

**UNIVERSIDAD DEL SURESTE**

**LICENCIATURA EN MEDICINA HUMANA**

**FISIOLOGIA**

**DR. AGENOR ABARCA ESPINOSA**

**FRANKLIN SAMUEL GORDILLO GUILLEN**

**RESUMEN SISTEMA DEL GUSTO Y OLFATO**

**COMITAN DE DOMINGUEZ**

**23 DE FEBRERO DE 2025**

## OLFATO Y GUSTO

El olfato y el gusto suelen clasificarse como sentidos viscerales por su íntima relación con la función gastrointestinal. Desde el punto de vista fisiológico hay relación mutua entre ambos. El sabor de diversos alimentos es, en gran parte, una combinación de su sabor y de su olor. En consecuencia, muchos de los alimentos pueden tener un “sabor diferente” si la persona tiene un resfriado que disminuye el sentido del olfato. Los receptores del olfato y del gusto son quimiorreceptores estimulados por moléculas disueltas en el moco del interior de la nariz y la saliva en la boca. Los estímulos nacen de fuentes externas y por ello se han clasificado como exteroceptores a tales estructuras. Las sensaciones que cursan por el olfato y el gusto permiten a las personas diferenciar entre 30 millones de compuestos (según se ha estimado) presentes en alimentos, predadores y cónyuges y transformar la información recibida en conductas apropiadas.

### “OLFATO”

**EPITELIO Y BULBO OLFATORIOS:** Las neuronas sensitivas olfatorias están situadas en una zona especializada de la mucosa nasal, el llamado “epitelio olfatorio” amarillento y pigmentado. En los perros y algunos otros animales que tienen altamente desarrollado el sentido del olfato (animales macrosmáticos), es grande la zona cubierta por dicha membrana, en tanto que en los animales micros máticos como los humanos, tal superficie es pequeña. El epitelio olfatorio de los seres humanos contiene unos 50 millones de neuronas bipolares sensitivas olfatorias intercaladas con células de apoyo similares a glia (sustentaculares) y las células madre basales; estas últimas generan nuevas neuronas olfatorias cuando se necesita reponer las dañadas en la exposición al entorno. El epitelio olfatorio está cubierto de una fina capa de moco secretada por las células sustentaculares y las glándulas de Bowman, que están por debajo del epitelio. Cada neurona olfatoria sensitiva tiene una dendrita gruesa y corta que sobresale en la cavidad nasal, en donde termina en una protuberancia que contiene seis a 12 cilios. En los seres humanos los cilios son prolongaciones amielínicas de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud y 0.1 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro que sobresalen dentro del moco que cubre el epitelio. El moco genera el entorno molecular e iónico adecuado para la detección de olores. Los axones de las neuronas olfatorias (primer par craneal) pasan a través de la lámina cribosa del etmoides y penetran en los bulbos olfatorios en dichos bulbos, los axones de tales neuronas establecen contacto con las dendritas primarias de las células mitrales y las células en penacho para formar unidades sinápticas anatómicamente independientes llamadas glomérulos

olfatorios. Los bulbos olfatorios también contienen células periglomerulares, que son neuronas inhibitoras que conectan entre sí los glomérulos y las células granulosas que no tienen axones y que establecen sinapsis recíprocas con las dendritas laterales de las células mitrales y en penacho. En esta sinapsis las células mitrales o las de penacho excitan a la célula granulosa por medio de la liberación de glutamato y las células granulosas a su vez inhiben a los dos tipos de células mencionadas, por medio de la liberación de GABA. En el epitelio olfatorio se identifican terminaciones libres de fibras trigeminianas del dolor; son estimuladas por sustancias irritantes, lo cual da su “olor” característico a sustancias como la menta, el mentol y el cloro. La activación de las terminaciones por sustancias irritantes para las vías nasales también desencadena estornudos, epífora, inhibición respiratoria y otros reflejos.

### **CORTEZA OLFATORIA**

Las células en penacho son más pequeñas que las mitrales y tienen axones más delgados, pero son semejantes desde el punto de vista funcional. Los axones de las células mitrales y en penacho pasan en sentido posterior a través de la estra olfatoria lateral para terminar en las dendritas apicales de las neuronas piramidales en cinco regiones de la corteza olfatoria: núcleo olfatorio anterior, tubérculo olfatorio, corteza piriforme, amígdala y corteza entorrinal. A partir de estas regiones la corteza orbito frontal. La discriminación consciente de los olores depende de la vía que llega a la corteza orbito frontal, y la activación de tal vía por lo común es más intensa en el lado derecho que en el izquierdo; de este modo, la representación cortical del olfato es asimétrica. Es probable que la vía que llega a la amígdala participe en las respuestas emocionales a estímulos olfatorios, y la que llega a la corteza entorrinal se refiera de los “recuerdos” olfatorios.

### **RECEPTORES DE OLORES Y TRANSDUCCION DE SEÑALES**

Se sabe que existen unos 500 genes olfatorios funcionales en los humanos, que comprenden en promedio, 2% del genoma humano. Las secuencias de aminoácidos de los receptores de olores son muy diversas, pero todos ellos son receptores acoplados a proteína G. Cuando una molécula odorífera se une a su receptor se disocian las subunidades de la proteína G ( $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$ ). La subunidad  $\alpha$  activa la adenilato ciclasa para catalizar la producción de CAMP que actúa como segundo mensajero para abrir conductos catiónicos e incrementar la permeabilidad a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . El efecto neto lo constituye una corriente de calcio dirigida al interior, que genera el potencial de receptor graduado dicho potencial abre los conductos de cloruro activados por calcio y despolariza aún más la célula, por los mayores niveles de cloruro intracelulares en las neuronas olfatorias sensitivas. En caso de que el estímulo sea lo suficientemente intenso para que rebase el umbral del potencial receptor, se desencadena un potencial de acción en el nervio olfatorio

(primer par craneal). La segunda parte de la solución del dilema de la forma en que se detectan 10 000 olores diferentes reside en la organización nerviosa de la vía olfatoria. Existen millones de neuronas sensitivas olfatorias, pero cada una expresa sólo uno de los 500 genes olfatorios. Cada neurona envía proyecciones a uno o dos glomérulos, y así se tiene un mapa bidimensional peculiar del bulbo olfatorio que es único de ese solo olor. Las células mitrales con sus glomérulos establecen proyecciones en partes diferentes de la corteza olfatoria.

Los glomérulos olfatorios muestran inhibición lateral mediada por las células periglomerulares y las granulosas; ello “afina” y enfoca las señales olfatorias. Además, el potencial de campo extracelular de cada glomérulo oscila, y las células granulosas al parecer regulan la frecuencia de la oscilación. Se desconoce la función exacta de este último fenómeno, pero probablemente también es útil para “enfocar” las señales olfatorias que llegan a la corteza cerebral.

### **UMBRAL DE DETECCION DE OLORES**

Las moléculas que emiten olores (odoríferas) por lo regular son pequeñas y contienen de 3 a 20 átomos de carbono; las moléculas con el mismo número de átomos, pero con configuraciones estructurales distintas generan olores diferentes. Entre las características de las sustancias con olores intensos se encuentran un contenido relativamente grande de agua y su liposolubilidad. Los umbrales de detección de olores son las concentraciones mínimas de una sustancia química que es posible detectar. La enorme diversidad de umbrales ilustra la extraordinaria sensibilidad de los receptores odoríferos. En el otro extremo del espectro, algunas sustancias tóxicas son inodoras; tienen umbrales de detección odorífera mayores que las concentraciones letales. No todos los individuos tienen el mismo umbral de detección para un odorífero particular. Una persona puede detectar e identificar un odorífero en una concentración particular, en tanto que otra apenas si lo percibe. La discriminación olfatoria es extraordinaria. Por otra parte, es pequeña la identificación de diferencias en la intensidad de cualquier olor en particular. Es necesario cambiar en promedio, 30% la concentración de la sustancia odorífera, para detectar la diferencia. En el umbral de discriminación visual similar, ello equivaldría a un cambio de 1% en la intensidad de la luz. La dirección de la cual proviene un olor suele estar indicada por una mínima diferencia en el lapso en que llegan las moléculas odoríferas a las dos fosas nasales.

### **PROTEINAS QUE SE UNEN A SUSTANCIAS ODORIFERAS**

El epitelio olfatorio contiene una o más proteínas que se unen a sustancias odoríferas, producidas por las células sustentaculares y liberadas en el espacio extracelular. Se ha aislado una OBP de 18 kDa que es propia de la cavidad nasal y probablemente existen otras proteínas similares. Dicha proteína muestra notable homología con otras del cuerpo identificadas como portadoras de pequeñas

moléculas lipófilas. En el caso del gusto al parecer existe una proteína de unión similar; dichas OBP pueden actuar en varias formas. En la primera, concentran las sustancias odoríferas y las transfieren a los receptores; en la segunda, pueden “dividir los ligandos hidrófobos” que cursan por el aire y llevarlos a la fase acuosa. En tercer lugar, pueden secuestrar las sustancias odoríferas y alejarlas del sitio de reconocimiento de olores para permitir así la “eliminación” de olores.

## **ADAPTACION**

Un hecho muy conocido es que si la persona está expuesta continuamente a un olor muy desagradable, disminuye su percepción del mismo y al final desaparece; este fenómeno en ocasiones beneficioso proviene de la adaptación relativamente rápida o de la desensibilización que se produce en el aparato olfatorio. La adaptación en dicho aparato acaece en varias etapas. La primera puede ser mediada por la proteína que se une a calcio (calcio/calmodulina), que se liga a la proteína de los conductos del receptor para disminuir su afinidad por los nucleótidos cíclicos. La siguiente fase se ha denominado adaptación a corto plazo, que se produce en respuesta al CAMP y que incluye una vía de retroalimentación en que participan la proteína cinasa II que depende de calcio/calmodulina y que actúa en la adenililciclasa. La fase siguiente ha sido llamada adaptación a largo plazo, que incluye la activación de la guanilatociclasa y la producción de CGMP. También contribuye a la adaptación a largo plazo el intercambiador de  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  para restaurar el equilibrio iónico.

## **GUSTO**

### **BULBOS GUSTATIVOS**

El órgano del gusto (sensitivo especializado) está constituido por unos 10 000 bulbos gustativos que son corpúsculos ovoides que miden 50 a 70  $\mu\text{m}$ . Se conocen cuatro tipos de células morfológicamente diferentes dentro de cada bulbo gustativo: basales, oscuras, claras, e intermedias las últimas tres células se denominan tipos

I, II y III del gusto. Son neuronas sensitivas que reaccionan a estímulos del gusto o gustativos. Cada bulbo gustativo tiene 50 a 100 células y los tres tipos celulares pudieran representar fases de diferenciación de las células del sentido del gusto, en desarrollo, y las células claras serían las más maduras. Como otra posibilidad, cada tipo celular pudiera representar diferentes líneas celulares. Los extremos apicales de las células del gusto poseen microvellosidades que envían proyecciones al poro gustativo, pequeño orificio en la superficie dorsal de la lengua, en que las células gustativas están expuestas al contenido de la boca. Cada bulbo gustativo recibe unas 50 fibras nerviosas; por lo contrario, cada fibra nerviosa recibe impulsos de cinco bulbos, en promedio. Las células basales provienen de las células epiteliales que rodean al bulbo gustativo. Se diferencian en nuevas células; las antiguas son sustituidas en forma

### **Anomalías en la detección de olores**

La anosmia y la hiposmia o hipoestesia pueden ser consecuencia de congestión nasal sencilla o de pólipos nasales. También puede ser un signo de trastornos más graves como daño de los nervios olfatorios a causa de fracturas de la lámina cribosa o traumatismo craneoencefálico, tumores como neuroblastomas o meningiomas e infecciones de vías respiratorias. La anosmia congénita es un cuadro raro en que la persona nace sin la capacidad de percibir olores. El uso duradero de descongestivos nasales también puede causar anosmia, y en sujetos con enfermedad de Alzheimer suele detectarse daño de los nervios olfatorios. En Estados Unidos, según datos de los National Institutes

of Health, 1 a 2% de la población estadounidense menor de 65 años presenta pérdida importante del olfato. Sin embargo, el envejecimiento se acompaña de anomalías en la percepción de olores la mitad de las personas entre 65 y 80 años y >75% de aquellas con más de 80 años tienen una menor capacidad para identificar olores. Ante la relación muy cercana entre el gusto y el olfato, la anosmia se acompaña de disminución de la sensibilidad gustativa (hipogeusia). La anosmia suele ser permanente en los casos de daño del nervio olfatorio u otros elementos nerviosos en la vía olfatoria. Además de la incapacidad de disfrutar aromas agradables y toda la gama de sabores, los sujetos con anosmia están en peligro, porque no detectan olores de sustancias peligrosas como la fuga de gas butano, incendios y alimentos descompuestos. La hiperosmia (mayor sensibilidad olfativa) es menos frecuente que la hiposmia, pero las embarazadas por lo común se vuelven demasiado sensibles a algunos olores. La disosmia (distorsión del sentido del olfato) puede ser causada por entidades como infecciones de senos paranasales, daño parcial de los nervios olfatorios y mala higiene bucal. Muy a menudo la anosmia es un trastorno temporal por alguna sinusitis o algún resfriado común, pero puede ser permanente si es causada por pólipos nasales o traumatismos. Pueden administrarse antibióticos para disminuir la inflamación causada por los pólipos y

mejorar la capacidad del olfato. En algunos casos se realiza cirugía para extirpar los pólipos. Se ha demostrado que los corticoesteroides tópicos son eficaces para revertir la hiposmia o anosmia causada por enfermedades nasales y de senos paranasales. continúa, y su vida media es de unos 10 días. Si se secciona el nervio sensitivo, los bulbos en el que se distribuye se degeneran y al final desaparecen.

## **UMBRAL DEL GUSTO Y DISCRIMINACION DE INTENSIDAD**

La capacidad de los seres humanos para discriminar diferencias en la intensidad de los sabores, a semejanza de la discriminación de intensidades por el olfato, es relativamente pequeña y burda. Es necesario un cambio de 30% en la concentración de la sustancia por catar, para detectar una diferencia de intensidad. El umbral del gusto denota la concentración mínima en que se percibe una sustancia. Las concentraciones umbrales de sustancias a las cuales reaccionan los bulbos gustativos varían con la sustancia particular. Las sustancias amargas tienden a mostrar el umbral más bajo. Algunas sustancias tóxicas como la estricnina tienen un sabor amargo, en concentraciones pequeñísimas, lo que evita la ingestión accidental de la misma, que origina convulsiones letales.

## **MODALIDADES DEL GUSTO, RECEPTORES Y TRANSDUCCION**

Los seres humanos tienen cinco modalidades gustativas básicas perfectamente establecidas: dulce, agrio, amargo, salado y umami. El “sabor” umami se agregó a los cuatro sabores clásicos en fecha reciente, pero se sabía de su existencia desde hace unos 100 años. Se confirmó que se trataba de otra modalidad gustativa porque se identificó su receptor. Es activado en particular por el glutamato monosódico que se utiliza ampliamente en la culinaria asiática. El sabor es agradable y dulzón, pero difiere del sabor dulce habitual. Por años se pensó que la superficie de la lengua tenía áreas especiales que correspondían a cada una de las cuatro sensaciones básicas. Ahora se sabe que todas las sustancias gustativas se perciben en otras partes de la lengua y estructuras vecinas. Nervios aferentes que van al NTS contienen fibras de todos los tipos de receptores gustativos sin ninguna localización nítida de los tipos. se señala un esquema de los supuestos receptores de las cinco modalidades del gusto; incluye los dos tipos principales de receptores: los conductos controlados por ligandos (receptores ionotrópicos) y los GPCR (metabotrópicos). Los sabores salado y agrio se perciben por la activación de los receptores ionotrópicos. Los sabores agrio, amargo y umami son percibidos por activación de los receptores metabotrópicos. Muchos GPCR en el genoma humano son receptores gustativos (familias T1R y T2R). En algunos casos los receptores mencionados se acoplan a la proteína G heterotrimérica, gustducina, misma que disminuye el nivel de cAMP y aumenta la formación de fosfato de inositol (IP3), lo cual puede ocasionar despolarización.

El sabor salado es generado por el cloruro de sodio y los mecanismos sensibles a él son mediados por un conducto selectivo de sodio conocido como ENaC, que es el conducto epitelial de sodio sensible a amilorida. La penetración del sodio en los receptores de lo salado despolariza la membrana y genera el potencial del receptor.

En los seres humanos, la sensibilidad a la amilorida propia del sabor salado es menos intensa que en algunas especies, lo cual sugiere que hay más mecanismos que activen los receptores sensibles a lo salado. El sabor agrio (ácido) es percibido con la intervención de protones (hidrogeniones). El ENaC permite la penetración de protones y puede contribuir a la percepción del sabor agrio. Los hidrogeniones también se unen al conducto sensible al potasio y lo bloquean. La disminución de la permeabilidad a este último ion despolariza la membrana. Asimismo, HCN, un conducto catiónico regulado por nucleótidos cíclicos y activado por hiperpolarización, y otros mecanismos, puede contribuir a la transducción de lo agrio.

### **UMBRAL DEL GUSTO Y DISCRIMINACION DE INTENSIDAD**

La capacidad de los seres humanos para discriminar diferencias en la intensidad de los sabores, a semejanza de la discriminación de intensidades por el olfato, es relativamente pequeña y burda. Es necesario un cambio de 30% en la concentración de la sustancia por catar, para detectar una diferencia de intensidad. El umbral del gusto denota la concentración mínima en que se percibe una sustancia. Las concentraciones umbrales de sustancias a las cuales reaccionan los bulbos gustativos varían con la sustancia particular. Las sustancias amargas tienden a mostrar el umbral más bajo. Algunas sustancias tóxicas como la estricnina tienen un sabor amargo, en concentraciones pequeñísimas, lo que evita la ingestión accidental de la misma, que origina convulsiones letales.

#### **Bibliografía**

John E. Hall, M. E. (s.f.). fisiología médica (14 ed.). Recuperado el 23 de 2 de 2024

Kim Barret, S. M. (s.f.). Fisiología Medica (24 ed.). Lange. Recuperado el 24 de 2 de 2024