

# FISIOLOGIA AERONAUTICA

- Depende de dos factores:
- A.- la altitud.
- B.- la cinética de la aeronave.

# ALTITUD

- Hipóxia.
- Disbarismos

# CINETICA DE LA AERONAVE

- Aceleraciones, fuerzas G.
- Desorientación espacial.
- Ruidos y vibraciones.
- Ambiente de cabina.

# ATMOSFERA

- Masa gaseosa que rodea un planeta.
- Depende de:
  - 1.- radiación térmica que recibe.
  - 2.- fuerza de atracción gravitacional.

# ATMOSFERA

- El limite superior se considera a 700 Km. Que coincide con el nivel de escape de las partículas gaseosas al espacio

# PRESION

(peso por unidad de superficie)

- A nivel del mar 1.033 gr./cc (14,7 libras por pulgada cuadrada, PSI).
- Equivale a 760 mm de Hg.
- A 18.000 pies es la mitad.
- A 33.700 pies es un cuarto.
- A 100.00 pies (33,333m.) es un centésimo.

# TEMPERATURA

- Varía con la altitud, latitud y época del año.
- Depende de la radiación solar que recibe.
- Directamente un 15%
- Reflejada un 42%
- Desciende 5 a 10° C cada 1.000 ms.
- Hasta la estratósfera que se mantiene a
- -56°C

# COMPOCICION QUIMICA DE LA ATMOSFERA.

- Nitrógeno 78 %
- Oxígeno 21 %
- Otros gases 1 %

# CAPAS DE LA ATMOSFERA

- A.- Troposfera entre 0 y 12 Km.
- B.- Estratosfera desde la Tropopausa hasta 50 Km.
- C.- Mesosfera, hasta 80 Km.
- D.- Termosfera hasta 200 Km, temperatura se eleva hasta  $1500^{\circ}\text{C}$ .
- E.- Heterosfera hasta 700 – 1000 Km.
- F.- Exosfera, se pierde el límite.

# HIPOXIA

- Es aquel estado producido por el deficiente aporte de oxígeno a la célula, lo suficiente como para producir desde una alteración de la función de ésta hasta su muerte, con los consiguiente trastornos para el organismo.

# LEY DE DALTON

- La presión de una mezcla de gases es igual
- a la suma de las presiones parciales de los
- gases que la constituyen.

# HIPOXIA HIPOXICA

- Se debe a un insuficiente aporte de oxígeno al capilar pulmonar.
- Es la más común en aviación y se debe a la disminución de la presión atmosférica.
- Por ascenso a altura, pérdida de presurización de cabina o entrega defectuosa de equipos de oxígeno.

# HIPOXIA HIPEMICA.

- Se debe a la incapacidad de la sangre de transportar el oxígeno, sea por cantidad o calidad de los glóbulos rojos.
- Se observan en aviación por, anemias, automedicación, intoxicación por monóxido de carbono y uso y abuso de alcohol.

# HIPOXIA POR ESTANCAMIENTO.

- Es producida por el deterioro del sistema cardiovascular y la incapacidad de transportar el oxígeno en forma adecuada, debido a una mala distribución del flujo sanguíneo.
- En aviación se puede deber a, efectos de las fuerzas G, usos de respiradores a presión positiva, variaciones extremas de temperatura, hiperventilación, compresión de correaes y amarras, embolias aéreas y colapso cardiocirculatorio.

# HIPOXIA HISTOTOXICA

- Se debe a una deficiente entrada de oxígeno a la célula por intoxicación de esta.
- En aviación de puede deber a, automedicación con narcóticos, uso y abuso de alcohol y tabaco y exposición a humos de incendio abordo especialmente cianoacrilatos

# MECANISMOS PARA EVITAR LA HIPOXIA EN AVIACION

- Oxígeno suplementario.
- Oxígeno a presión positiva.
- Cabina presurizada.
- Trajes presurizados.

# OXIGENO SUPLEMENTARIO

- Se debe usar por encima de los 10.000 pies en vuelo diurno y 5.000 pies en vuelos nocturnos.
- Es útil hasta un techo máximo de 34.000 pies



# OXIGENO A PRESION POSITIVA

Permite llegar a una altitud máxima de 43.000 pies.

Se debe considerar que al invertir la dinámica respiratoria, se puede producir cansancio muscular y por consiguiente caer en hipoxia.

También se puede producir hiperventilación.

# CABINA PRESURIZADA

- Logra mantener un ambiente artificial en el entorno del individuo entre 0 y 8.000 pies.
- Siempre se corre el riesgo de una despresurización.

# TRAJE PRESURIZADO

- Permite soportar alturas superiores a los 50.000 pies.

# CANINAS SELLADAS

- Provisión limitada de gases.
- Deben ser continuamente purificados.
- Debe removerse el CO<sub>2</sub>.
- La pérdida de gas es mínima, se utiliza en el espacio.

# CABINA PRESURIZADA.

- Se bombea aire a presión dentro de la cabina, con la fuerza del motor previamente enfriado.



# PRESURIZACION DE CABINA

- Cabinas presurizadas.
- 1.- Control isobárico.
- 2.- Control diferencial.

# CONTROL ISOBARICO

- La altitud de cabina permanece constante, mientras que la altitud de vuelo varia.
- La presión diferencial entre cabina y exterior se hace muy significativa lo que aumenta riesgo de descompresión.

# CONTROL DIFERENCIAL

- Este sistema mantiene una diferencia constante entre la cabina y la altitud de vuelo.
- En algunos aviones de combate de cabinas más grandes puede haber un sistema mixto.

# VENTAJAS

- No es necesario el uso constante de equipos de oxígeno.
- Se reduce el efecto de gases atrapados.
- Es posible controlar la temperatura, humedad y ventilación de cabina.
- La tripulación y pasajeros se pueden mover libremente.
- Se pueden efectuar vuelos de largo alcance con el mínimo de fatiga y buen confort para los pacientes

# DESVENTAJAS

- Se requiere un aumento de la fuerza estructural y por ende del peso de la aeronave.
- Se requieren equipos adicionales, diseños especiales y mayor consumo de energía.
- Disminuye la “performance” y capacidad de carga del avión.
- Requiere mantenimiento adicional.
- Existe la posibilidad de la despresurización.

# DESCOMPRESION

- Lenta.
- Rápida.
- Explosiva.

# FACTORES QUE AFECTAN LA VELOCIDAD DE DESCOMPRESIÓN

- A.- Volumen de la cabina.
- B.- Tamaño de la abertura.
- C.- Relación relativa de presión.

# FACTORES QUE AFECTAN LA SEVERIDAD DE LA DESCOMPRESIÓN.

- Altitud de vuelo.
- Presión diferencial.

# FENOMENOS FISICOS QUE ACOMPAAÑAN A LA DESCOMPRESION.

- A.- Ruido explosivo.
- B.- Efecto de succión.
- C.- Reducción de la temperatura.

# PRODEDIMIENTOS DE EMERGENCIA.

- Oxígeno al 100% para todos los ocupantes.
- Chequeo del sistema de oxígeno.
- Descenso inmediato.
- Evaluación de lesiones y recuento de tripulación y pasajeros.
- Evaluación posterior al aterrizaje por personal médico calificado.



# DISBARISMOS .

- Se entiende por disbarismos, a todos
- aquellos cuadros fisiopatológicos
- producidos por las variaciones de la presión
- barométrica con excepción de la hipoxia de
- la altura.

# CLACIFICACION.

- Gases atrapados en cavidades orgánicas.
- Enfermedad por descompresión.

# GASES ATRAPADOS EN CAVIDADES ORGÁNICAS

- A.- Expansión gases gastrointestinales.
- B.- Barotitis media.
- C.- Barosinusitis.
- D.- Barodontalgias.
- E.- Sobredistensión pulmonar

# ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION.

- Tipo I
  - A.- Manifestaciones linfáticas.
  - B.- Manifestaciones dérmicas.
  - C.- Manifestación pulmonar.

## TIPO II

- A.- Manifestaciones pulmonares.
- B.- Manifestaciones neurológicas.
- C.- Manifestaciones vasomotoras.

# PREMISAS FISIOLÓGICAS.

- A.- Ley de Boyle.
- A temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión que sobre el de ejerce.

## EXPANSION DE GASES GASTROINTESTINALES.

- Molestia más frecuente sobretodo por encima de los 15.000 pies.
- Puede producir dolores tipo cólico.
- Puede inducir hiperventilación por limitar la excursión respiratoria.

# EVITAR

- Alimentos flatulentos.
- Alimentos irritantes.
- Aerofagia.

# BAROTITIS MEDIA

- Es una de las afecciones descompresivas más importantes.
- Más frecuente en descenso.
- Maniobra de Valsalva introduce aire al oído medio.
- La trompa de Eustaquio deja salir el aire con mayor facilidad que dejarlo entrar.

# BAROSINUSITIS .

- Es más común en el ascenso.
- Es más común en los senos frontales.
- Se debe evitar volar con resfríos comunes.

# BARODONTALGIAS .

- Son exclusivas del ascenso.
- Ocorre por expansión de los gases atrapados en dientes obturados.
- También la gingivitis puede producir burbujas aéreas que al expandirse producen dolor.

# SOBREDISTENSION PULMONAR

- Ocurre solamente en caso de una descompresión rápida.

# ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION.

- Se debe a la formación de burbujas de Nitrógeno.
- Se explica por la ley de Henry.
- Sucede dentro de las 24 horas posteriores al vuelo.

# LEY DE HENRY.

- La solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión que están sometidos.

# TIPO I

- Manifestaciones linfáticas se evidencian por edema blando de piel.
- Manifestaciones dérmicas producido por las burbujas en la piel, tanto intra como extravasculares.
- Produce prurito por compresión de las terminaciones nerviosas y parestecias.
- La obstrucción de los vasos produce alteración de la coloración de la piel, "Cutis Marmorata", o livideces.
- Manifestaciones musculoesqueléticas, dadas por burbujas intra o extrarticulares (bends).

## TIPO II

- Manifestaciones pulmonares.
- Burbujas tanto en el intersticio como en el interior de los capilares pulmonares.
- Se manifiesta por dolor retroesternal y tos seca e irritativa.

# MANIFESTACIONES NEUROLOGICAS

- Se producen por burbujas en cualquier territorio del Sistema Nervioso Central.
- Se caracterizan por alteraciones neurológicas "salpicadas", no constituyen síndromes neurológicos focales.

# MANIFESTACIONES VASOMOTORAS .

- Corresponde al cuadro más grave.
- Se estima que se debe al efecto de las burbujas directamente en el centro cardiocirculatorio.
- O embolia masiva en todo el sistema circulatorio.
- Puede llevar a Shock o colapso Cardio-circulatorio.



# FUERZAS ACELERATIVAS

- Leyes de Newton.
- Ley de Inercia:
  - Todo objeto en reposo, tiende a permanecer en reposo; en cambio, un objeto en movimiento tiende a permanecer en movimiento.

# MOVIMIENTO

- En física cualquier cambio de posición de un objeto implica un movimiento.
- Existen dos tipos de movimientos: de traslación (o lineal) y de rotación (o angular).

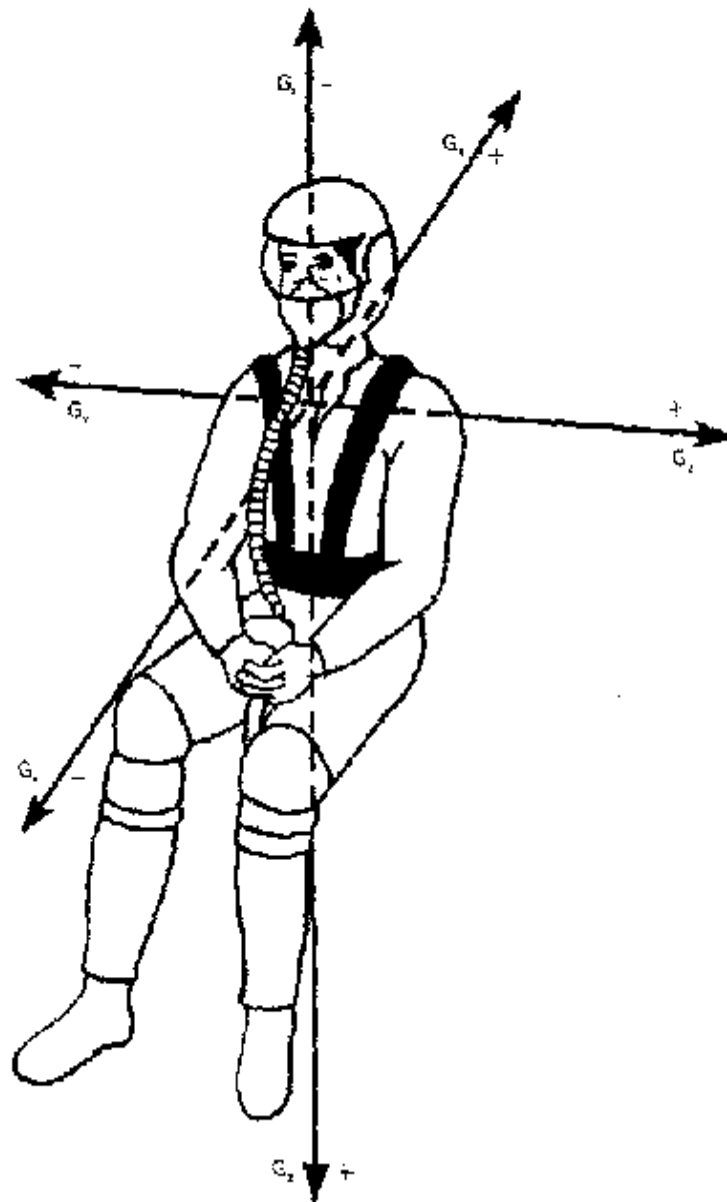
## FUERZA G

- En aviación, esta fuerza o peso relativo recibe el nombre de **Fuerza Gravito-inercial** o simplemente **Fuerza G**.

# ORIENTACION Y POLARIDAD DE VECTORES

- Se definen en base a la orientación de la aeronave.
- X longitudinal.
- Z vertical.
- Y transversal.

## Representación gráfica de la aceleración según la dirección



# VECTORES

- Los ejes de acción y reacción son contrapuestos.
- Para acordarse se puede usar la regla de la “Mano derecha”.

## G-LOC

- Perdida de conciencia por efecto G.

## G-LOC

- Se debe a una falta de circulación sanguínea a nivel del Sistema Nervioso Central por efecto centrifugante y exanguinante de las fuerza G. Se sumaria un efecto vasoconstrictor reflejo sobredimensionado y un fenómeno neurofisiológico a nivel celular.

## G-LOC

- En un ambiente  $1Gz(+)$ , existe normalmente una diferencia de aproximadamente 25 mm Hg de presión sanguínea entre el corazón (120 mm Hg) y el cerebro (95 mm Hg)

## G-LOC

- Depende de 2 circunstancias:
- 1.- La cantidad de G
- 2.- El tiempo de exposición.

# FACTORES QUE INCIDEN SOBRE LA TOLERANCIA A LA G

- Nutrición e Hidratación.
- Acondicionamiento físico



# ORIENTACION Y EQUILIBRIO

- Es un sistema integrado.
- Con receptores periféricos que integran información a nivel conciente e inconciente.
- Es analizada y comparada.
- Se manda a los efectores.

# EL SISTEMA DE EQUILIBRIO ESTA FORMADO POR:

- Sistema visual.
- Sistema vestibular.
- Sistema propioceptivo.

# ORIENTACION Y EQUILIBRIO

- El proceso de la información a nivel inconciente es infinitamente más rápida que a nivel conciente.
- Este hecho es de crucial importancia cuando el nivel conciente pierde la hegemonía sobre el nivel subconciente

# DESORIENTACIÓN ESPACIAL

- Variedad de incidentes que ocurren durante el vuelo, en la cual el piloto es incapaz de captar correctamente la posición, movimiento o actitud de él mismo y de su aeronave, en relación a la superficie terrestre y la vertical gravitacional.

# ILUSIONES VESTIBULARES

- Son las más conocidas y estudiadas en la aviación.
- Pueden ser originadas en cualquiera de los componentes del aparato vestibular.

## APARATO VESTIBULAR

- Se encuentra a ambos lados del cráneo, en el oído interno.
- Está formado por los canales semicirculares, sáculo y utrículo.
- Están bañados por la perilinfa, y llenos de un líquido llamado endolinfa.

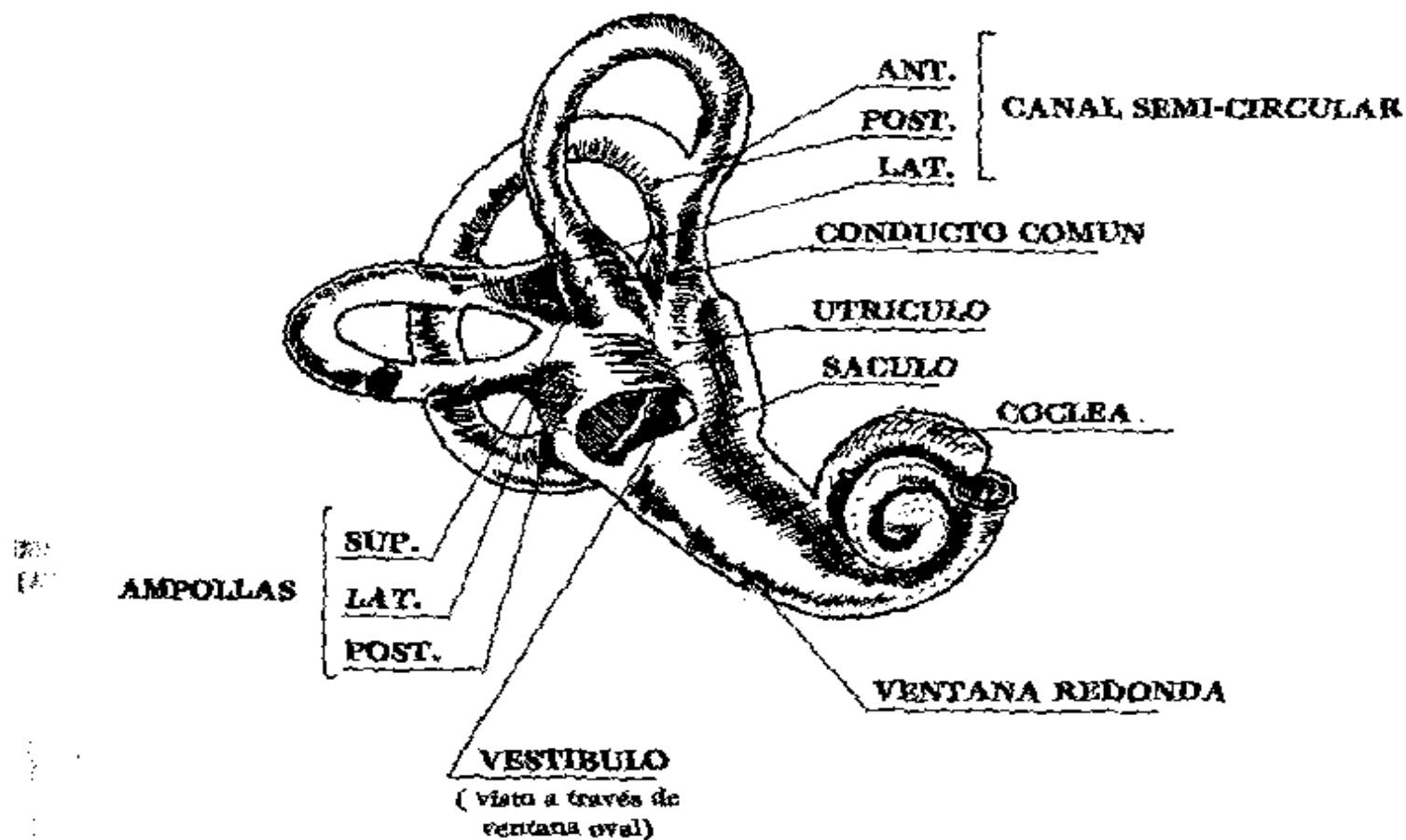
## SISTEMA VESTIBULAR

- Los órganos otolíticos (sáculo y utrículo) son los responsables de la detección de los movimientos lineales.
- Los canales semicirculares son los responsables de la detección de los movimientos angulares

## SISTEMA VESTIBULAR

- En el interior de la dilatación ampollar de los canales semicirculares se encuentran las terminaciones nerviosas que detectan los movimientos angulares.
- En el interior del sáculo y utrículo se encuentran los órganos otolíticos, que detectan los movimientos lineales.

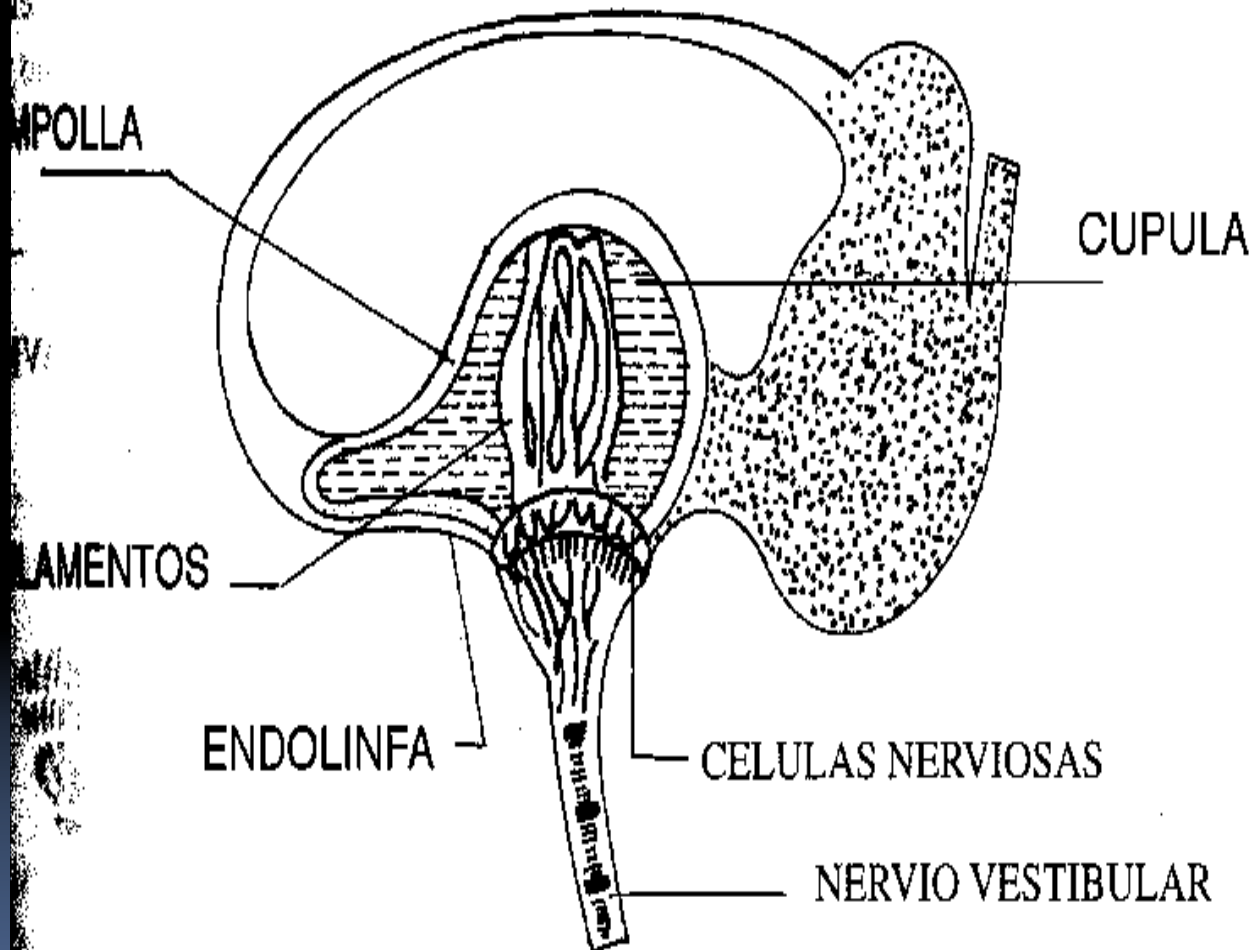
**FIG. 15 LABERINTO OSEO  
ESQUEMA ANATOMICO DEL OIDO INTERNO**



## CANALES SEMICIRCULARES

- Son tres por lado, cuyas orientaciones se disponen en los tres planos espaciales.
- Cada canal tiene una dilatación ampollar, en cuyo interior se encuentra la cúpula donde están los filamentos nerviosos.

FIG. 19 CORTE ESQUEMATICO DE UN CANAL SEMICIRCULAR (Ref. N° 9)





## AEROCINETOSIS

- Se define como aquella situación en la que como respuesta a unas condiciones y estímulos externos no habituales, reales o ficticios, aparece un cortejo sintomático característico, que evoluciona de forma progresiva, desde letargia y apatía hasta franca sensación nauseosa y vómito.

# DEPENDE DE LOS SIGUIENTES FACTORES

- Características físicas del estímulo (frecuencia, intensidad, duración y dirección).
- Factores idiosincrásicos individuales.
- Naturaleza de la tarea realizada.
- Factores ambientales.

## MECANISMO DE PRODUCCION

- Sin sistema vestibular no hay aerocinetosis.
- Se debe a una discordancia entre la información de los diferentes órganos de los sentidos.

## COMPLEJO SINTOMATICO

- Letargia, apatía.
- Malestar general.
- Palidez, sudoración.
- Mareo, cefalea.
- Aumento secreción salivar.
- Eructo, flatulencia.
- Postración.
- Náuseas y vómitos.

## MEDIDAS QUE AYUDAN

- No volar en ayunas. Tomar preferentemente algo suave una hora antes del vuelo.
- Dormir suficientemente.
- Evitar situaciones de estrés.
- No automedicarse.
- Masticar chicle.

# DESENCADENADOS LOS SINTOMAS .

- Evitar movimientos bruscos de la cabeza.
- Recibir aire fresco.
- Evitar maniobras acrobáticas.
- Fijar la mirada en los instrumentos de la aeronave.

## MEDICACIÓN UTILIZADA

- Parches de ecopolaminas



# RUIDO Y VIBRACIONES

- Ruido es todo sonido que interacciona e interfiere con el ser humano. Además, no contiene información útil o deseada.
- Sonido es una forma de energía ondulatoria que puede ser captada por un órgano sensitivo especialmente adaptado, transmitida, codificada y enviada a la corteza cerebral donde se produce el fenómeno electrofisiológico de escuchar.

# RUIDO Y VIBRACIONES

- Hay que destacar la relación entre el nivel sonoro contaminante y el nivel de ruido propio del lugar.
- Así podemos considerar que el ruido que produce una llave durante el día, es insignificante, sin embargo durante la noche puede despertar a una persona.

# EFECTOS DEL RUIDO

FUENTE	EFECTO	NIVEL EN dB
Estampido de escopeta	Dolor	140
Despegue de avión a reacción.	Dolor	120-130
Explosión de cohete.		
Música "rock" amplificada.	Dolor.	120
Multitud en un estadio. Trueno fuerte. Perforadora neumática.	Incomodamente fuerte. Peligro de daño en el acto.	

# EFFECTOS DEL RUIDO

FUENTE	EFEECTO	NIVEL EN dB
Cortadora mecánica de césped	Extremadamente fuerte.	100
Tractor rural.	Muy perjudicial.	
Subterráneo.		
Motocicletas		
Tertulias (100 personas).		
Acondicionador de aire de ventana.	Fuerte. Molesto.	80
Restaurante lleno.	Riesgo de sordera.	
Camión o tractor.		

# EFECTOS DEL RUIDO.

FUENTE	EFECTO	NIVEL EN dB
Canto de pájaros.	Suave.	60
Conversación normal.	Algunas molestias.	
Murmullo de hojas.	Muy suave.	40
Goteo de un grifo.	Umbral de relajación.	
Lluvia fina.		
Cuchicheo.	Apenas audible.	10

# EFECTOS DEL RUIDO

- Las actividades relacionadas con el vuelo son de las más ruidosas.
- Hoy sabemos que los infrasonidos y ultrasonidos pueden matar ratas en el laboratorio y dañar seriamente al hombre aunque el oído no la perciba.
- El cerebro humano es particularmente sensible a frecuencias de 7 Hz. En estas condiciones no es posible realizar actividad intelectual alguna.

# LOS EFECTOS DEL RUIDO SON:

- **Otológicos:** pérdida total o parcial de la capacidad auditiva.
- **Psíquicos:** alteración en la salud mental, fastidio, estrés irritabilidad.
- **De encubrimiento:** impide que el oído registre otros sonidos.
- **Orgánicos:** alteración del sistema neurovegetativo (PA, ritmo respiratorio, digestión, cefalea, tensión muscular).

# EFFECTOS OTOLOGICOS.

- **Desviación temporal del umbral auditivo.**
- Es cuando el oído esta expuesto a ruidos de intensidad límite durante períodos suficientemente prolongados.
- Es una perdida transitorio de la audición y se debe a fatiga auditiva

# DESVIACION PERMANENTE DEL UMBRAL AUDITIVO.

- También llamado trauma acústico.
- Es una alteración de la audición permanente e irreversible, de uno o ambos oídos, debido a la exposición prolongada a ruidos extremos.

# TRAUMA ACUSTICO

- **Agudo:** pérdida súbita de audición resultante de explosiones, ruidos intensos y fugaces.
- **Crónico:** producido por la exposición prolongada a energía acústica menos intensa.

# TRAUMA ACUSTICO

- Es siempre por lesión de elementos nerviosos del oído interno, permanente y acumulativa, progresiva si se continua con el estímulo.
- La pérdida afecta frecuencias entre 3 y 4 Khz, principalmente.
- La exposiciones breves y momentáneas por encima de 100 dB siempre produce daño.

# AMBIENTE CONTAMINADO ACUSTICAMENTE PRODUCE

- Interferencia con el trabajo intelectual.
- Interferencia con la comunicación hablada.
- Interferencia con el descanso y el sueño.
- Estupor, por ruidos inesperados

# PROTECCION AUDITIVA.

- Educación y entrenamiento sobre la existencia de ruido peligroso.
- Implementar medidas de protección personal frente al ruido.
- Limitar el tiempo de exposición individual en áreas de ruido peligroso.
- Establecer un sistema de monitoreo y control.

# REFLEJO DE OÍDO MEDIO

- La protección dada por este reflejo implica una reducción de la transmisión de ruido en el sistema tímpano-osicular, disminuyendo entre 30 y 40 dB.
- Tiene una latencia aproximada de 40 y 80 mseg, por lo tanto no protege contra un ruido súbito.

# PROTECCION PERSONAL

- Tapones (plug), protegen menos por debajo de los 1000 Hz. Y su protección ronda los 40 - 50 dB según la longitud de onda.
- Los auriculares son complementarios.

# CARACTERISTICAS DEL RUIDO EN VUELO

- En 528 modelos de naves de ala fija el ruido durante el vuelo fue de 95 dB,
- En 65 modelos de naves de ala rotatoria, la intensidad del ruido fue de 100,9 dB.
- La actividad aérea es una de las más ruidosas.
- Otro factor importante es que fuera de la aeronave el ruido es más intenso.

# VIBRACIONES

- Se puede definir como una forma de energía sustentada, de origen estructural, que imprime a un cuerpo un movimiento de traslación que puede ser percibido por otros sentidos además de la audición.

# VIBRACIONES

- En relación al hombre las vibraciones se pueden estudiar teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
  - Frecuencia
  - Dirección
  - Intensidad
  - Tiempo de exposición.

# FRECUENCIA

- La frecuencia de los movimientos periódicos (vibración y sonido) son medidas en Hertz que tienen la siguiente equivalencia:
- $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo/segundo}$ .
- En las actividades aeronáuticas, las vibraciones son habitualmente no periódicas y aleatorias.

# INTENSIDAD

- La intensidad de las vibraciones es medida por el desplazamiento máximo en relación a la posición de reposo.
- Es llamada también amplitud de la vibración y es medida en metros.

# DIRECCION

- Es analizada con base en un sistema de coordenadas que dependerá del tipo de movimiento analizado.
- Si el movimiento fuera lineal, será utilizado el sistema lineal de coordenadas similar al que utilizamos para la aplicación de las fuerzas  $G$ .(ejes,  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ).
- Si el movimiento es circular es conforme a los ejes sobre los cuales se produce el movimiento.

# TIEMPO DE EXPOSICION

- Es considerado de la siguiente forma:
- Si el estímulo vibratorio fuera mayor de una hora se considera de larga duración.
- Si el estímulo fuera entre un minuto y una hora, se considera de corta duración.
- Si fuera menor a un minuto se considera vibración transitoria.

# FACTORES DE VIBRACIONES EN EL MEDIO AERONAUTICO

- Las fuentes primarias son los sistemas de propulsión, los factores aerodinámicos, los sistemas y equipamientos energizados dentro de las aeronaves.
- La intensa combustión necesaria para mover las aeronaves crean las vibraciones que son transmitidas por toda la estructura de la aeronave y cabina de los pilotos.

# VIBRACIONES

- Las vibraciones tienen su auge durante el despegue o el lanzamiento de vehículos espaciales tripulados, debido a la carga aerodinámica causada por la fricción de la estructura de la aeronave que gana velocidad en el aire.
- Las vibraciones disminuyen a medida que se alcanza la velocidad de crucero.

# VIBRACIONES

- Las maniobras acrobáticas, los vuelos a baja altura y alta velocidad, se encuentran también vibraciones de alta frecuencia.
- Las vibraciones provocadas por equipamientos internos de las aeronaves son generalmente de baja intensidad y frecuencia y generalmente no traen problemas a la tripulación.

# VIBRACIONES

- Los vuelos de helicóptero presentan vibraciones en todos los ejes, generalmente en la faja de frecuencia relativa a velocidades rotacionales de las palas.
- Además de eso las palas del rotor de cola, los sistemas de transmisión, las turbinas también presentan vibraciones.
- La faja de frecuencia infrasónica ( bajo 10 hz) es común en los helicópteros y presenta intensa energía.

# TOLERANCIA HUMANA A LA VIBRACION

- El cuerpo humano absorbe energía vibratoria con facilidad, pues tiene una estructura sólida similar a la estructura de la fuente vibratoria, en el caso de la aeronave.
- La energía vibratoria se propaga sin mucha atenuación por el cuerpo humano.

# VIBRACIONES

- **FUENTES DE VIBRACION y FRECUENCIA**
- Maniobras acrobáticas      10 a 5 Hz.
- Maniobras bruscas          1 a 10 Hz.
- Motores a explosión        5 a 10.000 Hz.
- Hélices                        3 a 1.000 Hz.
- Pala de rotor principal      0.5 a 10.000 Hz.
- Motores a reacción        100 a 10.000 Hz.
- La transmisión de la energía entre dos cuerpos es más adecuadamente descrita por el mayor o menor acoplamiento de la impedancia mecánica del medio.
- Impedancia es la relación entre la fuerza (energía) en el área de contacto y la velocidad de traslación del cuerpo (desplazamiento) resultante de esta fuerza.
- Cuando la transmisión de energía supera su punto máximo, o sea, cuando la impedancia es máxima, ella es llamada resonancia.

# IMPEDANCIA

Es la capacidad que tiene el cuerpo humano de transmitir una vibración o sonido.

# RESONANCIA

Es la capacidad de aumentar la capacidad de las vibraciones.

Hay partes del cuerpo humano que aumentan la intensidad de las vibraciones según la longitud de onda.

# RESONANCIA

- La resonancia del cuerpo humano se encuentra en la faja de vibraciones de 3 a 7Hz.
- Cráneo 30 Hz.
- Columna 8 Hz.
- Pared torácica 60 Hz.
- Abdomen 4-8 Hz.

# RESONANCIA

- Las fajas básicas de resonancia son tres:
  - 1ª faja 4-5 Hz.
  - 2ª faja 11-14 Hz.
  - 3ª faja 15-25 Hz.

# VIBRACIONES

- La mayor parte de los órganos del cuerpo humano tienen resonancia en estas fajas, también hay partes del cuerpo que tienen resonancia en fajas más altas.
- Algunos factores intrínsecos o extrínsecos tienen su relevancia tales como:
- Tamaño del cuerpo, peso y constitución, postura, tensión muscular.

# VIBRACIONES

- Factores extrínsecos:
- Dirección.
- Área y local de aplicación de la vibración.
- Intensidad de la vibración.
- Interacción entre el cuerpo y la almohada del asiento u otra estructura.
- Distribución, peso y propiedades del equipamiento utilizados.

# VIBRACIONES

- El espectro de vibraciones de una aeronave pueden comprometer seriamente la performance y provocar un gran discomfort en los tripulantes.
- De manera general las vibraciones no son lo suficientemente intensas para provocar síntomas observables de dolor o lesión.

# VIBRACIONES

- La tolerancia mínima se encuentra en la faja de 6 a 8 Hz.
- En estas condiciones las vibraciones percibidas en el asiento de la aeronave se pueden triplicar a nivel del cráneo del tripulante.
- Vibraciones continuas de 20 Hz. En una aeronave no son agudamente nocivas, más pueden causar discomfort y fatiga. Vibraciones entre 1 y 20 Hz pueden causar daño fisiológico y comprometer el desempeño, vibraciones de 1 Hz provocan mareo.

# EFFECTOS FISIOLÓGICOS

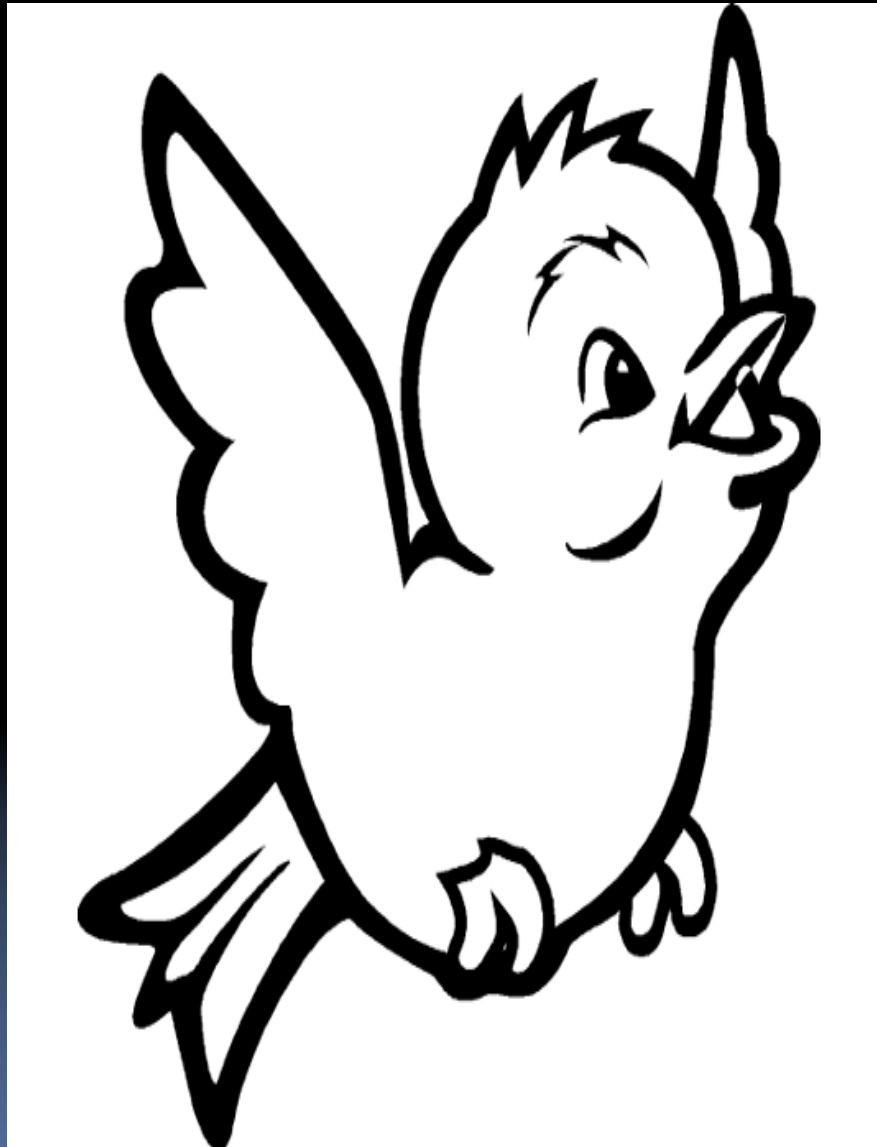
- No tienen órganos específicos. Algunos estudios sugieren que las alteraciones de la función renal, hemorragias pulmonares son las primeras señales de lesión debido a una exposición excesiva a vibraciones en la faja de 4 a 8 Hz.
- Se sospecha que el exceso de vibraciones al manejar camiones y tractores pueden lesionar estructuras renales. Las lumbalgias de los pilotos de helicópteros así como los tractoristas pueden estar asociadas a vibraciones excesivas.

# EFFECTOS FISIOLÓGICOS

- Vibraciones en el eje de las Z pueden provocar caída de la  $PCO_2$  como señales clínicas de hiperventilación y disnea, cuando es a vibraciones de gran amplitud.
- Vibraciones en la faja de resonancia de la caja torácica pueden aumentar la PA y frecuencia cardiaca.
- La resonancia de la vísceras abdominales puede provocar malestar epigástrico, periumbilical y dolores testiculares.

# EFFECTOS FISIOLÓGICOS

- También las vibraciones pueden afectar la agudeza visual.
- Las exposiciones prolongadas pueden llegar a patologías osteoarticulares degenerativas.
- Fatiga, caída en el desempeño, dolor de espaldas son las quejas más comunes.



- Quizás este sería el único **ANIMAL** que debería volar!!!!!!