

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

UNIDAD DE POSGRADO

**Riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido en los pilotos  
de la Policía Nacional del Perú durante el periodo 2008 – 2011**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Especialista en Otorrinolaringología

AUTOR

Marco Antonio Gayoso Vizcarra

ASESOR

María Susana Calle Dávila

**Lima – Perú**

**2013**

**ASESOR**

Dra. María Susana Calle Dávila.

Médico Asistente del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Nacional Luis  
N. Sáenz de la Policía Nacional del Perú.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al personal de médicos asistentes, residentes, personal administrativo y asistencial del Departamento de Otorrinolaringología - Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Nacional de Policía, por su invaluable apoyo.

A la Dirección de Aviación Policial de la Policía Nacional del Perú (DIRAVPOL – PNP) y a los pilotos participantes en el presente trabajo de investigación, por su colaboración desinteresada.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Cesar y Gilda por su constante estímulo y motivación.

A mi esposa, por su paciencia y comprensión.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. Resumen	1
2. Summary	3
3. Introducción	5
4. Planteamiento de la investigación	7
4.1. Planteamiento del problema	7
4.2. Formulación del problema	9
4.3. Marco Teórico	9
4.4. Justificación de la Investigación	16
4.5. Limitaciones de la Investigación	17
4.6. Hipótesis	18
4.7. Formulación de objetivos	18
4.7.1. Objetivo general	18
4.7.2. Objetivos específicos	18
5. Metodología:	19
5.1. Tipo de estudio	19
5.2. Área de estudio	19
5.3. Población de estudio	20
5.4. Procedimientos	21
5.5. Aspectos éticos	22
5.6. Análisis de datos	22

	<b>Página</b>
6. Resultados	24
7. Discusión	32
8. Conclusiones	37
9. Recomendacioes	38
10. Referencias Bibliográficas	39
11. Anexos	46

## **INDICE DE GRÁFICOS**

1. Gráfico 1	25
2. Gráfico 2	25
3. Gráfico 3	27
4. Gráfico 4	29
5. Gráfico 5	26
6. Gráfico 6	30
7. Gráfico 7	30

## **INDICE DE TABLAS**

1. Tabla 1	24
2. Tabla 2	26
3. Tabla 3	28
4. Tabla 4	29
5. Tabla 5	31

## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>PAAAR</b>	Pérdida de la Agudeza Auditiva Asociada al Ruido
<b>NIOSH</b>	<i>US National Institute for Occupational Safety and Health</i>
<b>DE</b>	Desviación estándar;
<b>ORc</b>	Odds ratio crudos
<b>ORa</b>	Odds ratio ajustados mediante regresión logística multivariante
<b>IC95%</b>	Intervalo de confianza al 95%
<b><i>p</i></b>	Nivel de significancia



## 1. RESUMEN

**Objetivo:** Determinar cuál es riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido (PAAAR) entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú durante el Periodo 2008 – 2011 y cuáles sus factores asociados.

**Material y métodos:** Utilizando un diseño de tipo transversal se analizaron los registros clínicos, audiométricos y de horas de vuelo de todos los pilotos de la Policía Nacional del Perú que acudieron a su chequeo médico anual durante el período 2008-2011 a fin de determinar el riesgo de PAAAR y sus factores de riesgo.

**Resultados:** Un total de 149 pilotos fueron estudiados siendo la mayoría de estos varones (95%), pilotos de helicópteros (74%), oficiales superiores (64%), con una edad promedio de  $33 \pm 7$  años de edad y con un tiempo de servicio promedio de  $9 \pm 5$  años. De estos la mayoría (62%) llega a padecer algún grado de hipoacusia asociada al ruido a lo largo de su carrera, siendo el diagnóstico más frecuente PAAAR posible (39%) y PAAAR probable (16%), y los menos frecuentes PAAAR positiva (6%) y trauma acústico (1%). Al análisis de riesgo se encontró una asociación estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre PAAAR con pilotear aviones (16% vs. 32%; OR=2,58; Intervalo de confianza [IC] 95%: 1,12-5,95) y tener un mayor número de horas de vuelo x 100 ( $14,9 \pm 9,3$  vs.  $23,5 \pm 10,7$ ; OR=1,09; IC95%: 1,04-1,13). Así mismo se encontró una asociación marginalmente significativa ( $p < 0,20$ ) entre PAAAR con grado superior (33% vs. 45%; OR=1,61; IC95%: 0,81-3,20), haber pilotado 3 o más modelos diferentes (29% vs. 19%; OR=1,64; IC95%: 0,81-3,36), años de edad ( $33,2 \pm 6,3$  vs.  $36,0 \pm 9,7$ ; OR=1,08; IC95%: 1,02-1,15) y años de servicio ( $8,6 \pm 5,2$  vs.  $11,0 \pm 6,5$ ;

OR=1,07; IC95%: 1,01-1,15), Sin embargo al análisis de regresión multivariante se encontró que el riesgo de PAAAR en pilotos sólo se encontraba significativamente asociado con pilotear aviones (ORa, 4.44; IC95%: 1,66-11,9), grado superior (ORa, 0,22; IC95%, 0,07-0,68); y horas de vuelo x 100 (ORa, 1,15; IC95%, 1.08-1,23).

**Conclusiones:** En la experiencia reciente del Hospital de la Policía Nacional del Perú, los pilotos de la policía se encuentra en un alto riesgo de PAAAR, el misma que se incrementa significativamente por cada 100 horas de vuelo y por volar aviones en comparación con volar helicópteros, pero a su vez disminuye significativamente cuando se compara a los oficiales superiores con los de menor rango.

**Palabras clave:** Pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido, pilotos, policía, Perú, factores de riesgo.

## 2. SUMMARY

**Aim:** To determine the risk of noise-induced hearing loss (NIHL) between the pilots of the National Police of Peru during the Period 2008 – 2011 and what their associated factors.

**Methods:** Using a cross-sectional design of we assess the medical, audiometric and flight hours records of all the pilots of the National Police of Peru who attended their annual medical checkup during the period 2008-2011 and analyzed them to determine their NIHL' risk and associated factors.

**Results:** A total of 149 drivers were studied being the majority of these men (95%), helicopter pilots (74%), superior officers (64%) with a mean age of  $33 \pm 7$  years old and a average service time of  $9 \pm 5$  years. Among the majority (62%) develop some degree of NIHL throughout their career, been the most frequent diagnosis PAAAR possible (39%) and PAAAR likely (16%), and the less frequent positive PAAAR (6%) and acoustic trauma (1%). At the risk analysis we found a statistically significant association ( $p < 0.05$ ) between NIHL with flying airplanes (16 % vs. 32 %; Odds ratio [OR], 2.85; Confidence interval [CI] 95%, 1.12-5.95) and have a greater number of flight hours x 100 ( $14.9 \pm 9.3$  vs.  $23.5 \pm 10.7$ ; OR, 1.09; 95% CI, 1.04-1.13). Also we found a marginally significant association ( $p < 0.20$ ) between NIHL with superior military rank (33% vs. 45%; OR, 1.61; 95% CI, 0.81-3.20) piloted three or more different models (29% vs. 19%; OR, 1.64; 95% CI, 0.81-3.36), years of age ( $33.2 \pm 6.3$  vs.  $36.0 \pm 9.7$ ; OR, 1.08; 95% CI, 1.02-1.15) and years of service ( $8.6 \pm 5.2$  vs.  $11.0 \pm 6.5$ ; OR, 1.07; 95% CI, 1.01-1.15). However, in the multivariate regression analysis we found that the NIHL risk among pilots was significantly associates only with fly airplanes (aOR, 4.44;

95% CI, 1.66-11.9), higher military rank (aOR, 0.22; 95% CI, 0.07-0.68), and flying hours x 100 (aOR, 1.15; 95% CI, 1.08-1,23).

**Conclusions:** The pilots from the Peruvian National Police are at high risk of NIHL, which increases significantly for every 100 flying hours and by flying aircraft compared to flying helicopters, but it decreases significantly among senior officers as compared to junior officers.

**Keywords:** Noise-induced hearing loss, pilots, policeman, Peru, risk factors.

### 3. INTRODUCCIÓN

La pérdida de la agudeza auditiva constituye un problema de salud pública creciente que trasciende los grupos sociales y etarios, cuyos principales factores de riesgo son la edad y la exposición al ruido.<sup>1, 2</sup> Por esta razón la sobre exposición ocupacional a niveles de ruidos intensos ha sido largamente reconocida como una de las principales causas de la pérdida de la agudeza auditiva en la población general.<sup>3</sup>

La pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido (PAAAR) es una condición permanente del oído interno caracterizado por la pérdida de la agudeza auditiva, especialmente en la gama de alta frecuencia (conocida como “muesca de ruido” o *Noise notch*). Si bien la incidencia y el grado de pérdida auditiva varían mucho según el grupo laboral, la causa de esta variabilidad no se entiende bien y se cree que es multifactorial.<sup>4</sup>

Algunos de los principales factores de riesgo de la PAAAR son edad, sexo masculino, herencia genética, traumatismo encéfalo craneano, infección de oído medio, hipertensión, diabetes, depresión, uso de ciertos medicamentos como los antimaláricos y la estreptomycinina, el consumo de cigarrillos y bebidas alcohólicas, la exposición a ruidos fuertes, tanto en el lugar de trabajo y como el lugar de recreo, la exposición a vibraciones de mano-brazo suficientes como para el síndrome del dedo blanco.<sup>5, 6</sup>

Los militares y los policías constituyen una de las poblaciones de más alto riesgo de PAAAR a nivel mundial, no sólo por las que están expuestos a ruidos intensos y ráfagas explosivas, sino que por factores ocupacionales prácticamente los obligan a estar expuestos a este tipo de ruidos en forma permanente y sostenida.<sup>7-10</sup> Más aún, entre ellos, los más expuestos son los pilotos de helicópteros y aviones. Siendo estos precisamente en quienes contradictoriamente suelen predominar factores de riesgo tales como sexo masculino, consumo de cigarrillos y bebidas alcohólicas, exposición a ruidos fuertes, vibraciones de mano-brazo, y peor aún por largo tiempo y a dosis elevadas, incrementando aún más su riesgo de PAAAR.<sup>11, 12</sup>

Es precisamente el grupo de pilotos de helicópteros y aviones de la Policía Nacional del Perú de quienes poco o nada se sabe de su riesgo de PAAAR. Por este motivo a propósito de documentar y reportar esta problemática, esperamos llamar la atención de los especialistas para prevenir la misma en una forma más eficiente y activa.

## **4. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Planteamiento del problema**

Todo miembro de la Policía Nacional del Perú al igual que la mayoría del personal de armas, han sido entrenados en el uso y manejo de armas de fuego y expuestos a una cantidad intensa de ruidos y ráfagas en general, la mayoría de veces sin protección de ningún tipo. Adicionalmente a ello los que son pilotos de helicópteros y aviones, tiene que acumular un número de horas de vuelo que varía según el tipo de unidad de vuelo pero que en general constituye un grado de exposición al ruido mucho más elevado que el resto del personal. Lamentablemente no hemos podido identificar ningún estudio que haya estudiado la incidencia de PAAAR en este personal, por lo que nuestro estudio constituiría un primer antecedente en este campo en nuestro país.

De acuerdo a lo reportado en la literatura recientemente por Wagstaff et al, los umbrales de audición media a los que están expuestos los pilotos comerciales de aviones y de helicópteros, son más altos de lo recomendado (norma internacional ISO-7129). Estos investigadores luego de analizar los umbrales de audición corregidos por edad encontraron cambios muy significativos 2-3 años después de la medición basal, encontrando una posible PAAAR, en todos los grupos a los 4 kHz. Sorprendente, a pesar que los pilotos de helicópteros se encuentran expuestos a un mayor ruido, no se encontraron diferencias en la incidencia de PAAAR entre estos y los pilotos de avión. Según estos investigadores, esto puede deberse que a diferencia de

los pilotos de avión las prácticas y las medidas de protección tomadas por los pilotos de helicópteros hacen que estos estén mejor protegidos contra el daño producido por el ruido de los helicópteros.<sup>13</sup> Cabe mencionar que estos mismos investigadores previamente habían reportado analizando una cohorte de 664 pilotos comerciales, seguidos con audiometría por 30 años, que estos pilotos estaban expuestos a niveles permitidos de ruido de 85dB con umbrales de ruido ajustados por edad “normales”.<sup>14</sup>

Raynald et al por su parte, luego de analizar a un total de 521 pilotos militares, tanto de aviones de caza como de transporte y de helicópteros, en forma transversal, reportó los niveles anormales de agudeza auditiva en los pilotos se encuentran esencialmente en altas frecuencias con una muesca marcada en las audiometrías a los 6 kHz. Estos investigadores encontraron que los oídos izquierdos tuvieron un desempeño significativamente peor que los oídos derechos. Adicionalmente al notch a los 6 kHz, los pilotos de helicóptero presentaron una pérdida significativa de la audición a los 3 kHz, perturbando la comunicación oral. Así mismo reportaron que los pilotos que vuelan aviones de combate y helicópteros están en un riesgo mayor de PAAAR en comparación con los pilotos que vuelan aviones de transporte. Finalmente encontraron que el antecedente de otitis media en la infancia fue significativamente mayor en los pilotos con la audición anormal.<sup>15</sup>

Barney et al. analizando los reportes audiométricos de los marines (n =20 645) reportaron que aquellos que pertenecían a la aviación no tenían



mayor riesgo que el resto del personal pero que aquellos que pertenecían a los grupos especializados en armas de combate, sí tenían un riesgo más elevado de PAAAR.<sup>16</sup>

Jaruchinda et al analizando las audiometrías del chequeo anual de los pilotos de helicópteros y mecánicos de la Real Fuerza Aérea reportaron que los mecánicos tenían un mayor riesgo de PAAAR que los pilotos, probablemente por su mayor consumo de cigarrillos y su menor uso de protectores de oído.<sup>12</sup>

Buyukcahir et al analizando las audiometrías de 300 cadetes de la Fuerza Aérea de Turquía reportaron que la PAAAR altas frecuencias guardaba relación directa con las horas de vuelo, pero no con la edad y el tipo de aeronave.<sup>17</sup>

#### **4.2. Formulación del problema**

- ¿Cuál es riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú durante el Periodo 2008 – 2010 y cuáles sus factores asociados?

#### **4.3. Marco Teórico**

La PAAAR es una hipoacusia de tipo neurosensorial, que afecta las células ciliadas y el oído interno. Típicamente, el primer signo de PAAAR es

el hallazgo de una muesca o “*notch*” en la audiometría a 3000, 4000, o 6000 Hertz (Hz), con una recuperación de la misma a partir de los 8000 Hz.<sup>18</sup> La localización exacta del *notch* depende de múltiples factores, incluyendo la frecuencia del ruido y la longitud del conducto auditivo externo. Por lo tanto, en una PAAAR temprana, los umbrales auditivos medios en 250, 500, 1000, y 2000 Hz. son mejores en promedio que los umbrales a 3000, 4000, y 6000 Hz., y el nivel de los umbrales a 8000 Hz. son generalmente mejores que en la parte más profunda del notch. Este tipo de notch es muy diferente al producido en los casos de pérdida de agudeza auditiva asociada a la edad, que también produce pérdida de agudeza auditiva de alta frecuencia, pero con una curva negativa que no se recupera a los 8000 Hz.<sup>19</sup>

Según la Academia Americana de Medicina Ambiental y Ocupacional la PAAAR es una enfermedad ocupacional caracterizada por la pérdida de la agudeza auditiva secundaria a la exposición a ruidos intensos. La misma puede diferenciarse en dos subtipos: El trauma acústico, que es la pérdida súbita de la agudeza auditiva como resultado de una sola exposición a un ruido muy intenso; y la PAAAR propiamente dicha, que es la disminución progresiva de la agudeza auditiva relacionada a la exposición continua o intermitente a ruidos intensos.<sup>3</sup> Esta definición si bien es cierto es muy aceptada no es operacional y por ello, la misma ACOEM con propósitos operacionales para estudios de investigación recomiendan los criterios médico legales de Coles et al<sup>19</sup>. Según esta definición se tienen tres criterios mayores y cuatro menores con objetivo de permitir una forma de diferenciar la

posibilidad de la probabilidad de que un individuo tenga o no una PAAAR, desde el punto de vista médico legal. Los tres criterios mayores son: R1) evidencia de una disminución de la agudeza auditiva a altas frecuencias por audiometría; R2) evidencia de exposición a cantidades potencialmente dañinas de ruido; R3) presencia de Notch's en la audiometría. Y los cuatro criterios menores o modificadores son: MF1) el cuadro clínico del paciente; MF2) la compatibilidad entre la edad del paciente y la exposición al ruido; MF3) los criterios Robinson's para otras causas; MF4) complicaciones como asimetrías, desórdenes mixtos y desórdenes del conducto auditivo externo.<sup>19</sup>

La exposición de ruido no produce por lo general una pérdida mayor a los 75 dB. a frecuencias altas y a 40 dB. a frecuencias bajas. Sin embargo, los individuos con pérdida de la agudeza auditiva asociada a la edad pueden tener límites muy encima a estos valores.<sup>20</sup> Las tasas de PAAAR son más altas durante los primeros 10 a 15 años de exposición y disminuyen según el umbral auditivo aumenta. Por lo contrario las tasas pérdida de la agudeza auditiva asociada a la edad, aumentan en relación directa con los años de exposición. La mayoría de la evidencia científica indica que la exposición previa a un ruido intenso no hace a la persona más sensible a la exposición futura a ruidos intensos (lo que sí sucede en la pérdida de la agudeza auditiva asociada a la edad), toda vez que la exposición al ruido no sea continua.<sup>21, 22</sup>

Dada la importancia del antecedente de exposición al ruido, el clínico deben tener presente en cuenta que el riesgo de PAAAR aumenta

considerablemente si el paciente ha estado expuesto crónicamente a ruidos por encima de los 85 dB. por más de ocho horas.<sup>23</sup> En general la exposición a ruidos continuos con el paso de los años es más dañina que la exposición interrumpida al ruido, porque esta última permite que el oído tenga un periodo de descanso. Sin embargo, las exposiciones cortas a los niveles muy altos de ruido, tales como ráfagas o disparos con armas de fuego, pueden producir PAAAR en mayor medida.<sup>24-26</sup> Cuando el antecedente de exposición al ruido indica que el paciente usó dispositivos protectores, el clínico deberá tener presente que la atenuación real proporcionada por el protector varia ampliamente según una serie de factores propios de su uso y de las características del individuo.<sup>26</sup>

Según la *US National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) aproximadamente a nivel mundial el 16% (7-21%) de las pérdida de la agudeza auditiva en adultos es secundaria a PAAAR como enfermedad ocupacional y aproximadamente se pierden a nivel mundial 4 millones de años de vida ajustado por discapacidad. La PAAAR es mucho mayor en varones que en mujeres y es mucho más prevalente en los países en vías de desarrollo.<sup>27</sup>

La exposición ocupacional a daño acústico temporal o crónico es un fenómeno ampliamente conocido y estudiado en general en campo industrial.<sup>28</sup> Algunos países latinoamericanos ya han tomado la posta en este campo y reglamentado sus normas de condición laboral precisando los niveles de

decibeles a los que pueden estar expuestos los trabajadores. Por ejemplo, en Venezuela, la norma COVENIN 1595-1995 sobre ruido ocupacional, ha establecido que para una jornada de trabajo de 8 horas establece como límite máximo permitido para ruidos ocupacionales los 85 dB(A) y que en caso de niveles mayores de ruido estos deben ser compensados con el acortamiento del tiempo de exposición y/o medidas de protección personal entre otras.<sup>29</sup>

Es bien sabido que la PAAAR es extremadamente variable entre cada sujeto, algunos con una pérdida temporal de la agudeza auditiva (cambio temporal del umbral) mientras otros con una pérdida permanente de la misma (cambio permanente del umbral auditivo) aún después de una exposición acústica similar.<sup>30</sup>

Existen un gran número de factores asociados a una menor o mayor incidencia de PAAAR reconocidos en la literatura y en la actualidad, estos vienen siendo investigados desde diversos enfoques, tanto a nivel molecular como a nivel de salud pública. Dentro de todos ellos, quizás uno de los factores anatómo-fisiológicos mejor reconocidos, es el rol que cumple el Conducto de Eustaquio como órgano encargado de regular las presiones entre el oído interno y el medio ambiente. Para explicar el porqué de ello, se necesita cierto grado de conocimiento sobre la física de los sonidos, ya que el daño es secundario a la interacción entre las ondas de alta frecuencia y las ondas de baja frecuencia sobre tejidos con interfaces de densidad diferentes

(p.e. las interfaces aire-líquido)<sup>31</sup>. Un gran número de investigaciones llevadas a cabo, hace ya muchos años, en zonas de conflicto bélico y en poblaciones expuestas a ruidos extremos, permitieron lanzar como recomendación general, que ante la probable exposición a ruidos intensos es mejor abrir la boca y permeabilizar el CE que mantenerla cerrada.<sup>32, 33</sup> Algunos especialistas han propuesto que bajo ciertas condiciones de comorbilidad (p.e. disrupción osicular, fístulas perilinfáticas, epitelio susceptibles de formar colesteomas) un individuo puede estar expuesto a un mayor daño de exponerse a un ruido intenso.<sup>31</sup>

Producto de mucha investigación a la fecha una serie de factores han sido reportados como predisponentes para PAAAR, entre estos destacan: edad, sexo, consumo de cigarrillos, antecedente familiar de hipoacusia, antecedente de otitis media, antecedente de tratamiento para malaria, antecedente de tratamiento con estreptomicina, hipertrofia de cornetes, tinnitus, horas de vuelo, años de servicio, el pilotaje de vehículos de transporte aéreo (aviones o helicópteros), uso de protectores de oído.<sup>34-38</sup> Ishii et al reportaron que si bien no encontraron una asociación significativa entre PAAAR y raza o etnicidad, pero sí entre PAAAR y diabetes mellitus tipo 2 (odds ratio [OR]= 3.9, I.C.: 1.2-11.9,  $p = 0.05$ ).<sup>39, 40</sup> Así mismo Barone et al demostraron que el consumo de tabaco también era un factor de riesgo de PAAAR, y más aún si de trata de fumadores activos crónicos (OR =1.27,  $p = 0.02$ ) o fumadores “recientes” (OR =1.39,  $p = 0.002$ ).<sup>41</sup>

La severidad del daño acústico inducido por el ruido es directamente proporcional de una serie de factores: el valor pico de la presión sonora, el tiempo de duración del valor pico, los componentes frecuenciales del espectro, la densidad de los niveles sonoros, las características del medio ambiente y la distancia entre el origen del ruido y el oído del sujeto, entre otros. El daño es mayor si a explosión se produce en espacios cerrados y menor en espacios abiertos, a campo libre los ruidos por arma de fuego oscilan entre 3 y 4 milisegundos mientras que en lugares cerrados como en un polígono de tiro los valores varían entre los 34 y 306 milisegundos. En general por debajo de los 90 dB no hay riesgos, entre los 90 y 115 dB el daño varía de una persona a otra (dependiendo de la susceptibilidad del individuo, las características del ruido y las características de la exposición) y por encima de los 115 dB siempre hay daño, aunque sea por una exposición muy corta.<sup>42</sup>

Entonces el trauma acústico que ocurre como resultado de la exposición a ráfagas de ruidos intensos o ruidos impulsivo puede ser uni o bilateral y afectar la porción neurosensorial o la porción conductiva del aparato auditivo. Un ruido impulsivo se define como un ruido que aumenta la presión sonora con un comienzo muy rápido y tiene una duración muy corta (menor a 50 milésimas de segundo), que puede estar constituido por un solo impacto (una ráfaga explosiva) o bien una serie de impulsos repetidos separados por lapsos de igual o diferente duración (disparos de armas). Estas exposiciones pueden generar alteraciones en el oído medio e interno. La membrana timpánica se puede perforar, sobre todo aquellos casos en que la membrana por alguna

razón pierde su flexibilidad y resistencia (otopatías, zonas biméricas, infecciones a repetición, inflamación, etc.). Los huesecillos debido el gran movimiento también pueden lesionarse y producirse lesiones de Manero o mayor grado, tales como, luxaciones, ruptura de los ligamentos o fracturas.<sup>43</sup>

#### **4.4. Justificación de la investigación**

La PAAAR es aún considerada un problema de salud pública, es particular en países de bajos recursos como el nuestro, donde la práctica de medidas de prevención primaria como el uso de protectores y el control de factores de riesgo es por decir lo menos una práctica poco frecuente, muchos pilotos lo padecen y se encuentran en un estatus de discapacidad permanente. Ante esta realidad lo idóneo es adoptar estrategias de prevención primaria que contribuyan, en la medida de sus posibilidades, a disminuir la incidencia de nuevos casos de PAAAR. Lamentablemente la falta de estudios en nuestro medio no nos permite conocer la magnitud de este problema ni reconocer cuáles son las potenciales medidas de intervención que se pueden practicar para prevenir nuevas PAAAR. Conocedores de ello es que hemos planteado el presente trabajo de investigación, razón por la cual creemos que nuestro estudio desde el punto de vista teórico-científico se encuentra plenamente justificado.

Se ha planteado el presente estudio con la esperanza de que, una vez reconocidos los predictores de PAAAR se pueda diseñar una intervención dirigida a modificar los mismos reforzando aquellos que contribuirían a su



aparición y reforzando aquellos que contribuyen a prevenirla. De esta manera, se espera contribuir a prevenir nuevos caso de PAAAR, incrementando las prácticas de prevención primaria y alertando sobre la importancia de un diagnóstico temprano y del uso óptimo de protectores entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú.

#### **4.5. Limitaciones de la investigación**

Todo diseño de estudio tiene limitaciones que pueden ser propias del diseño, por cuestiones logísticas o simplemente de interpretación o representatividad, el nuestro no es la excepción. De ahí que no podemos dejar de resaltar algunas de las limitaciones más importantes de nuestro estudio. De acuerdo a las clasificaciones de medicina basada en evidencia, el grado de evidencia de nuestro estudio es del nivel III y por ende su poder de recomendación corresponde a un nivel C, es decir, los resultados de este estudio, se limitan tanto en su validez como en su representatividad al población de pilotos de la Policía Nacional del Perú, y no es correcto extrapolar nuestros resultados libremente a otras poblaciones. Otra limitación importante de nuestro estudio deviene de su carácter operacional, por lo que evidentemente no se puede garantizar la calidez externa de nuestro estudio. Otra limitación importante de nuestro estudio radica en el hecho de que casi la totalidad de pilotos de la policía es muy probable que muchos de estos no realicen su chequeo médico en el Hospital de Policía lo que significa que nuestros resultados también encierran un potencial sesgo de selección. Por último, es preciso mencionar que uno de los principales sesgos del estudio

radica en la imposibilidad de contar con un registro completo de los datos por cuanto algunos reportes audiométricos no fueron encontrados o simplemente estos no fueron realizados.

#### **4.6. Hipótesis**

- Los pilotos de la Policía Nacional del Perú tienen un alto riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido.

#### **4.7. Formulación de objetivos**

##### **4.7.1. Objetivo general:**

- Determinar cuál es riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú y cuáles sus factores asociados.

##### **4.7.2. Objetivos específicos:**

- Determinar cuál es riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú que acudieron a su chequeo anual al Hospital Nacional de Policía durante el periodo 2008-2011.
- Determinar si edad, sexo, horas de vuelo, años de servicio, tipo de vehículo (avión o helicóptero), número de modelos piloteados y rango militar constituyen factores asociados al riesgo de pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido entre los pilotos de la Policía

Nacional del Perú que acudieron a su chequeo anual al Hospital Nacional de Policía durante el periodo 2008-2011.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Tipo de estudio**

Según la clasificación de Mantel y Haenszel<sup>44</sup>, es un estudio de tipo cohortes retrospectivo. De esta manera se analizaron los registros clínicos, audiométricos y de horas de vuelo de todos los pilotos de la Policía Nacional del Perú que acudieron a su chequeo médico anual durante el período 2008-2011 a fin de determinar la incidencia de PAAAR y sus factores de riesgo.

### **5.2. Área de estudio**

Para el presente estudio se realizó en el Hospital Central de la Policía. Dicho hospital es el principal centro de referencia para los pilotos de la Policía Nacional del Perú y el hospital más importante de la Sanidad de la Policía Nacional del Perú a nivel nacional. Como hospital de IV nivel es el centro de referencia para los chequeos médicos anuales para el personal de la policía y en particular para los oficiales pilotos.

### **5.3. Población de estudio**

La población de estudio la componen todos los pilotos de la Policía Nacional del Perú. Estos pilotos son clasificados en pilotos de ala fija (aviones y aeroplanos) o pilotos de ala móvil (helicópteros) dependiendo del tipo de aeronave que pilotan. Así mismo estos no vuelan un tipo de aeronave único sino que a lo largo de su carrera son entrenados para volar diferentes tipos de aeronaves. En el caso de los pilotos de ala fija, la mayoría de vuelos se realizan en aviones Cessna (TU206), Piper (PA-34-220T Seneca III), and

Beechcraft (E90), y con menor frecuencia en aviones Harbin (Y12 II Antonov (An-32 B) y Rockwell (Turbo Commander 690A). En el caso de los pilotos del helicóptero, los helicópteros más volados son los Bell (UH-1H Huey), Bolkow (BO105 LS A-3 y BK117 B-1) mientras que los menos volados son los Kazan (MI-17B) y los Robinson (R22 BETA II).

La muestra del estudio estuvo circunscrita a todos los que cumplieron los siguientes criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:**
  - Piloto de la Policía Nacional del Perú que acudió a su chequeo médico anual durante el período 2008-2011.
- **Criterios de exclusión:**
  - Antecedente de hipoacusia auditiva
  - Antecedente de trauma acústico.

#### **5.4. Procedimientos**

Una vez obtenidos todos los permisos correspondientes se revisaron las historias clínicas y audiometrías de todos los pilotos que cumplieron con nuestros criterios de selección a fin de determinar levantar todas las variables de interés de nuestro estudio. Así mismo se revisaron los registros de horas de vuelo de cada uno de los pilotos con el objeto de analizar el riesgo de PAAAR a la fecha de la última audiometría realizada durante el periodo 2008 – 2011. Los factores a estudiar serán: edad, horas de vuelo, años desde la habilitación,

grado militar, tipo de vehículo (avión o helicóptero). Paralelamente se procedió a diseñar y validar la Ficha de Seguimiento audiométrico para pilotos siguiendo la metodología de validación por comité de expertos. Para efectos de la recolección de datos se utilizó como fuente primaria las historias clínicas y las audiometrías de los pacientes, así como los libros y registros del servicio de Otorrinolaringología del Hospital Nacional de Policía.

### **5.5. Aspectos éticos**

De acuerdo con las normas internacionales de investigación toda la información obtenida de los sujetos de estudio fue manejada en forma estrictamente confidencial, delegando en el investigador principal, la responsabilidad de salvaguardar en todo momento el anonimato de los pacientes. El proyecto del estudio fue revisado y aprobado por el jurado calificador de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos así como por la Unidad de Docencia y la Investigación del Hospital Nacional de Policía, quienes determinaron que el presente estudio calificaba como de revisión expedita por cuanto se trataba de un análisis secundario de datos agrupados y respetaban los principios éticos de la bioética.

### **5.6. Análisis de datos**

Al inicio se procedió a realizar un análisis descriptivo de nuestros resultados. Para ello primero se resumieron nuestras variables de interés de tipo cuantitativo de acuerdo a su media y desviación estándar, acompañados

de sus respectivos valores máximo y mínimo, mientras que las variables cualitativas fueron resumidas según frecuencia absoluta y relativa.

Luego del análisis descriptivo de los datos se procedió a analizar la incidencia de PAAAR utilizando como referencia la última audiometría practicada al piloto y los años transcurridos desde su habilitación como piloto. Una vez hecho esto se procedió a realizar un análisis de factores de riesgo utilizando cada una de nuestras variables de interés como potenciales predictores de PAAAR, utilizando primero un modelo de regresión logística bivariado y luego uno multivariante. Para ello primero consideraremos como todos los casos positivos para PAAAR y en una segunda instancia consideremos como positivos sólo los casos de trauma acústico y los positivos para PAAAR, dejando de lado los casos posibles y probables de PAAAR que fueron tratados como negativos.

Todos los análisis de datos de nuestro estudio se realizarán utilizando el paquete estadístico STATA<sup>tm</sup> versión 12.0 (*Statacorp, Texas, USA*).

## 6. RESULTADOS

**Sobre las características epidemiológicas:** Durante el periodo de estudio un total de 149 pilotos fueron estudiados. Desde el punto de vista epidemiológico (Tabla 1) la mayoría eran varones (95%), pilotos de helicópteros (74%), capitanes o mayores (64%), con una edad promedio de  $33 \pm 7$  años de edad (Gráfico 1) y con un tiempo de servicio promedio de  $9 \pm 5$  años (Gráfico 2).

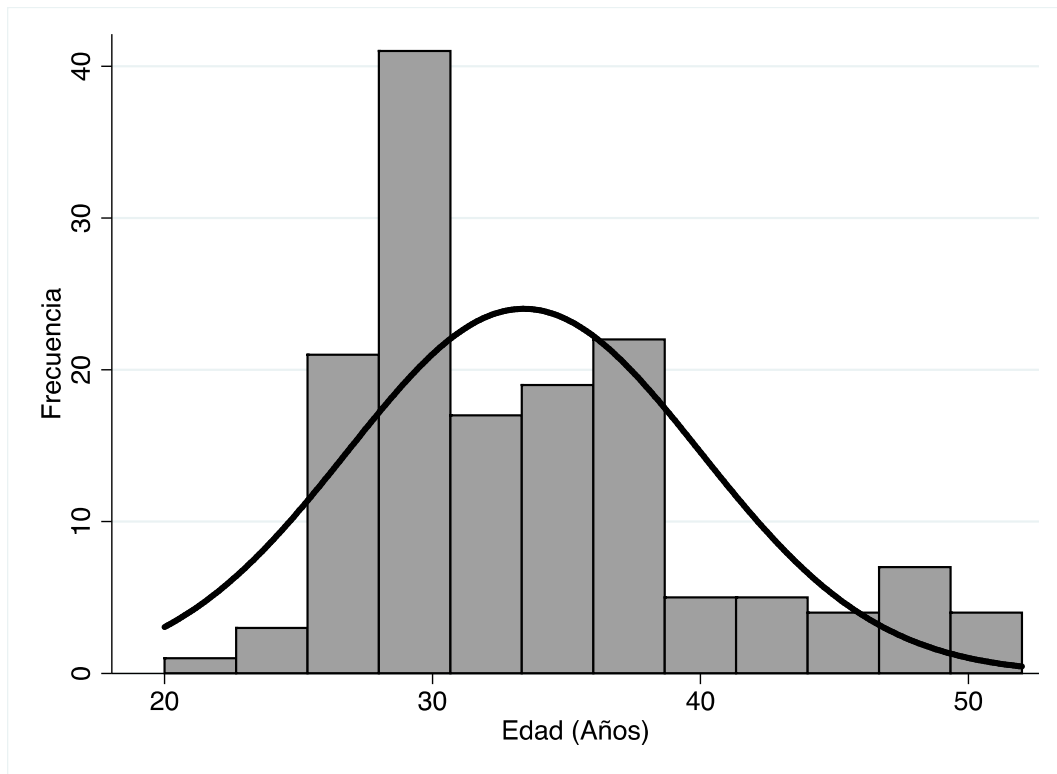
**Tabla 1.** Características epidemiológicas en los pilotos.

Características	N (%)
➤ <b>Edad (Media <math>\pm</math> DE* Años)</b>	33.4 $\pm$ 6.6
... – 39	56 (37,6)
40 – 49	70 (46,9)
50 – ...	23 (15,4)
➤ <b>Tipo de aeronave</b>	
Ala fija	39 (26,2)
Ala móvil	110 (73,8)
➤ <b>Género</b>	
Femenino	7 (4,7)
Masculino	142 (95,3)
➤ <b>Grado militar</b>	
Teniente	34 (22,8)
Capitán	55 (36,9)
Mayor	41 (27,5)
Coronel	13 (8,7)
Comandante	6 (4,0)
➤ <b>T de servicio (Media <math>\pm</math> DE* Años)</b>	8,8 $\pm$ 5,3
... – 9	50 (33,6)
10 – 19	53 (35,6)
20 – ...	46 (30,9)

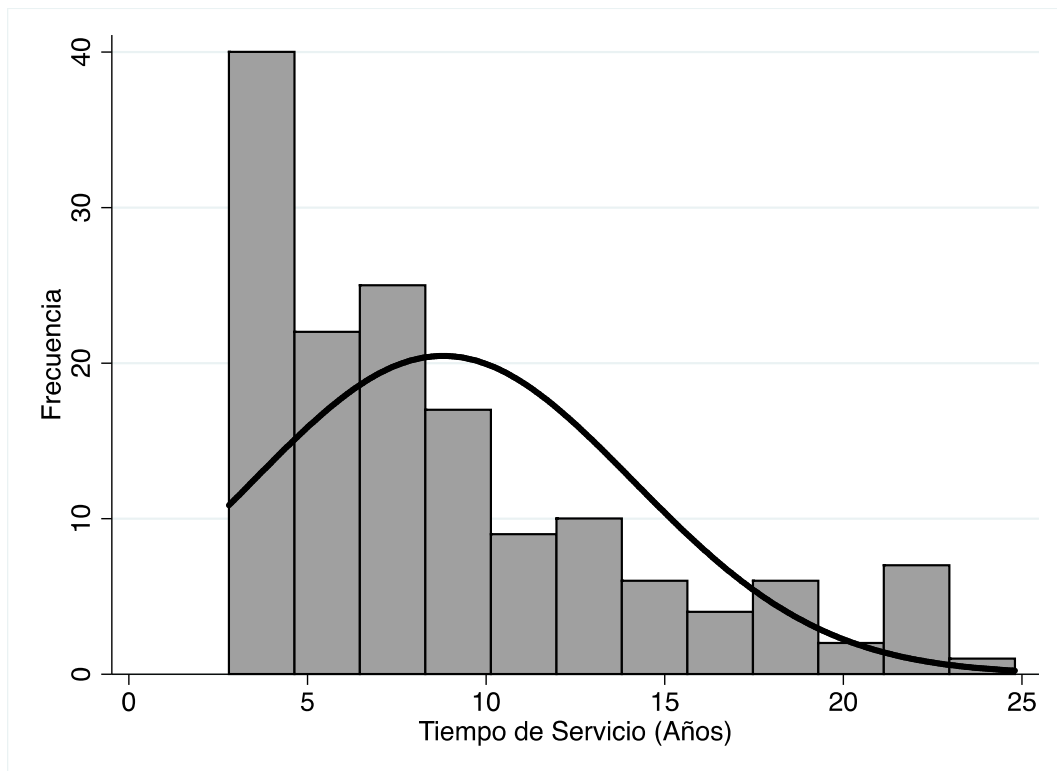
\*DE, desviación estándar.



**Gráfico 1.** Distribución de la población de estudio según edad.



**Gráfico 2.** Distribución de la población de estudio según tiempo de servicio.



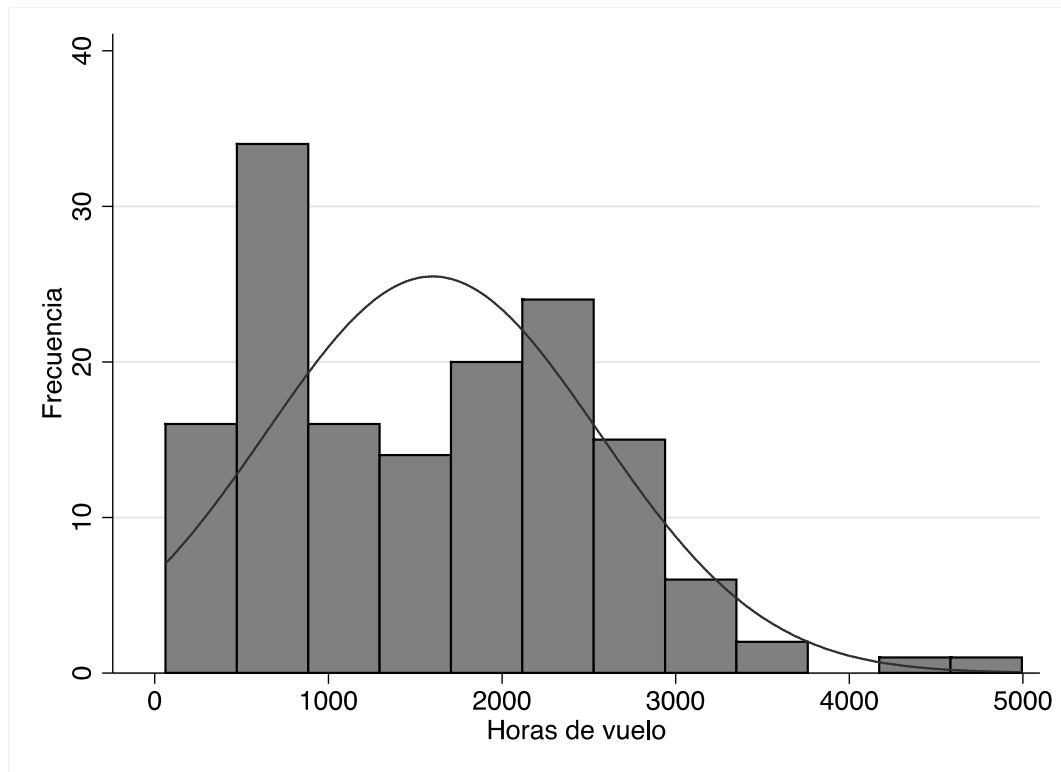
**Sobre el historial de vuelo:** Según su historial de vuelo la mayoría de los pilotos de helicóptero pilotearon unidades tipo Bell UH-1H Huey (96%) o Bolkow BK117 B-1 (59%), mientras que los pilotes de aviones unidades de tipo Cessna TU206 (100%), Piper PA-34-220T Seneca III (100%) o Beechcraft E90 (64%), contabilizando en promedio  $1600 \pm 958$  horas de vuelo.

**Tabla 2.** Historia de vuelo de los pilotos.

<b>Características</b>	<b>N (%)</b>
<b>✦ Helicóptero pilotado (n =110)</b>	
Bell (UH-1H Huey)	104 (95,6)
Bolkow (BK117 B-1)	65 (59,1)
Bolkow (BO105 LS A-3)	40 (36,4)
Kazan (MI-17B)	24 (21,8)
Robinson (R22 BETA II)	5 (5,4)
<b>✦ Aeronave pilotada (n =39)</b>	
Cessna (TU206)	39 (100,0)
Piper (PA-34-220T Seneca III)	39 (100,0)
Beechcraft (E90)	25 (64,1)
Antonov (An-32 B)	11 (28,2)
Harbin (Y12 II)	6 (15,4)
Rockwell (TC-690A)	1 (2,6)
<b>✦ No de modelos pilotados</b>	
<b>(Media <math>\pm</math> DE*)</b>	<b>2,4 <math>\pm</math> 0,8</b>
1 modelo	7 (4,7)
2 modelo	90 (60,4)
3 ó mas modelos	52 (34,9)
<b>✦ Horas de vuelo (Media <math>\pm</math> DE*)</b>	<b>1600 <math>\pm</math> 958</b>
... – 999	51 (34,2)
1000 – 1999	44 (29,5)
2000 – ...	54 (36,3)

\*DE, desviación estándar.

**Gráfico 3.** Distribución de la población de estudio según horas de vuelo.



**Sobre el riesgo de PAAAR:** Según los resultados de las audiometrías (Tabla 3), la mayoría (62%) de los pilotos llega a padecer de algún grado de hipoacusia asociada al ruido a lo largo de su carrera, siendo el diagnóstico más frecuente PAAAR posible (39%) y PAAAR probable (16%), y los menos frecuentes PAAAR positiva (6%) y trauma acústico (1%). En la mayoría de estos casos el tipo de hipoacusia que los pilotos llegan a desarrollar es de tipo bilateral (61%).

**Tabla 3.** Riesgo de PAAAR en pilotos.

Características	N (%)
➤ <b>Diagnóstico</b>	33.4 ± 6.6
AA normal	57 (38,3)
PAAAR	92 (61,7)
PAAAR posible	58 (38,9)
PAAAR probable	24 (16,1)
PAAAR positivo	9 (6,0)
Trauma acústico	1 (0,7)
➤ <b>Tipo de hipoacusia (n =92)</b>	
Bilateral	56 (60,9)
Unilateral izquierda	20 (21,7)
Unilateral derecho	16 (17,4)

\*DE, desviación estándar.

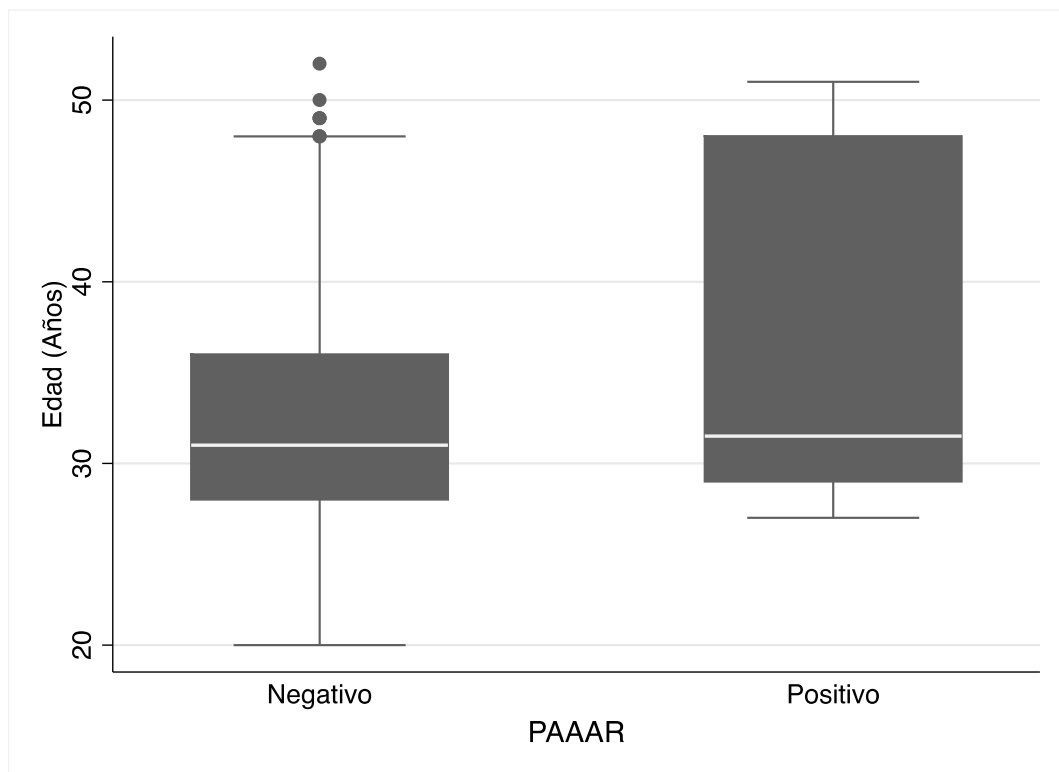
**Sobre el análisis bivariado.** Al comparar los sujetos negativos y positivo para PAAAR según nuestras variables de interés (Tabla 4) encontramos que una asociación estadísticamente ( $p < 0,05$ ) entre PAAAR con pilotear aviones (16% vs. 32%,  $p = 0,023$ ), tener un mayor número de horas de vuelo ( $14,9 \pm 9,3$  vs.  $23,5 \pm 10,7 \times 100$ ,  $p = 0,006$ ). Así mismo se encontró una asociación marginalmente significativamente ( $p < 0,20$ ) entre PAAAR con grado superior (33% vs. 45%,  $p = 0,174$ ), haber piloteado 3 o más modelos diferentes (29% vs. 19%,  $p = 0,169$ ), años de edad ( $33,2 \pm 6,3$  vs.  $36,0 \pm 9,7$ ,  $p = 0,199$ ) y años de servicio ( $8,6 \pm 5,2$  vs.  $11,0 \pm 6,5$ ,  $p = 0,173$ )

**Tabla 4.** Análisis bivariado.

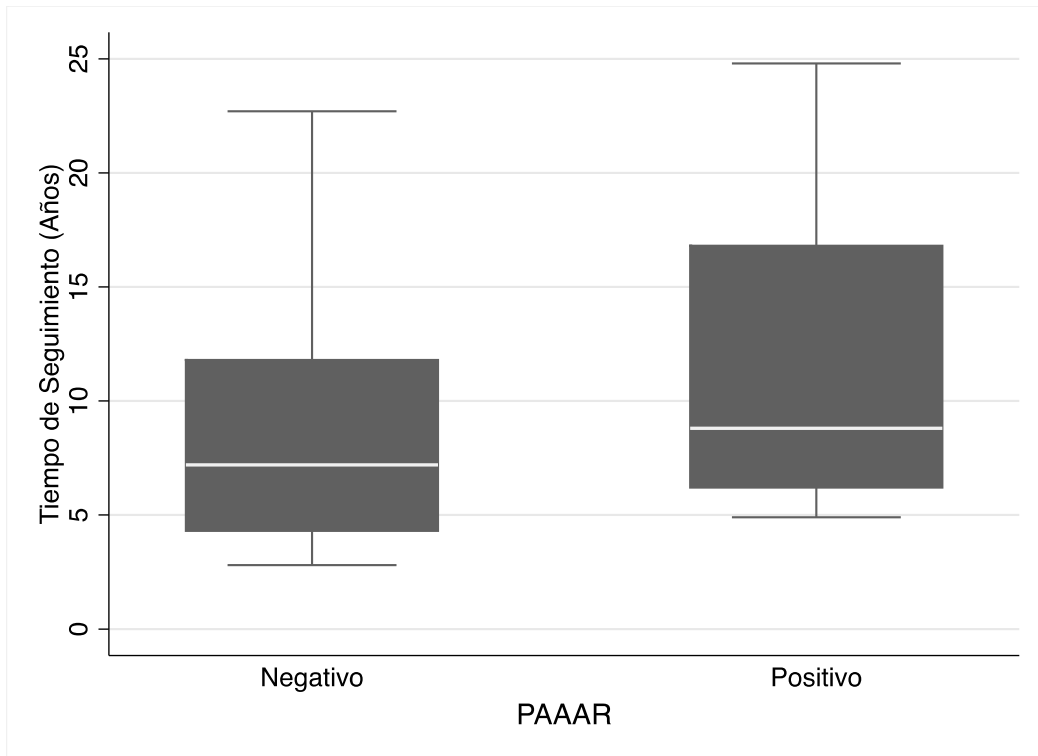
Características	PAAAR		Valor <i>p</i>
	Negativo	Positivo	
	N (%)	N (%)	
➤ Vuela aviones	9 (15,7)	30 (32,6)	*0,023
➤ Sexo masculino	53 (92,9)	89 (96,7)	0,292
➤ Grado superior	19 (33,3)	41 (44,6)	**0,174
➤ 3 o mas modelos piloteados	16 (28,7)	36 (19,1)	**0,169
	<b>X ± DE*</b>	<b>X ± DE*</b>	
➤ Edad (Años)	33,2 ± 6,3	36,0 ± 9,7	**0,199
➤ T de servicio (Años)	8,6 ± 5,2	11,0 ± 6,5	**0,173
➤ Horas de vuelo (100 horas)	14,9 ± 9,3	23,5 ± 10,7	*0,006

\*,  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,20$ ; DE, Desviación estándar; PAAAR, Pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido.

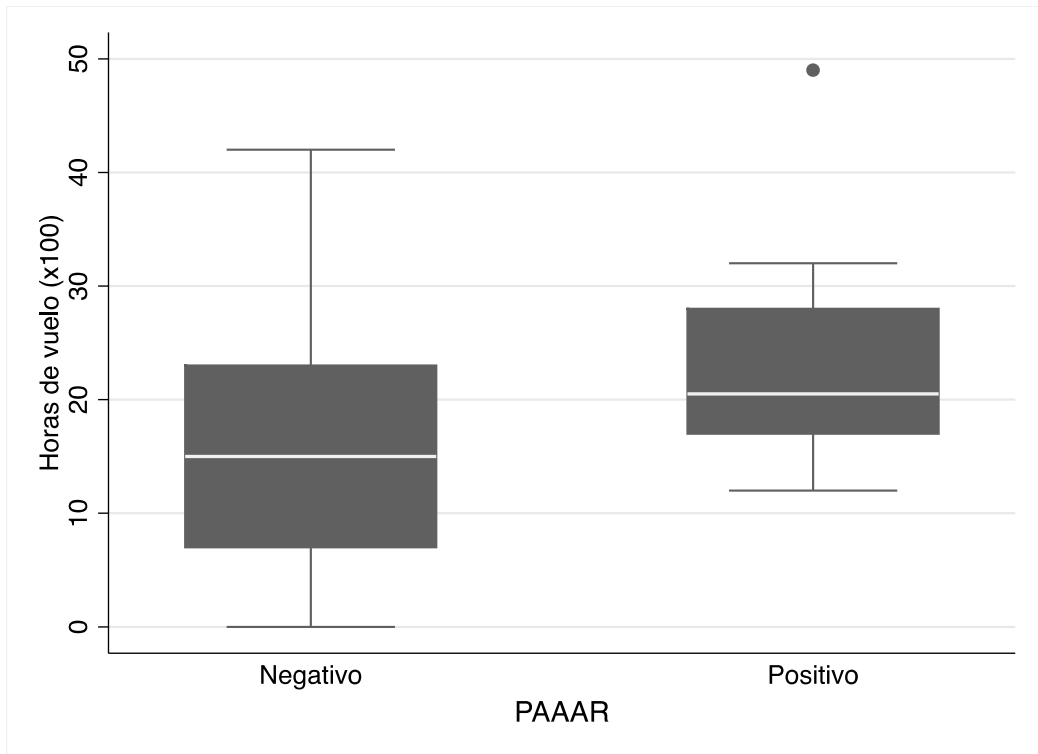
**Gráfico 4.** Distribución de la población de estudio según edad y PAAAR.



**Gráfico 6.** Distribución de la población de estudio según horas de vuelo y PAAAR.



**Gráfico 7.** Distribución de la población de estudio según tiempo de seguimiento y PAAAR.



**Sobre el análisis de regresión (Tabla 4).**- Al análisis de regresión bivariado se encontró que los odds de padecer PAAAR contrastados con los odds de no padecer PAAAR entre los pilotos se incrementaban significativamente con los siguientes factores: volar aviones (OR=2,58; Intervalo de confianza [IC] 95%: 1,12-5,95), años de edad (OR=1,08; IC95%: 1,02-1,15); años de servicio (OR=1,07; IC95%: 1,01-1,15); horas de vuelo x 100 horas (OR=1,09; IC95%: 1,04-1,13).

**Tabla 5.** Análisis de regresión.

Características	ORc (IC 95%)	ORa (IC 95%)
➤ Vuela aviones	*2,58 (1,12-5,95)	*4,44 (1,66-11,9)
➤ Sexo masculino	0,44 (0,09-2,07)	
➤ Grado militar superior	1,61 (0,81-3,20)	*0,22 (0,07-0,68)
➤ 3 o más modelos piloteados	1,64 (0,81-3,36)	
➤ Edad (Años)	*1,08 (1,02-1,15)	
➤ Tiempo de servicio (Años)	*1,07 (1,01-1,15)	
➤ Horas de vuelo (100 horas)	*1,09 (1,04-1,13)	*1,15 (1,08-1,23)

\*,  $p < 0,05$ ; ORc, Odds ratio crudos; ORa, Odds ratio ajustados mediante regresión logística multivariante; IC95%, Intervalo de confianza al 95%; PAAAR, Pérdida de la agudeza auditiva asociada al ruido.

## 7. DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio se pueden resumir de la siguiente manera: Entre los pilotos de la Policía Nacional del Perú aproximadamente 3 de cada 5 pilotos llegan a padecer algún grado de PAAAR a lo largo de su carrera. Así mismo el riesgo de PAAAR se incrementa en más de 4 veces entre los pilotos de aviones comprado con los pilotos de helicópteros, incrementándose 1,15 veces por cada 100 horas de vuelo. Sin embargo dicho riesgo disminuye poco menos de 5 veces cuando los pilotos alcanzan un rango militar superior.

La agudeza auditiva es crítica para la performance de los pilotos de nuestra policía. Debido a ello el riesgo de PAAAR representa una amenaza significativa la eficacia, seguridad, calidad del sueño y calidad de vida de estos pilotos.<sup>45</sup> Con los altos niveles de ruido a los que están expuestos y la inexistencia de un programa de conservación de la audición, no es de sorprender la alta frecuencia de PAAAR encontrada en nuestro estudio. A pesar de ello el hecho de que 3 de cada 5 pilotos desarrollen algún grado de PAAAR es por demás alarmante. Este hallazgo podría significar que a comparación del resto de personal policial, los pilotos se encuentran en un riesgo evidentemente alto de PAAAR. Evidencia reciente da cuenta de que todo personal en armas y más aún los pilotos militares y de policía se encuentran altamente expuestos al ruido, requiriendo por lo mismo una monitorización de los niveles de esta exposición a fin de brindarles una protección apropiada según las características de su entorno.<sup>46, 47</sup>



En nuestro estudio el riesgo de PAAAR se encontró consistentemente incrementado en relación a las horas de vuelo. Según nuestros estimados el riesgo de PAAAR acentuada a partir de los 0.5 KHz siendo esta pérdida de la agudeza auditiva significativamente más severa y más frecuente en el oído izquierdo comparado con el oído derecho. Entre las hipótesis que podemos elucubrar para explicar este fenómeno tenemos el sentido del tráfico en el Perú así como el frecuente uso y abuso del sistema de manos libres a predominio del oído izquierdo. Este hallazgo debido a la oportunidad que representa para la implementación de medidas de prevención de PAAAR, bien merece mayor estudio.

Coincidentemente con lo reportado en la literatura en nuestro estudio los factores de riesgo de PAAAR más importantes en el caso de los policías de tránsito son tabaquismo, tabique desviado, hipertrofia de cornetes y la edad de los policías <sup>48</sup>. Cuando los policías de tránsito consumen tabaco o padecen de un tabique nasal desviado los odds de PAAAR se incrementan en más de ocho veces comparados como cuando estos factores de riesgo están ausentes. De la misma manera los odds de PAAAR se incrementan más de cinco veces cuando el policía de tránsito padece de hipertrofia de cornetes o por cada 5 años de edad.

Coincidentemente con lo reportado en la literatura en nuestro estudio los pilotos de aviones tenían un riesgo mayor de PAAAR que aquellos que piloteaban helicópteros.<sup>49</sup> Según esta el riesgo de PAAAR es relativamente más alto en pilotos de aviones que en pilotos de helicópteros debido principalmente a que los

niveles de ruido (infrasonidos y ultrasonidos) al que están expuestos dentro y fuera de la cabina es mayor en aviones que en helicópteros<sup>50</sup> y a que debido a la importancia de las comunicaciones vía radio la capacidad protectora de los audífonos se neutraliza.<sup>51</sup> Consecuentemente los mismos factores de riesgo que incrementan el riesgo en la población adulta en el caso de los pilotos su efecto se ve sobre magnificado.<sup>52</sup> Adicionalmente, desde el punto de vista mecánico es posible que esto también se deba a que las demás características del ruido tales como frecuencia, ritmicidad de los impulsos y el tiempo de vuelo, es definitivamente mayor en vuelos por avión que en vuelos por helicóptero. Estos en definitiva pueden contribuir a un mayor riesgo de microtraumatismos sonoros a nivel de las células ciliadas ubicadas en la espira basal de la cóclea. A mayor frecuencia y tiempo de exposición mayor el riesgo de que de las alteraciones transitorias se hagan permanentes traducándose en una disminución de la audición de tipo progresivo. Otra explicación probable para este fenómeno deriva del hecho de que en aviación, las frecuencias habituales de vibración fluctúan entre los 5 y los 100 Hz, transmitiéndose estas vibraciones a todo el cuerpo a través de cualquiera de sus ejes cuando el piloto está en contacto con la aeronave. Por ejemplo, los huesos del cráneo resuenan en forma natural en el rango de 20 a 30 Hz; si no se protege la cabeza adecuadamente, la transmisión de las vibraciones del material pueden entrar en resonancia en los huesos comprometiendo la integridad de la vía ósea y de las células ciliadas del oído interno, lo que explicaría los resultados obtenidos en el presente estudio.<sup>2</sup>

Ahora bien cabe precisar que si bien el carácter retrospectivo de nuestro estudio no nos permite ser categóricos con nuestras conclusiones el mismo posee una validez interna interesante puesto que se trata de la serie de casos más grande de PAAAR reportada en los pilotos de la policía. A pesar de ello es importante resalta como las principales limitaciones de nuestro estudio las siguientes. Primero, es muy probable que nuestros estimados se encuentren sobreestimados dado que nuestra población de estudio fue seleccionada teniendo como principal criterio de inclusión el hecho de haberse sometido a dos audiometrías durante el periodo de estudio. En teoría puede darse el caso de que efectivamente aquellos policías que cumplen con este criterio efectivamente seas aquellos con mayor probabilidad de padecer PAAAR. Sin embargo cabe recordar que los policías son requeridos de practicarse un chequeo médico anual que incluye el practicarse una audiometría cada 2 años.

Es importante recalcar que el ruido constituye el riesgo ocupacional muy importante entre los pilotos de aviones y aeroplanos y que el sólo hecho de utilizar protectores no es suficiente. Aquellos que lo padecen ven incrementados significativamente además de la pérdida de audición, la irritación, trastornos del sueño, fatiga e hipertensión.<sup>53</sup> Aunque otros factores de riesgo de PAAAR han sido ampliamente reportados en pilotos, el mayor factor de riesgo entre los mismos es la exposición al ruido en cabina, la misma que se incrementa con un mayor número de horas de vuelo.<sup>8</sup> Por esta razón creemos que es imperativo implementar un programa de prevención primaria de PAAAR que permita

disminuir el riesgo de PAAAR entre los pilotos de la policía y con ello mejorar su calidad de vida así como la performance de la institución.

## **8. CONCLUSIONES**

Basados en los resultados de nuestro estudio podemos concluir que:

- ▶ En la experiencia reciente del Hospital de la Policía Nacional del Perú, los pilotos de la policía se encuentra en un alto riesgo de PAAAR, el misma que se incrementa significativamente por cada 100 horas de vuelo y por volar aviones en comparación con volar helicópteros, pero a su vez disminuye significativamente cuando se compara a los oficiales superiores con los de menor rango.

## ➤ **RECOMENDACIONES**

Considerando que según medicina basada en evidencias la presente tesis es un estudio trasversal que clasifica con un grado III de evidencia y un nivel C de fortaleza de recomendación, por lo que existe “insuficiente evidencia para recomendar práctica”, las siguientes recomendaciones estrictamente sólo pueden tomarse en cuenta para la Dirección de Aviación Policial de la Policía Nacional del Perú:

- Se recomienda desarrollar estudios prospectivos que confirmen nuestros resultados, en lo posible, con un nivel de evidencia “I” a fin de estimar cuál es la incidencia de PAAAR en los pilotos de la policía y a su vez profundizar el análisis de factores de riesgo de PAAAR entre los mismos.
- Se recomienda tomar en consideración los resultados de este estudio y actualizar las guías de práctica clínica del Hospital de la Policía Nacional del Perú a fin de implementar un programa de prevención primaria de PAAAR que permita disminuir el riesgo de PAAAR en la población de pilotos de la policía y con ellos mejorar su calidad de vida.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Liu XZ, Yan D. Ageing and hearing loss. *J Pathol.* 2007;211(2):188-97.
2. Hong O, Samo DG. Hazardous decibels: hearing health of firefighters. *AAOHN J.* 2007;55(8):313-9.
3. ACOEM. ACOEM evidence-based statement: noise-induced hearing loss. *J Occup Environ Med.* 2003;45(6):579-81.
4. Daniel E. Noise and hearing loss: a review. *J Sch Health.* 2007;77(5):225-31.
5. Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, Nondahl DM. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *Am J Epidemiol.* 1998;148(9):879-86.
6. Fransen E, Topsakal V, Hendrickx JJ, Van Laer L, Huyghe JR, Van Eyken E, Lemkens N, Hannula S, Maki-Torkko E, Jensen M, Demeester K, Tropitzsch A, Bonaconsa A, Mazzoli M, Espeso A, Verbruggen K, Huyghe J, Huygen PL, Kunst S, Manninen M, Diaz-Lacava A, Steffens M, Wienker TF, Pyykko I, Cremers CW, Kremer H, Dhooge I, Stephens D, Orzan E, Pfister M, Bille M, Parving A, Sorri M, Van de Heyning P, Van Camp G. Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: a European population-based multicenter study. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2008;9(3):264-76; discussion 1-3.

7. Kuronen P, Toppila E, Starck J, Paakkonen R, Sorri MJ. Modelling the risk of noise-induced hearing loss among military pilots. *Int J Audiol.* 2004;43(2):79-84.
8. Scheuch K, Griefahn B, Jansen G, Spreng M. Evaluation criteria for aircraft noise. *Rev Environ Health.* 2003;18(3):185-201.
9. Holmes SR, Bunting A, Brown DL, Hiatt KL, Braithwaite MG, Harrigan MJ. Survey of spatial disorientation in military pilots and navigators. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74(9):957-65.
10. Owen MJ. A survey of hearing loss in Army aircrew. *Occup Med (Lond).* 1996;46(1):53-8.
11. Abel SM. Hearing loss in military aviation and other trades: investigation of prevalence and risk factors. *Aviat Space Environ Med.* 2005;76(12):1128-35.
12. Jaruchinda P, Thongdeetae T, Panichkul S, Hanchumpol P. Prevalence and an analysis of noise--induced hearing loss in army helicopter pilots and aircraft mechanics. *J Med Assoc Thai.* 2005;88 Suppl 3:S232-9.
13. Wagstaff AS, Arva P. Hearing loss in civilian airline and helicopter pilots compared to air traffic control personnel. *Aviat Space Environ Med.* 2009;80(10):857-61.
14. Lindgren T, Wieslander G, Dammstrom BG, Norback D. Hearing status among commercial pilots in a Swedish airline company. *Int J Audiol.* 2008;47(8):515-9.



15. Raynal M, Kossowski M, Job A. Hearing in military pilots: one-time audiometry in pilots of fighters, transports, and helicopters. *Aviat Space Environ Med.* 2006;77(1):57-61.
16. Barney R, Bohnker BK. Hearing thresholds for U.S. Marines: comparison of aviation, combat arms, and other personnel. *Aviat Space Environ Med.* 2006;77(1):53-6.
17. Buyukcakil C. Hearing loss in Turkish aviators. *Mil Med.* 2005;170(7):572-6.
18. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup Environ Med.* 2001;58(1):46-51.
19. Coles RR, Lutman ME, Buffin JT. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 2000;25(4):264-73.
20. Thorne PR, Ameratunga SN, Stewart J, Reid N, Williams W, Purdy SC, Dodd G, Wallaart J. Epidemiology of noise-induced hearing loss in New Zealand. *N Z Med J.* 2008;121(1280):33-44.
21. Rosenhall U, Pedersen K, Svanborg A. Presbycusis and noise-induced hearing loss. *Ear Hear.* 1990;11(4):257-63.
22. Rosenhall U, Pedersen KE. Presbycusis and occupational hearing loss. *Occup Med.* 1995;10(3):593-607.
23. Gorai AK, Pal AK. Noise and its effect on human being--a review. *J Environ Sci Eng.* 2006;48(4):253-60.

24. Kerr MJ, Lusk SL, Ronis DL. Explaining Mexican American workers' hearing protection use with the health promotion model. *Nurs Res.* 2002;51(2):100-9.
25. Lusk SL, Kerr MJ, Kauffman SA. Use of hearing protection and perceptions of noise exposure and hearing loss among construction workers. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1998;59(7):466-70.
26. Berger EH, Franks JR, Behar A, Casali JG, Dixon-Ernst C, Kieper RW, Merry CJ, Mozo BT, Nixon CW, Ohlin D, Royster JD, Royster LH. Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part III. The validity of using subject-fit data. *J Acoust Soc Am.* 1998;103(2):665-72.
27. Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med.* 2005;48(6):446-58.
28. Adera T, Donahue AM, Malit BD, Gaydos JC. Assessment of the proposed Draft American National Standard method for evaluating the effectiveness of hearing conservation programs. *J Occup Med.* 1993;35(6):568-73.
29. COVENIN. Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación. Norma COVENIN 1565-95. 3ª Revisión. Caracas: Consejo Venezolano de Normas Industriales; 1995.

30. Nottet JB, Moulin A, Brossard N, Suc B, Job A. Otoacoustic emissions and persistent tinnitus after acute acoustic trauma. *Laryngoscope*. 2006;116(6):970-5.
31. Cripps NP, Glover MA, Guy RJ. The pathophysiology of primary blast injury and its implications for treatment. Part II: The auditory structures and abdomen. *J R Nav Med Serv*. 1999;85(1):13-24.
32. Zajtchuk JT, Phillips YY. Effects of blast overpressure on the ear. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1989;140:1-60.
33. Kerr AG, Byrne JE. Concussive effects of bomb blast on the ear. *J Laryngol Otol*. 1975;89(2):131-43.
34. Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Risk factors for hearing loss in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2002. *Otol Neurotol*. 2009;30(2):139-45.
35. Lindgren T, Wieslander G, Dammstrom BG, Norback D. Tinnitus among airline pilots: prevalence and effects of age, flight experience, and other noise. *Aviat Space Environ Med*. 2009;80(2):112-6.
36. OPS. Organización Panamericana de la Salud. Vibraciones Oscilatorias. En *Enfermedades Ocupacionales. Guía para su Diagnóstico*. Publicación Científica N° 480. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington, DC, EUA 1986; pp. 307. 1986.
37. Stanbury M, Rafferty AP, Rosenman K. Prevalence of hearing loss and work-related noise-induced hearing loss in Michigan. *J Occup Environ Med*. 2008;50(1):72-9.

38. Dobie RA. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear Hear.* 2008;29(4):565-77.
39. Ishii EK, Talbott EO. Race/ethnicity differences in the prevalence of noise-induced hearing loss in a group of metal fabricating workers. *J Occup Environ Med.* 1998;40(8):661-6.
40. Ishii EK, Talbott EO, Findlay RC, D'Antonio JA, Kuller LH. Is NIDDM a risk factor for noise-induced hearing loss in an occupationally noise exposed cohort? *Sci Total Environ.* 1992;127(1-2):155-65.
41. Barone JA, Peters JM, Garabrant DH, Bernstein L, Krebsbach R. Smoking as a risk factor in noise-induced hearing loss. *J Occup Med.* 1987;29(9):741-5.
42. Murillo IC. [How does noise affect us? In our health, life styles and environs]. *Rev Enferm.* 2007;30(10):13-6, 8-20.
43. McFerran DJ, Baguley DM. Acoustic shock. *J Laryngol Otol.* 2007;121(4):301-5.
44. Mantel N, Haenszel W. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *J Natl Cancer Inst.* 1959;22(4):719-48.
45. Perron S, Tetreault LF, King N, Plante C, Smargiassi A. Review of the effect of aircraft noise on sleep disturbance in adults. *Noise Health.* 2012;14(57):58-67.
46. Yankaskas K. Prelude: noise-induced tinnitus and hearing loss in the military. *Hear Res.* 2013;295:3-8.

47. Heupa AB, Goncalves CG, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(6):747-53.
48. Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Zaborowski K, Zamojska M, Sliwinska-Kowalska M. Noise induced hearing loss: research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States. *Noise Health.* 2013;15(62):55-66.
49. Orsello CA, Moore JE, Reese C. Sensorineural hearing loss incidence among U.S. military aviators between 1997 and 2011. *Aviat Space Environ Med.* 2013;84(9):975-9.
50. Fitzpatrick DT. An analysis of noise-induced hearing loss in Army helicopter pilots. *Aviat Space Environ Med.* 1988;59(10):937-41.
51. Matschke RG. [Risk of noise-induced hearing loss caused by radio communication? Audiologic findings in helicopter crews and pilots of propeller airplanes]. *Hno.* 1987;35(12):496-502.
52. Casto KL, Casali JG. Effects of headset, flight workload, hearing ability, and communications message quality on pilot performance. *Human factors.* 2013;55(3):486-98.
53. Michaud DS, Fidell S, Pearsons K, Campbell KC, Keith SE. Review of field studies of aircraft noise-induced sleep disturbance. *J Acoust Soc Am.* 2007;121(1):32-41.

## 10. ANEXOS

### MBE – Categorías de las evidencias

Categoría de Evidencia		Tipo de estudio
I.	IA	Ensayos Clínicos Aleatorizados multicéntricos
	IB	Ensayos Clínicos Aleatorizados unicéntricos
II.	IIA	Ensayos Clínicos controlados no aleatorizados
	IIB	Ensayos cuasiexperimentales
III.		Estudios descriptivos no experimentales
		Estudios comparativos
		Estudios de correlación
IV.		Estudios caso – control
		Comité de expertos u opinión de expertos

### MBE –Fortaleza de recomendación y niveles de evidencia

Fortaleza de recomendación		Nivel de Evidencia
A	Adecuada evidencia para adoptar una práctica	IA – IB
B	Existe cierta evidencia para adoptar la práctica	IIA – IIB
C	Insuficiente evidencia para recomendar práctica	III – IV
D	Existe cierta evidencia para no recomendar la práctica	IIA – IIB
E	Existe adecuada evidencia para no adoptar práctica	IA – IB