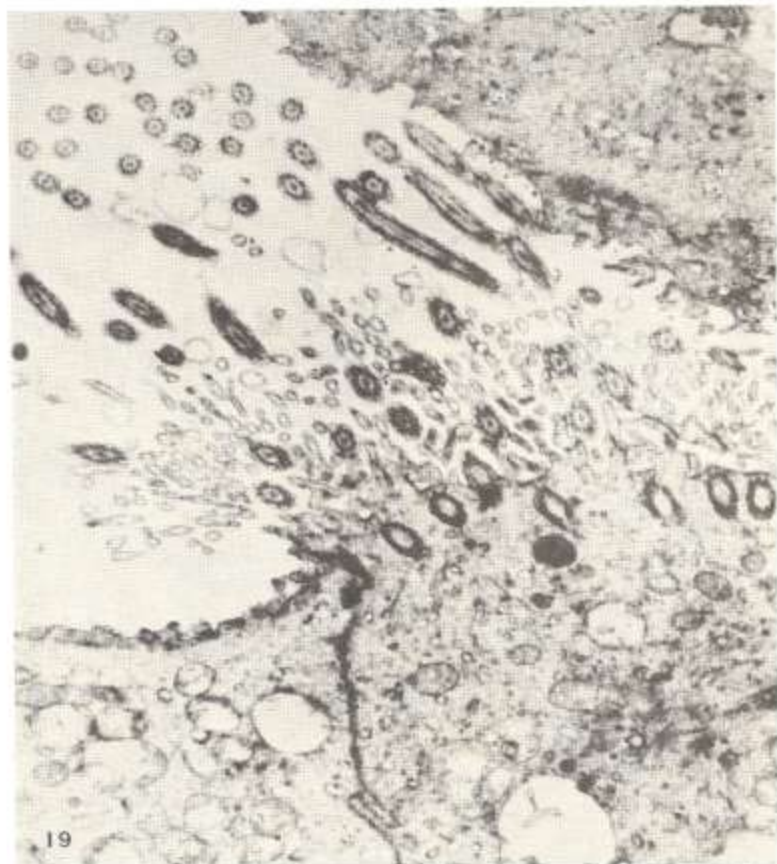


Fig. 19.— Microfotografía de la parte apical de una célula clara ciliada, con microvellosidades y los corpúsculos basales de los cilios. Hay una imagen que recuerda a un diminuto centriolo (→); gránulos densos, vacuolas y mitocondrias. Nótese lo reducido del espacio intercelular entre esta célula y la vecina. X 22.500.

En estas fibras se aprecian microtúbulos, abundantes mitocondrias y vesículas claras, con o sin material denso sobre su superficie externa.

B. Células ciliadas.

b.1— En la epidermis que recubre el surco se observa que algunos queratinocitos o células epiteliales superficiales, sufren una transformación especial: en su superficie libre aparecen múltiples microvellosidades finas y de pequeño tamaño (Figs. 16, 17). Estas células circunscriben una o dos

células claras (Fig. 4), ciliadas, completamente aisladas de los corpúsculos gustativos, cuyas características generales describiremos.

b.2— Son células con cuerpo piriforme o cúbico, situadas en la capa mas superficial de la epidermis de la papila gustativa, independientes de los corpúsculos gustativos, como puede verse en los cortes gruesos. Su citoplasma es de mediana densidad electrónica, contienen abundantes mitocondrias y numerosas vesículas claras. En algunas zonas se observan gránulos densos que recuerdan los gránulos de queratohialina.

La característica primordial de estas células es la presencia de múltiples cilios o flagelos y abundantes microvellosidades. Estos cilios presentan el complejo filamentososo axial en toda su longitud (dos filamentos centrales y nueve periféricos). La membrana que los recubre se continúa con la membrana celular, en su base existe un corpúsculo basal, que en algunos cortes longitudinales recuerda a los centríolos (Figs. 19, 20).

Estas células guardan una íntima asociación con las células vecinas y sus membranas están casi en contacto; sin embargo, no se observan uniones especializadas.

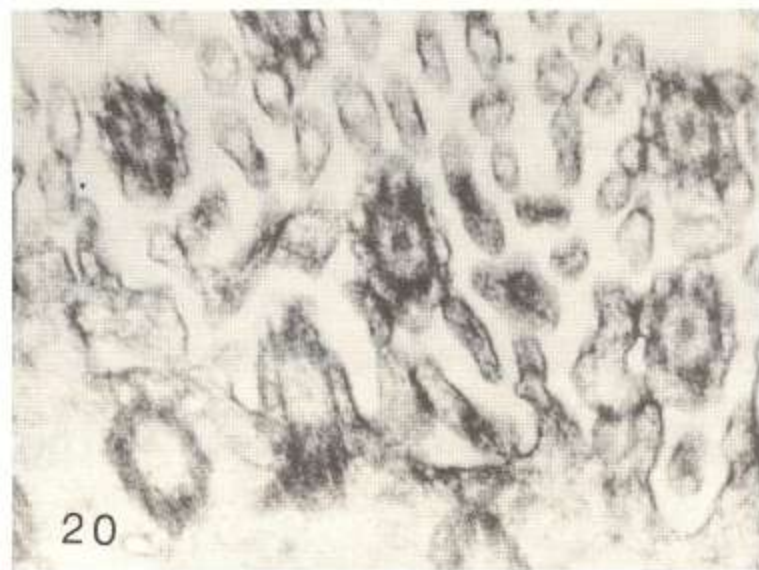


Fig. 20.— Mayor resolución de la zona apical de una célula ciliada clara, se aprecian mejor los detalles de los cilios y de los corpúsculos basales. X 70.000.



Fig. 21.— Se observan dos células secretoras intraepiteliales y la célula epitelial superficial que las recubre, rica en microvellosidades. X 22.500.

C. Células secretoras.

c. 1— En la vecindad de las células ciliadas y próxima a la superficie epidérmica se observan grupos de células claras, con núcleos pequeños y lobulados, ricos en heterocromatina (Fig. 21). Estas células poseen en su cito-

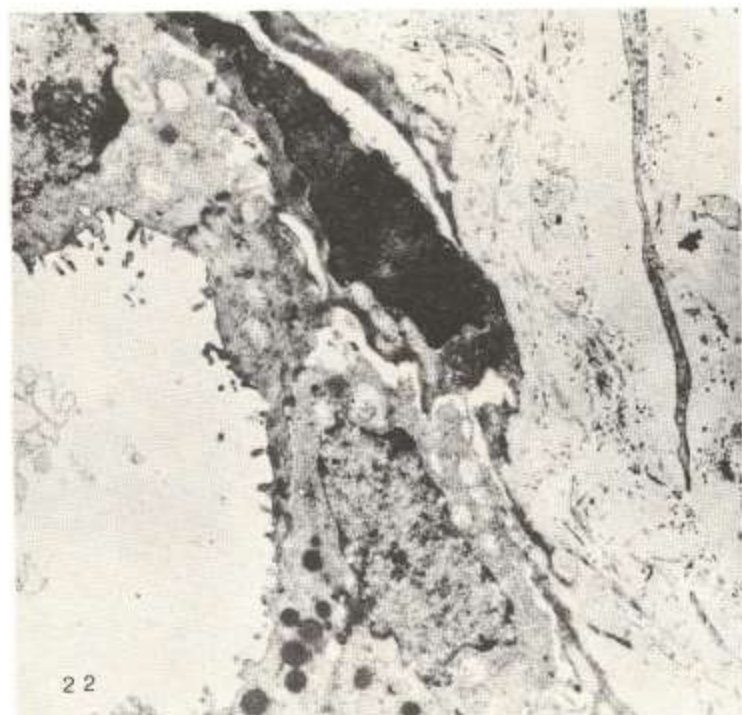


Fig. 22.— En el fondo del surco que circunscribe la papila gustativa, el epitelio se adelgaza y aparecen células glandulares intraepiteliales directamente hacia la luz del surco peripapilar. X 11.500.

plasma gránulos de contenido no uniforme, de mediana densidad electrónica; se aprecian también grandes gotas de lípidos sedimentados en capas.

No se observó ningún tipo de unión especializada entre ellas, y las células que las circunscriben podrían ser claras, con citoplasma rico en material granular, o células similares a las que circunscriben a las células cilindricas (b.1), con abundantes vellosidades periféricas.

c.2— En el fondo del surco que rodea la papila gustativa, la epidermis se adelgaza y está compuesta por una a tres capas de células (Figs. 22, 23), que adquieren una nueva característica. Son células densas, pobres en filamentos, con gránulos densos de secreción, algunos haciendo contacto con la membrana citoplasmática, tienen abundantes mitocondrias y escaso retículo endoplasmático rugoso; poseen cilios, y se unen entre sí por desmosomas. Se diferencian de las anteriores por estar directamente abiertas al surco peripapilar y no cubiertas por queratinocitos.

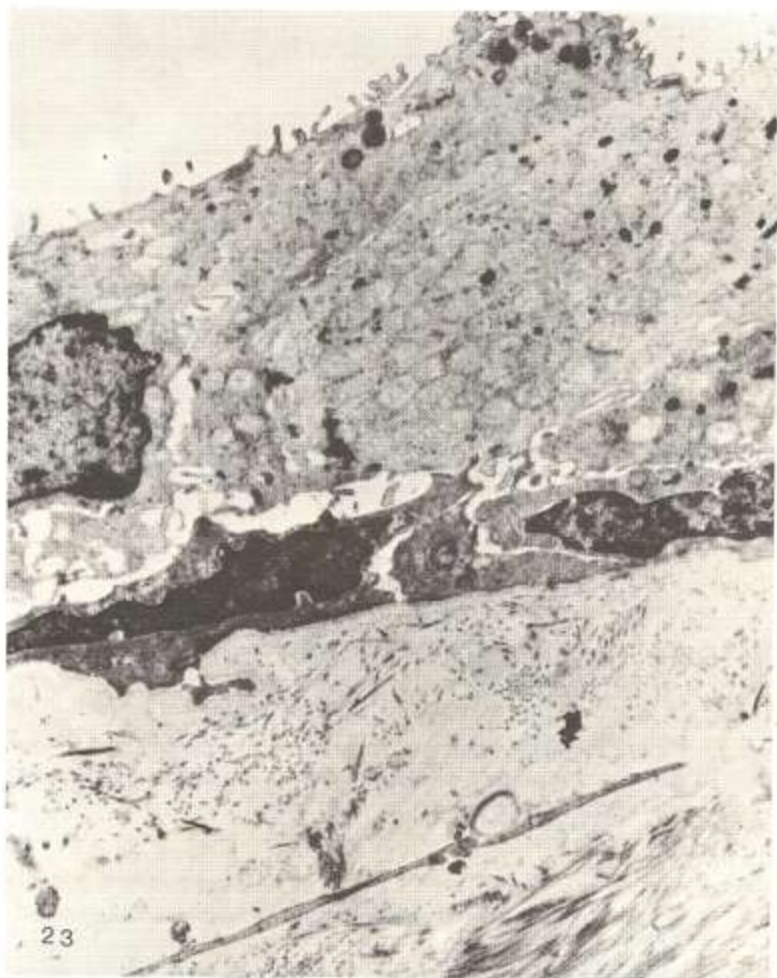
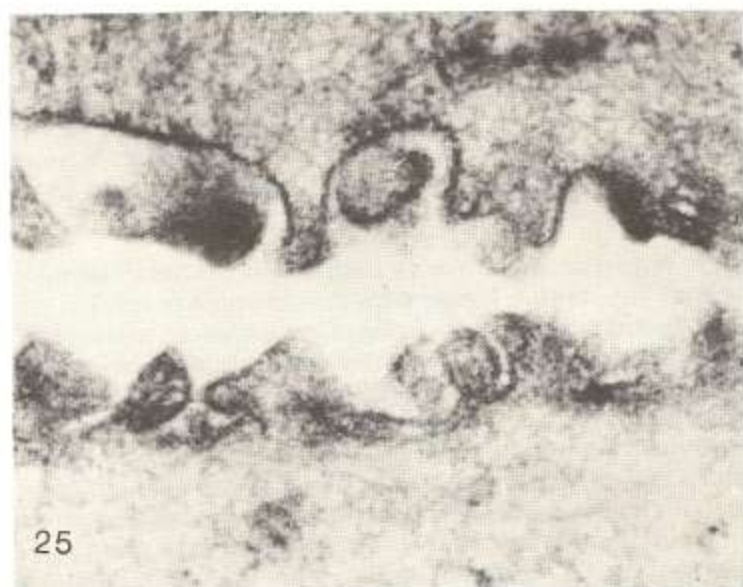


Fig. 23.— Microfotografía electrónica de una célula secretora, vecina a la presentada en la fotografía anterior, con gránulos periféricos. Nótese que la célula vecina a la presentada en la fotografía anterior, con gránulos periféricos. Nótese que la célula vecina está llena de mitocondrias. X 11.500.

c.3— Corpúsculos claros. En las zonas superficiales de la epidermis que recubre la papila gustativa, se observaron grupos de células claras, alargadas, que hacen protusión hacia la luz del surco peripapilar, con citoplasma pobre en detalles y núcleo pequeño. Fácilmente distinguibles de los queratinocitos vecinos (Fig. 24). Llama especialmente la atención la presencia de grandes surcos entre ellos, en los cuales protruyen abundantes microvellosidades cortas y gruesas (Fig. 25).



24
Fig. 24.— Microfotografía de un grupo de células claras, intraepiteliales. X 4.000.



25
Fig. 25.— Mayor aumento de uno de los surcos que separan las células claras, las microvellosidades aquí presentes son ricas en vacuolas de transporte, como las mostradas en la Fig. 17, pero en cambio tienen un material denso sobre su superficie externa. X 80.000.

DISCUSION

El corpúsculo gustativo ha sido estudiado desde el punto de vista histológico en una serie de animales. En mamíferos: sean monos (6), roedores (28, 29, 35, 36) o especies edéntulas (8); en peces (2, 7, 11, 33, 38), anfibios (13) y crustáceos (9). Los estudios histológicos en el hombre conocidos por nosotros han sido estudiados con el microscopio de luz.

Una vez estimuladas las células del corpúsculo gustativo, se generan impulsos nerviosos que viajan por el glosofaríngeo o la cuerda del tímpano al cerebro (5). Aparentemente la frecuencia de los impulsos es la que permite que el cerebro discrimine entre los diferentes sabores (14).

No conocemos estudios que hayan determinado completamente los fenómenos íntimos en las células del corpúsculo cuando son estimuladas y la forma como éstas influyen sobre las fibras nerviosas que con ellas se relacionan. Algunos han demostrado la secreción de lipoproteínas en el polo apical del corpúsculo (39), y otros la presencia de neurotransmisores del tipo catecolaminas (10-16), y de compuestos de alta energía (3); pero en base a los hallazgos anatómicos, y a su comparación a lo observado en otros receptores periféricos, podemos llegar a algunas conclusiones.

Dos tipos de vesículas de neurosecreción han sido descritas en los receptores periféricos (12): claras con contenido de acetilcolina; y de centro denso que contienen neurotransmisores del tipo adrenérgico (catecolaminas), como puede ser la norepinefrina y su derivado metilado la epinefrina (aunque normalmente la epinefrina no es un mediador de las terminaciones sinápticas post-ganglionares), así como la dopamina.

Los estudios sobre la fisiología y biofísica de la transmisión neurosensorial del gusto han sido llevados desde distintos puntos de vista y en distintas especies del reino animal. Se han estimulado los corpúsculos gustativos (24) y se ha registrado la frecuencia de los impulsos nerviosos de acuerdo a la sustancia estimulante (1, 3, 26, 32). Se ha producido sección química (30), y se ha comprobado que hay un cambio de potenciales eléctricos cuando se estimula el corpúsculo, sin transmisión central. Con la sección nerviosa no solo se bloquea la transmisión, sino que se produce atrofia de los corpúsculos, al realizarse la regeneración nerviosa los nuevos axones inducen la formación de corpúsculos a partir de las células epiteliales que cubren la mucosa de la papila gustativa (4, 5). Los experimentos han sido llevados más allá, se han trasplantado pedazos de mucosa con papilas gustativas y se ha encontrado que cuando el injerto pega y se reinnerva, las fibras nerviosas inducen que las células epiteliales adquieran las características anatómicas de células gustativas (31, 40), y reemplazan a los corpúsculos gustativos viejos que ya han desaparecido.

Con nuestras observaciones al ME, podemos decir que los corpúsculos gustativos se forman en las capas más profundas de la epidermis lingual y al aumentar de tamaño llegan hasta la superficie; que las fibras nerviosas provenientes del corium entran a este corpúsculo sin vaina de mielina, y se ramifican ampliamente entre las células sensoriales. Los espacios intercelulares entre estos dos elementos no sobrepasan las 20 μ m, igual como se observa en las microfotografías tomadas en otros receptores periféricos (27).

Nosotros mostramos en nuestros resultados que estas células sensoriales fabrican en su complejo de Golgi sustancias que creemos son catecolaminas, las cuales se alejan de él en el interior de vesículas y viajan hacia la periferia celular. Aunque no encontramos imágenes en las cuales se evidencia la exocitosis de estas vesículas es de suponer que este fenómeno se realice, ya que es una propiedad que poseen en general todas las células de origen ectodérmico que cubren la cavidad bucal (23-25). Además, se observan múltiples vesículas claras, especialmente hacia la periferia celular. Nosotros hemos observado que las sinapsis nerviosas son difíciles de evidenciar, y esto es extensivo a otros receptores nerviosos periféricos, pues en las publicaciones, las microfotografías electrónicas de las sinapsis son realmente escasas. Es factible que existan los dos tipos de neurotransmisión, a base de acetilcolina en algunas células y de catecolaminas en otras; o aún los dos tipos en la misma célula.

Es interesante hacer referencia que en la cavidad bucal, las células que constituyen los receptores de presión (corpúsculos táctile o discos de Merkel), son ricas en vesículas de centro denso (23), que aparentemente la deformidad de finas prolongaciones citoplasmáticas, es la que origina los potenciales de acción de estas células (15).

Las células gustativas poseen también prolongaciones citoplasmáticas, pero éstas están dirigidas hacia la luz de la cavidad bucal. Las prolongaciones son de dos tipos: finas microvellosidades cubiertas por una membrana y con contenido fibrilar; y cilios cuyos corpúsculos basales se encuentran en las partes más superficiales de las células y se proyectan en conjunto en el poro apical del corpúsculo. Es interesante comentar que todas las células epiteliales próximas a estos poros poseen microvellosidades, muy ricas en microvesículas, características que las diferencian de las células epiteliales de la cavidad bucal que, queratinizadas o no, mantienen su superficie lisa (19, 21).

Más interesante es llamar la atención sobre la cantidad de células claras, situadas de manera aislada en la superficie de la epidermis de la papila gustativa, que no forman parte de los corpúsculos y que en el hombre proba-

blemente durante tantos años han pasado desapercibidas, por creerse cuando se observaban al microscopio de luz, que eran consecuencia del plano del corte y que pertenecían al corpúsculo.

A lo anterior se suma que los estudios al ME han sido realizados en especies inferiores al hombre, que probablemente no tengan tantas especialidades sensoriales. Al decir ésto, queremos sugerir que en las papilas gustativas del hombre, deben haber corpúsculos y células especializadas en un sabor determinado, y que estas especializaciones estén a fracción de milímetros de distancia unas de otras. Como no conocemos estudios previos al ME de corpúsculos gustativos en el hombre, no podemos basar estas teorías en los hallazgos de otros.

Nosotros hemos estudiado el epitelio que recubre la cavidad bucal del hombre en personas normales (17, 18, 20), y en casos patológicos (19), y es la primera vez que hemos tenido la oportunidad de ver células de aspecto glandular en el interior de este epitelio plano estratificado; aunque éste sea un hallazgo común en epitelios de otras partes del organismo.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en los laboratorios de Microscopía Electrónica del Instituto de Investigación Clínica, Universidad del Zulia, y del Hospital General del Sur, Maracaibo. Se agradece la colaboración de la Unidad de Investigaciones Biológicas de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia y del laboratorio de Microscopía Electrónica, Sección de Biofísica, del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. Este trabajo contó con la asistencia técnica de Jesús Vivas, Eduardo Añez y Zoila Mejías.

ABSTRACT

Fine anatomy of the taste receptors. *Luzardo M. (Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo, Venezuela). Invest Clin 20(2): 86-114, 1979.*— Biopsies of fungiform and vallate papillae of the tongue were taken of healthy persons. They were processed to be studied under the electron microscope. The vallate papillae were rich in anatomical findings: taste buds, isolated cells rich in ciliae, and intraepithelial glands. Observing slices under light microscope, and thin sections with low magnification under the EM, two types of cells were seen forming the taste buds: clear and dark. With high resolution this difference was not evident. The cells forming the taste buds presents neurosecretory granules, lysosomes, microbodies, filaments, multivesicular bodies. They are joined by desmosomes and terminal bars. Among these cells are large and small nerve fibers with synaptic vesicles and neurofilaments. There are few nerve synapses. The cells which reach the taste pores possesses many cilliae and microvillies. In the stratified squamous epi-

thelium covering the papillae, on its surface, there are isolated clear cells rich in ciliae or flagellae. Also, we found groups of clear cells with dense granules, with the anatomical characteristics of small intraepithelial mucous gland, not in relation with the conjunctive tissue. It looks like the anatomical unit to receive the chemical stimulus which origin the taste sensation is a ciliated cell, which can be in groups (taste bud) or isolated; and close to them are intraepithelial mucous gland whose product we suppose, clean the surface of the sensory organs.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- AKAIRE N, NOMA A: Electrical responses of frog taste cells to chemical stimuli. *J Physiol* 254(1): 87-107, 1976.
- 2- BRUNS V: Elektrisches Organ von *Grathonemus* (Mormyridae). *Z Zellforsch* 122: 548-563, 1971.
- 3- CARGAN RH: Biochemical studies of taste sensation: II. Labeling of cyclic AMP of bovine taste papillae in response to sweet and bitter stimuli. *J Neurosci Res* 2(5/6): 363-371, 1976.
- 4- CHEAL M, OAKLEY B: Regeneration of fungiform taste buds: temporal and spatial characteristics. *J Comp Neurol* 172(4): 609-626, 1977.
- 5- CHEAL M, DICKEY WP, JONES LB, VAKLEY B: Taste fibers responses during reinnervation of fungiform papillae. *J Comp Neurol* 172(4): 627-646, 1977.
- 6- CLEATON-JONES P: The histology of the soft palate of the vervet monkey *Cercopithecus Pygerythus*. *S Afr J Sci* 71(9): 272-275, 1975.
- 7- CRISP M, LOWE GA, LAVERACK MS: On the ultrastructure and permeability of taste buds of the marine teleost *Ciliata Mustela*. *Tissue Cell* 7(1): 191-202, 1975.
- 8- DORAN GA, BAGGETT H: The specialized lingual papillae of *Tachyglossus Aculeatus*. *Anat Rec* 172: 157-166, 1972.
- 9- ELOFSSON R, LAKE PS: On the cavity receptor organ (X-organ or organ of Bellorci) of *Artemia salina* (Crustacea Anostraca). *Z Zellforsch* 121: 319-326, 1971.

- 10- ESAKOV AI, SAVUSKHINA MA: The role of catecholamines in the efferent regulation of taste receptors. *Byrull Eksp Biol Med* 79(5): 8-11, 1975.
- 11- FARBMAN AI, YONKERS JD: Fine structure of the taste bud in the nud puppy, *Necturus Maculosus*. *Am J Anat* 131: 353-370, 1971.
- 12- GANONG WF: Review of Medical Physiology, pg. 60-65, Lange Medical Publications, Los Altos, California, 1977.
- 13- GRAZIADEI PPC, DEHAN RS: The ultrastructure of frogs' taste organs. *Acta Anat* 80: 563-603, 1971.
- 14- ICHIOKA M: Neural correlates of taste sensation quality. *Experientia* 28: 523-524, 1971.
- 15- IGGO A: Cutaneous Receptors, en "The peripheral nervous system", pg. 347-401, J.L. Hubbard, Ed., Plenum Press, New York, 1974.
- 16- KROKHINA EM, ESAKOV AI, SAVUSHKINA MA: Catecholamine-containing cells of the taste buds in the tongue of the frog (*Rana temporaria*). *Arch Anat Microsc Morphol Exp* 64(1): 67-74, 1975.
- 17- LUZARDO-B MJ, GARCIA-T J: Ultraestructura de la lámina basal y de las células basales del epitelio de la mucosa bucal humana normal. *Invest Clín* 9(28): 23-40, 1968.
- 18- LUZARDO-B MJ, CASTEJON O: Ultraestructura de las células espinosas de la mucosa bucal humana normal. *Invest Clín* 9(27): 17-38, 1968.
- 19- LUZARDO-B MJ: Leucoplasia palatina. *Invest Clín* 9(25): 39-51, 1968.
- 20- LUZARDO-B MJ, GARCIA TJ: Ultraestructura de la capa córnea en la mucosa bucal humana normal. *Invest Clín* 12(37): 85-96, 1971.
- 21- LUZARDO-B MJ, GARCIA-TJ: Acid phosphatase activity in the small granules of epithelial cells in normal human oral mucosa. *Parodontologie* 25: 49-55, 1971.
- 22- LUZARDO-B MJ: Intraepithelial nerve fibers in the human oral mucosa. *Oral Surg* 35: 372-376, 1973.
- 23- LUZARDO-B MJ, GARCIA-TJ: Fine anatomy of neurosecretory cells in the human gingiva. *Oral Surg*. 38: 928-933, 1974.

- 24- LUZARDO-B MJ: Aspects of the fine anatomy of aphthous stomatitis. *Oral Surg* 39: 239-248, 1975.
- 25- LEESON TS, LEESON CR: Aparato digestivo, en *Histología*, pag. 245-250, Ed. Interamericana, México, 1970.
- 26- MAES FW: Simultaneous chemycal and electrical stimulation of labellar taste hairs of the blowfly calliphore vivina. *J Insect Physiol* 23(4): 453-460, 1977.
- 27- MATTHEWS MR: Ultrastructure of ganglionic junctions, en *The Peripheral Nervous System*, pag. 111-144, J.I. Hubbard, Ed., Plenum Press, New York, 1974.
- 28- MURRAY RG, MURRAY A: Fine structure of taste buds of rabbit foliate papillae. *J Ultrastr Res* 19: 327-353, 1967.
- 29- MURRAY RG, MURRAY A, FUJIMOTO S: Fine structure of gustatory cells in rabbit taste buds. *J Ultrastr Res* 27: 444-461, 1969.
- 30- MOOSER G, LAMBUTH N: Inactivation of taste receptor cell function by two cationic protein modification reagents. *J Neurobiol* 8(3): 193-206, 1977.
- 31- PORITSKY R, SINGER M: Intraperitoneal transplant of taste buds in the newt. *Anat Rec* 188(2): 219-227, 1977.
- 32- PRIETA P, VIOLANTE A: Eccitabilita ed interazioni funzionali re lle papillae gustative della lingua di rana. *Boll Soc Ital Biol Sper* 50(14): 1043-1046, 1977.
- 33- REUTTER K: Die Geschmacksknospen des Zwergwelses *Amiurus Nebulosus* (Lesueur). *Z Zellforsch* 120: 280-308, 1971.
- 34- RUSH TC, PATTON HD: Taste, Olfaction and Visceral sensation. En: *Physiology and Biophysics*, pag. 364-368. W.B. Saunders Cc., Philadelphia, 1965.
- 35- SANGIACOMO CO: Filamentous structures in normal taste bud. *Experientia* 26: 1121-1122, 1970.
- 36- SANGIACOMO CO: Neurosecretory cell types in normal taste bud. *Experientia* 26: 289-290, 1970.
- 37- SATO M: Taste Receptor. En: *The Peripheral Nervous System*, pag. 507-515, John I. Hubbard, Ed., Plenum Press, New York, 1971.

- 38- SCHULTE E, HOLL A: Untersuchungen an den Geschmacksknospen der Barteln von *Corydoras Paleatus* Jenyns. *Z Zellforsch* 120: 450-462, 1971.
- 39- WHITEAR M: Apical secretion from taste bud and other epithelial cells in amphibians. *Cell Tissue Res* 172(3): 389-404, 1976.
- 40- ZALEWSKI AA: Trophic function of neurons in transplanted neonatal ganglia. *Exp Neurol* 45(1): 189-193, 1974.