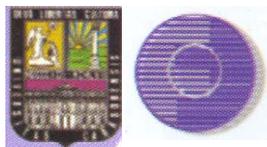


UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DPTO. FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACION

ESTUDIO DE BAROTRAUMAS EN EL PERSONAL DE PILOTOS
DEL GRUPO DE ENTRENAMIENTO AÉREO N° 14
DE LA AVIACIÓN MILITAR VENEZOLANA

Autoras:
Br. Novel, Lady
Br. Sojo, Elizabeth
Tutor de Contenido:
Mayor (Av) Simón Lucena
Tutor Metodológico:
Dra. María Labrador

Valencia, Abril 2007



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DPTO. FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACION

ESTUDIO DE BAROTRAUMAS EN EL PERSONAL DE PILOTOS
DEL GRUPO DE ENTRENAMIENTO AÉREO N° 14
DE LA AVIACIÓN MILITAR VENEZOLANA

Valencia, Abril 2007

DEDICATORIA

Primeramente a “Dios”, por ser mi guía en este camino, que aunque lleno de obstáculos él me ayudó a superarlo y sin su ayuda no hubiese podido.

A mis dos madres, Scarlet Acosta y Moraiva de Barreto por ser los fundamentos de este edificio el cual es mi vida, darme sus sabios consejos, enseñarme el bien y brindarme su amor y apoyo en todo momento.

A mi padre, Nelson Sojo por su apoyo incondicional, amor, cariño, comprensión y fortaleza que me ofreció a lo largo de todos mis estudios. Gracias.

Elizabeth Sojo

A Dios Todopoderoso, por haberme dado la vida, y proporcionarme la calma, inteligencia y sabiduría necesaria para lograr esta que es una de mis metas.

A mis padres, por hacer de mi lo que soy hoy en día, por brindandome su amor y apoyo en todo momento. ¡Muchas gracias!

A mi abuela linda Josefina, por lo maravillosa persona que es. Te quiero abuela.

Lady Carol Novel

AGRADECIMIENTOS

Nuestro testimonio de agradecimiento es para todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible la culminación de este trabajo muy especialmente a:

A el Mayor (Av) Simón Lucena por compartir con nosotras toda su experiencia y saber.

A todo el personal del Servicio de Sanidad Aeronáutica (Sesavia) por su gran colaboración y apoyo en todo momento.

A Dr. Jorge Oliveros, por su colaboración y la fe que sembró en nosotras para poder llevar a cabo este estudio.

A la Lic. Maria E. Labrador por sus enseñanzas en el campo de la metodología.

A la Universidad de Carabobo, Facultad de Odontología por ser la casa de estudios que nos permitió formarnos como profesional.

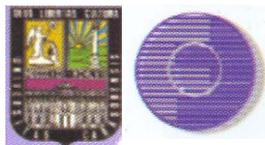
Personalmente, le damos gracias con todo nuestro afecto a las siguientes personas:

A nuestras madres por ser el pilar en nuestras vidas y orientarnos por el camino del bien.

A Magaly Novel, por sus palabras de aliento y constantes muestras de cariño.

A Eli y la Sra. Scarlett (mamá valenciana), muchas gracias por todos aquellos momentos compartidos y por su sostén en situaciones de mucha tensión.

A Caty, Daniela y Javier, extraordinarias personas a quienes les agradezco su apoyo incondicional. Los quiero mucho.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DPTO. FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACION

RESUMEN

Estudio de barotraumas en el personal de pilotos del grupo de entrenamiento aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana.

Autoras: Novel, Lady
Sojo, Elizabeth

Tutor de Contenido: Mayor (Av) Simón Lucena

Tutor Metodológico: Lic. Maria E. Labrador

Año: 2007

Tomando en consideración que los barotraumas son un tema poco estudiados aquí en Venezuela, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental determinar la incidencia de barotraumas en el personal de pilotos del grupo de entrenamiento aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana en el periodo lectivo 2006 – 2007. La investigación es de tipo descriptiva con un diseño no experimental de corte transeccional, para el cumplimiento de los objetivos planteados se recolecto la información a través de la aplicación de un cuestionario sociodemográfico conjuntamente con una rubrica y las revisión de historias clínicas de los miembros de la muestra de estudio que se encuentran ubicadas en el Servicio de Sanidad Aeronáutica. La población total estuvo constituida por 65 pilotos de los cuales fueron admitidos para la muestra 40 sujetos distribuidos de la siguiente manera 3 pilotos, 9 instructores y 28 alumnos, ya que se tomo como criterio de exclusión aquellos casos que no completasen adecuadamente el cuestionario empleado. Por medio de los resultados se concluyo que de la totalidad de la muestra estudiada el 25% (10) de la población estuvo representado por la barotitis, mientras que un 10% (4) para la barosinusitis al igual que para la barodontalgia, por otra parte en relación a la altura promedio donde se genera el dolor tuvo mayor incidencia entre los 15.000-10.001 y 10.000 y 5.001 pies coincidiendo con el ascenso.

Palabras Claves: Barotraumas, pilotos, instructores, alumnos, barotitits, barosinusitis y barodontalgia.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i	
AGRADECIMIENTOS.....	ii	
RESÚMEN.....	lii	
INTRODUCCIÓN.....	1	
CAPITULO I EL PROBLEMA		
Planteamiento del Problema.....	3	
Objetivo General.....	5	
Objetivos Específicos.....	5	
Justificación.....	6	
CAPITULO II FUNDAMENTACION TEÓRICA.....		8
Antecedentes de la Investigación.....	8	
Basamento.....	10	
Sistema de Variables.....	32	
CAPITULO III FUNDAMENTACION METODOLÓGICA		
Tipo de investigación.....	34	
Diseño de la Investigación.....	34	
Población y Muestra.....	35	
Técnica de recolección de la información.....	35	
Procedimientos.....	36	
CAPITULO IV ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
Matriz de Datos Rúbrica.....	38	
Análisis Descriptivo de los Resultados.....	65	
CONCLUSIONES.....	68	
RECOMENDACIONES.....	69	
BIBLIOGRAFÍAS.....	70	
ANEXOS.....	73	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	
Tabla de frecuencias de distribución de la muestra por grupos etáreos.....	39
Cuadro N° 2	
Tabla de frecuencias de distribución de la muestra por sexo.....	41
Cuadro N° 3	
Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según las horas de vuelo Acumuladas.....	42
Cuadro N° 4	
Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según la categoría.....	44
Cuadro N° 5	
Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según su cargo jerárquico....	45
Cuadro N° 6	
Tabla de frecuencias de distribución de como se presentan los barotraumas.....	46
Cuadro N° 7	
Tabla de frecuencias de distribución de la altura de donde se presentan los barotraumas.....	47
Cuadro N° 8	
Tabla de frecuencias de distribución del momento de donde se presentan los barotraumas.....	49
Cuadro N° 9	
Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor ótico.....	51
Cuadro N° 10	
Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor de oídos.....	53
Cuadro N° 11	
Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor en senos paranasales	55
Cuadro N° 12	
Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor en los senos paranasales.....	57
Cuadro N° 13	
Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor dental.....	59

Cuadro N° 14
Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor dental..... 60

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1. Diagrama de barras de distribución por grupo etáreo.....	39
Gráfico N° 2. Diagrama de barra de la distribución según el sexo.....	41
Gráfico N° 3. Diagrama de barras de distribución según las horas de vuelo acumuladas	42
Gráfico N° 4. Diagrama circular de la distribución de la categoría.....	44
Gráfico N° 5. Diagrama de barras de distribución según el cargo jerárquico	45
Gráfico N° 6. Diagrama circular de distribución de como se presentan los barotraumas	46
Gráfico N° 7. Diagrama de barras de distribución de la altura de donde se presentan los barotraumas.....	47
Gráfico N° 8. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan los barotraumas.....	49
Gráfico N° 9. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor ótico	51
Gráfico N° 10. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor ótico.....	53
Gráfico N° 11. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor en los senos paranasales	55
Gráfico N° 12. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor en los senos paranasales	57
Gráfico N° 13. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor dental.....	59
Gráfico N° 14. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor dental.....	60

INTRODUCCIÓN

La tolerancia del ser humano frente a los distintos agentes físicos es muy variable, ya que pasa de una fácil adaptación a las variaciones climáticas, mediante el fenómeno de la *aclimatación*, a una inadaptación acusada frente a ciertas condiciones del ambiente, que muchas veces depende de las tolerancias individuales.

Así, entre los fenómenos fisiopatológicos originados por dichos agentes físicos en el hombre, destacan los disbarismos, respuestas del organismo ante el desequilibrio de la presión interna de las cavidades del cuerpo respecto a los cambios de la presión atmosférica.

Cabe destacar que los disbarismos conocidos como barotraumas, en especial los llamados barotitis, barosinusitis y barodontalgia, que suelen afectar a quienes, en razón de su desempeño laboral, deben volar a grandes alturas, sometiéndose a cambios de presión, ya que a mayor altura disminuye la presión atmosférica, cumpliéndose con una relación inversamente proporcional..

Debido a ello, el propósito de la presente investigación consistió en determinar la incidencia de los barotraumas en el personal de Pilotos del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, tal trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el Problema, se abordó la problemática de los barotraumas y como afectan la salud del individuo, para luego definir los objetivos de estudio y presentar los argumentos que justificaron la realización del estudio, considerando sus aportes sociales, institucionales, científicos y académicos.

En la Fundamentación Teórica, en el que se expuso y analizó los antecedentes investigativos y los diversos principios y conceptos involucrados en el tema, así como la definición de términos y el sistema de variables.

En la Fundamentación Metodológica se detalló los diversos procedimientos metodológicos (tipo y diseño de investigación, población y muestra, técnicas de recolección de información, procedimientos y técnicas de análisis de datos) ejecutados para alcanzar los objetivos del estudio.

En el último capítulo se analizó los resultados, sección en la que, como su nombre lo indica, se exponen y analizan mediante la estadística descriptiva los hallazgos alcanzados.

Finalmente se exponen las Conclusiones, derivadas del cumplimiento de los objetivos de estudio y las subsecuentes Recomendaciones.

CAPÍTULO I

Planteamiento del Problema

El equilibrio fisiológico del organismo humano es susceptible a ser alterado por una serie de factores externos, dotados de un potencial suficiente para provocar la aparición de trastornos, de intensidad variable, que actúan como auténticos agentes patógenos, situación en los que se destacan los de categoría física, que dependen de variaciones intensas en los parámetros habituales del biotopo terrestre, es decir, del entorno ecológico planetario que engloba los seres vivos.

Así, entre los agentes físicos con poder patógeno se incluye una amplia diversidad de variaciones en la iluminación, temperatura, ionización, presiones parciales de oxígeno o vapor de agua y la presión atmosférica, las cuales se presentan en forma natural o artificial; interesa, sin embargo, profundizar en el contexto de los agentes físicos artificiales, es decir, aquellos provocados por los propios seres humanos que, en el desempeño de ciertas actividades recreativas o laborales, pueden llegar a repercutir negativamente en su salud.

Dentro de tal contexto, se incluye la actividad aérea militar, que si bien es cierto ofrece innumerables ventajas a la humanidad desde la perspectiva socio-económica y desde el punto de vista estratégico y de seguridad nacional, también conlleva a una serie de desventajas en las que se destacan repercusiones fisiológicas originadas por los cambios de la presión atmosférica, conocidas como disbarismos. Efectivamente, quienes en razón de su condición de pilotos militares deben volar a altas capas de la atmósfera, donde la presión atmosférica disminuye proporcionalmente a la altura, experimentándose cambios de índole bioquímica y fenómenos patológicos que, por su frecuencia e intensidad, producen alteraciones disbáricas que pueden llegar a afectar seriamente su estado de salud e incluso su integridad física.

Ciertamente, como disbarismo se conoce la alteración que sufre el cuerpo como respuesta al desequilibrio de la presión barométrica entre el gas contenido en los fluidos, tejidos o cavidades del organismo y la presión del gas o aire ambiental (Adler, 1998, citado en García, 1999). Así, cuando las personas son sometidas durante el vuelo a la

disminución de la presión barométrica, sufren una serie de trastornos orgánicos denominados barotraumas.

Esta última afirmación es corroborada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004), que en informe sobre patologías laborales destaca los barotraumas entre las afecciones de mayor prevalencia en el personal de aviación, especialmente en aquellos pilotos que deben volar a más de 5.000 pies de altura; de hecho, se resalta que el 38% de estos sujetos es afectado por uno o más barotraumas en el transcurso de un vuelo aeronáutico, en tanto que un aproximado del 6% de ellos llega a resultar incapacitado temporal o definitivamente por tales motivos.

Efectivamente, cuando el tripulante asciende hacia las capas superiores de la atmósfera en la aviación de alta cota, las variaciones ambientales pueden provocar un gradiente de presiones que, al adquirir magnitud, provoca que los gases acumulados en las cavidades de su cuerpo se distiendan y, al aumentar de volumen, originen una serie de trastornos de índole biofísico, entre los que destacan por su recurrencia la barotitis, inflamación aguda o crónica del oído medio, la barosinusitis, caracterizada por intenso dolor local en los senos paranasales y las barodontalgias o dolor dental de aparición brusca, predominantemente agudo y localizado y de gran intensidad. (Battestini y cols, 2000)

En consecuencia, la aparición de cualquiera de los barotraumas enunciados puede llegar a alterar la capacidad física y mental del piloto, en virtud de los fuertes dolores nasales, óticos y/o dentales que se presentan sin previo aviso, que conllevan no sólo la alteración de su bienestar, sino un alto riesgo de accidentes que pondrían en peligro la vida del propio sujeto, de los demás tripulantes si los hubiere e incluso a nivel colectivo, ya que algias como las que llegan a ocasionar estas entidades pueden hacer que el individuo pierda el sentido y con ello el control de la aeronave.

Por tanto, se estima que, a los fines de disminuir la incidencia de barotraumas en pilotos militares, es imprescindible que éstos sean objeto de un control médico-odontológico de rutina, así como que conozcan qué son los barotraumas, cómo se originan y qué medidas pueden tomarse para evitar su aparición, escenario este donde cobra importancia el hecho de que patologías previas pueden dar lugar a disbarismos específicos. Así, resfriados o gripes recientes se vinculan con barosinusitis; caries no

tratadas y tratamientos odontológicos incompletos o defectuosos pueden dar lugar a barodontalgias, y antecedentes óticos e infecciones del tracto respiratorio superior, entre otras afecciones, facilitan la aparición de la barotitis. (Ríos, 1999)

En este orden de ideas, es de especial interés la situación del personal piloto del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, en la Base Aérea Escuela Mariscal Sucre, ubicada en la ciudad de Maracay, Estado Aragua, quienes pese a recibir una capacitación idónea para ejercer sus funciones y contar en las aeronaves que tripulan con cabinas debidamente presurizadas, en razón de sus instrucciones deben volar a alturas entre los 0 y 20.000 pies de altitud, lo que presuntamente daría lugar a una incidencia elevada de barotraumas, sobre todo si a lo anterior se suman posibles factores como desconocimiento sobre el comportamiento de los gases en el organismo, precedentes clínicos y chequeos médico-odontológicos periódicos.

Es por ello que, a los fines de la presente investigación, se hace preciso formular una interrogante de la que derivarán sus objetivos: ¿Cuál es la situación de barotraumas en el personal de pilotos del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar la incidencia de barotraumas en el personal de pilotos del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana en el período lectivo 2006-2007.

Objetivos Específicos

1. Describir la población de estudio conforme a características sociodemográficas.

2. Identificar la incidencia de barotitis entre los pilotos del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana.
3. Conocer la recurrencia de barosinusitis en los sujetos de muestra.
4. Determinar la casuística de barodontalgia entre los pilotos estudiados.
5. Establecer el promedio de altura de vuelo en la que existe mayor incidencia de barotraumas.

Justificación

La realización de un estudio sobre la incidencia de barotitis, baroniusitis y barodontalgias en pilotos militares -patologías estas de importancia clínica poco conocida que han sido objeto de controversia en el ámbito de la salud en virtud de las múltiples hipótesis que persisten con respecto a su origen-, es importante por cuanto conlleva beneficios desde múltiples perspectivas, a saber:

En lo científico, el estudio posee una relevancia especial dentro de la línea investigativa del área de Salud Pública de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, dado que es el primero en abordar la problemática de los barotraumas en personal de vuelo militar

De hecho, es una de las investigaciones pioneras en Venezuela, nacida de la necesidad de estudiar un aspecto nunca abordado en el país, que se distingue de otras realizadas a nivel internacional dada su originalidad desde el punto de vista de desarrollo, material y método.

Otra visión sobre las contribuciones del estudio radica en que se indaga acerca de los diversos componentes asociados a los barotraumas entre aviadores militares, generando datos y hallazgos novedosos que servirán como punto de apoyo para futuras investigaciones de mayor alcance a nivel regional, nacional e internacional, así como para llevar a cabo acciones preventivas puntuales, siendo por tanto una contribución valiosa desde el punto de vista sanitario y social ya que se verán beneficiados los pilotos aeronáuticos en general y los aviadores de la Aviación Militar Venezolana en particular, dado que un mejor conocimiento sobre la etiología e incidencia de los barotraumas se traduce en una mayor prevención que, sin duda, repercute no sólo en la salud de estos sujetos sino en su seguridad y la de terceros.

Asimismo, se estima que la investigación acredita la necesidad de otorgar una mayor importancia dentro del pensum de estudios de la carrera Odontología al estudio de los barotraumas como problema de salud estomatognática, que debe formar parte del dominio cognoscitivo del futuro profesional de la Estomatología

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes de investigación, que no es más que aquellos trabajos previos vinculados con el tema objeto de estudio, en este caso están constituidos por investigaciones de data reciente en el ámbito de los barotraumas, siendo todos ellos de gran utilidad desde el punto de vista teórico y metodológico. Cabe destacar que, pese a la búsqueda minuciosa en bibliotecas universitarias y medios electrónicos, los estudios a reseñar son de carácter exclusivamente internacional, dado que en Venezuela no se han realizado trabajos investigativos en el área de los disbarismos.

Así, en primer término se encuentran Goitía y cols (2000), quienes en su trabajo de título *Revisión de 137 casos de disbarismo*, en el marco de una investigación expostfacto, estudiaron disbarismos en pilotos atendidos en un período de dos años en el Servicio Médico del Aeropuerto de Bilbao, España. Tras la revisión de anamnesis, se pudo comprobar que el disbarismo más frecuente fue la barotitis, que representó el 85% de los 137 pilotos estudiados, seguida de barosinusitis (8%), dolor abdominal (6%) y barodontalgia (1%), que se presentaron en el 81% de los casos a más de 3.000 metros de altura.

Esta investigación concluye que el estudio de las causas de los disbarismos y de sus factores concomitantes revela que debe hacerse un mayor esfuerzo en la prevención de estos cuadros, ya que la mayoría de los sujetos evidenció desconocer el riesgo que sufrían al volar resfriados y las maniobras que podían realizar durante el vuelo ante la aparición de los primeros síntomas del proceso disbárico.

En similar orden de ideas González, Martínez y Bullón (2002), en su investigación correlacional *Prevalencia de las barodontalgias y su relación con el estado bucodental en el personal con responsabilidad en vuelo militar*, tuvieron como objetivo estudiar la prevalencia de las barodontalgias en una muestra de 506 pacientes, todos ellos personal con responsabilidad en vuelo militar, así como correlacionar dicha prevalencia con las

distintas patologías orales y su posterior terapéutica. A tales fines, se estudiaron los índices ICAO y CPITN, tomándose dichos datos de historias clínicas, así como información relativa a incidentes en vuelos simulados realizados en cámara hipobárica.

Así, los casos de barodontalgia fueron trece (2,63%); el dolor fue fundamentalmente de localización posterior (92,3%), descrito en su mayoría como agudo y localizado (61,5%) y no desapareció tras aterrizar en un elevado porcentaje (61,5%). Las patologías fueron variadas y los tratamientos acordes a éstas, mientras que el resultado tras la fase terapéutica fue totalmente satisfactorio en un 69,2 %. Por otra parte, correlacionando la aparición de barodontalgias con otras variables en los pacientes que las experimentaron, se registró un mayor número de obturaciones ($P=0,1617$) y un menor índice de ausencias ($P=0,6603$). Asimismo, el índice de caries fue similar en toda la muestra ($P=0,9187$), mientras que el ICAO medio fue superior ($P=0,3345$) en los pacientes que padecieron el dolor.

Se concluye que se demostró prevalencia de barodontalgia, en vuelo real, del 2,4% y en los ascensos realizados en la cámara hipobárica del 0,2%. Asimismo, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los índices de Salud Oral de los pacientes afectados de barodontalgia y aquellos que no presentaron dicho barotrauma, aunque el ICAO fue mayor, pese a lo cual se enfatiza la importancia del buen estado bucodental del personal con responsabilidad de vuelo militar.

Dentro del mismo contexto Zadik y cols (2004), en su trabajo *Incidencia y etiología de barodontalgia en la Fuerza Aérea Israelí*, tuvieron por finalidad determinar la incidencia de dolores dentales ocasionados por la presión barométrica e identificar su origen. Para ello, tomaron una población de 450 pilotos, a quienes se aplicó una encuesta mediante la cual pudieron detectar los sujetos que sufrieron dolor dental en pleno vuelo, resultando una muestra final de 331 individuos, lo que significó una prevalencia del 73.6% de barodontalgias.

Por otra parte, al examen clínico odontológico, se detectaron como probables causas de barodontalgias patologías específicas, como pulpitis (40.7%), necrosis pulpar/periodontitis apical (18.5%) fractura radicular (3.7%) y dientes impactados (3.7%); asimismo, se comprobó que en el 18.5% de los casos de barodontalgias hubo episodio de barosinusitis. Dados estos resultados, se concluye que un número

considerable de aviadores militares reportan eventos de barodontalgia, siendo las patologías pulpares la causa más recurrente de este disbarismo, por lo que se recomienda un control odontológico más estricto para los miembros de la aviación.

Finalmente Robichaud y McNally (2005), en su revisión de corte documental titulado *Diagnóstico diferencial de los barotraumas: síntomas y signos*, tuvieron como objetivo examinar una amplia literatura concerniente a la etiología y manifestaciones disbáricas que sufren los buzos y personal de aviación, a los fines de determinar el manejo del dolor. Así, los investigadores expresan que las diversas formas de barotraumas suelen responder a patologías previas dentales, de senos paranasales y óticas, resaltando que la incidencia de las manifestaciones dolorosas consecuentes están directamente relacionadas con la duración del estrés barométrico, esto es, con los constantes cambios de presión derivados de la permanencia bajo el agua o en las altas capas de la atmósfera. Se concluyó que la mejor vía para evitar las barosinusitis, barotitis y barodontalgias radica en una intervención terapéutica oportuna, minuciosa y periódica, a fin de detectar y tratar a tiempo patologías previas que desencadenen episodios barométricos.

Bases Teóricas

Las bases o fundamentos teóricos, tal como expresa Tamayo (2004), tienen por finalidad suministrar al investigador una visión amplia de la temática de estudio; esto implica compendiar conocimientos existentes en el área que se va a investigar, debidamente estructurados y analizados, exigencia ésta que se plasma en los apartados que se desarrollan a continuación.

Importancia de la Actividad Aérea

La historia de los tempranos tiempos anota las tentativas del hombre para conquistar el aire, y muchas leyendas relatan los esfuerzos para volar; el mito de Pegaso, de Ícaro y la fábula de Taranto, quien hacia el año 400 a.C. se supone construyó una paloma mecánica de madera.

Desde esa lejana época, no se registró nada de importancia hasta los tiempos de Roger Bacon, quien sin haber realizado una obra efectiva, fue el más destacado representante de un grupo que especuló con volar; en este contexto, el primer pensador realmente importante fue Leonardo Da Vinci, quien hizo más que especular: en su tratado *El vuelo de los pájaros* se incluye el plano de una máquina volante y, por otra parte, realizó modelos de alambre y papel accionados por resortes, empleando el principio del helicóptero para levantarse, todo lo cual ha permitido afirmar que este artista fue el iniciador de una corriente de pensamiento que reconoció el valor de la estabilidad relacionada con el vuelo, a cuyo fin dedicó todos sus esfuerzos desde 1490 a 1514. (Overby, 2002). De lo señalado previamente, se comprende que la humanidad, desde sus inicios, ha experimentado el anhelo de conquistar el espacio aéreo y ha utilizado su inteligencia para lograrlo.

Es así que, con el correr de los años, el hombre siguió intentando conquistar el espacio aéreo, estos esfuerzos que cristalizan durante los últimos años del siglo XIX y la primera década del siglo XX, época en la cual hombres de visión reconocieron en el aeroplano no sólo un vehículo de deporte y comercio, sino un instrumento de guerra; de hecho, el poder destructivo de la aviación fue reconocido prematuramente, ya que en la Conferencia de La Haya, en 1899, se decretó que no debían usarse naves aéreas para fines bélicos. Sin embargo, la necesidad de implementar el poder aéreo se concreta en 1914, cuando Inglaterra crea el Real Servicio Aeronaval, a partir de lo cual se comenzaron a construir máquinas de una forma especializada, esto es, con fines de transporte y ataque, entre otros (Cameron, 2000)

De hecho, es durante la Primera Guerra Mundial que la aviación es utilizada como sistema de apoyo a la lucha en el mar y en tierra; sin embargo, su verdadero protagonismo se revela durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se da un nuevo impulso a la aviación militar. En efecto, las naciones aliadas pusieron en juego todos sus recursos bélicos para lograr la supremacía aérea, clave de la victoria. Según señala Howard (1996), los relativamente anticuados aviones fueron reemplazados por nuevos diseños, en los que se emplearon ideas ya probadas en tiempos de paz, en competencias deportivas y vuelos experimentales.

En relación a la aviación civil, es indudable que ha desempeñado una función importante en las actividades económicas del mundo y continúa siendo uno de los sectores de más rápido crecimiento de la economía mundial; en cada región del mundo, los países dependen de la industria aeronáutica para mantener o estimular el crecimiento económico y para prestar asistencia en el suministro de servicios esenciales a las comunidades locales. Teniendo esto en cuenta, puede considerarse que la aviación civil es un importante contribuyente al bienestar general y a la vitalidad económica de cada una de las naciones, así como del mundo en general.

Atendiendo a todo lo previamente señalado, se desprende que la actividad aérea ha tenido una destacada importancia para el ser humano no sólo desde el punto de vista comercial y privado, sino desde la perspectiva de estrategia y seguridad, ya que permite a las naciones, en la paz y en la guerra, vigilar y defender el territorio nacional.

Atmósfera y Espacio

La palabra atmósfera es un término compuesto por dos partículas, *atomos*, que en griego significa vapor o aire, y *sphaira*, que significa esfera; la atmósfera es la envoltura gaseosa que cubre a una esfera o cuerpo celeste o a un planeta, y en el caso de la Tierra, comenzó a formarse hace unos 4600 millones de años, con su surgimiento. La mayor parte de la atmósfera primitiva se perdería en el espacio, pero nuevos gases y vapor de agua se fueron liberando de las rocas que forman el planeta.

Así, la atmósfera de las primeras épocas de la historia de la Tierra estaría formada por vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno y monóxido de carbono, pero con ausencia de oxígeno. Era una atmósfera ligeramente reductora, hasta que la actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2500 o 2000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años llegó a tener una composición similar a la existente en la actualidad, que sin considerar el vapor de agua presente en ella, está conformada por: nitrógeno (N₂) 78,8%, oxígeno (O₂) 20,95%, argón (O₂) 0,93% y anhídrido carbónico (O₂) -0,03%, estando compuesto el 0,01% restante por el ozono (0.000006%) y gran variedad de gases

presentes en cantidades muy reducidas, de allí su denominación de gases traza. (Andrews y Holton, 1997).

Según los autores citados previamente, el vapor de agua puede llegar a ser el 4% de la atmósfera cerca de la superficie del planeta, pero por encima de los 10-15 km solo se encuentra en cantidades muy pequeñas, haciendo parte de ese 0,01 por ciento restante. A pesar de estar presentes en cantidades tan bajas, estos gases tienen una participación muy importante en el comportamiento del clima y el desarrollo de los procesos atmosféricos, debido a su participación en la física y la química que regulan el estado de la atmósfera.

En este particular, es de señalar que también en la atmósfera existen partículas de polvo en suspensión de origen orgánico e inorgánico que conforman núcleos de condensación en la formación de nieblas (smog) muy contaminantes. Estos materiales sólidos, medidos en partículas por centímetro cúbico, se encuentran generalmente en las siguientes ponderaciones: alta mar, 1.000; alta montaña (a más de 200 metros de altura), 1.000; colinas –hasta 1.000 metros–, 6.000; campos cultivados, 10.000, ciudades pequeñas 35.000 y grandes ciudades 150.000 o más.

De hecho, como afirma Herrera (2000), los volcanes y especialmente las actividades humanas, son responsables de la emisión a la atmósfera de diferentes gases y partículas contaminantes que tienen una gran influencia en los cambios climáticos y en el funcionamiento de los ecosistemas. (Figura 1).

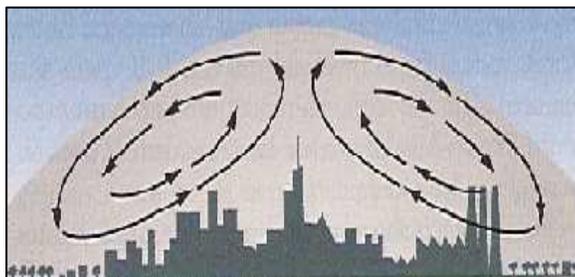


Figura 1. Cúpula de polvo sobre una ciudad
Fuente: Herrera (2003)

Entonces, los componentes de la atmósfera se encuentran concentrados cerca de la superficie, comprimidos por la atracción de la gravedad y, conforme aumenta la altura, la densidad de la atmósfera disminuye con gran rapidez. En los 5,5 kilómetros más cercanos a la superficie se encuentra la mitad de la masa total y antes de los 15 kilómetros de altura está el 95% de toda la materia atmosférica, mientras que la mezcla de gases denominada *aire* mantiene la proporción de sus distintos componentes casi invariable hasta los 80 km, aunque cada vez más enrarecido (menos denso) conforme se asciende: a partir de los 80 km la composición se hace más variable.

De otra parte, el ozono y el vapor de agua, ambos gases de invernadero por absorber la radiación infrarroja terrestre, son particularmente importantes para definir el clima terrestre y mantener las condiciones ambientales que permiten la vida en la Tierra, dado el papel que juegan sus respectivas distribuciones verticales y su variabilidad geográfica y temporal. En este contexto, es de destacar que no existe un límite superior a la atmósfera, la cual se confunde poco a poco con el espacio interplanetario y, aún cuando llega a alturas considerables, sólo en sus capas más bajas se desarrollan los fenómenos meteorológicos; es aquí necesario determinar, entonces, cuál es su conformación.

Conformación de la atmósfera

Tal como afirma Herrera (2000), en función del comportamiento de la temperatura atmosférica con la altura, convencionalmente la atmósfera terrestre ha sido dividida en cinco capas que, a partir de la superficie terrestre, presentan distintas características y comportamientos, a saber:

La *troposfera*, que abarca hasta un límite superior llamado tropopausa, que se encuentra a los 9 Km. en los polos y los 18 Km. en el ecuador; en ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua, por su cercanía a la hidrosfera. Por todo esto, es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos y cambios de temperatura; su temperatura disminuye conforme se va subiendo, hasta llegar a -70° C en su límite superior.

Por su parte la *estratosfera* comienza a partir de la tropopausa y llega hasta un límite superior llamado estratopausa, situada a 50 km de altitud; en esta capa, la temperatura cambia su tendencia y va aumentando hasta llegar a ser de alrededor de 0° C en la estratopausa. Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/hora.

Por último, la *ionosfera* y la *magnetosfera* se encuentran a partir de la estratopausa; en ellas el aire está tan enrarecido que la densidad es muy baja. Son los lugares en donde se producen las auroras boreales y en donde se reflejan las ondas de radio, pero su funcionamiento afecta muy poco a los seres vivos.

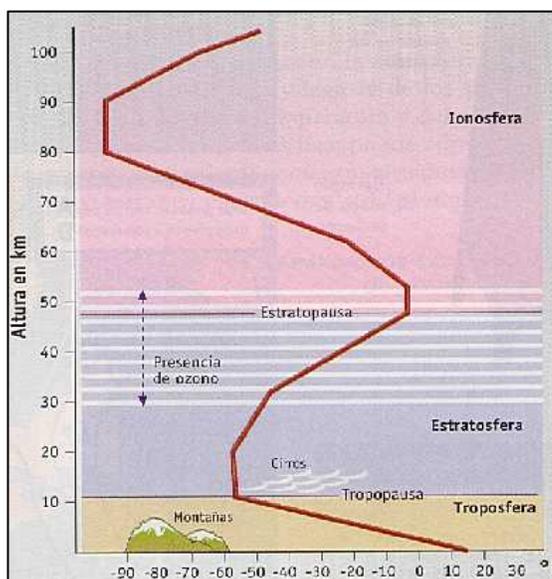


Figura 2. Estructura de la atmósfera
Fuente: Herrera (2002)

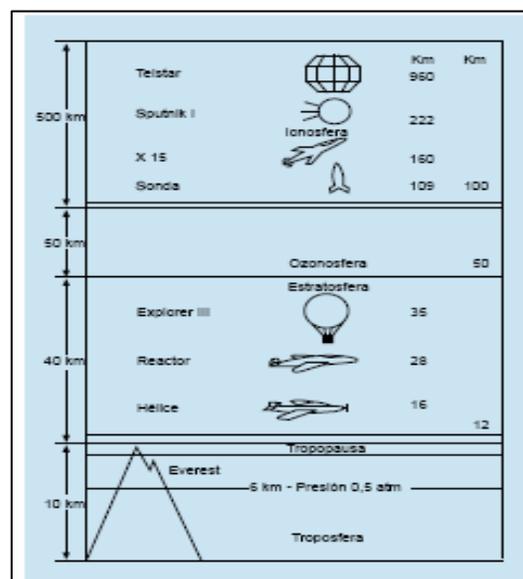


Fig 3. Capas de la atmósfera según altura
Fuente: Battestini y cols (2000)

Presión Atmosférica

Un factor ambiental de suma importancia para todo ser vivo es la presión atmosférica, la cual puede definirse como la presión del aire sobre la superficie terrestre; la atmósfera pesa una media de 1013 milibares (o heptopascales) al nivel del mar, aproximadamente 1kg/cm^2 (Cengel y Boyles, 2003).

Así, la presión atmosférica disminuye rápidamente con la altura, tal como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Características de la presión atmósfera a distintas alturas.

(Promedios válidos para latitudes templadas)

Altura (metros)	Presión (milibares)
0	1.013
1.000	898.6
2.000	794.8
3.000	700.9
4.000	616.2
5.000	540
10.000	264.1
15.000	120.3

Fuente: Cengel y Boyles (2003)

Tomando como referencia la tabla precedente, es de destacar que la presión atmosférica en un sitio es el peso del aire sobre el mismo por área superficial unitaria y, por tanto, esa presión del aire sobre la superficie de la Tierra es diferente en distintos lugares, debido a la altura específica sobre el nivel del mar; esto significa que la presión atmosférica disminuye o aumenta con relación a la altitud, es decir, se establece una relación inversamente proporcional, lo que indica que a mayor altura, menos presión y viceversa.

Al respecto Lucena (2006) señala que, en la atmósfera, la zona fisiológica es aquella que se encuentra entre los 0 a 10.000 pies, con una presión atmosférica de 760-523 mmHg, en tanto que la zona fisiológica deficiente es la que se encuentra a partir de los 10.000 y hasta los 50 mil pies, rango en el que la presión atmosférica varía entre los 523 y 87,30 mmHg.

Entonces, considerando que la atmósfera es un compendio de gases que experimentan cambios con la presión atmosférica, para comprender sus efectos sobre los organismos vivos y específicamente sobre los seres humanos, es necesario analizar las leyes que rigen sobre los gases.

Leyes que Rigen el Comportamiento de los Gases

Tal como expresa Armstrong (1999), las moléculas de los cuerpos que se encuentran en estado gaseoso poseen la máxima movilidad, que se manifiesta en la expansibilidad, elasticidad y difusibilidad de los gases; así todas las masas gaseosas experimentan variaciones de presión, de volumen y temperatura, siendo los principios que rigen este comportamiento conocidos como *leyes del comportamiento de los gases*, los cuales se describen seguidamente:

Ley de Boyle-Marlotte: También conocida como Ley de Boyle, postula que los volúmenes ocupados por una misma masa gaseosa, conservándose su temperatura constante, son inversamente proporcionales a la presión que soporta, esto es, si la presión aumenta, el volumen disminuye y, si la presión disminuye, el volumen aumenta.

A nivel experimental esto se explica cuando, al aumentar el volumen, las partículas (átomos o moléculas) del gas tardan más en llegar a las paredes del recipiente y por lo tanto chocan menos veces por unidad de tiempo contra ellas. Esto significa que la presión será menor ya que ésta representa la frecuencia de choques del gas contra las paredes, mientras que cuando disminuye el volumen, la distancia que tienen que recorrer las partículas es menor y por tanto se producen más choques en cada unidad de tiempo: aumenta la presión. Así, lo que Boyle descubrió es que si la cantidad de gas y la temperatura permanecen constantes, el producto de la presión por el volumen siempre tiene el mismo valor, siendo su expresión:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Ley de Henry: La teoría de esta ley es que *la cantidad de gas disuelta en un líquido a una determinada temperatura es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido*. Los líquidos pueden llevar gases disueltos en su seno y la cantidad de gas que puede albergar un líquido, dependerá de la temperatura, de la presión a la que está sometido el sistema líquido-gas, de la naturaleza del gas para ser absorbido (solubilidad) y la capacidad del gas para absorber gases; por ello, cuanto mayor sea la presión parcial de un gas sobre un líquido, mayor cantidad de gas absorberá

el líquido, a menor temperatura la capacidad del gas para absorber gases aumenta y, por el contrario, con el aumento de temperatura, el líquido disminuye su capacidad para absorber gases.

Ley de Gay-Lussac: Según este principio, cuando se calienta un gas, el volumen aumenta $1/273$ parte de su valor primitivo, siempre que la presión no varíe. De allí que temperatura y volumen son directamente proporcionales.

Ley de Dalton de las Presiones Parciales: Su principio es que la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que componen la mezcla, conforme a la fórmula $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$

Partiendo de lo señalado, el conocimiento acerca del comportamiento de los gases posee suma importancia, especialmente desde la perspectiva del organismo humano, en cuyas cavidades interactúan diferentes componentes gaseosos y los cuales tienen un comportamiento específico dependiendo de la presión ambiental.

Contenido Gaseoso de las Cavidades Corporales

Tal como refieren Richelet y Rathat (1997), el cuerpo humano está constituido por una serie de cavidades, distribuidas específicamente en la cabeza y el tronco, definidas en lo general como cavidad craneal, cavidad vertebral y cavidad torácica; así, la cavidad craneal está localizada en el interior de la caja craneana ósea, es la cavidad más superior y se continúa con el canal llamado canal vertebral, albergando asimismo otras cavidades conocidas como senos paranasales, oído medio y trompa de Eustaquio. Por su parte, la cavidad torácica está localizada dentro del tórax, es inferior a la cavidad craneal y lateral y anterior a la cavidad vertebral. (Figura 4)

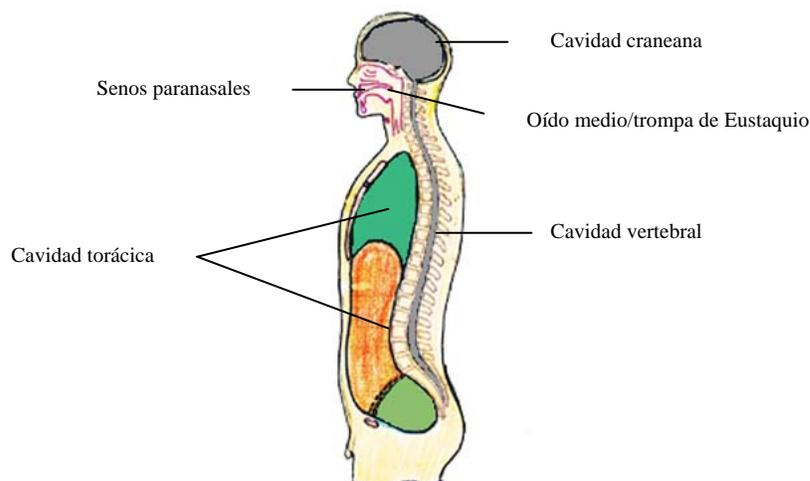


Figura 4: Cavidades del cuerpo humano
Fuente: Richalet y Rathat (1997)

Por su parte, la cavidad torácica contiene a su vez otras cavidades, pulmonar, cardíaca y abdominal; en todas las oquedades corporales descritas, existe un contenido de oxígeno, bióxido de carbono y nitrógeno, provenientes de la respiración y el flujo sanguíneo que, como todos los gases, están sometidos a los cambios de presión que pueden hacer que sus moléculas se dilaten o contraigan, según sea el tipo de presión a que sea sometido el organismo, en cumplimiento a las leyes de comportamiento de los gases (Desola, 1995), anteriormente descrito.

Ciertamente, el comportamiento del organismo en superficie da la pauta a seguir; en superficie, el aire que se respira está compuesto por un 78% de N_2 y un 21% de O_2 , entre otros gases, los cuales están todos sometidos al igual que el organismo a 1 ATA de presión, esto hace que los tejidos se encuentren saturados o insaturados de según que gas componente de la mezcla de gases que es el aire atmosférico.

Así, si un individuo se encuentra saturado de N_2 , pero insaturado de O_2 , lo que ocurre cuando aumenta la presión del medio es que los tejidos se van sobresaturando en relación directa a la presión circundante, lo que también produce un aumento de la presión parcial de los gases. Esta acumulación de gases se produce por el simple hecho de respirar aire atmosférico a presión y, del mismo modo, la posterior eliminación se produce respirando aire a presión atmosférica (1 ATA), o tratamientos con O_2 . (Domínguez, 2000)

Asimismo, el aumento de presión obliga al organismo acumular N_2 , que es un gas inerte, de muy fácil asimilación por los tejidos; como se menciona previamente, el organismo, a nivel del mar, se encuentra saturado y, posteriores aumentos de presión le obligan a retener mayor cantidad de N_2 en los tejidos, el cual tiene que ser expulsado por el O_2 .

Aquí es importante destacar que no todos los tejidos asimilan por igual el N_2 , ni lo eliminan por igual: los tejidos adiposos (grasas) asimilan mucho más rápidamente el N_2

pero al tener menos vasos sanguíneos que otros tejidos del organismo, su posterior eliminación es mucho más extensa en el tiempo.

Es precisamente en las variaciones de tal comportamiento que se basa el concepto de tejido múltiple o comportamiento de los tejidos, lo que en el caso de la presión atmosférica a grandes alturas, conlleva la aparición brusca de patologías conocidas como disbarismos, originadas por la dilatación de los gases en las cavidades corporales.

Disbarismos

En el campo específico de la aviación, como disbarismos se conocen las alteraciones orgánicas producidas por la reducción de la presión barométrica a valores menores, en donde los gases acumulados en las cavidades naturales del organismo se dilatan, presionando las paredes de estas oquedades: una reducción drástica en la presión atmosférica, como la que se da en los vuelos de alta cota, provoca que las presiones parciales de los gases sean mayores que la de la atmósfera, los cuales se expanden y salen de su estado de solución.(Calder y Ramsey, 1983)

Efectivamente, una de las peculiaridades más destacadas de los viajes por vía aérea es la exposición a cambios bruscos, rápidos e intensos de presión atmosférica, a pesar de la presurización de cabina de los modernos aviones; este hecho tiene repercusión sobre la fisiología respiratoria y con cierta frecuencia va a provocar barotraumatismos a nivel del oído medio, senos paranasales, piezas dentarias cariadas, estómago e intestino, entre otras localizaciones.

Dichos fenómenos obedecen al hecho que, en la troposfera, la proporción de los gases atmosféricos permanece prácticamente constante hasta una altitud de 25.000 metros y, a medida que se asciende, como ya se ha mencionado, la presión va disminuyendo, con lo que la densidad de los gases también se va haciendo menor. A partir de los 4.000 metros, límite de la zona denominada fisiológica, el descenso en la concentración de oxígeno comienza a generar dificultad para mantener una adecuada oxigenación de los tejidos en los seres humanos no aclimatados, lo que responde a la Ley de Dalton de las presiones parciales (Pp).

Ciertamente, la presión atmosférica a nivel del mar es de 760 mm de Hg., disminuyendo ésta a medida que aumenta la altitud, manteniéndose constante la proporción de los gases que forman la atmósfera; de esta forma, a una altura de 3,500 metros, la presión atmosférica es de 523 mm de Hg y la presión parcial del oxígeno (P_{pO_2}) constituye el 21% de la presión atmosférica total a esta altura, lo que supone 110 mm de Hg, frente a una presión parcial de 159,6 mm de Hg a nivel del mar. (Goitía y otros, 2000).

En efecto, a medida que aumenta la altitud, disminuye la presión atmosférica y la presión parcial de oxígeno en el ambiente, lo que conduce a alteraciones significativas de los gases sanguíneos; la Ley de Boyle-Mariotte sobre la expansión de los gases describe cómo a una temperatura constante el volumen de una masa de gas varía de manera inversa a su presión; por tanto, a medida que un avión asciende, cae la presión atmosférica y aumenta el volumen del gas, mientras que con el descenso de la aeronave ocurre lo contrario.

Es por ello que, a los efectos de minimizar dichos efectos de la altitud, la mayoría de los aviones están presurizados mediante introducción de aire atmosférico en la cabina con un compresor; sin embargo, esto no evita que ante circunstancias de navegación y/o condiciones meteorológicas determinadas, sobre un individuo sano o especialmente susceptible o enfermo, se puedan originar disbarismos, ya que la capacidad de compensar la desigualdad de presiones disminuye con el aumento de la velocidad de variación de éstas, por lo que la aparición de barotraumas "...es más frecuente durante las fases de ascenso o descenso brusco, 20-30 minutos desde el despegue o hasta la toma de tierra". (Goitía y otros, ob.cit, p. 807).

Ahora bien, en la esfera del vuelo aeronáutico, entre las alteraciones que puede sufrir el aviador se encuentra la enfermedad por descompresión (DCS por sus siglas en inglés), que ocurre cuando el cuerpo es sometido a una reducción repentina de la presión circundante; en efecto, la DCS es causada por la formación de burbujas de gas en la sangre y los tejidos: a altitudes normales, el nitrógeno y otros gases son exhalados o disueltos en la sangre y los tejidos pero, durante cambios severos en la altitud y la presión aérea, el nitrógeno y otros gases forman burbujas de gas, las cuales bloquean el flujo de sangre, resultando fatal si no se trata de inmediato. (Salas, 2000)

El síntoma primario de la DCS es el dolor, que se vuelve más severo al pasar el tiempo, entidad comúnmente llamada aeroembolismo, la cual puede ocurrir en cualquier parte del cuerpo, aunque es más común en o cerca de un brazo o la articulación de una pierna. Salas (ob.cit.), refiere que otros síntomas de DCS incluyen adormecimiento u hormigueo en las extremidades, debilidad, fatiga, malestar estomacal, escozor grave, erupciones rojizas o moteadas en la piel, vértigo y, más raramente, dolor en el pecho y tos aguda.

La DCS se explica porque, al disminuir la presión exterior, el aire intrapulmonar tiende a aumentar de volumen, pero la caja torácica cumple su función protectora y lo impide: al no poder expansionarse debido a la rigidez torácica, el aire intrapulmonar aumenta de presión, cambiando poco su volumen. El tórax se convierte entonces en un recipiente hiperbárico y el aire busca salida, a favor de gradiente, de todas las formas posibles.

Este fenómeno produce a veces desgarros intraparenquimatosos o incluso estallido segmentario, pero lo más frecuente es que el aire escape a través de espacios virtuales hacia zonas vecinas; estudios necrópsicos realizados en buceadores muertos por barotrauma respiratorio, confirman que la ruptura pulmonar es poco frecuente y, a menudo, se observa enfisema subcutáneo, que progresa hacia espacios laterocervicales y neumomediastino o neumopericardio, produciendo con mucho menor frecuencia neumotórax. (Salas, ob.cit)

En este sentido Lucena (2004), expone que durante un vuelo aeronáutico, la descompresión o caída súbita e inesperada de la presión de la cabina, bien sea por una fuga lenta e imperceptible de aire o a una fuga violenta y explosiva, origina en el tripulante un proceso patológico agudo cuya fisiopatología se origina por supersaturación, ya que durante el ascenso la presión de nitrógeno corporal se hace mayor que la presión barométrica; por supersaturación crítica, límite en el cual el nitrógeno pierde su solubilidad y empieza a formar burbujas, y por presión hidrostática negativa, que influye en la turbulencia de la sangre, la bifurcación de los vasos y la contracción muscular.

Este mismo autor refiere que las burbujas de nitrógeno en el organismo pueden dar lugar a la obstrucción de vasos sanguíneos, micro-infartos, agregación plaquetaria,

hemoconcentración, extravasación capilar y resistencia al flujo, así como entidades patológicas conocidas como enfermedad por descompresión (EPD) de dos tipos

EPD Tipo 1:

Cutánea: piel moteada, calor y hormigueo;

Aerodilatación: aerocolia y barotitis.

Bends: astralgias y mialgias

EPD Tipo 2:

Pulmonar: dolor torácico, tos seca, disnea

Neurológica: parálisis, escotomas, convulsión

Asimismo, los cambios de la presión atmosférica, además del aeroembolismo y las EPD, se presentan otras manifestaciones clínicas, como hipoxia, hiperventilación, cefaleas y agudización de enfermedades del tracto respiratorio entre otras; sin embargo, las más comunes suelen ser barotitis, barosinusitis y barodontalgias. (Figura 5)

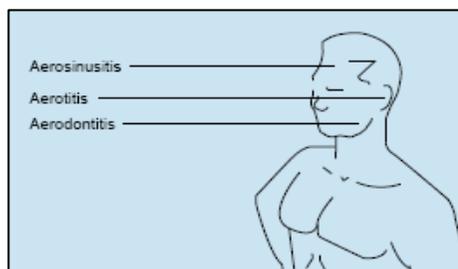


Figura 5. Barotraumas
Fuente: Battestini y cols (2000)

Barotitis

La aparición de dolores de oído en los cambios bruscos de altura ha sido conocido desde hace mucho tiempo, pero no fue sino hasta época relativamente reciente que se ha prestado real atención a los mismos; durante la Primera Guerra Mundial, los otólogos se percataron que muchos pilotos, pese a presentar una trompa de Eustaquio completamente permeable, experimentaban dificultades de ventilación en el oído medio, lo que les producía otalgias. No fue sino hasta 1937 cuando Armstrong y Heim

comprobaron que los efectos nocivos de vuelo sobre el oído medio dependen sólo parcialmente de la estructura y funcionamiento de la trompa de Eustaquio, pues también tienen parte importante en su etiología la presencia o ausencia de patologías en los demás componentes del oído. (Goitía y otros, 2000).

Positivamente, los cambios en la presión atmosférica que se dan en el vuelo aeronáutico influyen en la proporción o grado de barotitis, dado que el oído es, por decirlo así, una caja cerrada llena de aire, cuya presión únicamente puede igualarse a la barométrica cuando se abre la trompa de Eustaquio.

En este sentido, diversas investigaciones han verificado que los efectos sobre el oído medio producidos por el ascenso si bien pueden variar de un individuo a otro e incluso en la misma persona, suelen tener los mismos síntomas: entre 32 y 60 metros, es decir, a una presión diferencial de 3 a 5 mm.Hg, se presenta una sensación suave de plenitud o llenura del oído medio, donde un examen mostraría las membranas timpánicas ligeramente abombadas, expresiones que aumentan con la disminución de la presión atmosférica hasta un promedio de 170 metros de altura; entonces, aparece un repentino y molesto chasquido en el oído medio, como si las membranas timpánicas estallasen hacia atrás. Esto indica que la trompa de Eustaquio se ha abierto a la fuerza por el exceso de presión en la cavidad timpánica y el exceso de presión del oído ha desaparecido por una repentina salida de aire desde el oído a la faringe. (Velasco y Alonso, 1987)

Sin embargo, cuando el ascenso continúa, se repite el ciclo detallado, excepto que todos los chasquidos sucesivos se presentan con un promedio de cambio de presión de 11,4mm.Hg, lo que indica que se requiere cerca de 15mm.Hg de exceso de presión en el oído medio, en las condiciones del nivel del mar, para forzar la apertura de la trompa, que permanece abierta hasta que la presión se reduce cerca de 3,6mm.Hg, que es cuando se cierra de nuevo, quedando 3,6mm.Hg de exceso de presión en el oído.

Por el contrario, para el ascenso y el descenso, las previas explicaciones explican sólo los casos en que no se hace ningún esfuerzo para ventilar el oído medio por actos voluntarios. Estos fenómenos son ilustrados en la Figura 6.



Figura 6a: Iguales presiones a nivel del mar, con la trompa de Eustaquio cerrada
Fuente: García y otros (2005)

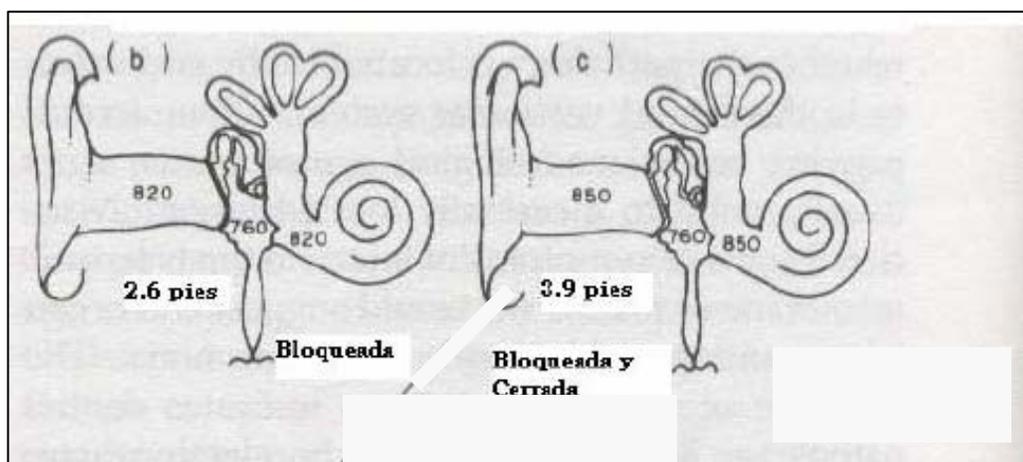


Fig. 6b. Cambios en la trompa a diversa alturas
Fuente: García y otros (2005) trauma

Así, en individuos con trompa de Eustaquio normal, circunstancias de presión diferencial positiva o negativa en el oído medio pueden equilibrarse normalmente con esfuerzo voluntario; sin embargo, cuando ello no es posible o existen patologías previas que afecten al oído medio, se presenta la barotitis o aerotitis media, consecuencia de la presión positiva o negativa originada en la cavidad timpánica con el consecuente

traumatismo de los tejidos circundantes, dada la incapacidad de abrir voluntariamente la trompa de Eustaquio.

Entre algunas de las entidades previas que facilitan la barotitis se encuentran las infecciones agudas o crónicas del tracto respiratorio superior, obstrucciones nasales, neoplasias y tumores de la nariz y rinofaringe, sinusitis, amigdalitis y estenosis tubárica, así como la presencia de excesivo tejido linfoide subepitelial en la luz de la trompa e, incluso, estenosis de la mandíbula. (Velasco y Alonso, 1987)

Especificando el proceso de tal manifestación, se tiene que si existen defectos en la aireación del oído medio, durante el ascenso o descenso aéreo la sintomatología de la barotitis se presenta primero como una molestia, seguida luego de dolor, apreciado de manera notable cuando la diferencia de presión en la caja timpánica alcanza aproximadamente 100mm.Hg, para luego apreciarse en una forma intensa, que llega a irradiar a la región temporal, mejilla y glándula parótida.

Por otra parte, a la exploración, en la barotitis se expresa abombamiento de la membrana timpánica y disminución o pérdida de brillo del triángulo luminoso: tanto como durante el exceso de presión en el oído medio, la membrana timpánica tiende a presentar isquemia pero, tan pronto como la presión se equilibra, se inflama hasta un grado determinado, que depende de la intensidad del traumatismo sufrido; en los casos leves, existe una congestión de los vasos sanguíneos de la membrana de Schrapnell y del mango del mastillo y, en el siguiente período, hay enrojecimiento de la parte superior y posterior del tímpano. Con un traumatismo mayor, aparecen rojas e inflamadas todas las superficies de la membrana timpánica y la zona adyacente del conducto auditivo externo, el tímpano presenta un aspecto traslúcido; a este estado corresponde la formación de una gran colección de líquido y burbujas de aire en la cavidad timpánica, tal como se evidencia en la Figura 7, pudiendo haber hemorragia en el propio tímpano y en el oído medio. (Ríos y Azofra, 1994)

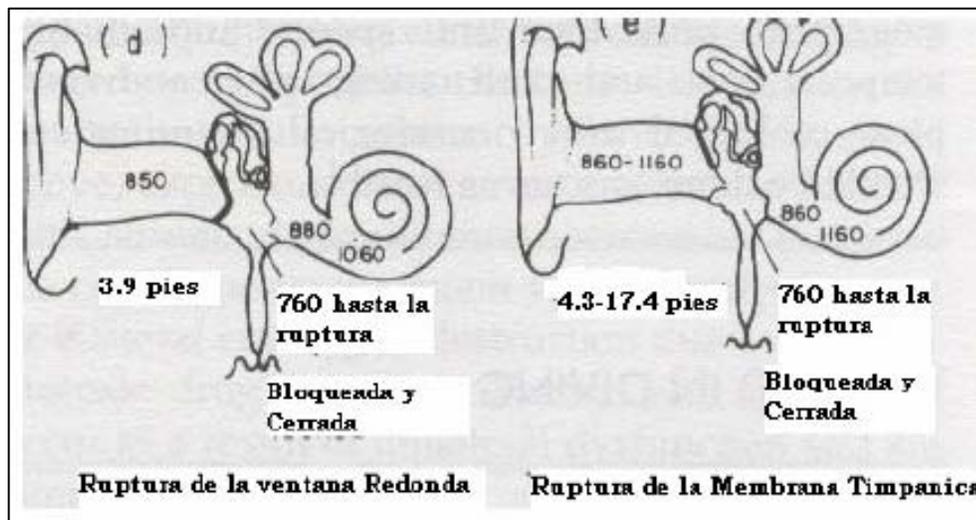


Fig. 7. Complicaciones de la barotitis

Fuente: García y otros (2005)

Es de destacar que los síntomas y signos de esta entidad nosológica son bastante parecidos a los distintos períodos de la otitis media infecciosa; sin embargo, el diagnóstico diferencial entre ambas, amén de las circunstancias de vuelo, está dado por las condiciones previas que presente el individuo, entre las que Velasco y Alonso (1987), destacan patologías otorrinolaringológicas, infecciones y/o resfriados, que pueden producir la obstrucción de la trompa de Eustaquio y propiciar la barotitis.

Barosinusitis

La sinusitis, como entidad patológica, es un proceso inflamatorio de la mucosa nasal y de los senos paranasales, cavidades normalmente ventiladas que se encuentran cubiertas por una mucosa y que drenan a la nariz. (Figura 8)

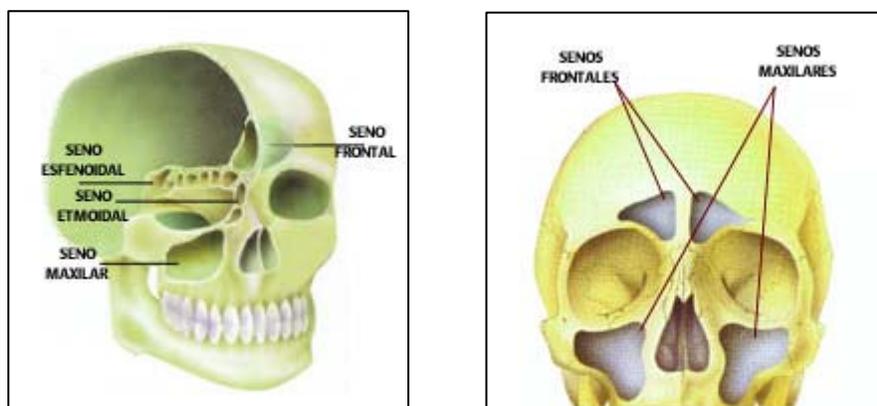


Figura 7. Senos paranasales.

Fuente: Monteza, 2001

Según plantea Monteza (2001), las sinusitis tiene múltiples causas y, cuando son debidas a un factor traumático como lo es el cambio de presión atmosférica, que provoca el taponamiento del orificio de ventilación y drenaje del seno, se presenta la entidad conocida como barosinusitis, cuyos síntomas pueden variar dependiendo de qué senos estén afectados; así, si el seno afectado es el etmoidal, situado entre la nariz y el ojo, el paciente va a tener dolor en esa zona y hacia el ojo, pero si se trata de un seno frontal -arriba de las órbitas-, el dolor será en esa zona y puede traducirse también en un dolor de cabeza muy intenso. Además, dependiendo de si está afectado uno o ambos lados, se tendrán dichos síntomas en un lado o en ambos.

Por lo tanto, los síntomas de una barosinusitis varían dependiendo de cuál seno o senos estén afectados. Refiere Monteza (2001), que algunos casos de barosinusitis se producen como complicación de un proceso dentario; así, un absceso en las raíces de unidades dentales en contacto con el piso de los senos maxilares puede producir una barosinusitis odontógena.

Profundizando en la etiología de la barosinusitis, Tso (1992), refiere que cuando los orificios de los senos nasales accesorios son normales, el aire pasará dentro y fuera del seno sin dificultad durante los ascensos y descensos aeronáuticos, pero si están obstruidos, se experimentará dolor "...a causa de la presión o vacío parcial existente en el seno" (p. 232), en uno o más accesos, generalmente durante el descenso, donde la

gravedad del caso dependerá del ritmo y la velocidad del ascenso o descenso y también de si el ostium del seno afectado se halla parcial o completamente estenosado.

Es de destacar que la estenosis del ostium afectado puede producirse por la presencia de líquido, moco, pus, tejido linfoide excesivo, pólipos, deformidades anatómicas, inflamaciones o tumores en el ostium o cerca del mismo, todo lo cual puede provocar el cierre de la cavidad sinusal. En la mayoría de estos eventos, entonces, el dolor en el seno afecto es el síntoma habitual, que se intensifica cuando el cambio de altitud continúa, si bien es necesario indicar que algunos senos son más propensos a ser afectados por la presión atmosférica, según se describe en la siguiente tabla:

Frecuencia de distribución de barosinusitis según cavidad de seno afectada

Seno afectado	Frecuencia
Frontal	70
Maxilar	19
Frontal y maxilar	10
Etmoidal	1

Fuente: Alonso, Velasco y Del Valle (1999)

Ahora bien, independientemente de cual o cuáles senos sean afectados por la presión atmosférica, en la exploración se refleja dolor localizado encima del seno afectado y, con frecuencia, se observa un desagüe purulento o muco purulento en la entrada del mismo, mientras que el estudio radiográfico puede evidenciar una lesión sinusal en forma de revestimiento delgado o pólipos, aunque no aclara la diferencia entre los factores causantes o enfermedades preexistentes como resultado de una barosinusitis. Asimismo, en caso de aerosinusitis recurrentes, la biopsia muestra las alteraciones observadas en las infecciones subagudas, esto es, edema, congestión, hemorragias mucosas o submucosas, infiltración de polinucleares, linfocitos, plasmocitos y cierta hiperplasia fibroblástica. (Alonso, Velasco y Del Valle, 1999)

Por otra parte, es un hecho demostrado que las barosinusitis se producen con mayor frecuencia durante las fases de descenso, en las que el aire atrapado en cavidades corporales es menos denso que el aire del exterior, tendiendo éste a entrar en la cavidad con menor presión, lo que favorece la propagación de infecciones nasales hacia lugares más profundos en los senos frontal o maxilar. Se ha apuntado a que el origen de esta

mayor frecuencia de este barotrauma durante las fases de descenso es consecuencia de la disposición de entrada/salida de aire a los senos paranasales, que mediante un mecanismo de comportamiento valvular permitiría con mayor facilidad la permeabilización para el paso de aire cuando éste intenta escapar desde el interior del organismo hacia el exterior. (Safer, 2002)

Visto todo lo precedente, como en el caso de la barotitis, patologías previas tienen una gran incidencia en el comportamiento de los senos paranasales durante el vuelo aeronáutico.

Barodontalgias

Las barodontalgias se definen como dolores dentarios que surgen ante cambios en la presión ambiental; son el resultado de la combinación de dos factores fundamentales: por un lado, la variación de la presión (tanto positiva como negativa) y, por otro, las características anatómicas especiales de la cámara pulpar, en la que se encuentra un tejido ricamente innervado, rodeado de unas paredes duras e inextensibles. Así, ante un aumento o disminución de la presión, la pulpa presenta una incapacidad de adaptación que, en combinación con otros factores añadidos, provocará dolor, en ocasiones tan intenso que puede llevar a la pérdida de conciencia.

Por lo tanto, la mejor definición de barodontalgia sería la de dolor dental resultante de la incapacidad de la cámara pulpar para equilibrar su presión interna tras cambios producidos en la presión ambiental; este cuadro ha sido largamente estudiado y comentado, elaborándose algunas teorías que han intentado explicar su etiopatogenia (García, 1999).

En este particular una de las teorías más aceptadas es la hipótesis barotraumática, basada en la Ley de Boyle-Mariotte, que como ya se mencionó establece que a temperatura constante, el volumen de gas varía inversamente con la presión aplicada: el gas atrapado en un diente, al variar las condiciones de presión, aumentaría su volumen, provocando dolor, tomando en consideración que el gas puede tener diferentes procedencias, a saber: formación de gas en el seno de una pulpa en vías de degradación, burbujas de aire atrapadas en una obturación, liberación de algún gas en solución,

afecciones periapicales como quiste o absceso y/o un canal radicular mal obturado, ya que algún resto pulpar que no haya sido extirpado y en proceso de necrosis puede también estar detrás de la producción de gas. (González y cols, s/f)

Uno de los más destacados defensores de esta hipótesis es Wingo (1980), aunque reconoce que en los casos en los que la causa del dolor es únicamente una pieza cariada o una obturación defectuosa, ésta no es tan satisfactoria para explicar la barodontalgia como en el caso de endodoncias incorrectas o abscesos periapicales. Su explicación es que en estos casos pequeñas lesiones en el esmalte ocasionarían grandes zonas de descalcificación en la dentina, que actuarían como pequeños orificios restringidos que no permitirían rápidas equalizaciones de las presiones, provocando así el dolor. (Figura 8)

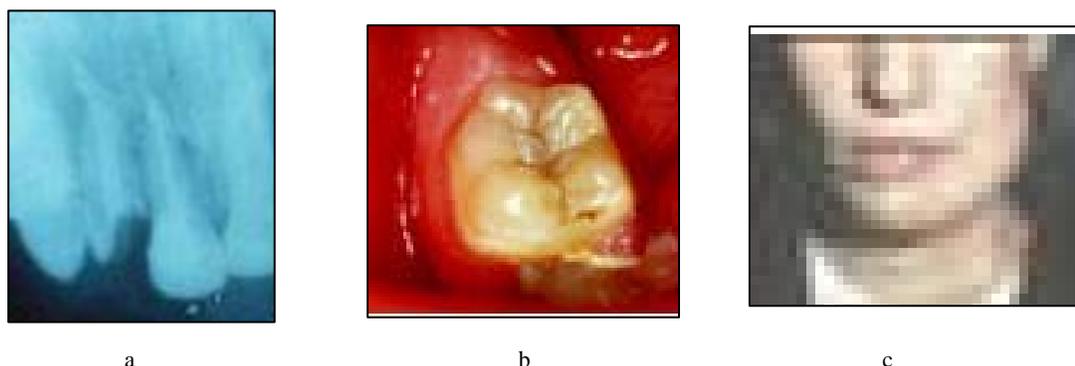


Figura 8. Patologías previas involucradas en las barodontalgias
a) Canal radicular mal desbridado b) lesión cariosa c) absceso
Fuente: Odontovía.com

Otra teoría del origen de las barodontalgias es la hipótesis aeroembólica, según la cual la aparición de burbujas gaseosas en la cámara pulpar es responsable de tales episodios; esta teoría fue sugerida por Orban, Ritchey y Zander en 1946 (citados en González y cols, s/f), quienes al examinar las pulpas de 75 dientes extraídos por un dolor dental experimentado en cámara de descompresión, concluyeron que el dolor fue debido a un aumento de la filtración de los fluidos y a la liberación y expansión de los gases en el tejido (especialmente del nitrógeno) con el consiguiente aumento de la presión dentro de la cámara pulpar.

Así, la severidad del dolor y el nivel de su intensidad depende de la extensión de los cambios circulatorios en la pulpa, ya que es concebible que el nitrógeno se libere en

un tejido dañado en un nivel mucho más bajo que en un tejido normal y, por tanto, el dolor extremo se debe a la expansión repentina del gas y a la presión de éste en los tejidos adyacentes.

Dentro de esta perspectiva, es de señalar que estudios recientes han demostrado que la reducción de la presión barométrica y la baja proporción de oxígeno en las capas altas de la atmósfera no ejercen efectos nocivos sobre los dientes sanos; de hecho, en los escasos reportes de barodontalgias en estos casos, se han evidenciado malformaciones anatómicas de los capilares pulpares, mientras otras investigaciones han relacionado las aerodontalgias sobre dientes sanos a expensas de sinusitis barotraumática. (Rodríguez, 1998). En síntesis, se tiene que las barodontalgias pueden ser pluricausales y de allí que para prevenirlas es indispensable una correcta y periódica intervención odontológica.

Sistema de Variable

Tal como apunta Tamayo (2004), una variable, en su significado más general, "...se utiliza para designar cualquier característica de la realidad que pueda ser determinada por observación y que pueda mostrar diferentes valores de una unidad de observación a otra" (p. 163), es decir, los aspectos que el investigador desea verificar, los cuales deben ser operacionalizados para determinar sus dimensiones e indicadores. En este caso, las variables de estudio fueron las expresadas en el siguiente cuadro:

Operacionalización de Variables

“Estudio de barotraumas en el personal de pilotos del grupo de entrenamiento aéreo n° 14 de la Aviación Militar Venezolana”

Objetivo	Definición conceptual	Definición Nominal	Definición Operacional	Instrumento
			Indicadores	
Determinar la incidencia de barotraumas en el personal de pilotos del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana en el período lectivo 2006-2007	Características sociodemográficas	Grupo etéreo	18 - 22	Pauta de información sociodemográfica
			23 - 27	
			≥ 27	
		Sexo	Femenino	
			Masculino	
		Horas de vuelo acumuladas	< 100	
			100 – 500	
			501 – 1.000	
			> 1.000	
		Categoría	Instructor	
			Piloto	
			Alumno	
	Grado	Oficial Superior		
		Oficial Subalterno		
	Barotraumas	Barotitis	Dolor ótico durante el ascenso	Rúbrica
			Dolor ótico durante el descenso	
			Dolor ótico después de aterrizar	
		Barosinusitis	Dolor en senos paranasales en el ascenso	
			Dolor en senos paranasales en el descenso	
			Dolor en senos paranasales después de aterrizar	
Barodontalgias		Dolor dental en el ascenso		
		Dolor dental en el descenso		
		Dolor dental después de aterrizar		
Altitud	Cantidad de pies s.n.m. en que se presentan barotraumas	0 – 5.000		
		5.001 – 10.000		
		10.001 – 15.000		
		15.001 – 20.000		

Fuente: Novel, Lady y Sojo, Elizabeth.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Al trazar una estrategia investigativa ante los hechos a investigar, debe formularse un modelo operativo que permita acercarse al objeto y conocerlo, para lo cual se elaboran sistemas de comprobación lo más confiables posible, etapa de la investigación que se denomina momento metodológico y que define el tipo de investigación que ha de realizarse para acercarse a los objetivos.

Es así que en cuanto a tipología, el presente estudio fue de tipo descriptivo, que como señalan Orozco, Labrador y Palencia (2002), es la modalidad en la que “...se establecen las frecuencias y/o proporciones y otras medidas descriptoras de un conglomerado respecto a las variables que constituyen el fenómeno a estudiar” (p. 9), ya que el objeto de estudio consistió en determinar la incidencia de barotraumas en un grupo de pilotos.

Diseño de Investigación

El conocimiento es un proceso intrínsecamente teórico-práctico, donde las ideas deben ser confrontadas con los hechos para poder afirmarlas o negarlas; de allí la importancia de trazar un modelo conceptual y operativo que permita efectuar tal cometido y el diseño de investigación se ocupa precisamente de esta tarea, pues su objetivo es “...proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo (Sabino, 2002, p. 125).

Atendiendo a tales premisas, el diseño de la presente investigación fue no experimental, que como señala Sierra (2004), es aquel en el que no se manipulan las variables, ya que las investigadoras recolectaron datos de una fuente de información, sin ejercer ningún tipo de intervención.

Al mismo tiempo, fue cuantitativa, que como indica el autor previamente citado es la investigación que permite "...cuantificar el fenómeno, tiene método definido, mide los resultados de la relación causa-efecto con preferencia numérica; es objetiva. (p.57), y, por último, de modalidad transeccional, estudio en el que la información es recolectada en un solo momento en el tiempo.

Población y Muestra

La población, según indica Tamayo (2004), es la totalidad de un fenómeno de estudio, ya que "Incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan en una determinada característica" (p. 176); en esta investigación, la población estuvo conformada en su totalidad por 65 miembros pertenecientes al Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, en la Base Aérea Escuela Mariscal Sucre.

Por otra parte la muestra, que según el autor previamente citado descansa en el principio que "...las partes representan al todo y por tanto reflejan las características que definen la población de la cual fue extraída, lo cual nos indica que es representativa" (Tamayo, 2004).

Por lo tanto, en este estudio, la muestra fue de tipo censal, definición aplicada a los casos en que se toma la población completa cuando ésta es de reducido tamaño. Sin embargo, en el momento técnico, es decir, cuando se aplicó el instrumento de recolección a dicha muestra, hubo de aplicarse un criterio de exclusión, que consistió en eliminar aquellos sujetos que no contestasen de manera correcta el cuestionario.

Por tal razón, finalmente, la muestra de estudio estuvo integrada por 3 pilotos, 9 instructores y 28 alumnos arrojando un total de 40 sujetos (61,53%) de estudio del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Las técnicas de recolección son los recursos metodológicos que permiten al investigador obtener la información que precisa; en este trabajo, teniendo en cuenta los

objetivos, variables e indicadores, la técnica fue la encuesta, que es la “...obtención directa de las personas y/o fuentes primarias de las informaciones, datos, puntos de vista o aspectos relevantes de un tema objeto de estudio” (Sierra, 2004, p. 71), la cual fue implementada mediante una reseña para consignación de identificación, de carácter obligatorio, del número de Cédula de Identidad, edad, sexo, horas de vuelo, categoría y grado a los fines de recabar datos sociodemográficos.

Asimismo, se utilizó el instrumento denominado rúbrica, considerado por San Martín (2003), como una pauta, minuta o tabla que permite aunar criterios, niveles de logro o descriptores, que en este caso estuvieron referidos a las experiencias barotraumáticas de los sujetos de estudio en atención a las cotas habituales de vuelo, expresadas en pies de altura sobre el nivel del mar. (Anexo 1)

Adicionalmente, se aplicó la técnica de observación, mediante la consulta de las historias clínicas de los individuos de la muestra que reposan en el Servicio de Sanidad Aeronáutica.

Validez del Instrumento

Tal y como coinciden los expertos en metodología (Sierra, 2004; Orozco y otros, 2002; Tamayo, 2004), todo instrumento, antes de su aplicación, debe ser sometido a una prueba de validez mediante la opinión de expertos, para verificar si los ítems o aspectos de dicho instrumento son válidos en cuanto a criterio, contenido y constructo. Para cumplir con esta exigencia, la rúbrica fue sometida al juicio de 2 Especialistas en Medicina Aeronáutica y el entrenamiento fisiológico que llegan a cabo los pilotos, un Metodólogo, quienes emitieron su juicio de manera positiva en lo concerniente a la rúbrica. (Anexo 2).

Procedimientos

Los procedimientos a seguir en la fase práctica de la investigación fueron los que siguen: en primer lugar, se aplicó a los sujetos de muestra la reseña de datos sociodemográficos y la rúbrica, para luego registrar los datos médico-odontológicos

recopilados en las historias clínicas consultadas. A continuación, se procesó toda la información obtenida para proceder a su tratamiento estadístico mediante la elaboración de cuadros y gráficos, con la ayuda del programa informático Excel, que permitieron la interpretación y análisis descriptivo de los hallazgos, así como la discusión de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Matriz de Datos Rúbrica

		<i>Pilotos</i>					<i>Instructores</i>					<i>Alumnos</i>				
		<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>Barotraumas</i>																
1	<i>A</i>	0	0	1	0	2	0	2	3	0	4	1	2	0	1	24
	<i>B</i>	0	1	0	0	2	3	1	1	0	4	3	1	0	0	24
2	<i>A</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	2	7	1	0	0	1	26
	<i>B</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	2	7	0	1	0	1	26
3	<i>A</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	9	2	1	0	0	25
	<i>B</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	9	3	0	0	0	25
<i>Barodontalgia</i>																

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Cuadro N° 1

Tabla de frecuencias de distribución de la muestra por grupos etáreos en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Grupos Etáreos					
	18 - 22		23 - 27		> 27	
	n	%	n	%	n	%
Pilotos	0	0	3	100	0	0
Instructores	0	0	4	44,44	5	55,55
Alumnos	1	3,57	26	92,85	1	3,57

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

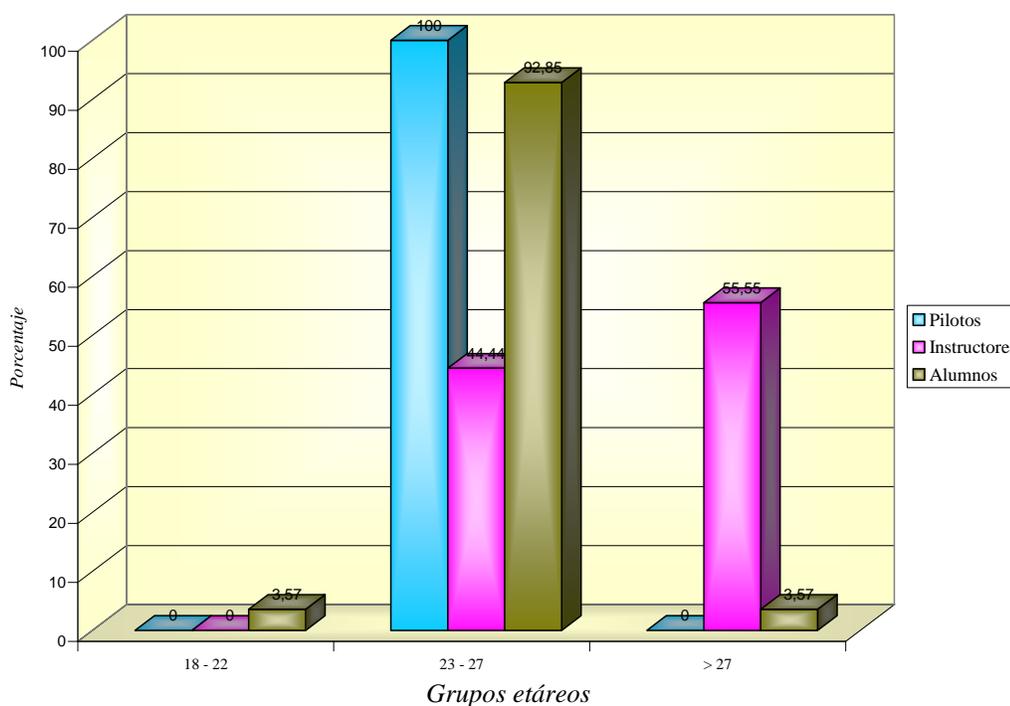


Gráfico N° 1. Diagrama de barras de distribución por grupo etáreo en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 1.

Análisis:

De acuerdo en lo expresado en el cuadro N° 1 se puede mencionar que la población se encuentra conformada por pilotos de 23-27 años de edad en un 100% (3), y entre las edades 18-22 y > 27 en un 0% (0), alumnos de 23-27 años de edad en un 92,85% (26), mientras que de 18-22 años representan 3,57% (1) y de > 27 es de 3,57% (1). En cuanto a los instructores se puede decir que el mayor porcentaje se ubica en las edades

comprendidas >27 con un 55,55% (5), luego para las edades de 23-27 representan el 44,44% (4) y entre 18-22 no fue significativo en un 0% (0).

Cuadro N° 2

Tabla de frecuencias de distribución de la muestra por sexo en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Sexo			
	Femenino		Masculino	
	n	%	n	%
Pilotos	0	0	3	100
Instructores	0	0	9	100
Alumnos	0	0	28	100

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

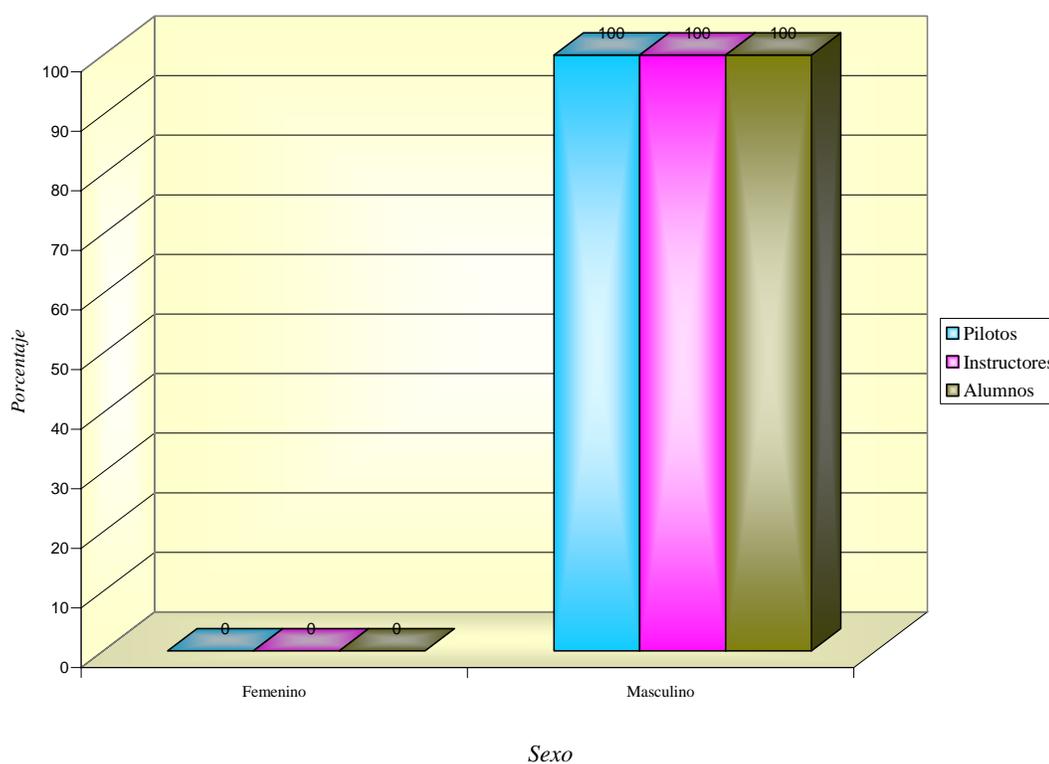


Gráfico N° 2. Diagrama de barra de la distribución según el sexo en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 2.

Análisis:

Según los datos obtenidos de la tabla N° 2 se puede observar que el total de la población esta representada en un 100% (40) del sexo masculino.

Cuadro N° 3

Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según las horas de vuelo acumuladas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	<i>Horas de Vuelo Acumuladas</i>							
	<100 horas		100-500 horas		5001-1000 horas		>1000 horas	
	n	%	n	%	N	%	n	%
Piloto	0	0	3	100	0	0	0	0
Instructores	0	0	5	55,55	1	11,11	3	33,33
Alumnos	24	85,71	4	14,28	0	0	0	0

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

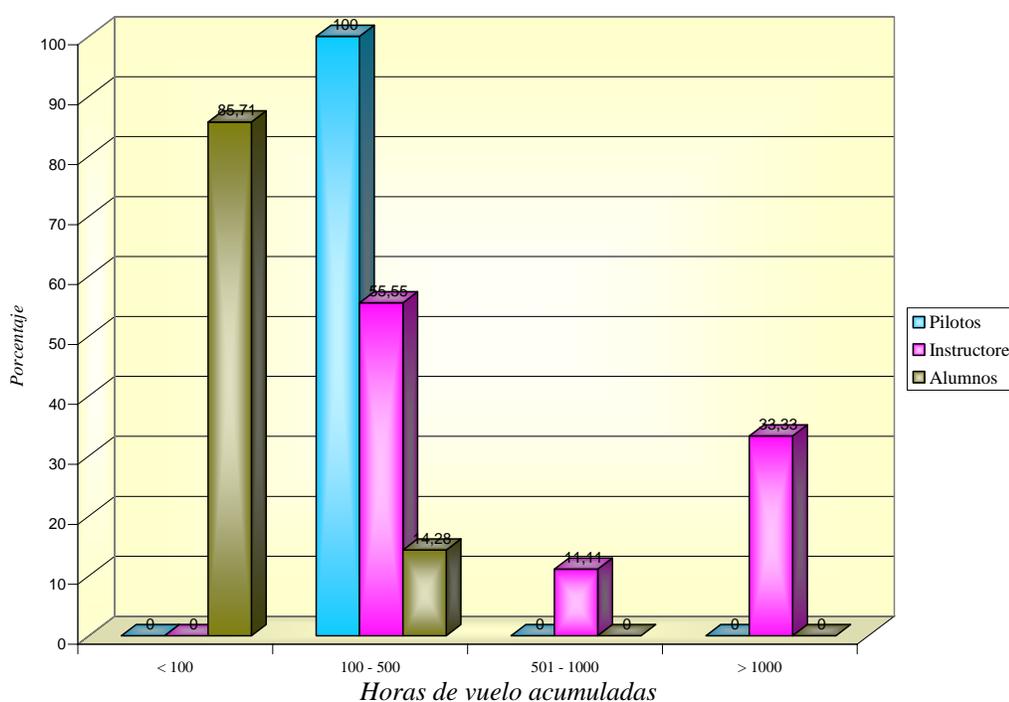


Gráfico N° 3. Diagrama de barras de distribución según las horas de vuelo acumuladas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 3.

Análisis:

Según la información contenida en el cuadro N° 3, se considera que los Pilotos con 100-500 horas de vuelo acumuladas representan el 100% (3), mientras que <100 horas de vuelo es el 0% (0), 501-1000 horas de vuelo acumuladas es el 0% (0), >1000 horas de vuelo acumuladas 0% (0). Para los Alumnos el mayor porcentaje es de 85,71% y lo

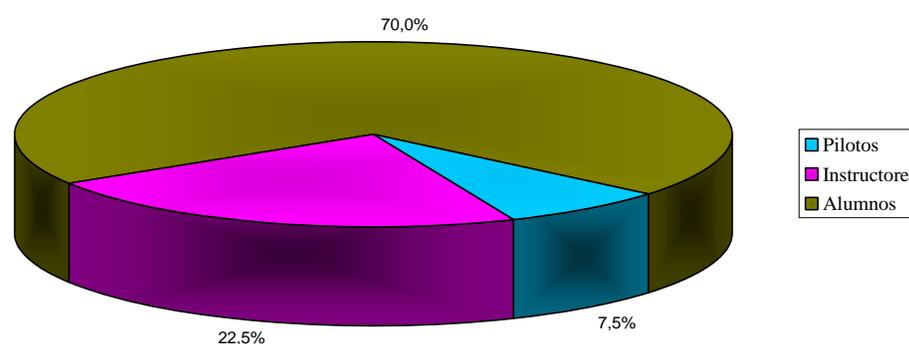
tienen los que poseen <100 horas de vuelo acumuladas, luego los que tienen de 100-500 horas de vuelo acumuladas.

Cuadro N° 4

Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según la categoría en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

<i>Categoría</i>		
<i>Sujetos</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Pilotos	3	7,5
Instructores	9	22,5
Alumnos	28	70

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.



Categoría

Gráfico N° 4. *Diagrama circular de la distribución de la categoría en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.* Fuente: Cuadro N° 4.

Análisis:

De acuerdo a la información observada en la tabla N° 4 se considera que la muestra esta distribuida de la siguiente forma un 70% (28) de alumnos, 22,5% (9) de instructores y finalmente un 7,5% (3) de pilotos.

Cuadro N° 5

Tabla de frecuencias de distribución de la muestra según su cargo jerárquico en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Grado	
	n	%
Oficial Superior	0	0
Oficial Subalterno	40	100

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

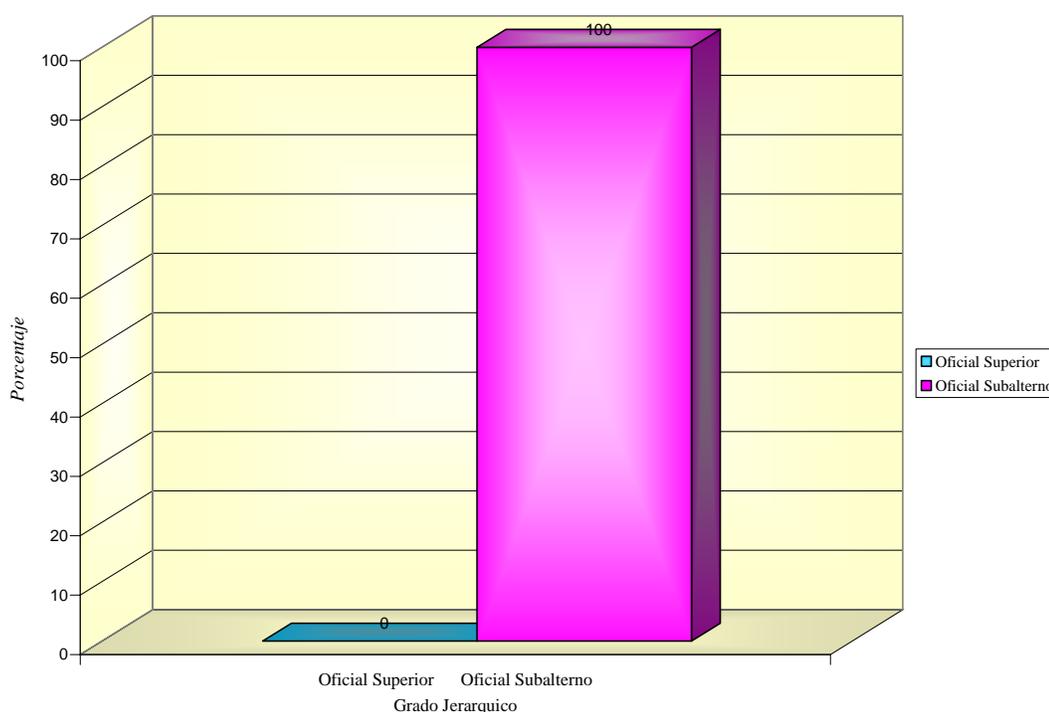


Gráfico N° 5. *Diagrama de barras de distribución según el cargo jerárquico en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.* Fuente: Cuadro N° 5.

Análisis:

Según la información en la tabla N° 5 se puede considerar que el 100% de la población se encuentra representada por oficiales subalternos.

Cuadro N° 6

Tabla de frecuencias de distribución de como se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007

<i>Barotraumas</i>		
	n	%
Barotitis	10	25
Barosinusitis	4	10
Barodontalgia	4	10
No se presenta	22	55

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

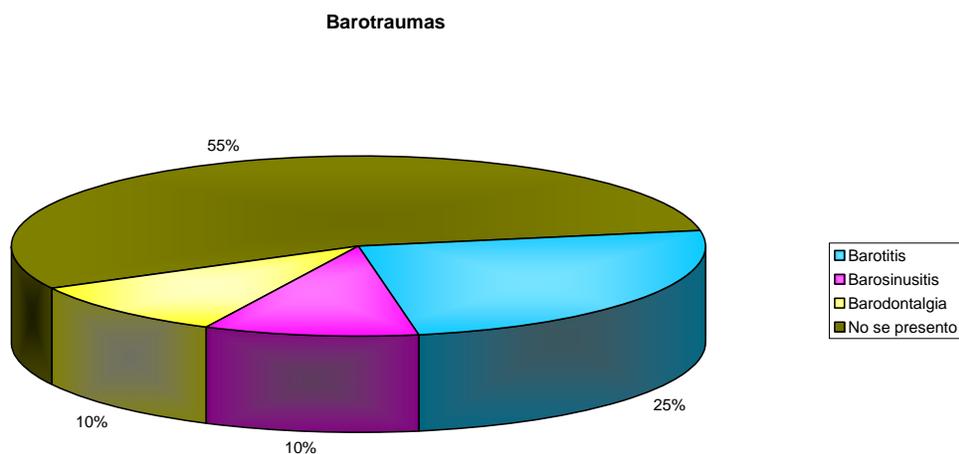


Gráfico N° 6. *Diagrama circular de distribución de como se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.* Fuente: Cuadro N° 6.

Análisis:

De acuerdo a los datos se encontró en el cuadro N° 6, se puede destacar que el barotrauma con mayor frecuencia es la barotitis el cual representa el 25% (10), para la barosinusitis 10% (4) y la Barodontalgia en 10% (4).

Cuadro N° 7

Tabla de frecuencias de distribución de la altura de donde se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Barotrauma	Altura de vuelo									
	20.000-15.001		15.000-10.001		10.000-5.001		5.000-0		Ninguna	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Barotitis	1	2,5	4	10	4	10	1	2,5	30	75
Barosinusitis	1	2,5	0	0	0	0	3	7,5	36	90
Barodontalgia	3	7,5	1	2,5	0	0	0	0	36	90

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

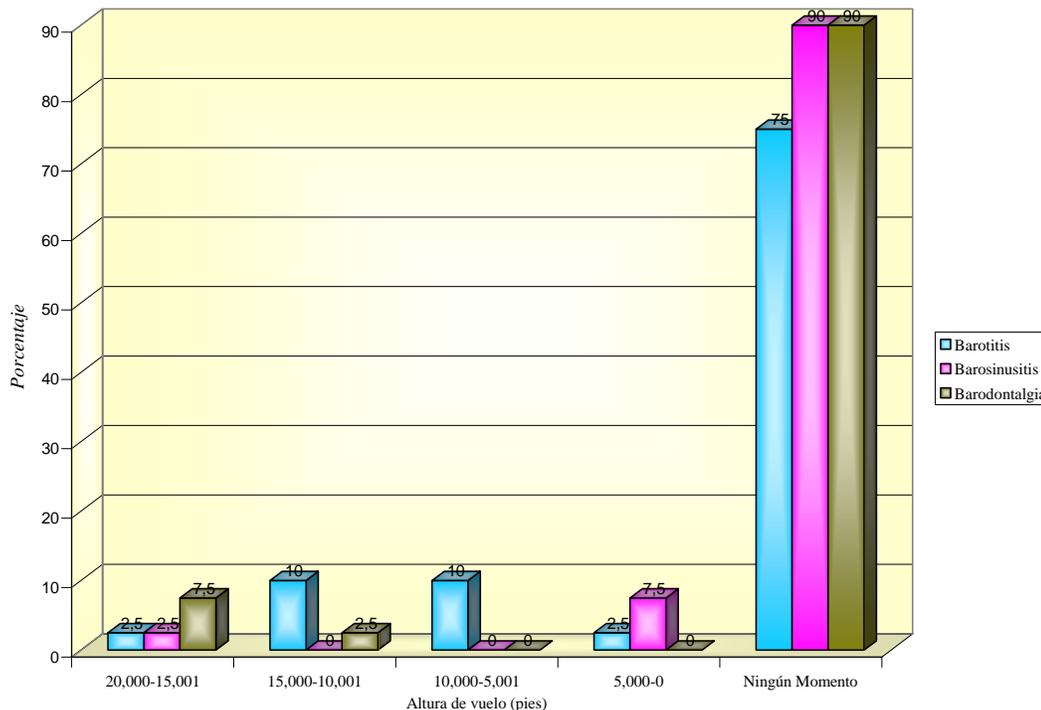


Gráfico N° 7. Diagrama de barras de distribución de la altura de donde se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 7.

Análisis:

En cuanto a los datos presentados en el cuadro N° 7 podemos mencionar que el 75% (30) no presento dolor ótico, un 10% (4) presento dolor ótico a una altura de 10.000-5.001 pies, otro 10% (4) lo reflejo a la altura de 15.000-10.001 pies, un 2,5% (1) presento la barotitis a una altura de 20.000-15.001 pies y el otro 2,5% (1) restante lo padeció a una altura de 5.000-0 pies. Para la barosinusitis un 90% (36) de la población no ha experimentado este tipo de algia, un 75% (3) presento la barosinusitis a una altura de 5.000-0 pies, otro 2,5% (1) la experimento a una altura de 20.000-15.001 pies. En la barodontalgia el 90% (36) de la población no presento el dolor a una altura de 20.000-15.001 pies y otro 2,5% (1) lo padeció a una altura de 15.000-10.001 pies.

Cuadro N° 8

Tabla de frecuencias de distribución del momento de donde se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Barotrauma	<i>Momento del dolor</i>									
	Durante el ascenso		Horas después de aterrizar		Durante el aterrizaje		Durante el descenso		En ningún momento	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Barotitis	6	15	3	7,5	1	2,5	0	0	30	75
Barosinusitis	0	0	1	2,5	0	0	3	7,5	36	90
Barodotalgia	4	10	0	0	0	0	0	0	36	90

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

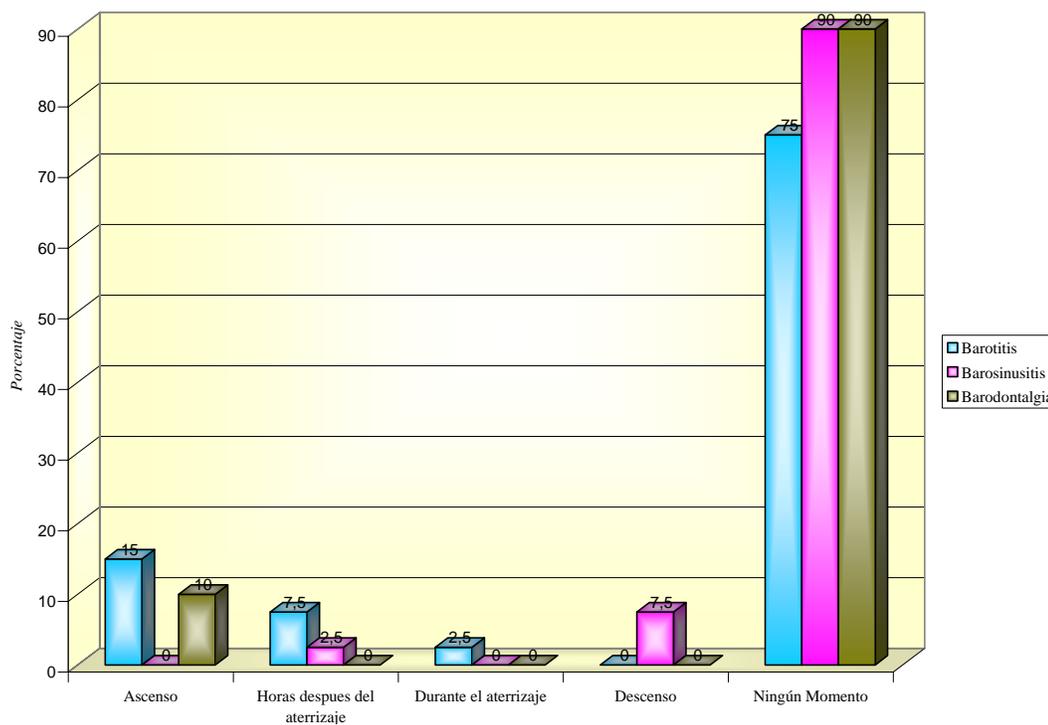
*Momento del dolor*

Gráfico N° 8. *Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan los barotraumas en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.* Fuente: Cuadro N° 8.

Análisis:

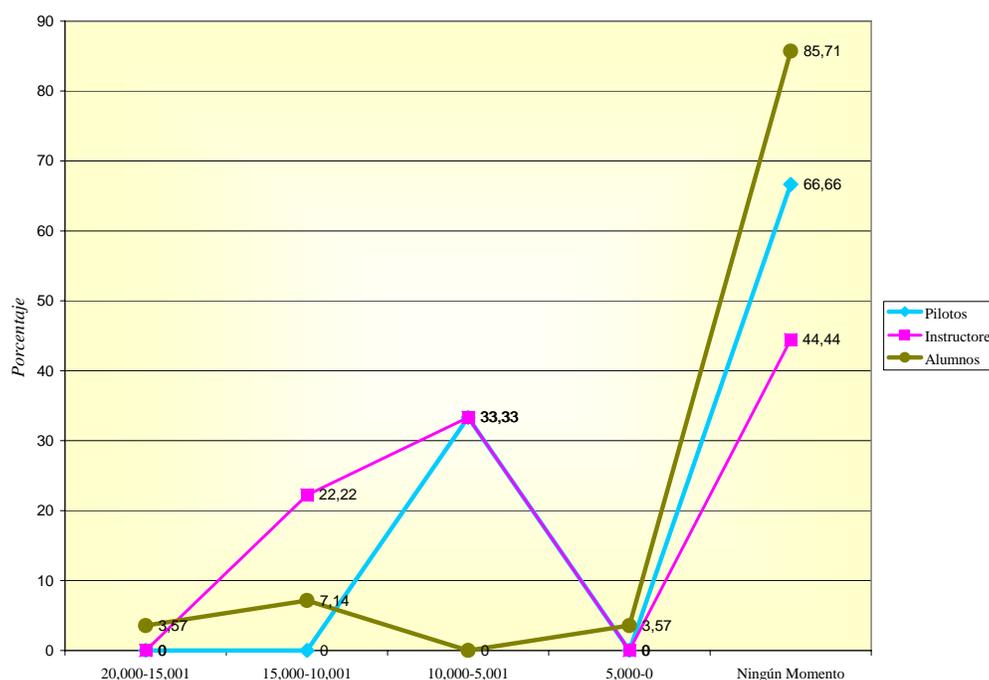
Según la información obtenida en el cuadro N° 8 refleja el 75% (30) de la población no presento dolor ótico, un 15% (6) presento el dolor ótico durante el ascenso, un 7,5% (3) manifestó padecerlo después de haber aterrizado y un 2,5% (1) refiere que el dolor se le presento durante el aterrizaje. En cuanto a la barosinusitis el 90% (36) de la población no ha padecido el algia, mientras que un 7,5% (3) refiere haber padecido dolor en los senos paranasales durante el ascenso y el otro 2,5% (1) restante lo presento después de haber aterrizado. Para la barodontalgia el 90% (36) de la población estudiada no presento la patología, mientras que un 10% (4) la presento durante el ascenso.

Cuadro N° 9

Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor ótico en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Altura de vuelo									
	20.000-15.001		15.000-10.001		10.000-5.001		5.000-0		Ninguna	
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pilotos	0	0	0	0	1	33,33	0	0	2	66,66
Instructores	0	0	2	22,22	3	33,33	0	0	4	44,44
Alumnos	1	3,57	2	7,14	0	0	1	3,57	24	85,71

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.



Altura de vuelo

Gráfico N° 9. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor ótico en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 9.

Análisis:

De acuerdo a lo expresado en el Cuadro N° 9, el dolor ótico o barotitis se ha presentado solamente en un alumno 3,57% (1) a una altura de 20.000-15.001 pies de altura, mientras que entre 15.00 y 10.001 pies 22,22% (2) de los instructores y 7,14% (2) de los alumnos también han experimentado este tipo de algia, destacando el hecho que 66,66%

(2) de los pilotos, 44,44% (4) de los instructores y 85,71% (24) de los alumnos no ha sufrido dolor de oídos a ninguna altura de vuelo.

Cuadro N° 10

Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor de oídos en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

<i>Sujetos</i>	<i>Momento del dolor</i>									
	Durante el ascenso		Horas después de aterrizar		Durante el aterrizaje		Durante el descenso		En ningún momento	
	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
Pilotos	0	0	1	33,33	0	0	0	0	2	66,66
Instructores	3	33,33	1	11,11	1	11,11	0	0	4	44,44
Alumnos	3	10,71	1	3,57	0	0	0	0	24	85,71

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

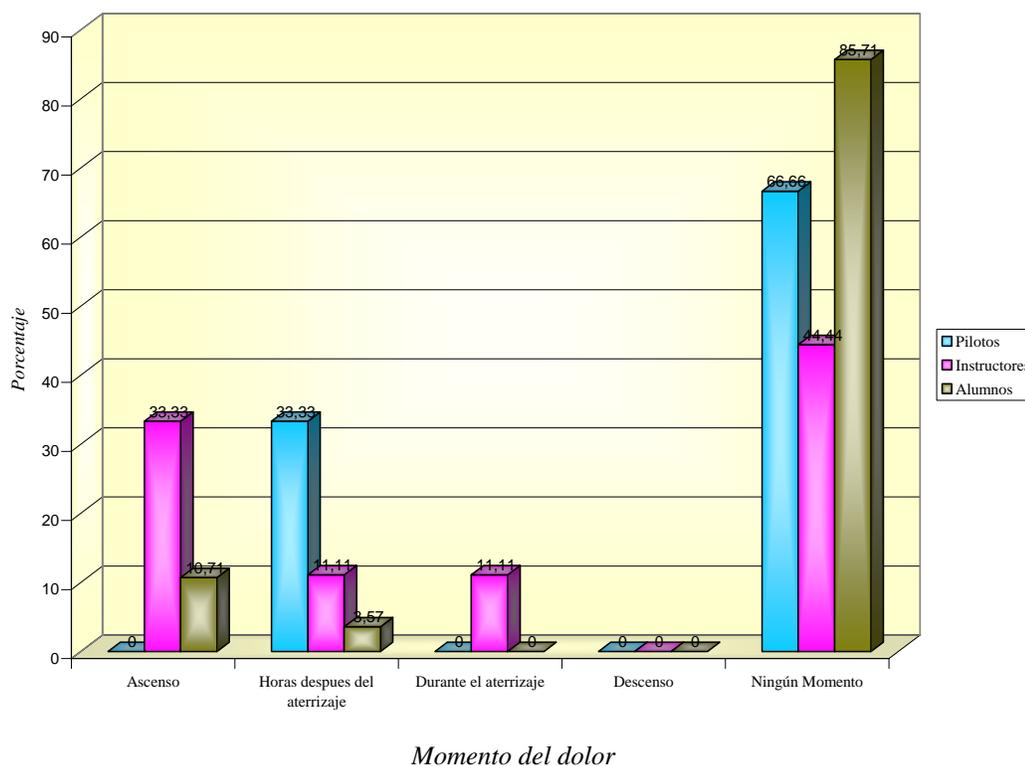


Gráfico N° 10. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor ótico en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 10.

Análisis:

El Cuadro N° 10 expresa que el momento en que más se presenta el dolor ótico es durante el ascenso, ya que el 33,33% (3) de los instructores y el 10,71% (3) de los alumnos seleccionaron dicha opción, si bien para el 33,33% (1) de los pilotos, el 11,11% (1) de los instructores y 3,57% (1) de los alumnos la barotitis continúa después de haber aterrizado, en tanto que el 66,66% (2) de los pilotos, el 44,44% (4) de los instructores y el 85,71% (24) de los alumnos expresó no haber experimentado dolor en los oídos en ningún momento.

Cuadro N° 11

Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor en senos paranasales en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Altura de vuelo									
	20.000-15.001		15.000-10.001		10.000-5.001		5.000-0		Ninguna	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pilotos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100
Instructores	0	0	0	0	0	0	2	22,22	7	77,77
Alumnos	1	3,57	0	0	0	0	1	3,57	26	92,85

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

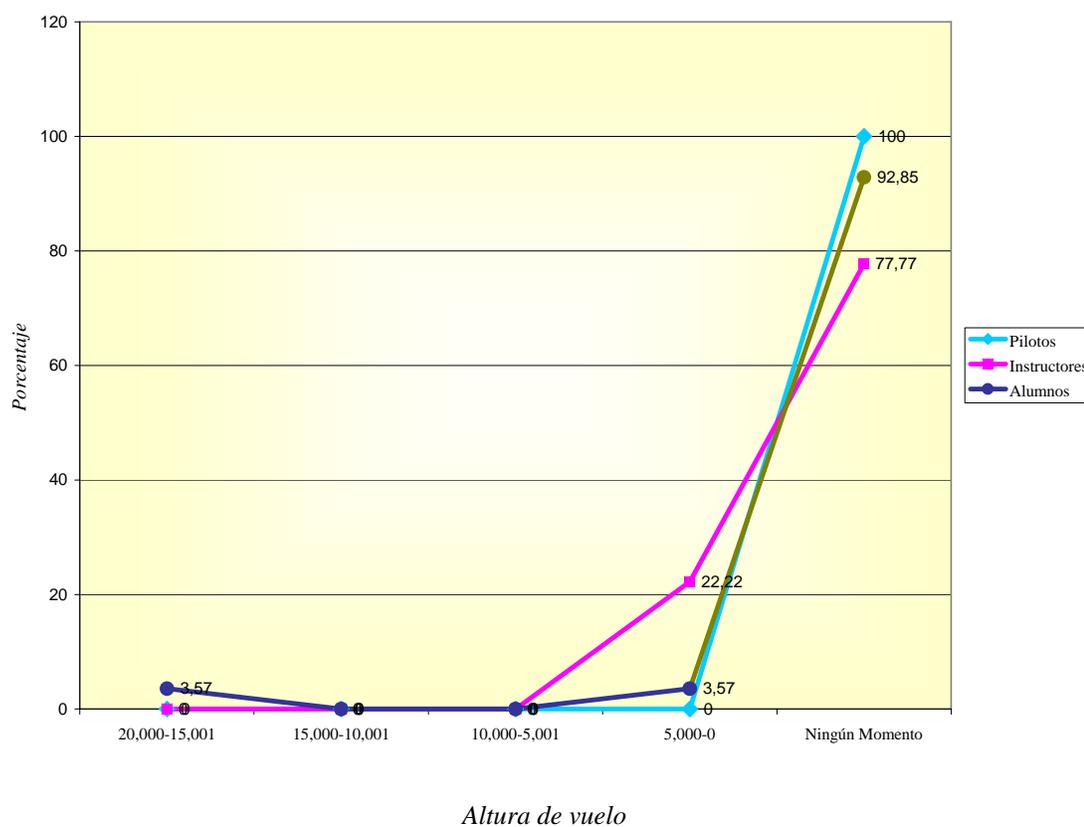


Gráfico N° 11. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor en los senos paranasales en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 11.

Análisis:

Según los datos contenidos en el Cuadro N° 11, el 100% (28) de los pilotos no ha experimentado dolor en los senos paranasales o barosinusitis a ninguna altura de vuelo, en tanto que el 22,22% (2) de los instructores lo ha sufrido entre 5.000 y 0 pies de altura, al igual que el 3,57% (1) de los alumnos.

Cuadro N° 12

Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor en los senos paranasales en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Momento del dolor									
	Durante el ascenso		Horas después de aterrizar		Durante el aterrizaje		Durante el descenso		En ningún momento	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pilotos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100
Instructores	0	0	0	0	0	0	2	22,22	7	77,77
Alumnos	0	0	1	3,57	0	0	1	3,57	26	92,85

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

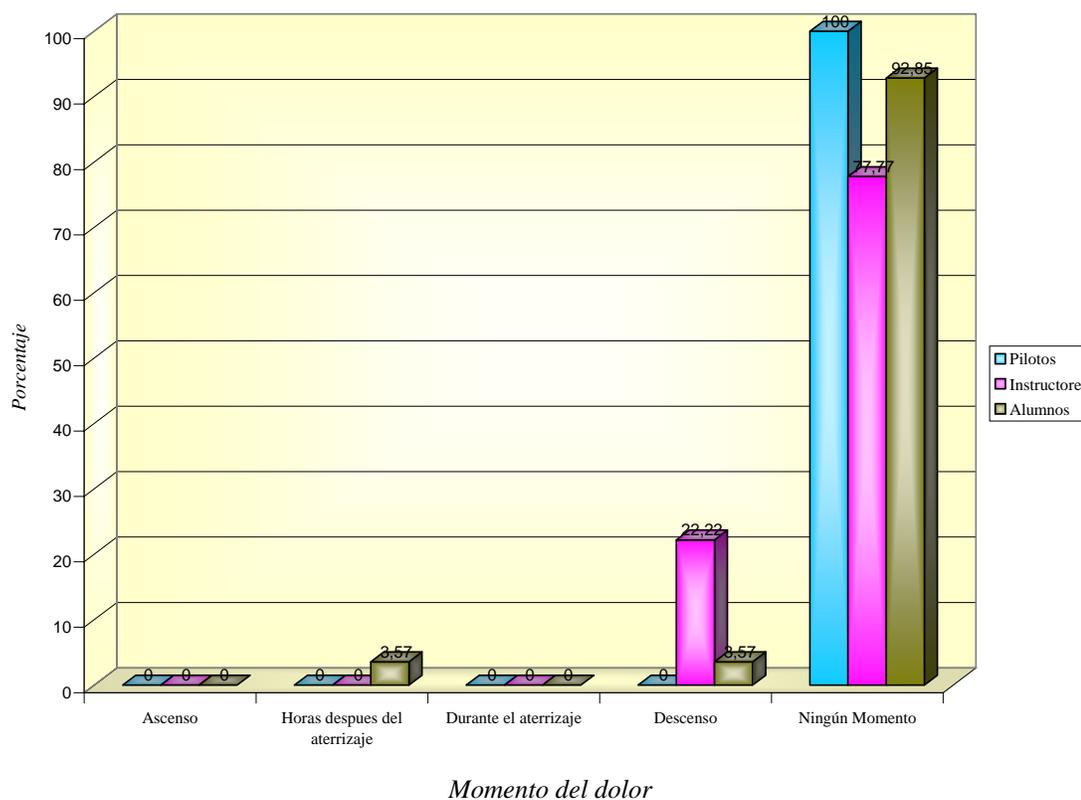


Gráfico N° 12. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor en los senos paranasales en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 12.

Análisis:

Tal como se muestra en el Cuadro N° 12, el dolor paranasal o barosinusitis es experimentado por el 22,22% (2) de los instructores durante el descenso, al igual que el 3,57% (1) de los alumnos, si bien en el 3,57% (1) de estos últimos dicha algia permanece aún después de haber aterrizado. Cabe destacar que el 100% de los pilotos manifestó que no ha experimentado dolor en los senos paranasales en ningún momento.

Cuadro N° 13

Tabla de frecuencias de altura de vuelo donde se presenta el dolor dental en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Altura de vuelo									
	20.000-15.001		15.000-10.001		10.000-5.001		5.000-0		Ninguna	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pilotos	1	33,33	0	0	0	0	0	0	2	66,66
Instructores	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100
Alumnos	2	7,14	1	3,57	0	0	0	0	25	89,28

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.

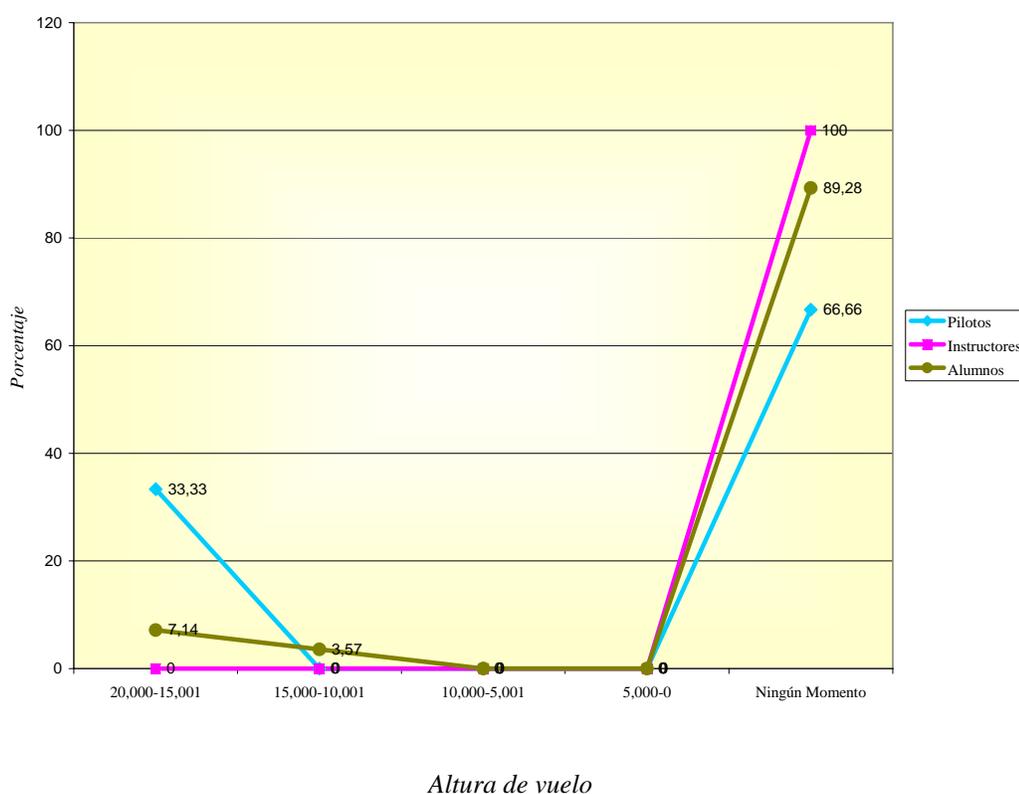


Gráfico N° 13. Polígono de frecuencia de altura de vuelo en la que se presenta dolor dental en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 13.

Análisis:

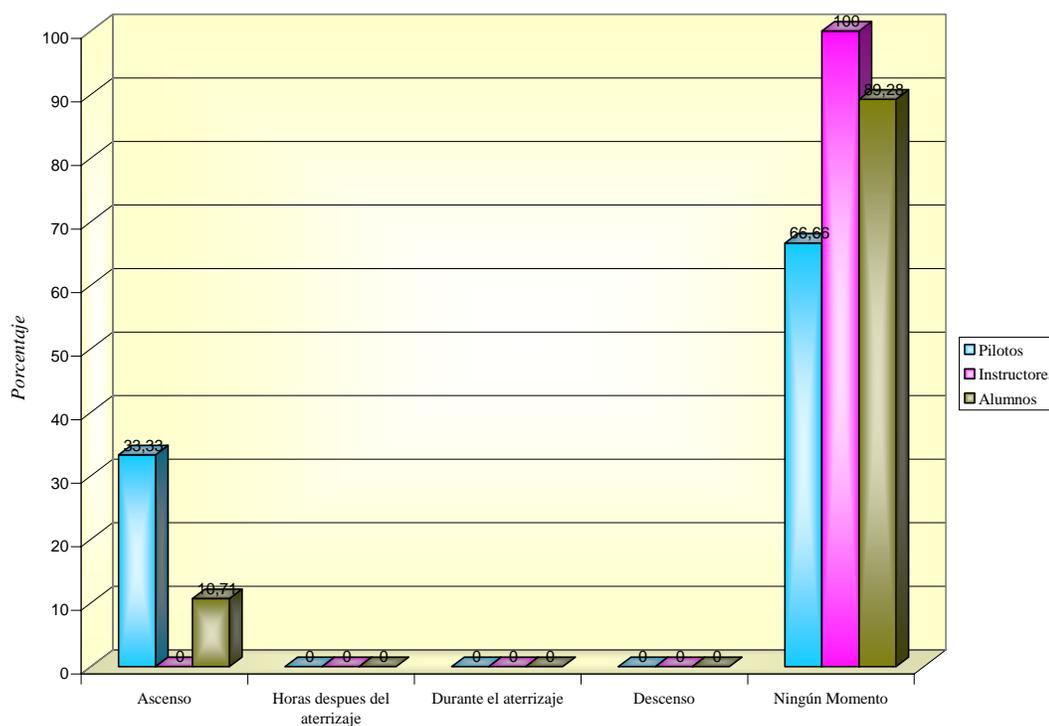
En el Cuadro N° 13 se puede apreciar que el 33,33% (1) de los pilotos y el 7,14% (2) de los alumnos ha experimentado barodontalgias a 20.000-15.001 pies de altura, y, entre estos últimos, también el 3,57% (1) ha tenido dolor dental entre 15.000 y 10.001 pies; el 100% de los instructores no ha experimentado tal dolor a ninguna altura de vuelo.

Cuadro N° 14

Tabla de frecuencias de momento en que se presenta el dolor dental en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007.

Sujetos	Momento del dolor									
	Durante el ascenso		Horas después de aterrizar		Durante el aterrizaje		Durante el descenso		En ningún momento	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pilotos	1	33,33	0	0	0	0	0	0	2	66,66
Instructores	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100
Alumnos	3	10,71	0	0	0	0	0	0	24	89,28

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14, marzo 2007.



Momento del dolor

Gráfico N° 14. Diagrama de barras de distribución del momento de donde se presentan el dolor dental en el Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, marzo 2007. Fuente: Cuadro N° 14.

Análisis:

El Cuadro N° 14 permite comprobar, por una parte, que el 100% (9) de los instructores no ha sufrido dolores dentales en ningún momento, así como que el 33,33% (1) de los pilotos ha experimentado barodontalgia durante el ascenso, al igual que el 10,71% (3) de los alumnos.

Matriz de Datos Historias Clínicas

<i>Sujetos</i>	<i>Nº</i>	<i>Antecedentes óticos</i>	<i>Antecedentes paranasales</i>	<i>Antecedentes dentales</i>
Pilotos	1	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, agenesia
	2	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, ausencias Ausencias, obturaciones, obturaciones defectuosas, caries
	3	Ninguno	Ninguno	
Instructores	1	Ninguno	Ninguno	Obturaciones
	2	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, ausencias Ausencias, caries, obturaciones defectuosas
	3	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, ausencias
	4	Infección	Ninguno	Obturaciones, ausencias
	5	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, recidivas Caries, obturaciones, ausencias
	6	Ninguno	Ninguno	Ausencias, obturaciones, caries
	7	Ninguno	Ninguno	Ausencias, caries, obturaciones
	8	Ninguno	Ninguna	Caries, obturaciones defectuosas, fluorosis
	9	Ninguno	Ninguno	
Alumnos	1	Ninguno	Ninguno	Ausencias, caries, obturaciones
	2	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, tto de conducto Caries, obturaciones, obturaciones defectuosa
	3	Ninguno	Ninguno	

<i>Sujetos</i>	<i>Nº</i>	<i>Antecedentes óticos</i>	<i>Antecedentes paranasales</i>	<i>Antecedentes dentales</i>
	4	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, obturaciones defectuosas
	5	Ninguno	Ninguno	Obturaciones
	6	Ninguno	Ninguno	Obturaciones
	7	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, exodoncias, caries, obturaciones defectuosas
	8	Ninguno	Estornudos frecuentes, escozor nasal	Obturaciones, ausencias
	9	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, ausencias
	10	Sensación oídos tapados	Ninguno	Obturaciones defectuosas
	11	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, caries, desgastes
	12	Ninguno	Ninguno	Obturaciones
Alumnos	13	Ninguno	Compromiso importante de la ventilación nasal	Obturaciones
	14	Ninguno	Ninguno	Obturaciones
	15	Ninguno	Problemas nasales	Obturaciones
	16	Ninguno	Sinusitis	Ausencias, obturaciones
	17	Ninguno	Ninguno	Ausencias, obturaciones, caries
	18	Ninguno	Ninguno	Caries, obturaciones, obturaciones defectuosas
	19	Ninguno	Ninguno	Obturaciones, tto. de conducto
	20	Ninguno	Ninguno	Extracción indicada
	21	Sensación de oídos tapados	Ninguno	Caries, Obturaciones
	22	Ninguno	Ninguno	Extracción indicada, obturaciones

<i>Sujetos</i>	<i>Nº</i>	<i>Antecedentes óticos</i>	<i>Antecedentes paranasales</i>	<i>Antecedentes dentales</i>
	23	Ninguno	Ninguno	Ausencias, obturaciones
	24	Ninguno	Ninguno	Ausencias, obturaciones
Alumnos	25	Ninguno	Ninguno	Ausencias, obturaciones
	26	Ninguno	Ninguno	Obturaciones defectuosas
	27	Ninguno	Ninguno	Caries
	28	Ninguno	Ninguno	Obturaciones

Fuente: Datos recolectados por las investigadoras en el Grupo de Entrenamiento Nº 14, marzo 2007.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la información proporcionada mediante el instrumento rúbrica, se pudo confirmar que del total de la muestra consultada, el 25% ha sufrido barotitis, un piloto 10%, cinco instructores 50% y cuatro alumnos 40%, resultados estos que se asemejan a los encontrados por Goitía y cols (2000), quienes encontraron en una muestra de 137 pilotos que en el 85% de los casos se presentó este tipo de barotrauma.

Ahora bien, resulta de interés verificar la asociación con patologías previas del oído en el universo estudiado, por lo cual al remitirse a la matriz de datos tomados de las historias clínicas de estos sujetos, se pudo constatar que entre los instructores se verificó un antecedente de infección, mientras que entre los alumnos se verificaron dos (2) casos de antecedentes de problemas óticos, por lo cual la etiología en estos casos se presume sea debida a las condiciones previas del órgano y el comportamiento de los gases como respuesta a la altura, ya que como expresan los autores previamente mencionados, el oído es una cavidad llena de aire cuya presión únicamente puede igualarse a la barométrica cuando se abre la trompa de Eustaquio.

En este contexto, es importante indicar que los efectos sobre el oído medio producidos por el ascenso, aunque pueden variar de un individuo a otro, tuvieron coincidencia en los casos detectados de barotitis, ya que, en el caso del piloto, el dolor se presentó durante el ascenso y específicamente a partir de los 10.000 pies de altura, mientras que en el caso de los instructores hubo variaciones, pues tres de ellos experimentaron barotitis a partir de los 10.000 pies y dos a partir de 15.00 pies, dolor que se manifestó en dos de ellos durante el ascenso y en uno se mantuvo horas después de haber aterrizado. En el caso de los alumnos, uno experimentó dolor ótico entre 20.000 y 15.001 pies y dos entre 15.000 y 10.001 pies de altura, siempre durante el ascenso, aunque en un alumno el dolor persistió después del aterrizaje.

Pasando a la revisión de los resultados con respecto a la prevalencia del dolor de senos paranasales, se apreció una incidencia del 10% en el total de la muestra, 50% en instructores y 50% en alumnos, hallazgo este similar al encontrado por Goitía y otros (ob.cit.), que en estudio realizado con 137 pilotos, detectaron 8% de prevalencia de este barotrauma.

A lo expuesto se suma que, al cotejar los datos provenientes de las historias clínicas de los miembros del Grupo de Entrenamiento Aéreo N° 14 de la Aviación Militar Venezolana, se establece un vínculo cierto en el caso de los alumnos, pues dos de ellos han referido compromiso de la ventilación nasal y problemas nasales no definidos, respectivamente, mientras que el alumno que presenta la patología sinusitis no reportó dolor de este tipo durante su entrenamiento.

Ya en el caso de los instructores, en las respectivas anamnesis no se verificaron antecedentes paranasales; por tanto, se deduce que tal tipo de dolor tendría su origen en la reacción de los gases contenidos en estas cavidades ante los cambios de la presión atmosférica, especialmente durante el descenso, donde como refiere Safer (2002), el aire allí atrapado es menos denso que el aire del exterior, tendiendo éste a entrar en la cavidad con menor presión, provocando el dolor.

La afirmación precedente resultó confirmada en este estudio, por cuanto todos los sujetos que refirieron dolor paranasal coincidieron en seleccionar las opciones durante el descenso, entre los 5.000 y 0 pies de altura.

Ya en materia de barodontalgias, se verificó que este barotrauma tuvo una prevalencia del 10% en el total de la muestra, presentándose la casuística predominante entre los alumnos, con una tasa global del 75%, representada en tres (3) sujetos, en tanto que entre los pilotos se presentó solo un caso 25%, resultados que pueden ser asimilados a los encontrados por González, Martínez y Bullón (2002), quienes en una muestra conformada por 506 sujetos con responsabilidad en vuelo militar, encontraron una prevalencia de 2,63%.

Asimismo, verificando los datos tomados de las historias clínicas, se verificó que en dos de los alumnos que refirieron barodontalgia el tratante indicó extracción dental, en otro hay tratamiento de conductos y el restante presenta obturaciones defectuosas, elementos de relevancia para este estudio pues ratifican la teoría según la cual condiciones de compromiso pulpar originan liberación y expansión de los gases en el tejido, especialmente del nitrógeno, con el consiguiente aumento de la presión dentro de la cámara pulpar, fenómeno que genera el dolor dental, primordialmente a grandes alturas, donde la presión atmosférica es más baja, lo que coincide con lo expresado por

los alumnos referidos, quienes seleccionaron las mayores alturas en pies como momento de aparición del dolor, durante el ascenso.

Adicionalmente, se encontró que en la consulta de la historia clínica del único piloto que expresó dolor dental durante su entrenamiento, se verificaron obturaciones defectuosas, lo que unido a la circunstancia de aparición del dolor en el ascenso, a más de 10.000 pies de altura, permite suponer que el barotrauma está vinculado a procesos pulpares en progreso.

CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis de los resultados de las características sociodemográficas se pudo constatar que la población de esta investigación se encuentra representada de la siguiente manera: Un 100% del sexo masculino, oficiales subalternos, de los cuales el 70% (28) estuvo conformado por alumnos, un 22,5% (9) por instructores y el 7,5% (3) de pilotos. En relación a la edad el mayor porcentaje fue entre 23-27 años de edad, por su parte las horas de vuelo acumuladas en su mayoría se ubicaron entre las 100 -500 horas.

En cuanto a la incidencia de la barotitis fue de 25% (10) del total de la población entre los parámetros de altitud están 15000-10001 y 10000-5001 pies de altura quedando una estrecha relación con el momento donde se presentó el dolor ya que según el instrumento aplicado es durante el ascenso.

Por su parte las estadísticas de la recurrencia de la barosinusitis arrojó que un 10% (4) de la totalidad de la muestra a una altura promedio de 5000-0 pies de altura en un 7,5% (3) coincidiendo que el dolor se generó en el momento del descenso.

En la interpretación de los resultados acerca de la casuística de Barodontalgias se pudo verificar que el número de casos registrados fueron 4 equivalentes al 10% registrándose éstas algias con mayor frecuencia entre los 20.000-15.001 pies de altura con un promedio de 7,5% (3) creando un concordancia con el momento en que se presenta el dolor.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las observaciones que se derivan de las conclusiones, se sugiere que:

Realizar este estudio con una población más extensa o a través de un estudio cualitativo a fin de determinar con mayor nivel de confiabilidad los resultados obtenidos.

Designar por cada grupo aéreo un médico especializado para que se le realice una evaluación clínica inmediatamente luego del aterrizaje a todos aquellos pilotos que están de manera activa en vuelo, así como se lleva a cabo a nivel internacional este procedimiento.

Afianzar los conocimientos del personal piloto acerca de los barotraumas, causas, posibles consecuencias y manejo de la situación.

Incrementar el número de controles médicos odontológicos que se le realiza al personal piloto.

Otorgar mayor importancia dentro del pensum de estudios de la carrera de odontología al estudio de los barotraumas como problema de salud estomatognática.

Crear un proyecto en el cual se contemple la necesidad de formar en la Aviación Militar Venezolana una nueva especialización como lo es la Odontología Aeronáutica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, C., Velasco, C. Del Valle, J. (1999). Disbarismos del aviador. *Jano*. 29(6): 1143-1150.
- Alvarado, N., Montoya, J. (1999) SPECT cerebral en disbarismos. *Nuclear Medicine*. 8(1): 23-25
- Andrews, G., Holton, C. (1997) *Leovy Middle Atmosphere*. Nueva York: Academic Press.
- Battestini, R., Pons, M., Betés, R., Gómez, J., Puigdollers, N., San Román, C. (2000) *Enfermedades por agentes físicos*. (Documento en línea) Disponible en: http://www.contusalud.cl/agentes_físicos_enf&enf.000012876.pdf. (Consulta: 2007, enero 17).
- Calder, M., Ramsey, D. (1983) Odontocrexis; the effects of rapid descompresion on restored teeth. *J Dent*. 11: 318-323
- Cameron, R. (2000) Military Tactics to Corporate Interviewing Strategy. *Aerospace Power Journal*. 23: 16-20
- Desola, J. (1995) Enfermedades disbáricas – Disbarismos. *Rev Clin Esp*. 195(11):741-742.
- Directiva AV/D 5-13 (2005). 11 de abril de 2005.
- Directiva AV/D 2-5-13 (2005). Serie 2. 27 de abril de 2005
- Domínguez, J. (2000) *Comportamiento de los gases inertes en organismos sometidos a presión*. En: Fundamentos de Fisiología. Buenos Aires: Ateneo.
- García, M., Guinart, D., Gutiérrez, R. (2005) *Barotraumatismos de oído relacionados con la aviación*. (Resumen en línea) Disponible en: <http://www.ccmh.com/revistaOBH/barotraumas/garcíallano.pdf>. (consulta: 2007, enero 27)
- García, R. (1999) *Fisiopatología Clínica de las Barodontalgias*. Madrid: Facultad de Odontología, Universidad Complutense. (Resumen en línea) Disponible en: http://www.uc.edu.es/tesinas/fao/PD16_99.pdf. (Consulta: 2007, enero 15)

- Goitía, A., Estelles, A., Aguirre, J., Del Prado, M., Alonso, O., Olmos, M., Larrea, A., Merino, C. (2000) *Revisión de 137 casos de disbarismo*. (Resumen en línea) Disponible en: http://www.semae.org/mayo_2000.htm (Consulta: 2007, enero 21).
- Goitía, A., Gorostiza, J., Aguirre, J., De Prado, M., Estelles, A., Zurita, A., Millán, J. (2000) Aspectos médicos de la aviación comercial. *Semergen*. 25(9): 806-817
- González, M., Martínez, A., Bullón, P. (2003) Prevalencia de las barodontalgias y su relación con el estado bucodental en el personal con responsabilidad en vuelo militar. *Med oral patol oral cir bucal*. 9(2)
- González M., Machuca, M. Bullón, P. (s/f) *Hipótesis fisiopatológicas de las barodontalgias*. (Mimeografiado)
- Herrera, M. (2000) *Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente*. Caracas: COBO
- Howard, M. (1996) *El concepto del poder aéreo*. (Documento en línea) Disponible en: <http://www.airpower.au.af.mil/apjinternational/apj-s/1996/2trimes96/howard.html>. (Consulta: 2007, enero 20)
- Lucena, S. (2004) *Descompresión*. Presentación en Power Point.
- Lucena, S. (2006) *Atmósfera y espacio*. Presentación en Power Point.
- Monteza, J.C. (2001) Eventos aeromédicos frecuentes entre tripulantes de vuelo. *Empuje*. 74: 11-12
- Organización Mundial de la Salud (2004) *Informe sobre patologías laborales*. (Informe en línea) Disponible en: <http://www.who.org/spanish/patologías-laborales/2002-2003.html>. (Consulta: 2007, enero 15)
- Orozco, C., Labrador, M., Palencia, A. (2002) *Metodología*. Valencia: OFIMAX.
- Overby, S. (2002) Leadership Lessons from the Modern Military. *CIO Magazine*, 15(1): 6-8
- Richalet, J., Rathat, Ch. (1997) *Patologías y altitud*. México: Médica Panamericana.
- Ríos, F. (2001) *Modificaciones fisiopatológicas y psicológicas en la altitud y su significado en medicina aeronáutica*. Madrid: Facultad de Medicina Universidad Complutense. (Resumen en línea) Disponible en: http://www.uc.edu.es/tesinas/fame/RS14_01.pdf. (Consulta: 2007, enero 15)
- Ríos, F., Azofra, J. (1994) Aspectos Aeromédicos de los viajes por vía aérea. *Med Aer Amb*. 1(1):16-22.

- Robichaud, R., McNally, M. (2005) *Diagnóstico diferencial de la barodontalgia: síntomas y signos*. (Resumen en línea) Disponible en: <http://www.cda-adc.ca/jcda/vol-71/issue-1/39.pdf>. (Consulta: 2007, enero 20)
- Safer, D. (2002) *Barotraumas*. (Artículo en línea) Disponible en: <http://www.mass.gen.hosp.us/article/barotrauma/dsafer.html>. (Consulta: 2007, enero 24)
- Salas, E. (2000) *Aerombolismo*. (Artículo en línea) Disponible en: <http://www.stps.gob.mx/312/proyecto/nor014.htm>. (Consulta: 2006, diciembre 14).
- San Martín, A. (2003) *¿Qué es una rúbrica?* (Consulta en línea) Disponible en: http://www.metodologia.mx/rmm.cl/index_sub.phpintid_contenido4458portal=512.htm. (Consulta: 2007, febrero 10)
- Tamayo y Tamayo, M. (2004) *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa
- Tso, E. (1992) High-altitude illness. *Emerg Med Clin North Am*. 10(2): 231-233.
- Velasco, C., Alonso, C. (1987) Problemas médicos en los vuelos transmeridianos. *Revista de Aeronáutica y Astronáutica*. 3: 893-895.
- Zadik, Y., Zapnick, L., Barenboim, E., Einy, S., Goldstein, L. (2004) Zapnick y cols (2004). *Incidencia y etiología de barodontalgia en la Fuerza Aérea Israelí*. (Resumen en línea) Disponible en: http://iadr.confex.com/iadr/technoprogram/abstract_51693.htm. (Consulta: 2007, enero 21).

ANEXOS

ANEXO 1
INSTRUMENTO



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Estimado Tripulante:

Se le presenta un instrumento cuyo propósito es recabar la base de datos necesaria para una investigación titulada “Estudio de barotraumas en el personal de pilotos del grupo de entrenamiento aéreo n° 14 de la Aviación Militar Venezolana”. El tratamiento de la información proporcionada por usted será absolutamente confidencial y con fines estrictamente científico, razón por la cual se le agradece contestar la totalidad de los ítems en forma sincera.

Dicho instrumento consta de dos partes: La primera parte es necesario colocar la cédula de identidad con el propósito de hacer una correlación entre la información recabada en este instrumento y el odontodiagrama de su historia clínica del control anual realizado en el Servicio de Sanidad Aeronáutica (SESAVIA), se continúa con una serie de preguntas las cuales deben ser contestadas con una equis (X) en la alternativa correcta y la segunda parte se trata de una Rubrica en donde va a conseguir tres patologías con una serie de alternativas, marcar con una equis (X) en la alternativa que usted considere.

Se hace resaltar que la información suministrada en este instrumento y lo recolectado a través de la historia clínica es netamente confidencial y de carácter investigativo.

Agradeciendo de antemano la cooperación prestada le saludan,

Atentamente,

Br. Lady Novel

Br. Elizabeth Sojo

PAUTA DE INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

Cédula de Identidad N° (indispensable):

Seleccione con una equis (X) la alternativa adecuada:

a) Grupo en que se ubica según su edad:

18-22 _____ 23-27 _____ Más de 27 _____

b) Sexo:

Masculino _____ Femenino _____

c) Horas de vuelo acumuladas:

< 100 Horas _____ 100-500 Horas _____ 501-1000 Horas _____
>1000 Horas _____

d) Categoría:

Instructor _____ Piloto _____ Alumno _____

e) Grado:

Oficial Superior _____ Oficial Subalterno _____

RUBRICA

Tache con una equis (X) la opción elegida

Categoría	4	3	2	1	0
Barotitis	Ha experimentado dolor en uno o ambos oídos al volar entre 20.000 y 15.001 pies de altura	Ha experimentado dolor en uno o ambos oídos al volar entre 15.000 y 10.001 pies de altura	Ha experimentado dolor en uno o ambos oídos al volar entre 10.000 y 5.001 pies de altura	Ha experimentado dolor en uno o ambos oídos al volar entre 5.000 y 0 pies de altura	No ha experimentado dolor en los oídos a ninguna altura de vuelo
	El dolor en uno o ambos oídos se presenta durante el ascenso	El dolor en uno o ambos oídos continúa horas después de haber aterrizado	El dolor en uno o ambos oídos se mantiene durante el aterrizaje	El dolor en uno o ambos oídos se presenta durante el descenso	No ha experimentado dolor en los oídos durante su entrenamiento
Barosinusitis	Ha experimentado dolor en los senos paranasales al volar entre 20.000 y 15.001 pies de altura	Ha experimentado dolor en los senos paranasales al volar entre 15.000 y 10.001 pies de altura	Ha experimentado dolor los senos paranasales al volar entre 10.000 y 5.001 pies de altura	Ha experimentado dolor en los senos paranasales al volar entre 5.000 y 0 pies de altura	No ha experimentado dolor en los senos paranasales a ninguna altura de vuelo
	El dolor en los senos paranasales se presenta durante el ascenso	El dolor en los senos paranasales continúa horas después de haber aterrizado	El dolor en los senos paranasales se mantiene durante el aterrizaje	El dolor en los senos paranasales se presenta durante el descenso	No ha experimentado dolor en los senos paranasales durante su entrenamiento
Barodontalgias	Ha experimentado dolor dental al volar entre 20.000 y 15.001 pies de altura	Ha experimentado dolor dental al volar entre 15.000 y 10.001 pies de altura	Ha experimentado dolor dental al volar entre 10.000 y 5.001 pies de altura	Ha experimentado dolor dental al volar entre 5.000 y 0 pies de altura	No ha experimentado dolor dental a ninguna altura de vuelo
	El dolor dental se presenta durante el ascenso	El dolor dental continúa horas después de haber aterrizado	El dolor dental se mantiene durante el aterrizaje	El dolor dental se presenta durante el descenso	No ha experimentado dolor dental durante su entrenamiento

ANEXO 2

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

FORMATO PARA VALIDAR INSTRUMENTO A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTOS

Investigación: _____

Instrumento: _____

Aspectos Específicos	1		2		3	
	1.A		2.A		3.A	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1.- La Redacción del tema es clara						
2.- El Ítems tiene coherencia interna						
3.- El Ítems induce a la respuesta clara						
4.- El Ítems mide lo que se pretende						
5.- El lenguaje es adecuado con el nivel que se trabaja						

ASPECTOS GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
6.- El Instrumento contiene instrucciones para las respuestas.			
7.- Los ítems tiene coherencia interna			
8.- Los ítems están presentados de forma lógica secuencial.			
9.- El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems que hagan falta			

OBSERVACIONES:

Validado por:

VALIDEZ		
APLICABLE	NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES		

Fecha:

E-mail:

Firma: