

Trabajo Práctico Nº 12 Receptores Sensoriales

Introducción

La supervivencia de cualquier organismo depende de la obtención de una información adecuada del medio externo; es donde va a encontrar el alimento y donde residen los posibles peligros. Igualmente importante es la información del estado de las funciones internas para mantener el correcto funcionamiento del organismo.

Nuestra imagen perceptual del mundo exterior es siempre una abstracción de la realidad física, cuyos aspectos cualitativos y cuantitativos dependen de las transformaciones ocurridas en los mecanismos neurales operantes. Éstos incluyen etapas tales como la codificación periférica de la información procedente del mundo externo que ocurre a nivel de los receptores (terminaciones especializadas periféricas de fibras nerviosas aferentes) que convierten la energía del estímulo en patrones de impulsos. Estas señales cifradas son transmitidas, modificadas e interpretadas al llegar a las distintas poblaciones neuronales involucradas, por mecanismos aún no conocidos totalmente.

El término codificación se refiere a la forma en que la información es representada mediante la actividad neural. Esta codificación permite utilizar a los potenciales de acción como vehículo para la transmisión, a través de vías nerviosas específicas, de patrones de impulsos que las recorren, llevando información sobre: *calidad, intensidad, localización y patrones temporales y espaciales* de los estímulos que producen las sensaciones.

Los receptores sensoriales, sean del tipo que sean, extraen la misma información básica del estímulo:

- **Modalidad:** cada tipo de receptor responde mejor a su estímulo adecuado.
- **Intensidad:** existe una intensidad umbral para cada estímulo, y a partir de ahí la respuesta del receptor es graduada hasta que se satura.
- **Duración:** los distintos mecanismos de adaptación de los receptores son importantes a la hora de obtener información sobre la duración del estímulo.
- **Localización:** viene dada por el campo de receptor, es la región de una superficie sensorial (retina, piel) que cuando es estimulada, modifica el potencial de membrana de una neurona sensorial.

Los receptores sensoriales son terminaciones nerviosas altamente especializadas, ubicados en los órganos sensoriales, que se encargan de recibir estímulos, internos o externos, generar un impulso nervioso para obtener una respuesta ya sea interna o externa. Este impulso es transportado al sistema nervioso central y procesado en distintas áreas dentro de la corteza cerebral, para proporcionar al individuo información de las condiciones ambientales que lo rodean y generar una respuesta apropiada. La integración de la información y su interpretación de manera subjetiva se denomina percepción sensorial.

Objetivos:

- Determinar la distribución aproximada de los receptores de estímulos mecánicos, térmicos y dolorosos sobre la superficie de la piel.
- Comprobar la distribución de los receptores gustativos sobre la superficie lingual.
- Demostrar la ubicación limitada y un tanto marginal de los receptores olfatorios en la especie humana.
- Determinar los umbrales de sensibilidad para distintas sustancias en disolución.

Actividades

MECANORRECEPCIÓN

Sentido del tacto en el hombre

Esta práctica se realizará en parejas: un individuo actuará como observador y el otro como sujeto experimental.

-Localización: El sujeto cierra los ojos. Con la punta de un alfiler se tocan diferentes zonas de los dedos, los brazos y la espalda (escoger zonas que el sujeto pueda alcanzar con la punta de un lápiz). Se pide al sujeto que intente poner la punta del lápiz en el punto tocado por el alfiler. Deben probarse cuando menos cinco lugares distintos en cada una de las cuatro zonas. Se mide y anota, en milímetros, la distancia entre el punto que toca el individuo y el del alfiler; posteriormente, se obtiene la media de las distancias anotadas, para cada una de las zonas estudiadas.

	DEDOS	MANOS	BRAZOS	ESPALDA
MEDIDAS				
MEDIAS				

-Adaptación: Hay varios tipos de receptores táctiles en la piel. Unos responden a presión continua y presentan una adaptación lenta (discos de Merkel y órganos de Ruffini). Otros son de adaptación rápida y responden sobre todo a estímulos que cambian rápidamente, como por ejemplo vibraciones (corpúsculos de Paccini y de Meissner).

El sujeto pone sus manos sobre la superficie de la mesa, con las palmas hacia abajo y los dedos separados, y mantiene los ojos cerrados. El observador le pone un pequeño trozo de corcho sobre la cara dorsal de un dedo, entre la uña y la primera articulación. Se pide al sujeto que señale el momento en que percibe la sensación del tacto y el momento en el cual esta sensación desaparece, anotándose el tiempo. Se procede de igual forma en las manos y brazos.

	DEDOS	MANOS	BRAZOS
TIEMPOS			
MEDIAS			

-Discriminación del tacto entre dos puntos: El sujeto cierra los ojos. En distintos lugares de los dedos, las manos, los brazos y la espalda, se busca cuál es la distancia mínima que debe haber entre dos alfileres para que el sujeto experimente dos sensaciones táctiles distintas. El estudio se inicia poniendo las dos puntas de los alfileres juntas, luego separándolas por una distancia mayor que la necesaria para la discriminación de dos puntos. Se sigue la prueba con cambios sucesivos, alternativamente por encima y por debajo de la distancia mínima, hasta que una disminución muy pequeña de la separación de las puntas tiene como resultado la sensación de tacto en un solo lugar. Se hacen cinco determinaciones de la distancia mínima para la discriminación de dos puntos en cada una de las cuatro zonas.

	DEDOS	MANOS	BRAZOS	ESPALDA
MEDIDAS				
MEDIAS				

TERMORRECEPTORES

Sensación térmica: Se toman 2 tubos de ensayo, uno con agua caliente y otro con agua fría. Se apoyan sobre la palma de la mano, el dorso de la mano, la mejilla y la nuca. Observar la respuesta de los distintos receptores de temperatura. ¿Qué sucede en cada caso?

Luego medir la adaptación manteniendo el tubo en contacto con la nuca durante un cierto tiempo. Anotar y discutir los resultados.

Prueba de Faraday: Con 3 recipientes que contengan agua: de la canilla, con hielo, y de la canilla, en ese orden, un alumno con los ojos vendados determinará las temperaturas relativas de cada recipiente.

QUIMIORRECEPTORES

Sentido del gusto:

Tanto desde el punto de vista funcional como estructural, el gusto y el olfato tienen numerosos puntos en común. Ambos son sensibles a estímulos químicos y presentan, por tanto, la capacidad de detectar la presencia de sustancias disueltas en el medio. Mediante la olfacción se detectan compuestos químicos en fase gaseosa, mientras que mediante la degustación se detectan sustancias químicas disueltas en un medio líquido.

La quimiorrecepción constituye la base de numerosas actividades en animales, como son la comunicación interindividual, la búsqueda y captura del alimento, el alejamiento de ambientes nocivos, los mecanismos de atracción sexual, etc.

-Umbral de sensibilidad: Para cada una de las sensaciones gustativas primarias, existe un umbral de estimulación según la sustancia de que se trate. La sacarosa, con una concentración de 0,01M, alcanza el umbral de estimulación para el sabor dulce. Con los restantes sucede lo mismo, siendo el valor umbral del cloruro sódico 0,01M, el de la quinina 8×10^{-6} M y el del ácido acético 9×10^{-4} M.

A partir de diferentes disoluciones de sacarosa de concentración creciente (0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 1 y 1,5%), se van realizando pruebas depositando una gota de cada una de ellas sobre la punta de la lengua, empezando por la de concentración inferior, hasta que el sabor dulce sea percibido. Entre cada prueba enjuagar bien la boca con agua. Anotar en la tabla los resultados obtenidos y compararlos con los umbrales de sensibilidad del resto de los compañeros (fumadores y no fumadores), así como con el valor umbral normal para la sacarosa.

UMBRALES DEL GRUPO			
[Sacarosa]	MIS DATOS	No fumadores	Fumadores
0,2 %			
0,3 %			
0,4 %			
0,5 %			
1,0 %			
1,5 %			

-Ubicación de receptores del gusto: Localizar la distribución y tipo de los receptores gustativos. Hacer un diagrama de la lengua para mapear las diferentes sensaciones. Antes de la aplicación de cada sustancia enjuagarse la boca con agua. Aplicar:

- solución de ClNa 5% (salado)
- solución de sacarosa 5% (dulce)
- solución de ácido acético 1% (ácido)
- solución de sulfato de quinina 0,1% (amargo)
- Evitar el exceso de sustancia aplicada para impedir el corrimiento de ésta en la lengua.
No consumir mate, café u otra sustancia que pueda interferir en la percepción del sabor.
- Anotar sobre el diagrama: positivo (+), muy positivo (++), o nada (0).

Sentido del olfato

-Intensidad del estímulo: La intensidad del estímulo depende de la concentración de las moléculas de olor presentes en el estímulo. Para probar esto, abrir dos frascos que contengan la misma sustancia, pero en diferentes concentraciones y oler cada uno. ¿Puede determinar cuál de ellos es más intenso?. Constatar si la apreciación coincide con la concentración real.

-Adaptación: Exposiciones repetidas a un estímulo olfatorio provocan un decaimiento en la percepción. Oler repetidamente (1 vez por segundo) el contenido de la solución de mayor concentración utilizada en la experiencia anterior y contar el número de veces que necesita para que esta sensación olfativa decaiga hasta el nivel de la solución de menor concentración.

-Detección, identificación y reconocimiento de olores: Huela el contenido de 10 soluciones. En el siguiente cuadro complete: si el olor es detectado en la solución, marque una cruz en la columna 1. Si el olor es reconocido como familiar, coloque una cruz en la columna 2. En la columna 3, ponga el nombre del compuesto si lo reconoce. Si no lo puede identificar, deje la columna en blanco. Luego de terminar la

lista, controlar el test de identificación con los nombres correspondientes, los cuales se colocan en la columna 4. Controle la cantidad de olores correctamente identificados.

¿Cuántos olores le resultaron familiares pero difícilmente identificables?.

¿Le resultó más fácil la identificación con la lista correcta de los nombres respectivos?.

Solución	Olor detectado	Olor familiar	Identificación	Nombre real
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Total				

FOTORRECEPTORES

Sentido de la vista:

El valor adaptativo de la visión en la evolución animal es evidente. La detección de la luz permite que un individuo identifique presas, depredadores y parejas, incluso a gran distancia. La eficacia del proceso visual requiere que la luz reflejada contra los objetos se localice con referencia al individuo y al entorno, permitiendo así la identificación de dichos objetos basándose en las peculiaridades de forma, tamaño, color y movimiento.

El sistema visual de los mamíferos empieza en el ojo. En la parte posterior del ojo se localiza la retina, que contiene fotorreceptores especializados que convierten la energía luminosa en actividad neural. El resto del ojo actúa como una cámara fotográfica y toma imágenes nítidas y claras del mundo en la retina. Aunque se puede considerar que la retina forma parte del cerebro porque en ella se lleva a cabo gran parte del procesamiento de la imagen, la interpretación y el recuerdo de la misma se realizará en la corteza cerebral.

Acomodación: La respuesta acomodativa de un ojo normal permite lograr una imagen de agudeza máxima sobre la retina a distancias alejadas o cercanas. Existe un "Punto cercano" para cada persona, que es la distancia mínima a un objeto para formar su imagen nítida sobre la retina. Esta respuesta se encuentra bajo el control del sistema de músculos oculares que modifican la curvatura del cristalino para

conseguir un mejor enfoque. El punto cercano aumenta con la edad (presbicia) debido principalmente al endurecimiento del cristalino.

Determinación del Punto cercano de acomodación: Imprimir una letra minúscula, bien definida en un cartón de 7,5x12,5 cm. Con una mano sostener una cinta métrica dirigida al puente de su nariz. Sostener el cartón a cierta distancia sobre la cinta y medir la distancia más corta desde el ojo hasta el punto donde puede ver la letra claramente.

Este es el punto cercano con las siguientes medidas de valor normal:

Edad en años..... 10 20 30 40 50 60 70

Pto. cercano (cm) 9 10 13 18 53 83 100

El punto cercano aumenta con la edad porque las lentes del ojo se vuelven menos flexibles y menos capaces de acomodación. El resultado práctico es que mucha gente mayor requiere anteojos para reducir el punto cercano.

Punto cercano: Ojo derecho:..... Ojo izquierdo:.....

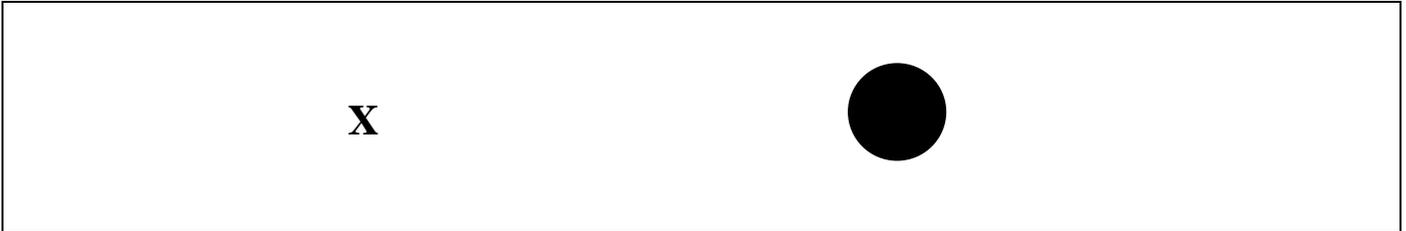
Hacer un agujero en un papel delgado con la punta de un lápiz. Repetir el test de punto cercano viendo el objeto a través del orificio, que hace que los rayos de luz que entran sean dirigidos a través de la porción central de la lente, por lo tanto la imagen se forma claramente aún a distancias más cortas que el punto cercano. El agujero cumple la función de una constricción pupilar en la acomodación para la visión cercana, a pesar de que el iris no puede producir una apertura tan pequeña.

Punto cercano: Ojo derecho:..... Ojo izquierdo:.....

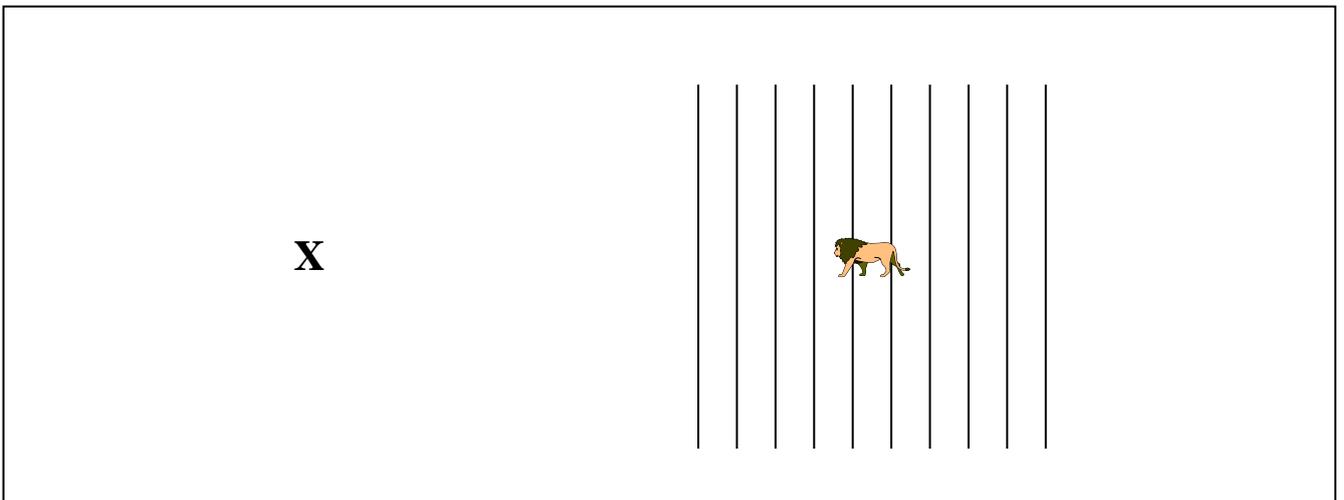
Hay tres reflejos simultáneos de ajuste en la acomodación: "Bulging" de las lentes, constricción de las pupilas y convergencia de los globos oculares. De los tres, los dos últimos pueden demostrarse: sostener un lápiz a aproximadamente 60 cm enfrente del ojo y moverlo lentamente hacia la cara. Observar la convergencia y la constricción pupilar a medida que el objeto se acerca al punto cercano.

Punto ciego: La distribución de los receptores sobre la retina no es uniforme y, además, hay una región del ojo normal que no los posee. Este es el llamado disco óptico o punto óptico donde las fibras nerviosas dejan el ojo para formar el nervio óptico y se ubica la entrada y salida de la circulación retiniana del ojo. La presencia de este punto ciego no se advierte con frecuencia, posiblemente debido a que la región del campo óptico que lo rodea "llena" el punto ciego en el caso de la percepción consciente.

-Demostración del punto ciego: mirar con el ojo derecho la cruz de la siguiente figura fijamente, acercando el papel hasta unos 25 cm. Cuando desaparezca el círculo es que su imagen se ha formado en el punto ciego de este ojo.



Se procede de la misma manera con la siguiente figura, desaparecerá el león pero el rayado vertical no se interrumpe.



Este fenómeno tiene su base en el hecho de que la percepción de la forma, que se realiza en el cortex visual, no es lineal, sino que participan miles de neuronas que realizan de manera simultánea representaciones visuales múltiples de una imagen sencilla.

-Determinación del punto ciego: Cerrar el ojo izquierdo mientras enfoca el derecho sobre una cruz pintada en el papel. Sostener la hoja a unos 50 cm de su cara, con la figura directamente en frente de su ojo derecho. En este momento ambas figuras son visibles mientras mantiene su ojo izquierdo cerrado. Moverse lentamente hacia el papel hasta que el punto desaparece. En este lugar la imagen del punto cae en el disco óptico o punto ciego, el cual no tiene bastones ni conos. Medir la distancia a la que desaparece el punto y comparar este valor con los resultados obtenidos por otros miembros de la clase.

El tamaño del punto ciego puede determinarse Colgar una hoja de papel blanco en la pared y marcar una cruz (x) oscura sobre el lado izquierdo. El sujeto debe cerrar el ojo izquierdo y pararse a 30 cm de la pared mirando fijamente la x con el ojo derecho. El compañero debe mover un lápiz cubierto de papel

blanco, del cual asoma la punta. Moverlo lentamente a través de la hoja de papel; cuando la punta del lápiz desaparece se hace una marca sobre el papel. Cuando esta punta reaparece se marca de nuevo. Este procedimiento se repite en varias direcciones hasta que un área es marcada sobre el papel. Repetir para el otro ojo, usando una hoja de papel con una **x** dibujada sobre el lado derecho. El área mapeada para cada ojo es el punto ciego, el cual está localizado sobre el lado lateral del campo visual, porque el disco óptico está localizado en la porción media de la retina. De los datos obtenidos se puede calcular el diámetro de su propio punto ciego retinal.

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$$

Donde:

A = dimensión en el papel

B = dimensión en la retina

C = distancia del papel al ojo (300 mm)

D = distancia focal del ojo (17 mm)

Si el diámetro del punto ciego en el papel es de 40 mm, el punto ciego retinal puede determinarse aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{40}{B} = \frac{300\text{mm}}{17\text{mm}} \quad B = 2.3\text{mm}$$

La distancia del centro del punto ciego al punto de fijación en el centro de la fovea puede ser determinado por la misma fórmula, usando la distancia desde el centro del punto ciego.

Agudeza visual: Consiste en el grado de detalle que el ojo puede distinguir.

-Determinación de la agudeza visual: Se mide con un cartel detector de agudeza visual. El cartel puede ser sujeto a una pared, por lo que puede ser visto desde una distancia exacta de 3 mts. Cubrir un ojo y con el otro leer las sucesivas líneas de imágenes, hasta aquellas que no se distinguen correctamente. La última línea que puede ser leída sin errores, corresponde al límite de agudeza visual para sus ojos. El test es repetido para el otro ojo, y es considerado como normal la lectura perfecta hasta la línea tres.

Ojo derecho:.....

Ojo izquierdo:.....

Astigmatismo: Es una distorsión de la imagen visual por una impropia convergencia de los rayos de luz que atraviesan el ojo, por imperfecciones de la córnea. Mucha gente tiene distintos grados de astigmatismo, a veces sin tener conocimiento de ello.

-Test para astigmatismo: debe hacerse sin lentes, ya que usualmente éstos lo corrigen.

Ponerse frente al cartel indicativo, a unos 1,5 a 3 m. El cartel representa una rueda con radios que convergen hacia el centro. Para el ojo normal, todos los radios aparecen como líneas de igual

intensidad, el ojo astigmático ve algunas líneas fuera de foco. Repetir la experiencia con cada ojo por separado. Si usa lentes que corrigen el astigmatismo, pruebe luego si la corrección es adecuada.

Ojo derecho:..... Ojo izquierdo:.....

Postimágenes: Consiste en la apreciación del negativo de una imagen previsualizada anteriormente. La razón de las postimágenes está en la saturación de los fotorreceptores o fatiga local retiniana, después de una prolongada exposición fija a una imagen o color. Durante la saturación el área de la retina que formó la imagen se hace insensible al color de ésta, volviéndose más sensible al color complementario. Este efecto tiene su base en la organización de los campos receptivos de la retina. Observar la imagen provista por la cátedra y seguir las instrucciones de los docentes. Justificar los resultados.

Visión binocular. Los dos ojos están localizados en diferentes posiciones en la cabeza. De esta manera proveen dos visiones diferentes del mundo visual, de modo que sobre las dos retinas hay ligeras diferencias geométricas en la representación de los objetos visualizados. La unificación cortical de las dos imágenes monoculares de un objeto se llama fusión binocular.

-Demostración de la visión binocular: estirar el brazo derecho y enfocar el pulgar, primero con los dos ojos y después monocularmente con el ojo derecho e izquierdo alternativamente. Se comprueba que la representación es distinta en los tres casos.

Otro método: mirar a través de un cilindro de unos 25 cm de altura con un ojo y con el otro la palma de la mano a la misma distancia. Describir lo que se ve.

Bibliografía:

- ✓ Randall, D.; Burggren, W.; French, K., Eckert. 1999. Fisiología Animal Mecanismos y Adaptaciones. Segunda Edición. McGraw-Hill/ Interamericana. España.
- ✓ Purves, W (et. al.). 2004. Vida. La ciencia de la Biología. Sexta Edición. Ed. Medica Panamericana
- ✓ Schmidt-Nielsen, K. 1984. Fisiología animal.. Ed. Omega.