

## Barotraumatismo del piloto. ¿Puede ayudar la logopedia en estos casos?

**Alba Hernaiz Navas. Marisol Muñoz Salgado. Ángel Morán Moreno.**

Grado de Logopedia. Universidad Complutense de Madrid.  
[albahe05@ucm.es](mailto:albahe05@ucm.es) [marism03@ucm.es](mailto:marism03@ucm.es) [angmoran@ucm.es](mailto:angmoran@ucm.es)

**Resumen:** En el presente artículo se describen las características, así como la función del logopeda, en la patología conocida como barotrauma del piloto. Se trata de una lesión producida en el oído medio debido a cambios bruscos de presión, provocando en el paciente hipoacusias, mareos, acúfenos o leves hemorragias. Ante esta situación y para condicionar lo menos posible la vida del paciente, el logopeda informará de algunos factores de riesgo a evitar, así como de algunas maniobras que el sujeto puede realizar para equilibrar la presión. Se describirán también las distintas formas de evaluación de esta patología (otoscopia, audiometrías, etc.), al igual que diversas formas de tratamiento (quirúrgico y no quirúrgico). Por último, se detallará un caso clínico ficticio con la intención de mostrar las características de esta patología y también reflejar la función que debe llevar a cabo el logopeda.

**Palabras clave:** Logopeda, patología, barotrauma, oído medio, presión, hipoacusias, factores de riesgo, maniobras, evaluación, tratamiento, caso clínico.

### BAROTRAUMA DEL PILOTO EN RELACIÓN CON LA LOGOPEDIA

El barotrauma consiste fundamentalmente en una lesión ocasionada en el oído medio producida por cambios bruscos de la presión. Estos cambios bruscos en la presión suceden entre el CAE (presión atmosférica) y la presión de aire contenida en la caja timpánica. Esta patología no solo surge por un viaje en avión por el cambio de presión <sup>(9)</sup> en altura sino que también puede darse en inmersiones de submarinismo, explosiones o en cambios bruscos de altitud (playa-montaña). En la clínica observamos como mayoritariamente se produce hipoacusia de transmisión y en ocasiones, provoca mareos, acúfenos o leves hemorragias.

Como logopedas, lo que más nos preocupa es la pérdida de audición provocada por el barotrauma. Fundamentalmente, la hipoacusia que se genera es de tipo conductiva o de transmisión ya que, al encontrarse dañado el oído medio se provoca una alteración o ausencia del paso de la onda sonora. Este daño en la audición del sujeto repercute negativamente en su percepción del lenguaje, por lo que el logopeda se ocupará de este aspecto más funcional de la recepción y comprensión del lenguaje.

Para condicionar lo menos posible la vida diaria del sujeto, se trata de potenciar e incrementar al máximo posible las frecuencias e intensidades propias del área conversacional (50-70 dB y 500-3000 Hz). Para reducir el impacto que puede producir en el sujeto, el logopeda informa de algunos factores de riesgo que debe evitar o tener en cuenta si viaja en avión para no inducir dicha patología como son: resfriados y alergias (que inflaman la mucosa y dificulta la ventilación y equipresión), desviación septal, etc. Además se le enseñan algunas de las maniobras que puede realizar para equilibrar la presión (deglución, desplazar hacia adelante la mandíbula, el bostezo) o algunas más específicas como.

- **Maniobra de Valsalva:** es una de las maniobras más utilizadas y consiste en pinzar la nariz y mantener la boca cerrada de tal manera que al tratar de expulsar el aire este intenta escapar por la trompa de Eustaquio equilibrando las presiones.
- **Maniobra de Frezel:** es un efecto de presurización que radica en cerrar las cuerdas vocales y efectuar una inspiración, es entonces cuando tapamos la nariz y tratamos de emitir una "K". Así elevamos la parte posterior de la lengua contra el paladar y movemos los músculos de todo el aparato fonador, lo que genera un movimiento que pone en marcha la trompa de Eustaquio.
- **Maniobra de Toynbee:** es una simple técnica que, al igual que las anteriores, se basa en pinzar la nariz y simular el movimiento que hacemos al deglutir. Para facilitar su ejecución se puede deglutir saliva. Con esta técnica conseguimos liberar aire del oído medio equilibrando la presión.

## DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

### Mecanismo de producción del barotraumatismo en el oído medio.

Tal como nos señalan Suárez et al. <sup>(5)</sup>, en condiciones normales, la diferencia de presión entre el aire contenido en el conducto auditivo externo y la caja timpánica suele ser mínima. Esta diferencia de presiones es equilibrada gracias a la acción de la Trompa de Eustaquio, que se abre por la contracción de los músculos periestafilinos (de forma involuntaria o a través de la deglución, el bostezo, la apertura amplia de la mandíbula y maniobras como la de Valsalva) y forma un conducto hueco que permite la circulación de aire desde la caja timpánica hasta la nasofaringe (para bajar la presión aérea en la caja timpánica) o desde la nasofaringe hasta la caja timpánica (para aumentar la presión aérea en la caja timpánica).

En su trabajo sobre las ototubaritis, Pérez y Rodríguez <sup>(4)</sup> hablan sobre las frecuentes variaciones de presión a las que tripulantes y pasajeros se ven expuestos durante los viajes aéreos, debido a los movimientos de ascenso y descenso pertinentes que realizan los aviones en su trayectoria. Por ello, al realizar un viaje en avión existen

posibilidades de sufrir un barotraumatismo acústico, lesión que sufren los tejidos y elementos anatómicos que componen el oído medio como consecuencia de verse sometidos a intensas y súbitas fluctuaciones de presión aérea entre los gases del conducto auditivo externo y los contenidos en la caja timpánica.

Cuando el avión se eleva la presión de aire contenido en el conducto auditivo externo disminuye, porque el peso de la columna de aire que sostiene el cuerpo en dirección vertical-hacia arriba (presión atmosférica) es menor. Esta situación, en la que la presión de aire contenida en el CAE es inferior con respecto a la presión de aire contenida en la caja timpánica, se resuelve con la apertura de la Trompa de Eustaquio. Parte del aire contenido en la caja timpánica sale hacia la nasofaringe, de tal manera que se neutralizan las presiones endo y exotimpánicas. En principio este mecanismo no presenta dificultades y se realiza de forma automática e involuntaria (aunque también puede realizarse de forma voluntaria)<sup>(4)</sup>.

Cuando el avión baja se produce el fenómeno inverso. En esta ocasión, la Trompa tiene mayores dificultades para llevar a cabo con éxito su cometido<sup>(4)</sup>. Al realizar el movimiento de descenso, la presión atmosférica aumenta. Esto significa que hay mayor presión de aire contenido en el conducto auditivo externo. En este contexto, la presión de aire contenida en el CAE será superior con respecto a la presión de aire contenida en la caja timpánica. De nuevo, para equilibrar ambas presiones es necesaria la actuación de la Trompa de Eustaquio. En primer lugar - explica Torres et al.<sup>(8)</sup> - la elevada presión del aire contenido en la rinofaringe empuja a la mucosa rinofaríngea y provoca su invaginación hacia el orificio tubárico. Esta mucosa se adhiere a la pared del conducto de la Trompa de Eustaquio disminuyendo su luz. En consecuencia, la cantidad de aire que puede circular a través de la Trompa es menor. En segundo lugar, el movimiento de la mucosa hacia el orificio debido a la alta presión del aire de la rinofaringe se soslaya con un sobreesfuerzo de los músculos periestafilinos, gracias a un movimiento de dirección opuesta al movimiento de la mucosa. Estos inconvenientes explican la mayor frecuencia de barotraumatismos acústicos en los movimientos de descenso<sup>(8)</sup>.

Esta función trompa sólo admite variaciones de presión lentas y de baja intensidad<sup>(4)</sup>, pues a medida que aumenta la velocidad de variación de las presiones merma la capacidad de la trompa para compensar las desigualdades báricas<sup>(8)</sup>. El detrimento de la función tubárica fruto de las bruscas variaciones de presión sufridas durante los vuelos puede derivar en barotraumatismos acústicos, puesto que el déficit en la actividad de la trompa impide que la presión de aire contenida en el oído medio pueda equilibrarse con la presión de aire contenida en el conducto auditivo externo, de modo que, si la fuerza a la que se ve sometido el tímpano durante el movimiento de descenso del avión sobrepasa la capacidad de retracción del mismo, la membrana puede romperse, e incluso en los casos más severos puede quedar dañada además la cadena de huesecillos.

## Sintomatología

A continuación presentamos una lista que reúne la sintomatología más frecuente y característica que podemos observar en personas que han sufrido un barotraumatismo<sup>(8)</sup>.

- **Acúfenos:** ruidos intermitentes que se perciben con un ritmo constante. Pueden generarse a causa de anomalías vasculares.
- **Autofonía:** percepción de la propia voz a un volumen anormalmente alto.
- **Disminución de la capacidad de percepción auditiva,** que surge como consecuencia de la obstrucción o lesión de la membrana timpánica y/o cadena de huesecillos (sistema de transmisión mecánico del sonido).
- **Otalgia o dolor de oído,** producido por la fuerte presión que ejerce el aire endo o exotimpánico sobre el tímpano u otras estructuras adyacentes.
- **Otorragia.** A consecuencia del barotraumatismo es posible que se rompa alguno de los vasos sanguíneos que recorren las estructuras óticas.
- **Sensación de tener uno o los dos oídos taponados.**
- **Vértigos.**

En la mayoría de los casos las estructuras se rehabilitan de forma espontánea en poco tiempo y sin graves consecuencias. No obstante, cuando la Trompa de Eustaquio queda bloqueada y no puede reestablecer su función para equilibrar las presiones y drenar las secreciones del oído medio la situación puede derivar en un derrame seroso o semihemorrágico del oído medio<sup>(8)</sup>.

Por otro lado, cuando el impacto de la lesión es muy grande puede llegar afectar la ventana oval y/o la ventana redonda, dando origen a una hipoacusia de tipo mixto, ya que el impacto abarcaría el oído medio (sistema de transmisión mecánico del sonido → hipoacusia de conducción) y el oído interno (sistema de transmisión neurosensorial del sonido → hipoacusia de percepción)<sup>(8)</sup>.

## Factores de riesgo

A continuación presentamos una lista con los principales indicadores de riesgo de posible barotraumatismo acústico, situándonos desde la perspectiva de las personas que viajan en avión<sup>(1)</sup>.

- Presencia de infecciones en las paredes que recubren el tracto respiratorio superior, como por ejemplo la congestión nasal, rinitis, alergias, catarros...

- Algunas malformaciones congénitas o adquiridas como por ejemplo la desviación del tabique nasal, pueden perjudicar la labor de ventilación de la Trompa de Eustaquio.
- Hipertrofia de los cornetes nasales como consecuencia de infecciones o inflamaciones.
- Sinusopatías.
- Obstrucción tubárica (debido a alergias o infecciones).
- Esclerosis timpánica o de la cadena de huesecillos.
- Las personas que se quedan dormidas durante el vuelo, corren mayor riesgo de barotrauma debido a que la frecuencia de deglución durante el sueño se reduce.

### Exploración

Las personas que viajan en avión, pero en especial los pilotos, tienen que tener un oído medio que funcione perfectamente tanto en tierra como durante el vuelo, sobre todo a la hora de percibir señales auditivas como el habla (frecuencias entre 500 y 3000 Hz). En el presente artículo haremos especial referencia a la profesión de pilotos dada la importancia de esta entidad en ellos.

Por lo tanto, la Otorrinolaringología es una disciplina de vital importancia en Aeronáutica, ya que tanto voz como audición deben estar en perfecto estado para asegurar una efectividad completa en la comunicación, tanto en cabina como con el exterior. Además, los cambios de presión pueden tener consecuencias negativas en oído medio y senos paranasales, y la desorientación espacial es una de las principales causas de accidentes<sup>(6)</sup>.

A la hora de evaluar la audición de un piloto destacan tres exploraciones<sup>(6)</sup>.

- **Otoscopia:** normalmente se lleva a cabo con un otoscopio. Es especialmente importante poder identificar el mango del martillo, la apófisis corta y el cono de luz así como ambas partes de la membrana timpánica. Es común en pilotos sanos, que se ven sometidos a cambios de presión frecuentemente, que posean una membrana timpánica retraída, con acortamiento y rotación a posición casi horizontal del mango del martillo. Estos datos no deben ser tomados como patológicos.
- **Timpanometría:** sirve para evaluar la función tubárica y es especialmente útil para determinar si un piloto afectado de ototubaritis puede retomar su trabajo con normalidad. Esta prueba se basa en el hecho de que la energía acústica no

transmitida por el sistema de transmisión del sonido, se ve reflejada por la membrana timpánica. Si las presiones en el canal auditivo y en el oído medio son iguales, la impedancia acústica será mínima. Con el cambio sistemático de la presión del conducto auditivo externo junto a una medición de la impedancia realizada al mismo tiempo, se puede obtener una curva que informe sobre la presión del oído medio.

- **Audiometría:** se utiliza para estudiar la percepción de señales acústicas, generalmente de tonos puros. Se suelen determinar los umbrales auditivos a 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 8000 Hz. La pérdida de audición es indicador de enfermedad y será necesaria la consulta con el otorrinolaringólogo para el diagnóstico de dicha enfermedad. Esta prueba se debe realizar a intervalos de 5 dB. Por último, cabe decir que realizar una audiometría a 20-30 dB puede ser eficaz para asegurar la eficacia de los requisitos auditivos, pero de esta manera no se podrá realizar un diagnóstico de las hipoacusias.

### Diagnóstico

En cuanto a los síntomas del barotrauma, como ya hemos reflejado, destacaremos los siguientes: hipoacusia, acúfenos, vértigos, otalgias, otorragia y salida de aire a través del conducto auditivo externo. La intensidad de estos síntomas irá siempre en función de la gravedad de la lesión. Al principio, habrá sensación de oído taponado, acúfenos leves y una disminución de la audición. A medida que la presión diferencial entre oído medio y externo vaya aumentando, se podrá experimentar dolor y puede haber ruptura de la membrana timpánica, así como sensación de vértigo. Una sucesión de barotraumas repetidos puede producir una pérdida de audición permanente. El diagnóstico de barotrauma acústico lo realizará el otorrinolaringólogo mediante otoscopia y se podrá observar un abultamiento leve del tímpano hacia fuera o una retracción interna. Si se trata de un barotrauma grave, puede observarse sangrado del tímpano.

Además de una evaluación física del oído, se debe evaluar el grado de pérdida auditiva. Para ello, se utilizarán las pruebas audiológicas descritas en el anterior apartado de "exploración".

- **Audiometría tonal:** permite conocer los umbrales de percepción de los sonidos tonales. Con esta prueba verificamos la presencia de hipoacusia de conducción al obtener gráficas en las que se evidencia un gap o diferencia entre la vía ósea y la aérea.
- **Audiometría vocal** complementaria a la anterior. Determina el grado de comprensión del lenguaje y la capacidad para distinguir fonemas. En caso de barotrauma observaremos una curva desplazada hacia intensidades más altas.
- **Timpanometría:** Para poder valorar si el piloto puede volar con relativa

normalidad, es necesaria la estimación de la eficacia de la función timpánica. Las curvas más representativas que podemos observar en el caso de un barotraumatismo son las presentadas a continuación (Fig. 1).

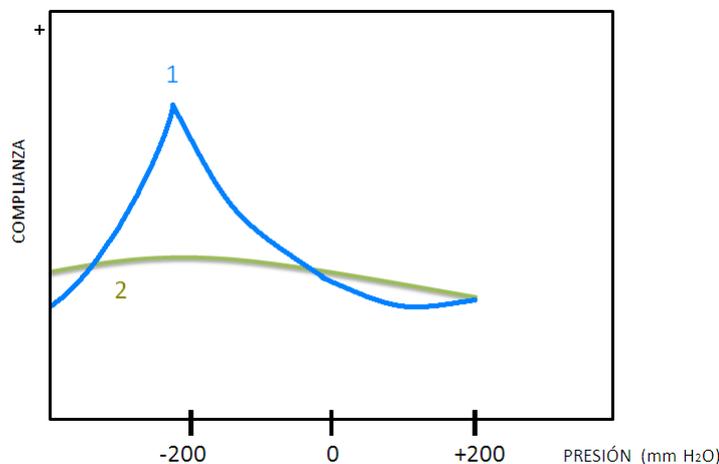


Figura 1. Timpanograma.

- ✓ **Curva 1:** se obtiene en aquellas situaciones en las que el tímpano se encuentra íntegro pero retraído hacia el interior de la caja timpánica, por lo que será necesario reducir la presión de aire contenido en el CAE para equilibrar las presiones y obtener la menor impedancia posible.
- ✓ **Curva 2:** se genera como consecuencia de la rotura en el tímpano o cadena de huesecillos. La impedancia es mínima, pues el daño impide que estas estructuras pueden ejercer la fuerza de resistencia ante la entrada de la energía de la onda sonora.
- **Otoscopia:** En presencia de barotraumatismo se observa una rotura de la membrana timpánica.

### Tratamiento

Es importante tener en cuenta ciertas medidas preventivas<sup>(1)</sup>:

- Abrir la trompa de Eustaquio masticando, tragando o bostezando. Así conseguiremos aliviar el dolor, la molestia auditiva y la presión.
- Realizar la maniobra de Valsalva, que consiste en realizar una espiración forzada con la boca y las fosas nasales cerradas.
- Durante el descenso del avión se recomienda no dormir y realizar las actividades mencionadas anteriormente para abrir la trompa de Eustaquio.

En cuanto al tratamiento propiamente dicho, se divide en tratamiento no

quirúrgico (farmacológico) y quirúrgico<sup>(7)</sup>. En el primero, cabe destacar que los medicamentos recomendados suelen ser: descongestionantes orales o en aerosol nasal, antihistamínicos o esteroides, que pueden combatir la congestión nasal y permitir que se abra la trompa de Eustaquio. Si el barotrauma es grave, es recomendable el uso de antiinflamatorios y antibióticos para evitar la infección del oído.

Si con el tratamiento farmacológico no es suficiente, se recurrirá al tratamiento quirúrgico.

Se pueden colocar unos tubos de drenaje en el tímpano. Esta intervención se llevará a cabo sobre todo cuando es inevitable pasar por cambios de altitud frecuentes, o si el paciente es propenso a padecer barotraumas. Solo en determinadas ocasiones, se realizará una miringotomía. Esta intervención consiste en realizar una pequeña incisión en el tímpano para igualar las presiones y drenar el líquido del oído interno.

## CASO CLÍNICO

A continuación, se expondrá un caso clínico ficticio tratando de ilustrar de la manera más representativa posible la patología. La creación de este caso surge para ejemplificar la actuación que puede llevar a cabo un logopeda en relación con el barotrauma del piloto.

En este caso el paciente es un copiloto que lleva ejerciendo como tal unos 5 años. En uno de sus vuelos rutinarios, de poca duración, se percató de una ligera molestia en el oído derecho, posiblemente a causa de una disfunción tubárica, que atribuyó a un resfriado que arrastraba desde hace 3 días. Al tratar de aterrizar el avión se pronunció su molestia y comenzó a marearse, además advirtió una notable pérdida de audición.

### Discusión

Durante los viajes en avión los cambios de presión son evidentes y tenemos que preparar a nuestro oído para dichas fluctuaciones. Lo primero a lo que el sujeto se refiere es que no ha realizado ningún método ni maniobra para compensar las presiones que cambian a su alrededor durante el vuelo. Pese a que en condiciones normales el mecanismo que se ocupa de producir esta compensación lo realiza de forma automática, en ocasiones, como es este caso, necesita un apoyo extra, por ello nos referimos a dichas maniobras de compensación.

Durante el descenso de un avión la presión atmosférica aumenta<sup>(9)</sup>, lo que se convierte en una mayor presión en el CAE por lo que el organismo recurre a la función

automática de la trompa de Eustaquio para equilibrar las presiones. Posiblemente se haya producido un pequeño daño, influido por el resfriado, (durante el descenso) por lo que el paciente rápidamente acude la consulta de ORL de urgencias donde se le realizan diversas pruebas.

Para valorar el estado del oído se realizan exploraciones básicas. La primera consiste en una otoscopia que revela retracción del tímpano, no patológica en pilotos (ya que están familiarizados con estos cambios bruscos de presión) pero también verifica una pequeña rotura de este. Por otro lado, las audiometrías nos permiten comprobar la pérdida de audición que refiere el paciente, verificando a su vez un daño en el oído, puesto que toda pérdida de audición es reflejo de un daño en cualquier zona del recorrido de la onda sonora. En lo que concierne a la audiometría tonal observamos una diferencia significativa entre la línea que representa la vía ósea y la vía aérea. Para continuar, en lo referente a la audiometría vocal, advertimos un desplazamiento de la curva hacia intensidades más altas. Por último, para finalizar la exploración se somete al sujeto a una timpanometría en la que encontramos una curva plana, que como ya hemos explicado anteriormente, se genera en este caso, por la rotura de la membrana timpánica.

Por todo ello, podemos determinar un leve barotrauma, un daño en el tímpano que dificulta fundamentalmente la audición del paciente. No se le practicará una cirugía debido a la escasa gravedad de la lesión.

En consecuencia, como tratamiento<sup>(1)</sup> se proporcionan descongestionantes para disolver y reducir el exceso de secreción mucosa que provoca el catarro, rehabilitando así la trompa de Eustaquio, y aumentando la ventilación en la caja timpánica. Además, enfatizar al paciente en la relevancia de la utilización de maniobras de compensación durante el vuelo. Es de vital importancia la evitación de ambientes ruidosos y, como es de suponer, cambios bruscos a altura significativa (cambios bruscos de presión<sup>(8)</sup>), es decir, ha de guardar reposo auditivo durante unos días.

Tras el paso de los días el paciente no nota mejoría por lo que el ORL le sugiere que utilice un audífono. El paciente decide acudir al logopeda ya que no se encuentra cómodo con el audífono y constantemente se lo quita. Entonces el logopeda, tras leer el informe y comprobar la presencia de una hipoacusia de conducción, le propone distintos métodos de intervención<sup>(10)</sup> que tendrá que enseñarle.

- El primero de ellos consiste en un entrenamiento auditivo para ayudar al paciente a diferenciar entre ruido o lenguaje oral.
- Posteriormente, se realiza un entrenamiento en la discriminación del habla a su vez compensado con la ejercitación de la lectura labial, elemento muy relevante que puede ayudar extraordinariamente la comunicación con el paciente.

- Por último, se le ayuda a controlar el ritmo articulatorio, el tono y timbre (ya que no existe un buen feedback auditivo) además de ajustar el uso pragmático ya que no existe una buena adaptación del volumen en distintas situaciones.

Tras el paso de unos días comprobamos la eficacia del tratamiento. Este no resulta del todo adaptativo, ya que existen ciertos fonemas que no es capaz de procesar, por lo que le proponemos la adquisición del lenguaje dactilológico o signado (lengua de signos). Esta pérdida o distorsión de la señal de ciertos fonemas puede deberse a una mala articulación o pronunciación del interlocutor. En su última visita al logopeda Juan muestra estar muy satisfecho con su calidad de vida y sobre todo al no tener que llevar constantemente un audífono.

### BIBLIOGRAFÍA

1. CENETEC: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud [Internet]. Juárez: CENETEC; 2013 [citado 30 abr 2015]. Guía de Práctica Clínica Diagnóstico y Tratamiento de Barotrauma en el Oído medio en el Primer Nivel de Atención. [aprox. 41 páginas].
2. Hernán, A. y Contreras, E Alteraciones fisiológicas durante el transporte aéreo de pacientes. *Medicas UIS*. 2008; 21 (2): 86-93.
3. Martínez, P. Responsabilidad solidaria de la agencia de viajes y la aerolínea de barotrauma causado por descenso brusco del avión. *Rev. CESCO de Dere. de Cons.* [Internet]. 2012 [citado 3 de May 2015]; (2): 230-236. Disponible en: <https://www.revista.uclm.es/index.php/cesco>
4. Rodríguez, P. y Pérez, JM<sup>a</sup>. Ototubaritis en vuelo. *Mach*. 2010; 82: 62-64.
5. Suárez, C., Gil-Carcedo, LM., Marco, J., Medina, JE., Ortega, P. y Trinidad, J. *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*. Vol. 2. 2<sup>a</sup> ed. Buenos Aires: Madrid: Médica Panamericana; 2007

### RECURSOS ELECTRÓNICOS

Aspectos clínicos de la medicina aeronáutica.

<http://www.semae.es/wp-content/uploads/2011/11/9.-Aspectos-Cl%C3%ADnicos.pdf>

Barotraumaótico

[http://www.clinicajuancarrero.net/index.php?option=com\\_content&task=view&i](http://www.clinicajuancarrero.net/index.php?option=com_content&task=view&i)

d=24

Barotraumatismos.

<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/barotrau.pdf>

Condiciones de trabajo de los pilotos de aviación: Causas y prevención de accidentes.

[http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/imagen\\_id.cmd?idImagen=1010178](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/imagen_id.cmd?idImagen=1010178)

Intervención logopédica en casos de discapacidad auditiva.

[http://ocw.um.es/gat/contenidos/fcabello/tema5/7\\_intervencion\\_logopdica\\_en\\_casos\\_de\\_discapacidad\\_auditiva.html](http://ocw.um.es/gat/contenidos/fcabello/tema5/7_intervencion_logopdica_en_casos_de_discapacidad_auditiva.html)

Recibido: 11 febrero 2016.

Aceptado: 11 junio 2016.