

[Pulse aquí para volver atrás](#)

La Biblioteca Cochrane Plus

2010 Número 1 ISSN 1745-9990

INTERVENCIONES PARA PREVENIR LA PÉRDIDA DE AUDICIÓN INDUCIDA POR RUIDOS EN EL LUGAR DE TRABAJO

Jos H Verbeek, Erik Kateman, Thais C Morata, Wout Dreschler, Bas Sorgdrager

Esta revisión debería citarse como: Jos H Verbeek, Erik Kateman, Thais C Morata, Wout Dreschler, Bas Sorgdrager. Intervenciones para prevenir la pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo (Revision Cochrane traducida). En: *Biblioteca Cochrane Plus* 2009 Número 3. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2009 Issue 3 Art no. CD006396. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

RESUMEN

Antecedentes

Millones de trabajadores en todo el mundo se encuentran expuestos a niveles de ruido que aumentan el riesgo de sufrir una deficiencia auditiva. Poco se conoce acerca de la efectividad de las intervenciones para la prevención de la pérdida de audición.

Objetivos

Evaluar la efectividad de las intervenciones no farmacéuticas para la prevención de la exposición a ruidos en el trabajo o de la pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo comparadas con ninguna intervención o intervenciones alternativas.

Estrategia de búsqueda

Se hicieron búsquedas en el Registro Especializado de Ensayos Controlados del Grupo Cochrane de Enfermedades de Oído, Nariz y Garganta (Cochrane Ear, Nose and Throat Disorders Group); Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials, CENTRAL) (*The Cochrane Library* número 4, 2008); PubMed; EMBASE; CINAHL; Web of Science; BIOSIS Previews; Cambridge Scientific Abstracts; NIOSHTIC, CISDOC y mRCT hasta el 15 de diciembre de 2008.

Criterios de selección

Ensayos controlados aleatorios, estudios controlados tipo antes y después y series de tiempo interrumpido de intervenciones de prevención de la pérdida de audición en condiciones de campo en trabajadores expuestos a ruidos.

Obtención y análisis de los datos

Dos revisores (EK, JV) evaluaron de forma independiente la calidad y la elegibilidad de los ensayos, y extrajeron los datos.

Resultados principales

Se incluyeron 21 estudios. Un estudio evaluó una estrategia para reducir la exposición a ruidos. Catorce estudios con 75 672 participantes evaluaron programas de prevención de la pérdida de audición y seis estudios con 169 participantes evaluaron la protección auditiva. La calidad general de los estudios fue baja.

Un estudio de STI evaluó el efecto de una nueva legislación para reducir la exposición a ruidos. Halló que la mediana del nivel de ruido disminuyó en 27,7 dB(A) (intervalo de confianza [IC] del 95%: -36,1 a -19,3 dB) con un cambio en la tendencia de tiempo de -2,1 dB por año (IC del 95%: -4,9 a 0,7).

Un estudio de protección auditiva comparó reclutas del ejército expuestos a ruidos de impulso con reclutas no expuestos. El odds ratio (OR) para la pérdida de la audición fue de 3,0 (IC del 95%: 1,1 a 8,0), a pesar de la protección auditiva. En cuatro estudios, los trabajadores en un programa de prevención de la pérdida de audición tuvieron una pérdida de audición de 0,5 dB HL más a 4 kHz que los trabajadores que no estuvieron expuestos a ruidos (IC del 95%: -0,5 a 1,7). En un estudio, el cociente de riesgos instantáneos de la pérdida de audición fue del 3,8 (IC del 95%: 2,7 a 5,3) para los trabajadores expuestos a ruidos en comparación con los trabajadores no expuestos.

En tres estudios, un programa de prevención de la pérdida de audición de alta calidad presentó un riesgo menor de pérdida de audición que los programas de calidad inferior.

Las calificaciones de atenuación de ruidos de la protección auditiva en condiciones de campo fueron sistemáticamente inferiores que las calificaciones proporcionadas por los fabricantes.

Conclusiones de los autores

Existen pruebas de baja calidad de que la legislación puede reducir los niveles de ruido en los lugares de trabajo. La efectividad de los dispositivos de protección auditiva depende de un uso adecuado. Existen pruebas contradictorias de que los programas de prevención de la pérdida de audición son eficaces a largo plazo. Aunque los estudios de casos muestran que se pueden lograr reducciones apreciables, no existen pruebas de que se materialicen en la práctica. Se necesita mejor implementación y refuerzo.

Se necesitan mejores evaluaciones de las intervenciones técnicas y los efectos a largo plazo. Los datos audiométricos y de medición de ruido son potencialmente valiosos para tales estudios.

RESUMEN EN TÉRMINOS SENCILLOS

Intervenciones para prevenir la pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo

Millones de trabajadores se encuentran expuestos a niveles de ruidos que aumentan el riesgo de sufrir una deficiencia auditiva o pérdida de audición. En muchos países, existen programas de prevención de la pérdida de audición obligatorios, que se consideran una medida eficaz para prevenir la pérdida de audición inducida por ruidos. Sin embargo, las pruebas de estas asunciones no están claras.

Se halló un estudio que indicó que los niveles de ruido disminuyeron después de un cambio en la legislación para la industria minera.

En seis estudios con 169 trabajadores, la protección auditiva redujo la exposición a ruidos de los trabajadores. Sin embargo, un estudio de alta calidad reveló que si los trabajadores no reciben instrucciones adecuadas sobre el uso de los tapones de oídos, la

protección auditiva es insuficiente.

Se hallaron 15 estudios con 75 672 participantes que evaluaron los efectos a largo plazo de la protección contra la exposición a ruidos. Seis estudios compararon los efectos de los programas de prevención de la pérdida de audición de trabajadores con los niveles de audición de trabajadores no expuestos a ruidos. Uno de estos estudios reveló que los reclutas del ejército tienen un riesgo tres veces mayor de pérdida de audición en comparación con los controles no expuestos a ruidos. Otro estudio halló una pérdida de audición cuatro veces mayor entre los trabajadores que estaban expuestos, pero protegidos, en comparación con los trabajadores no expuestos. En los cuatro estudios restantes, no hubo diferencias en la pérdida de la audición entre los trabajadores protegidos y los trabajadores no expuestos, pero todavía existe considerable incertidumbre acerca de la validez de este resultado. En cuatro estudios, la reducción del riesgo dependía de la calidad de los programas de prevención de la pérdida de audición.

Las pruebas sobre la efectividad de los programas de protección auditiva y de prevención de la pérdida de audición son contradictorias. Se necesitan programas de prevención de mayor calidad y una mejor implementación de la legislación.

ANTECEDENTES

Según un estudio reciente, aproximadamente nueve millones de trabajadores de los EE.UU. están expuestos a niveles de ruido de 85 dB(A) y más en un promedio ponderado de tiempo (WHO 2002). Los primeros signos de pérdida de audición inducida por ruidos pueden observarse en la "marca" característica de 4 kHz observada en los audiogramas, indicando una pérdida de audición en el medio del rango de frecuencia de voces humanas (Nelson 2005). En todo el mundo, el 16% de la pérdida de audición invalidante en adultos se atribuye al ruido en el trabajo. Leigh calculó una incidencia global anual de pérdida de audición inducida por ruidos de 1 628 000 casos, lo que significa una tasa de incidencia anual de casi dos nuevos casos por 1000 trabajadores mayores (Leigh 1999). La pérdida de audición inducida por ruidos es la segunda enfermedad o lesión laboral autoinformada más frecuente, a pesar de décadas de estudio, regulaciones e intervenciones en el lugar de trabajo (Nelson 2005).

La exposición a largo plazo a niveles de ruido de más de 80 dB(A) conlleva un mayor riesgo de pérdida de audición, que a su vez aumenta con el nivel de ruido y finalmente conducirá a una deficiencia auditiva. El riesgo de desarrollo de deficiencia auditiva también aumenta con la edad. Existen diversas definiciones de deficiencia auditiva en uso. La definición de deficiencia auditiva que se utiliza con más frecuencia consiste en un promedio ponderado de pérdida auditiva a 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz y 4 kHz mayor a 25 dB. Tal pérdida auditiva reduce la capacidad de involucrarse en conversaciones en reuniones o actividades sociales, creando una barrera significativa para establecer o mantener relaciones emocionales. Medida de esta manera, se estima que la probabilidad de que ocurra una deficiencia auditiva en las personas no expuestas al ruido, a las edades de 35 y 65 años, son del 10% y el 55%, respectivamente, porque aumenta con la edad. Diez años de exposición a ruidos a un nivel de 100 dB(A) aumentará la probabilidad de aparición de deficiencia auditiva para los mismos individuos al 94,5% y el 99,5%. Por lo tanto, diez años de exposición a ruidos implica un riesgo relativo de deficiencia auditiva de 9,9 para un trabajador de 35 años de edad y de 1,8 para un trabajador de 65 años de edad, en comparación con sus compañeros no expuestos (Prince 1997). La exposición concurrente a sustancias ototóxicas, como solventes y metales pesados, puede aumentar el potencial perjudicial del ruido (EU 2003; Morata 1993). El deterioro es permanente y no existen tratamientos eficaces para la pérdida de audición permanente inducida por la exposición a ruidos excesivos. Sin embargo, el riesgo de pérdida de audición inducida por ruidos puede reducirse enormemente si el ruido se reduce por debajo de 80 dB(A) (ISO 1990).

El potencial preventivo de reducir la exposición a ruidos ha generado programas obligatorios de prevención de la pérdida de audición en muchos países. Sin embargo, la alta tasa informada de pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo pone en duda su efectividad. Es más, la amplia gama de intervenciones incluidas en los programas de prevención de la pérdida de audición dificulta seleccionar la estrategia más eficaz para reducir el riesgo. Existe una creencia general de que es más eficaz aplicar las medidas de control en orden jerárquico, en primer lugar aplicar medidas que eliminan la fuente de ruido, y luego aplicar medidas que protegen al trabajador individual solamente. En términos de higiene laboral, esto se llama "jerarquía de los controles" (Ellenbecker 1996). A pesar de la creencia general de que este debe ser el principio para la aplicación de las estrategias de reducción de ruidos en el lugar de trabajo, en muchas ocasiones, el primer intento por reducir el ruido será la provisión de protectores auditivos. En otra revisión Cochrane, se estudia la efectividad de las intervenciones para promover el uso de protectores auditivos (El Dib 2006). Además, recientemente, se han estudiado intervenciones clínicas como el uso de magnesio o antioxidantes como la N-acetilcisteína para la prevención de la pérdida de audición inducida por ruidos (Lynch 2005). No estarán incluidos en esta revisión.

Una revisión más general y no sistemática de 1995, sobre la efectividad de los programas de conservación de la audición, concluyó que no había pruebas convincentes de que los programas de prevención de la pérdida de audición sean eficaces (Dobie 1995). Por lo tanto, se justifica la realización de una revisión sistemática de los estudios que han evaluado las intervenciones para reducir la exposición a ruidos en el lugar de trabajo o a la disminución de la pérdida de audición inducida por los ruidos en el lugar de trabajo.

OBJETIVOS

Evaluar la efectividad de las intervenciones no farmacéuticas para la prevención de la exposición a ruidos en el lugar de trabajo y la pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo, comparadas con ninguna intervención o intervenciones alternativas.

MÉTODOS

Criterios para la valoración de los estudios para esta revisión

Tipos de estudios

Se incluyeron ensayos controlados aleatorios, ensayos aleatorios por grupos, estudios controlados tipo antes y después y series de tiempo interrumpido.

Las evaluaciones de las intervenciones de prevención de la pérdida de audición pueden estar sesgadas por factores diferentes al ruido que también causan pérdida de audición, como la edad o la exposición a sustancias ototóxicas. La asignación al azar es la mejor protección contra tales sesgos. Sin embargo, la reducción de ruidos es una intervención que casi nunca se realiza a nivel del individuo. La reducción de ruidos en empresas generalmente implica reemplazar la maquinaria ruidosa o colocarles una protección a estas maquinarias o herramientas ruidosas. La asignación al azar por grupos, en la cual se asigna al azar a empresas o departamentos completos a la intervención o al grupo control, sería una manera de reemplazar la asignación al azar individual y es un diseño de ensayo relativamente nuevo.

Dado que es difícil realizar la asignación al azar a las intervenciones de interés en esta revisión, también se incluyeron estudios controlados tipo antes y después. No existe una nomenclatura uniforme para los estudios no aleatorios. En la bibliografía, los estudios controlados tipo antes y después también se conocen como estudios de cohortes, estudios cuasiexperimentales o estudios clínicos controlados. Para los estudios que midieron un efecto inmediato de la protección auditiva, fue difícil evaluar cuál sería la composición

de un grupo control adecuado. Se incluyeron sólo estudios que midieron un efecto inmediato de dos tipos de protectores auditivos, si se midieron en los mismos participantes en estudio. Para los estudios que midieron la pérdida de audición a largo plazo, se excluyeron los estudios que no recopilaron los datos con un grupo control adecuado, sino que sólo utilizaron datos de las bases de datos disponibles.

Además, con frecuencia la pérdida de audición se encuentra registrada en las bases de datos médicas. Estas bases de datos pueden formar una fuente fiable en las que se pueden observar cambios en las tendencias temporales como resultado de las intervenciones. Este tipo de datos también se conocen como series de tiempo interrumpido. El Grupo Cochrane para una Práctica y Organización Sanitaria Efectivas (EPOC, por sus siglas en inglés) los ha definido como estudios en los que se mide el resultado al menos tres veces antes y tres veces después de la intervención (EPOC 2002; Ramsay 2003).

También se obtuvieron estudios no controlados de tipo antes y después para comparar con los resultados de esta revisión.

Para los dispositivos de protección auditiva, se incluyeron estudios que compararon la atenuación de ruidos con diferentes dispositivos en los mismos trabajadores en situaciones reales de vida. Se excluyeron los estudios de laboratorio porque se ha informado reiteradamente que los resultados en el laboratorio suelen ser falsamente o excesivamente positivos debido a factores como el entrenamiento en la colocación de los dispositivos, el uso de lentes y otras condiciones prácticas. Se excluyeron los estudios sin comparación porque la atenuación auditiva depende en gran parte de la aptitud de los trabajadores para colocar adecuadamente los dispositivos. Una comparación entre los dispositivos, en estos casos sería una comparación entre las aptitudes de los trabajadores y no de la atenuación de los dispositivos.

Tipos de participantes

Trabajadores masculinos y femeninos o lugares de trabajo expuestos a niveles de ruido de más de 80 dB (A) a un promedio ponderado de tiempo durante todo un turno de trabajo, día hábil o parte del turno de trabajo.

Tipos de intervenciones

Intervenciones destinadas a prevenir la pérdida de audición inducida por ruidos, o que forman parte de un programa de prevención de la pérdida de audición. Se incluyeron intervenciones que consistían de uno o más de los siguientes elementos:

1. diseño de controles: reducción o eliminación de la fuente de ruidos, cambio de materiales, procesos o la disposición del lugar de trabajo (NIOSH 1997);
2. controles administrativos: cambio de las prácticas de trabajo, de las políticas de gestión o el comportamiento de los trabajadores (NIOSH 1997);
3. dispositivos personales de protección contra ruidos (NIOSH 1998);
4. vigilancia auditiva: vigilancia de los niveles de audición de los trabajadores expuestos (NIOSH 1998).

Se excluyeron todas las intervenciones clínicas como el uso de antioxidantes, magnesio u otros compuestos.

Tipos de medida de resultado

Se distinguió entre efectos inmediatos y efectos a largo plazo. Los efectos inmediatos fueron considerados si era posible un cambio en el resultado después de, como máximo, ocho horas. Este fue el caso para la reducción de ruidos como resultado de intervenciones de reducción de ruidos y para la atenuación de ruidos o una disminución del desplazamiento temporal del umbral como resultado de los dispositivos de protección auditiva. Los programas de prevención de la pérdida de audición tienen como objetivo prevenir desplazamientos permanentes del umbral, que sólo ocurren después de varios años y que posiblemente pueden prevenirse al implementar medidas de control de ingeniería o administrativas o mediante el uso sistemático del equipo de protección. Los desplazamientos permanentes del umbral fueron considerados efectos a largo plazo.

Efectos inmediatos

La relación entre la exposición a ruidos en el lugar de trabajo y la pérdida de audición inducida por ruidos ha sido claramente establecida (ISO 1990; Prince 1997). Se puede asumir con certeza que las intervenciones que reducen la exposición a ruidos conducirán a una disminución en la pérdida de audición. Por lo tanto, los niveles de exposición a ruidos generan una buena estimación del resultado de salud final. Las mediciones de la exposición a ruidos en el lugar de trabajo se deben realizar con un medidor de niveles de sonidos como mediciones de áreas, o con un dosímetro de ruido como mediciones personales. El dosímetro de ruido integra las mediciones de ruidos con el tiempo de exposición, mientras que en las mediciones de áreas, deberá hacerlo el observador. Aunque, se propuso incluir sólo mediciones ejecutadas según una norma escrita nacional o internacional, en la que se proporcione información sobre el método de medición, la ponderación del tiempo y datos similares, este resultó ser un criterio excesivamente estricto. Por lo tanto, se incluyeron todas las mediciones de ruidos informadas. La integración de las mediciones de ruidos al tiempo de exposición se basa en la teoría de la energía equivalente, que afirma que niveles iguales de energía sonora producen un daño equivalente, independientemente de su distribución en el transcurso del tiempo. Sin embargo, en los EE.UU., la integración de los niveles de ruido al transcurso del tiempo es diferente a la de Europa, con un "tasa de cambio" de 5 dB y 3 dB, respectivamente. Lo que significa que en los estudios estadounidenses una hora de exposición a 90 dB(A) equivale a media hora de exposición a 95 dB(A), mientras que en los estudios europeos esto equivaldría a media hora de 93 dB(A). En consecuencia, la cifra ponderada en el tiempo estadounidense sería una apreciación errónea de los mismos niveles de ruido medidos según la metodología europea. Se utilizaron las medidas de resultado según eran descritas por los autores.

También hay un efecto temporal inmediato de la exposición a ruidos que se manifiesta como una disminución en la agudeza de la audición después de unas horas de exposición; el denominado desplazamiento temporal del umbral. Los desplazamientos temporales del umbral son indicativos de la exposición a ruidos. Para los efectos inmediatos de la protección auditiva, también se incluyeron estudios que usaron los desplazamientos temporales del umbral como medida de resultado.

Además, la atenuación de ruidos de la protección auditiva puede medirse como la diferencia en los niveles de ruido dentro y fuera de la protección auditiva, que se denomina el micrófono en oído real. Una opción al micrófono en oído real es la medición de los niveles de audición con y sin protección auditiva. La diferencia entre estos dos valores es equivalente al nivel de la atenuación del ruido. Este método se llama atenuación del umbral del oído real.

Efectos a largo plazo

Es posible medir la pérdida de audición permanente a lo largo de varios años en una población activa estable. Intervenciones como la provisión y el uso de equipos de protección, o cambios ambientales como cambio de equipos y maquinaria, pueden reducir la exposición a ruidos a lo largo del tiempo. Por lo tanto, también se incluyó la pérdida de audición inducida por ruidos como una medida de resultado. Se propuso incluir sólo la pérdida de audición medida con un audiómetro calibrado y definida por medio de un protocolo escrito, y se realizó de esa manera en la mayoría de los estudios. Sin embargo, en algunos casos, se halló que era un criterio

excesivamente estricto, por lo que también se incluyeron mediciones audiométricas cuando no había un protocolo escrito informado.

Momento de la evaluación del resultado

Para el seguimiento a largo plazo, se consideraron importantes tres momentos durante el seguimiento: menos de un año, uno a cinco años y más de cinco años. Se consideró que estos períodos de seguimiento tenían resultados similares.

Métodos de búsqueda para la identificación de los estudios

Se realizaron búsquedas sistemáticas de ensayos controlados aleatorios, ensayos controlados de tipo antes y después, y series de tiempo interrumpido. No hubo restricciones de idioma, año de publicación o estado de publicación. La fecha de la última búsqueda fue el 15 de diciembre de 2008.

Búsquedas electrónicas

Se hicieron búsquedas en:

- Registro de Ensayos del Grupo Cochrane de Enfermedades de Oído, Nariz y Garganta (Cochrane Ear, Nose and Throat Disorders Group);
- Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials, CENTRAL, *The Cochrane Library* número 4, 2008);
- PubMed;
- EMBASE;
- CINAHL;
- LILACS;
- KoreaMed;
- IndMed;
- PakMediNet;
- CAB Abstracts;
- Web of Science;
- National Institute of Occupational Safety and Health database (NIOSH);
- La base de datos de la International Labour Organisation (CISDOC);
- BIOSIS Previews;
- mRCT (Current Controlled Trials); y
- Google.

Las estrategias de temas se modelaron para las bases de datos sobre la estrategia de búsqueda diseñada para CENTRAL. No se combinaron las estrategias de temas con un filtro metodológico porque se pretendía identificar todos los estudios de salud laboral, tanto aleatorios como no aleatorios (Verbeek 2005).

La estrategia de búsqueda para CENTRAL aparece en el [Apéndice 1](#).

Las estrategias de búsqueda de otras bases de datos clave, incluida PubMed, aparecen en el [Apéndice 2](#).

Búsqueda de otros recursos

Se examinaron las listas de referencias de los estudios identificados en busca de ensayos adicionales. También se realizaron búsquedas en PubMed, TRIPdatabase, NHS Evidence - Ear, Nose, Throat and Audiology (antiguamente una biblioteca especializada en ONG y Audiología) y Google para recuperar las revisiones sistemáticas existentes posiblemente relevantes para esta revisión sistemática, para poder explorar sus listas de referencias en búsqueda de estudios adicionales.

Se estableció contacto con el Dr. E. Berger quién mantiene un archivo actualizado sobre la efectividad de los protectores auditivos y copias de estudios obtenidos a partir de la literatura gris que incluyó en su revisión de estudios sobre la efectividad de la protección auditiva en el campo real. De los 22 estudios incluidos en su revisión, no fue posible obtener dos de ellos porque eran comunicaciones personales (Berger 1996).

Obtención y análisis de los datos

Selección de los estudios

Para seleccionar los estudios para la evaluación adicional, dos revisores (EK y JV) examinaron de forma independiente los títulos y los resúmenes de cada registro recuperado. Se recuperaron los artículos completos para una evaluación adicional si la información previa sugería que el estudio cumplía con los siguientes criterios:

1. incluían trabajadores expuestos a niveles de ruido de más de 80 dB (A);
2. implementaban intervenciones destinadas a la reducción de la exposición a ruidos para prevenir la pérdida de audición inducida por ruidos;
3. utilizaban la exposición a ruidos o la pérdida de audición inducida por ruidos como resultado; y
4. tenían un diseño de ensayo controlado aleatorio, estudio controlado de tipo antes y después, o series de tiempo interrumpido.

Extracción y manejo de los datos

Dos autores (EK, JV) extrajeron los datos de forma independiente. Cuando fue posible, las discrepancias en los resultados se resolvieron mediante discusión. Los estudios que contenían información poco clara, generalmente eran estudios de más de 20 años de edad y no se intentó establecer contacto con los autores. Se estableció contacto con tres autores de estudios recientes y se obtuvieron datos adicionales para dos de ellos (Davies 2008; Joy 2007).

Se utilizó un formulario estándar para extraer la siguiente información: las características del estudio (diseño, métodos de la asignación al azar); ámbito; participantes; las intervenciones y medidas de resultado (tipos de medidas de resultado, sincronización de los resultados, eventos adversos).

Evaluación del riesgo de sesgo en los estudios incluidos

La evaluación de la calidad de los ensayos controlados aleatorios y de los estudios de cohortes incluidos en la revisión se realizó por medio de la lista de verificación desarrollada por Downs y Black (Downs 1998). Dos evaluadores (EK, JV) examinaron la calidad de los estudios de forma independiente. Cualquier discrepancia fue resuelta mediante discusión. Una puntuación de más del 50% en la escala interna de validez de la lista de verificación, se definió como alta calidad.

Para las series de tiempo interrumpido, se utilizaron los criterios de calidad presentados por Ramsay y cols. (Ramsay 2003).

Medidas del efecto del tratamiento

La exposición a ruidos se midió en una escala continua en decibeles (dB) con ponderación A o C. La ponderación A toma en cuenta la sensibilidad del oído humano a ciertas frecuencias y la ponderación C se usa para las mediciones de puntos máximos de niveles de sonido. En el estudio que midió la exposición a ruidos, las medianas de todas las mediciones de ruidos en un año se usaron como medida del efecto (Joy 2007).

Para la pérdida de audición, se midieron los efectos como pérdida permanente de la agudeza auditiva (unidades de dB) en una escala continua expresada como diferencias de medias, y como la tasa de trabajadores con una cierta cantidad de pérdida de audición que se expresó mediante odds ratios. Generalmente, estas cantidades se definieron como un desplazamiento estándar del umbral y se midieron como un cambio o desplazamiento en la pérdida de audición de al menos 10 dB promediados en 2 kHz, 3 kHz y 4 kHz en cada oído, que también es el criterio usado por OSHA, el organismo gubernamental estadounidense del Departamento de Trabajo que se encarga de mantener un ambiente de trabajo seguro y sano (Rabinowitz 2007).

Se utilizó el nivel auditivo a 4 kHz como medida del efecto porque esta frecuencia es generalmente considerada la más sensible a los efectos perjudiciales del ruido (May 2000). En todos los casos, se tomó la última medición menos la primera, por lo tanto, un número positivo indica un aumento en la pérdida de audición.

En todos los estudios menos uno, la cantidad de pérdida de la audición se denominó el desplazamiento estándar del umbral, que significó un cambio de más de 10 dB en el nivel auditivo promedio a 2 kHz, 3 kHz y 4 kHz entre dos mediciones. En un estudio, se informó como el mejor oído (Davies 2008) y en un estudio, como el peor oído (Lee-Feldstein 1993). En un estudio, se consideró el desplazamiento estándar del umbral para todas las frecuencias probadas (Nilsson 1980). En otro estudio, se definió como mayor que 15 dB en el mejor oído a cualquiera de las frecuencias probadas (Muhr 2006). El desplazamiento estándar del umbral se consideró el evento y las tasas se volvieron a calcular por 100 personas-año para todos los estudios que usaron el desplazamiento estándar del umbral como una medida de resultado.

Para los desplazamientos temporales del umbral, todos los resultados se volvieron a calcular teniendo en cuenta (los umbrales auditivos antes de la exposición a ruidos) menos (los umbrales auditivos después de la exposición a ruidos). El desplazamiento temporal del umbral depende en gran medida de la cantidad de tiempo entre la exposición y la medición. Todos los autores indicaron este intervalo de tiempo. En esta revisión, se presentaron los resultados según este intervalo.

Para los efectos inmediatos de la atenuación de ruidos, los autores utilizaron el micrófono en oído real para medir la diferencia en los niveles de ruido dentro y fuera de la protección auditiva. También utilizaron atenuación del umbral del oído real, que mide los niveles de audición con y sin protección (Berger 1996). Los métodos de micrófono en oído real y atenuación del umbral del oído real producen resultados levemente diferentes a diferentes frecuencias.

Para los estudios de series de tiempo, se extrajeron los datos de los artículos originales y se volvieron a analizar según los métodos recomendados para el análisis de los diseños de series de tiempo interrumpido (STI), para su inclusión en las revisiones sistemáticas (Ramsay 2003). Estos métodos utilizan un análisis de regresión segmentada de series de tiempo para estimar el efecto de una intervención, aunque consideran las tendencias seculares en el tiempo y cualquier autocorrelación entre las observaciones individuales. Para el estudio incluido, un modelo de series de tiempo autorregresivo de primer orden se adaptó a los datos con el uso de una modificación de la parametrización de Ramsay y cols. (Ramsay 2003). Los detalles de la especificación de la modalidad son los siguientes:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \text{tiempo} + \beta_2 (\text{tiempo} - p) I(\text{tiempo} > p) + \beta_3 I(\text{tiempo} > p) + E, E \sim N(0, s^2)$$

Para el tiempo = 1, ..., T, donde p es el momento de inicio de la intervención, I (tiempo > = p) es una función que asume el valor 1 si el tiempo es p o posterior y cero si es lo contrario, y donde se supone que los errores E siguen un proceso autorregresivo de primer orden (AR1). Los parámetros β tienen la siguiente interpretación:

β_1 es la gradiente preintervención;

β_2 es la diferencia entre las gradientes post y preintervención;

β_3 es el cambio en el nivel al comienzo del período de intervención, lo que significa que es la diferencia entre el nivel observado en el punto temporal de la primera intervención y el pronosticado por la tendencia de tiempo preintervención.

Unidad de análisis

No hubo ensayos aleatorios por grupos para los cuales hubiera que evaluar un error en la unidad de análisis. Sin embargo, había tres estudios que usaron un grupo de empresas como grupo control, pero no corrigieron el efecto del agrupamiento, y por lo tanto, tuvieron una precisión artificialmente alta (Adera 2000; Lee-Feldstein 1993; Simpson 1994). Se supuso un coeficiente de correlación intraclase de 0,06; basado en la analogía del estudio sobre la promoción de la salud en el lugar de trabajo de Martinson 1999. Se ajustó el tamaño de los grupos control para el efecto del diseño utilizando los criterios descritos en el *Manual Cochrane para las Revisiones Sistemáticas de Intervenciones (Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions)* (Higgins 2006).

En un estudio con múltiples brazos de intervención, para la inclusión en el metanálisis, se decidió incluir el brazo con la intervención más activa o el grupo control con la mínima exposición a ruidos, para evitar incluir el mismo grupo control dos veces (Hager 1982).

Manejo de los datos faltantes

Se le pidió a tres autores que proporcionaran datos faltantes, y dos de ellos los proporcionaron (Davies 2008; Joy 2007). En un caso, se estimaron las desviaciones estándar (DE) de los valores de p según el *Manual Cochrane para las revisiones sistemáticas de Intervenciones* (Hager 1982).

Evaluación de la heterogeneidad

Se evaluó en primer lugar si los estudios eran lo suficientemente homogéneos como para ser incluidos en una comparación, sobre la base de la semejanza del momento de la medición de los resultados (inmediatos o a largo plazo) y el tipo de intervención, la condición de los controles (programa de prevención de la pérdida de audición de calidad deficiente, trabajadores no expuestos) y cuando se midió el resultado (a 1 año, de 1 a 5 años, más de 5 años).

Luego, se evaluó la heterogeneidad estadística por medio de la estadística I^2 , como se presenta en los gráficos del metanálisis generados por el software RevMan (RevMan 2008). Si esta prueba estadística era mayor al 50%, se consideró que había heterogeneidad significativa entre los estudios.

Evaluación del sesgo de descripción selectiva de los resultados

Dado que no había comparaciones para las cuales se podrían incluir más de cinco estudios, no se intentó evaluar el sesgo de publicación.

Síntesis de los datos

Los estudios que fueron suficientemente homogéneos con respecto a las intervenciones, los participantes, los contextos y los resultados medidos fueron incluidos en un metanálisis.

Para los programas de prevención de la pérdida de audición, se consideró que un cambio en la pérdida de audición a 4 kHz y un desplazamiento estándar del umbral eran lo suficientemente similares como para combinarlos como resultados similares en el metanálisis; dado que el primero es una medida continua y el último una medida dicotómica, se debía usar tamaños del efecto como para poder combinarlos. Se utilizó la media del cambio en el umbral auditivo a 4 kHz para las estimaciones, del siguiente modo: (tamaño del efecto = diferencia de cambio media/desviación estándar). Para la tasa de aparición de desplazamientos estándar del umbral, se estimaron los odds ratios, se tomó su logaritmo natural y se los dividió por 1,8 para transformarlos también en tamaños del efecto (Chinn 2000). Estos tamaños del efecto y sus errores estándar fueron introducidos en el metanálisis mediante el método de la varianza inversa genérica como se implementa en RevMan.

Cuando los resultados eran estadísticamente heterogéneos, según la estadística I^2 , se utilizó un modelo de efectos aleatorios para el metanálisis.

Después del metanálisis, se estimó nuevamente una diferencia de cambio media del tamaño del efecto agrupado, mediante la mediana de la desviación estándar de los estudios incluidos en la fórmula: (media del cambio agrupada = tamaño del efecto agrupado * mediana de la desviación estándar).

Algunos autores presentaron los resultados según los umbrales auditivos al comienzo del estudio (Pell 1973). Estas categorías se incluyeron como subgrupos y se los combinó en el metanálisis como subcategorías. Otros autores presentaron los datos según el género (Adera 2000) y estos datos fueron combinados según las guías del *Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones* (Higgins 2006). En un estudio, (Muhur 2006) se usó el mismo grupo control en tres subgrupos del grupo de intervención. Para evitar la utilización de los mismos datos de control tres veces, se dividió el grupo control en tres subgrupos iguales que posteriormente fueron combinados en el metanálisis.

En el protocolo de la revisión, se planificó una síntesis cualitativa, sin embargo, ahora se recomienda el modelo GRADE. Por lo tanto, se utilizó el modelo GRADE para valorar la calidad de las pruebas del siguiente modo. La calidad de las pruebas para un resultado específico se basó en el diseño del estudio, el riesgo de sesgo, la consistencia de los resultados, la dirección (generalizabilidad), la precisión (datos suficientes) y el sesgo de publicación a través de todos los estudios que evaluaron esa medida de resultado particular. La calidad general se consideró alta cuando ECA con bajo riesgo de sesgo proporcionaron resultados consistentes, directos y precisos para la medida de resultado, sin pruebas de sesgo de publicación, y cuando el sesgo se redujo a un nivel que no afectaba los diferentes dominios.

Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad que incluía la omisión de un estudio que tenía el riesgo más alto de sesgo, debido a las diferencias de edad entre los grupos de intervención y control (Pell 1973).

RESULTADOS

Descripción de los estudios

Ver: Características de los estudios incluidos; Características de los estudios excluidos.

Resultados de la búsqueda

La búsqueda produjo 1360 referencias, de las cuales 1198 provenían de una búsqueda combinada de MEDLINE y EMBASE mediante Ovid, 86 de CINAHL, 76 de CENTRAL y nueve de la base de datos COHF hasta 2005. Una búsqueda adicional desde 2005 a diciembre de 2008 produjo 256 referencias adicionales. Las búsquedas adicionales en NIOSHTIC y el Registro de Ensayos del Grupo Cochrane de Enfermedades de Oído, Nariz y Garganta (Cochrane ENT Group) no revelaron referencias nuevas.

La selección de las referencias para la elegibilidad dio lugar a 104 estudios, cuyos textos completos fueron luego recuperados.

Después de una selección adicional utilizando la lista de verificación de elegibilidad, se halló que 20 artículos cumplían con los criterios de inclusión para esta revisión. La revisión de las referencias de estos artículos no identificó nuevos estudios. Un artículo describió dos ensayos, arrojando un total de 21 estudios incluidos.

Estudios incluidos

Ver también tabla [Características de los estudios incluidos](#).

Diseño

No fue sencillo establecer los tipos de diseño de estudio usados. En muchos artículos, los estudios informaron mediciones técnicas que aparentemente no serían propensas a sesgo y no requerirían un grupo control o seguimiento a largo plazo. Un estudio utilizó un diseño aleatorio (Park 1991) y un estudio usó un diseño cuasialeatorio con alternancia (Royster 1980). Otro estudio usó un diseño de series de tiempo interrumpido (Joy 2007). Todos los estudios restantes usaron una forma de diseño tipo antes y después controlado

Para medir los efectos a largo plazo de la prevención de la pérdida de audición, seis estudios usaron implícitamente un diseño de equivalencias en el cual trataron de probar que la intervención (un programa de prevención de la pérdida de audición) conducía a la misma cantidad de pérdida de audición que un grupo control no expuesto (Davies 2008; Gosztonyi 1975; Hager 1982; Lee-Feldstein 1993; Muhr 2006; Pell 1973). En otros cuatro estudios, los autores trataron de indicar que una mejor puesta en práctica de un programa de prevención de la pérdida de audición conducía a un mejor resultado. Adera 1993, Adera 2000 y Simpson 1994 compararon empresas en estudio con las empresas de una base de datos llamada ANSI s12.13 de, que se consideraba tenían un programa de prevención de la pérdida de audición de calidad muy alta, y Brink 2002 comparó trabajadores que usaban la protección auditiva menos del 33% del tiempo con trabajadores que usaron la protección auditiva más a menudo.

Todos los estudios a largo plazo menos uno eran de naturaleza retrospectiva, lo que significaba que los datos se habían recogido antes de que se planificara el estudio. Un estudio alegó ser prospectivo (Pell 1973). En muchos estudios, sólo se informó el cambio, lo que dificultó la evaluación de la comparabilidad al valor inicial de la edad y la pérdida de audición.

Para medir los efectos inmediatos de la protección auditiva, los estudios esencialmente utilizaron mediciones de tipo antes y después, en las cuales no siempre estaba claramente declarado cuál era la comparación. En este caso, antes y después de la intervención debe interpretarse como en el "exterior" versus el "interior" del protector auditivo (Pääkkönen 1998; Pääkkönen 2001; Park 1991) o "antes de la exposición con protección" versus "después de la exposición con protección" (Horie 2002; Royster 1980).

Para evaluar el efecto inmediato, todos los estudios usaron un diseño prospectivo, en el cual se recogieron los datos después de que el estudio se había planificado. Un estudio usó un diseño cuadrado latino, en el cual los participantes fueron asignados al azar a cuatro tipos diferentes de protección auditiva con y sin instrucciones para uso (Park 1991). En cuatro estudios, los mismos trabajadores usaron tipos de protectores auditivos secuencialmente diferentes (Horie 2002; Pääkkönen 1998; Pääkkönen 2001; Royster 1980).

Tamaño de las muestra

Aunque se examinó a un gran número de trabajadores, en muchos casos, este número se redujo de manera significativa porque los trabajadores tenían que someterse a seguimiento durante un período largo con los mismos niveles de ruido, por lo tanto, se reduce el número de sujetos aptos.

El tamaño de la muestra del estudio de exposición a ruidos era de 142 735 lugares de trabajo medidos durante 18 años de seguimiento, la intervención fue implementada en el año 2000 y se estudió a los participantes cuatro años después y 14 años antes (Joy 2007).

En los estudios de evaluación a largo plazo, los tamaños de la muestra variaron de 43 a 22 376 trabajadores, con un total de 75 672 y un promedio de 5405 participantes por estudio. Se realizaron ajustes para el efecto del agrupamiento al reducir el tamaño de la muestra según el número de grupos y el efecto del diseño. Después del ajuste, los tamaños de la muestra alcanzaron un total de 47 498 con un promedio de 3393 participantes por estudio.

Los números en los estudios de efectos inmediatos variaron de dos a 70, con un total de 169 y un promedio de 28 trabajadores por estudio.

Ámbito del estudio

El estudio de exposición a ruidos fue realizado en minas de carbón de los Estados Unidos (Joy 2007).

De los estudios de evaluación a largo plazo, los dos estudios más antiguos fueron realizados por profesionales de la salud laboral que eran parte de la empresa (Gosztonyi 1975; Pell 1973) y tres por funcionarios militares internos (Adera 1993; Meyer 1993; Muhr 2006). Por lo que fueron en realidad financiados por las empresas que debían ser beneficiadas por el programa de prevención de la pérdida de audición. Lo que generó, desde el punto de vista de los autores de esta revisión, un potencial conflicto de intereses en el sentido que las compañías a las que pertenecían los autores podrían potencialmente beneficiarse con un resultado positivo de su estudio.

Diez de los estudios de evaluación a largo plazo se realizaron en los EE.UU., uno en Canadá y tres en Suecia, que es importante debido a la diferente ponderación usada para resumir los niveles de ruido con el transcurso del tiempo.

De los estudios de evaluación a largo plazo, cuatro fueron publicados después del año 2000, cinco en la década de 1990, tres en la década de 1980 y dos en la década de 1970. Dado que la mayoría de los estudios son retrospectivos, se basan en datos obtenidos en las décadas previas a su publicación.

De los estudios de efectos inmediatos, uno fue realizado en Japón, tres en Finlandia y seis en los EE.UU. En un estudio, se halló un potencial conflicto de intereses ya que la empresa que producía los tapones de oídos utilizados también participaron en el estudio (Royster 1980). Entre los estudios de efectos inmediatos, dos fueron realizados después del año 2000, dos en los años noventa y uno en 1980.

Participantes

Todos los estudios describieron a los participantes como trabajadores expuestos a ruidos en el lugar de trabajo. Sin embargo, estas descripciones a menudo se basaron en métodos de medición que no se describieron claramente.

Los participantes expuestos a ruidos trabajaban en la industria automotriz (1 estudio), en un astillero (2 estudios), en la industria química (2 estudios), en las fuerzas armadas (5 estudios), en la industria metalúrgica (1 estudio), en una empresa no especificada (3 estudios) o se convocaron de diversos lugares de trabajo (5 estudios).

En la mayoría de los estudios, sólo se incluyeron hombres o sólo había trabajadores hombres en los lugares de trabajo que se estudiaron.

Intervenciones

Se halló un estudio que evaluaba medidas de reducción de ruidos técnicos en el tiempo sobre la base de un cambio en la legislación que obligó las minas de carbón a adoptar medidas para disminuir los niveles de ruido (Joy 2007). La nueva legislación estableció la primacía de los controles de ingeniería y administrativos, un Nivel de Acción de 85 dB(A) al cual se debería inscribir a un programa de conservación de la audición y una pérdida de audición estatutaria. La legislación entró en vigencia oficialmente en el 2000, pero muchos empleadores ya se prepararon en el 1999. No obstante, se eligió el año 2000 como el año de intervención, pero también se presentaron los resultados para el año 1999. Se suponía que la intervención era igualmente eficaz para los lugares de trabajo superiores y subterráneos. Los resultados se describen para ambas situaciones.

En diez estudios, se evaluó un programa de prevención de la pérdida de audición como la intervención de interés. Fue difícil hallar una descripción más detallada de los contenidos y los resultados se muestran en la [Tabla 1](#). Ver [Tabla 1](#)

En dos estudios, se compararon los efectos a largo plazo del uso de protectores para las orejas con el uso de tapones de oídos (Erlandsson 1980; Nilsson 1980).

En un estudio, la intervención consistía en seguimiento frecuente durante un año después de hallar un desplazamiento estándar del umbral en una persona expuesta al ruido, con la intención de detectar a personas susceptibles con mayor pérdida de audición (Meyer 1993).

En un estudio, se evaluó la efectividad de un programa de prevención de la pérdida de audición para trabajadores en turnos de trabajo de 12 horas (Reynolds 1990a).

Los estudios que midieron los efectos inmediatos de la protección auditiva evaluaron dispositivos de cancelación de ruido activo (Horie 2002; Pääkkönen 2001), protectores de comunicación para las orejas especiales (Pääkkönen 1998), el efecto de las instrucciones para el uso (Park 1991a) o la protección auditiva alternativa (Park 1991b; Royster 1980).

Resultados

En todas las evaluaciones a largo plazo, se midió algún tipo de aumento en la pérdida de audición. Sin embargo, los autores usaron definiciones variables de pérdida de audición. En seis estudios, se utilizó un desplazamiento estándar del umbral, definido como un aumento de la pérdida de audición de al menos 10 dB promediados en 2 kHz, 3 kHz ó 4 kHz en comparación con una medición al inicio del estudio o la medición anterior (Adera 1993; Adera 2000; Lee-Feldstein 1993; Meyer 1993; Simpson 1994; Davies 2008). En uno estudio, el desplazamiento estándar del umbral se definió como un aumento de más de 10 dB en cualquier frecuencia. En otros estudios, la pérdida de audición se midió como el promedio en las frecuencias 0,5 kHz; 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz y 6 kHz. Dos estudios también incluían la frecuencia de 8 kHz (Muhr 2006; Park 1991). En algunos estudios, los autores también informaron el porcentaje de trabajadores cuya audición empeoró o el porcentaje de trabajadores cuya audición mejoró, o utilizaron el aumento de las desviaciones estándar de los niveles de audición para mostrar el efecto del programa, sin embargo, en esta revisión, no se utilizaron estos resultados porque son similares a los otros resultados.

En las evaluaciones de efectos inmediatos, dos estudios usaron el desplazamiento temporal del umbral como la medida del efecto (Horie 2002; Royster 1980). Dos estudios usaron el micrófono en oído real como la diferencia en los niveles de ruido dentro y fuera del protector auditivo (Pääkkönen 1998; Pääkkönen 2001). Otro estudio usó atenuación del umbral del oído real (la diferencia en nivel auditivo dentro y fuera del protector auditivo) como la medida del efecto para la atenuación de ruidos (Park 1991a; Park 1991b).

Estudios excluidos

Ver también la tabla " Características de los estudios excluidos".

Un estudio (Pääkkönen 2005) fue excluido porque la mayoría de los datos ya fueron informados en otro artículo (Pääkkönen 1998) y los demás no cumplieron los criterios de inclusión. La mayoría de los estudios fueron excluidos porque no eran estudios empíricos o porque los autores no usaron un grupo control. Un estudio controlado sobre la reducción de ruidos de un escáner de RM fue excluido porque sólo los pacientes estaban expuestos al ruido y no los trabajadores de la asistencia sanitaria (Mechfske 2002).)Otros estudios identificados sobre la reducción de ruidos eran estudios de casos (Jelinic 2005; Knothe 1999; Pingle 2006; Scannell 1998; Stone 1971), consistían de descripciones de una estrategia de reducción de ruidos, pero sin un grupo control (Groothoff 1999), recomendó reducciones de ruidos sin evaluarlas (Bowes 1990; Kardous 2003) o no se realizaron en condiciones de campo (Ackermann 2005). Para la evaluación de la audición a largo plazo, se excluyeron los estudios que usaron los datos de las bases de datos existentes como material de grupo control (Brühl 1994).

Se excluyeron los estudios de protección auditiva que evaluaban los efectos inmediatos sobre los voluntarios o no eran estudios en campo (Franks 2000; Merry 1992; Toivonen 2002; Williams 2004). También se excluyó a los estudios que evaluaban los efectos inmediatos de la protección auditiva, pero no usaban los mismos trabajadores para la evaluación (Giardino 1996; Neitzel 2005; Reynolds 1990b).

Riesgo de sesgo en los estudios incluidos

La calificación de la calidad, sobre la base de la lista de verificación de Downs y Black, se muestra en la Tabla 2. La mayoría de los estudios tuvieron una baja calificación en todos los aspectos de la lista de verificación. Ver Tabla 2

El estudio de series de tiempo interrumpido presentó tres de los siete criterios de riesgo de sesgo, lo que significa que había considerable riesgo de sesgo en el estudio (Joy 2007). El riesgo más grave de sesgo fue que la intervención y las mediciones de resultado no fueran independientes. El número de inspecciones en las cuales se basan los datos de medición de ruidos aumentó después de la intervención y quizá también haya incluido lugares de trabajo con niveles de ruido inferiores que no estaban incluidos anteriormente (Tabla 3). Ver Tabla 3

Tres estudios (dos estudios de tipo antes y después bien diseñados y controlados y un ensayo controlado aleatorio bien diseñado) lograron más del 50% de la máxima puntuación de 13 en la escala interna de validez de la lista de verificación y se consideraron la alta calidad (Horie 2002; Park 1991; Muhr 2006). Ninguno de los estudios usó evaluación cegada de los resultados.

Las puntuaciones promedios eran del 40% para la calidad metodológica, el 35% para la validez externa y el 62% para el informe de la calidad. La baja puntuación para la validez externa se debió a la ausencia de descripción de los participantes del estudio. Probablemente se debió a la noción que para las mediciones técnicas como la atenuación de la protección auditiva tal descripción no es necesaria. La calidad del informe no se relacionaba con la fecha de la publicación.

Para la evaluación a largo plazo, en particular en los estudios que usaron trabajadores no expuestos como grupo control, la edad y la pérdida de la audición de los participantes de los grupos de intervención y control deben ser equivalentes al valor inicial. La comparabilidad tanto de la edad como de la pérdida de la audición al valor inicial pudo ser verificada en tres estudios (Davies 2008; Lee-Feldstein 1993; Muhr 2006), la comparabilidad de la edad solamente en un estudio (Gosztonyi 1975), de la pérdida de audición solamente en un estudio (Pell 1973) y ni edad ni la pérdida de audición en un estudio (Hager 1982). En Pell 1973 había una diferencia de diez años entre el grupo no expuesto y el protegido, aumentando artificialmente el riesgo en el grupo no expuesto. En Hager 1982 había una diferencia de 7,8 dB en el nivel auditivo en la entrada entre grupo protegido y el grupo no expuesto, por lo tanto, aumentaba artificialmente el riesgo en el grupo protegido. En Pell 1973 y Lee-Feldstein 1993 el grupo no expuesto tenía considerable exposición, y por lo tanto, podría haber confundido el efecto del programa de intervención. Por lo tanto, en sólo tres estudios de evaluación a largo plazo se podía excluir un riesgo apreciable de sesgo. La puntuación promedio para la validez interna era del 34% para los estudios de evaluación a largo plazo.

Sesgo de notificación

No se probó formalmente el sesgo de notificación, pero como tantos autores tenían un interés en la presentación de resultados favorables, se consideró concebible que los resultados de la revisión estén sesgados hacia un resultado positivo.

Efectos de las intervenciones

Ver: [Resumen de hallazgos para la comparación principal](#) Tabla de resumen de hallazgos

Estudios sobre la reducción de ruidos

En el estudio realizado por Joy 2007, en el cual se presentó una nueva legislación para reducir los niveles de ruido en la industria minera, el efecto inmediato de introducir los cambios en el año 2000 fue una reducción de 27,7 dB en la mediana del nivel de ruido (intervalo de confianza [IC] del 95%: -36,1 a -19,3 dB) en comparación con lo previsto mediante la extrapolación de la pendiente preintervención. El efecto a largo plazo en el cambio de la tendencia en el tiempo, según la medición del cambio en la pendiente antes y después de la intervención, fue de -2,1 dB/año, pero no fue estadísticamente significativo (IC del 95%: -4,9 a 0,7 dB). Para los niveles de ruidos subterráneos, el efecto inmediato fue de -16,8 dB (IC del 95%: -23,5 a -10,1 dB) y el efecto a largo plazo fue de -3,8 dB/años (IC del 95%: -6,2 a -1,4 dB). Si se tomase 1999 como el año en el que se implementó el cambio de la legislación, el efecto inmediato sería más pequeño, pero el cambio en la pendiente sería mayor y significativo (Tabla 4). La calidad general de las pruebas fue baja (ver [Resumen de los resultados para la comparación principal](#)). Ver Tabla 4

Estudios de los efectos inmediatos de la protección auditivaProtección auditiva con dispositivos de cancelación de ruidos versus dispositivos sin cancelación de ruidos

Hubo dos estudios en esta comparación que no pudieron combinarse porque usaron diferentes medidas de resultado. La cancelación de ruido activo en el mismo protector auditivo aumentó la reducción total de ruido (micrófono en oído real) de 17 dB (A) a 25 dB (A) en un casco y de 20 dB (A) a 24 dB (A) en otro casco (Pääkkönen 2001). En otro estudio, el desplazamiento temporal del umbral promedio fue de 11,2 dB HL a 4 kHz para los protectores convencionales sin dispositivos de cancelación y de 5,8 dB HL para diferentes protectores con cancelación de ruidos en (Horie 2002).

Protección auditiva con instrucciones versus protección auditiva sin instrucciones

La atenuación de ruidos, medida como niveles de audición a 4 kHz (atenuación del umbral del oído real), aumentó levemente después de recibir instrucciones con 0,8 dB HL y de 0,9 dB HL, respectivamente, para dos tipos diferentes de protectores para las orejas después de recibir instrucciones, pero aumentó de manera significativa para dos tipos diferentes de tapones de oídos con 9,1 dB HL y de 6,0 dB HL, respectivamente (Park 1991a). La calidad de las pruebas se calificó como alta.

Protección auditiva versus protección auditiva alternativa

En el ensayo controlado aleatorio con instrucciones para el uso, el tapón de oídos EAR tuvo una atenuación de ruido de 17 dB más que los protectores auditivos Bilsom a 0,5 kHz y de 16 dB a 1 kHz y superaba en rendimiento el otro tapón y protector en todas las otras frecuencias (Park 1991a).

Para el ruido máximo, la atenuación de ruido oscilaba entre 22 dB (DE 14) y 27 dB (DE 16) para seis tipos diferentes de protectores auditivos, pero ninguna de las diferencias fue significativa (Pääkkönen 1998). En un estudio, el tapón de oídos EAR tuvo un desplazamiento temporal del umbral más pequeño que otro tapón que, según los autores, fue significativo pero no podía comprobarse debido a desviaciones estándar faltantes (Royster 1980).

Todos los protectores auditivos tuvieron un menor rendimiento que las calificaciones oficiales de atenuación proporcionadas por los fabricantes.

Estudios de evaluación de programas de prevención de la pérdida de audición a largo plazoPrograma de prevención de la pérdida de audición o protección auditiva: comparación con trabajadores no expuestos con seguimiento por un año

En Muhr 2006 el cociente de riesgo de mantener un desplazamiento estándar del umbral en la cohorte total de los reclutas fue de 3,0 (IC del 95%: 1,1 a 8,0) comparados con reclutas que esperaban su entrenamiento y no fueron expuestos. El riesgo aumentó con el nivel de exposición a 4,0 al nivel más alto de exposición (IC del 95%: 1,0 a 16,0).

Programa de prevención de la pérdida de audición o protección auditiva: comparación con trabajadores no expuestos con seguimiento de más de cinco años**Medida de resultado: niveles de audición a 4 kHz o desplazamiento estándar del umbral**

En el metanálisis de cuatro estudios, la estimación del tamaño del efecto global fue de 0,05 (IC del 95%: -0,05 a 0,16) (Análisis 2.1). Cuando se estimaba a una diferencia de cambio media en los niveles de audición a 4 kHz el resultado fue de 0,53 dB (IC del 95%: -0,53 a 1,68) (Gosztonyi 1975; Hager 1982; Lee-Feldstein 1993; Pell 1973). Los resultados eran estadísticamente homogéneos.

Se realizó un análisis de sensibilidad por medio de la omisión del estudio Pell 1973 debido a una diferencia de diez años de edad entre los grupos de intervención y no expuesto, que podría explicar una diferencia de pérdida de audición de 7 dB (estimada sobre la base de la norma ISO 1990). Lo que produjo un tamaño del efecto de 0,17 (IC del 95%: -0,06 a 0,40) (Análisis 12.1). Cuando se estimaba a una diferencia de cambio media en los niveles de audición a 4 kHz el resultado fue de 1,8 dB (IC del 95%: -0,6 a 4,2).

Estos resultados indican que los trabajadores protegidos tienen la misma cantidad de pérdida de audición que los trabajadores no expuestos. Sin embargo, el intervalo de confianza del 95% todavía incluye la posibilidad de una pérdida de audición de hasta 4,2 dB. Lo que equivale a una pérdida de audición sostenida, después de cinco años de exposición a 85 dB(A). En consecuencia, estos resultados no descartan el riesgo de pérdida de audición en los trabajadores protegidos.

Medida de resultado: tiempo hasta un desplazamiento estándar del umbral

En Davies 2008 se midió el tiempo hasta un desplazamiento estándar del umbral y el cociente de riesgos instantáneos en comparación con un grupo no expuesto fue de 2,1 (IC del 95%: 1,3 a 3,5) para los trabajadores expuestos a entre 80 y 85 dB-años, y el cociente de riesgos instantáneos aumentó gradualmente a 6,6 (IC del 95%: 5,6 a 7,8) para los trabajadores expuestos a más de 100 dB-años. Combinados en el metanálisis, produjeron un cociente de riesgos instantáneos de 3,8 (IC del 95%: 2,7 a 5,3) (Análisis 2.2).

La calidad general de las pruebas fue muy baja (ver el [Resumen de los resultados para la comparación principal](#)).

Programa de prevención de la pérdida de audición bien implementado versus programa de prevención de la pérdida de audición peor implementado con un año de seguimiento

En Simpson 1994, los empleados de compañías que contaban con programas de prevención de la pérdida de audición bien implementados corrían un riesgo menor de desplazamiento estándar del umbral que los empleados de empresas con programas peor implementados, con un riesgo relativo de 0,36; que no fue significativo (IC del 95%: 0,09 a 1,42) (Análisis 4.1).

Programa de prevención de la pérdida de audición bien implementado versus programa de prevención de la pérdida de audición peor implementado con más de cinco años de seguimiento

En el metanálisis de tres estudios, se estimó el efecto como el odds ratio de mantener un desplazamiento estándar del umbral durante el período de seguimiento en trabajadores de compañías que contaban con un programa de prevención de la pérdida de audición bien implementado versus empresas con programas de prevención de la pérdida de audición peor implementados (Adera 1993; Adera

2000; Brink 2002). El odds ratio (OR) para el riesgo de mantener un desplazamiento estándar del umbral fue de 0,40 (IC del 95%: 0,23 a 0,69) (Análisis 3.1) para los trabajadores cubiertos por programas bien implementados. Los resultados no fueron estadísticamente homogéneos, con un I² del 66%. La calidad global de las pruebas fue baja.

Protectores para las orejas versus tapones de oídos (seguimiento a largo plazo de 3 años)

Se dividió a los trabajadores con alta exposición a ruidos y baja exposición a ruidos. En el metanálisis, el OR de mantener un desplazamiento estándar del umbral para los trabajadores que usan protectores de orejas versus los trabajadores que usan tapones de oídos se estimó en 0,8 (IC del 95%: 0,63 a 1,03) para los de niveles altos de ruido y a 2,65 (IC del 95%: 0,40 a 17,52) para los de niveles bajos de ruido (Análisis 5.1). Los resultados del grupo expuesto a niveles bajos de ruido no fueron homogéneos. La calidad global de las pruebas fue muy baja.

Exámenes de seguimiento después del desplazamiento estándar del umbral versus ningún seguimiento en un año

En un estudio, el OR para mantener un desplazamiento estándar del umbral fue de 0,87 (IC del 95%: 0,56 a 1,36) después de tener un año de exámenes de seguimiento versus ningún examen de seguimiento (Meyer 1993) (Análisis 6.1).

Programa de prevención de la pérdida de audición para turnos de 12 horas versus turnos de ocho horas

En un estudio, la diferencia media en el cambio en los niveles de audición durante un año a 4 kHz, entre el turno de 12 horas y el turno de ocho horas, era de -0,68 dB (IC del 95%: -1,85 a 0,49) (Reynolds 1990a)

DISCUSIÓN

Resumen de los resultados principales

Se hallaron pruebas de baja calidad a partir de un estudio que reveló que un cambio en la legislación probablemente puede inducir mejoras técnicas en el ambiente de trabajo, y a su vez generar una reducción cuantificable en los niveles de exposición a ruidos.

En cuanto a los efectos inmediatos de la protección auditiva, se hallaron pruebas de alta calidad de que las instrucciones para la inserción de los tapones de oídos en el canal auditivo tienen un efecto relevante y considerable sobre la capacidad de atenuación de ruidos de los dispositivos. Los tapones de oídos adecuadamente colocados pueden superar en rendimiento a la atenuación de ruidos que producen los protectores de orejas, especialmente en las frecuencias más bajas. Sin embargo, las atenuaciones de ruido logradas en condiciones de campo, son inferiores a las indicadas por las calificaciones proporcionadas por los fabricantes. Los dispositivos de cancelación de ruidos proporcionan cierta atenuación adicional de ruido en las frecuencias bajas. Algunos tipos de protección auditiva examinada en los estudios incluidos presentaban una atenuación de ruidos relevante y significativamente mejor con instrucciones que la protección auditiva alternativa. Para el ruido máximo, no hubo diferencias significativas en la atenuación de ruidos de diferentes tipos de protección auditiva.

Un estudio de evaluación a largo plazo halló que, a pesar de la implementación de un programa militar de prevención de la pérdida de audición, el riesgo de sufrir una pérdida de audición inducida por la exposición al ruido de disparos era considerablemente mayor que en los reclutas no expuestos, después de 11 meses de seguimiento.

Para la evaluación a largo plazo de los programas de prevención de la pérdida de audición, se halló que una pérdida de audición a 4 kHz de 0,5 dB HL con un límite de confianza superior de 1,7 dB HL para los estudios con cinco años de seguimiento; después del análisis de sensibilidad, era 1,8 dB HL con un límite superior de 4,2 dB. Para poder evaluar si los programas de prevención de la pérdida de audición son comparablemente beneficiosos a no estar expuesto a ruidos, se debió hacer una presuposición acerca de la mínima pérdida de audición clínicamente relevante. Para ello, se tomó la pérdida de audición inducida por la exposición a 85 dB(A) como la cantidad mínima de daño que debe evitarse mediante la protección. Sobre la base de la norma ISO 1990 se estimó que la cantidad de pérdida de audición después de cinco años de exposición a 85 dB(A) para la mediana, diez y 90 percentiles sería 4,2 dB HL; 2,1 dB HL y 6,1 dB HL, respectivamente. Sobre la base de Hozo 2005, es equivalente a una media de 4,2 dB HL y representa una pérdida de audición clínicamente relevante. Por lo tanto, el IC del 95% del metanálisis debe incluir cero pero no 4,2 para asegurar que las pérdidas de audición del grupo protegido y el grupo no expuesto sean equivalentes (Piaggio 2006). Después del análisis de sensibilidad, el IC del 95% incluye 4,2 dB HL, lo que significa que aunque no hay diferencias significativas entre los trabajadores protegidos y no expuestos, aún no es posible asegurar que los trabajadores protegidos no están en riesgo de pérdida de audición clínicamente relevante.

Además, se halló un estudio con un tamaño de la muestra grande y un bajo riesgo de sesgo que indicó que los trabajadores expuestos a ruidos e incluidos en un programa de prevención de la pérdida de audición aun tienen un riesgo apreciable de sufrir una pérdida de audición sobre la base del desplazamiento estándar del umbral. El estudio también reveló que un mejor uso de la protección auditiva y una exposición más reciente a ruidos reducía el riesgo. Sin embargo, a pesar de esta reducción y a pesar de la protección, el riesgo de pérdida de la audición todavía era significativamente mayor que para los trabajadores no expuestos.

Los estudios basados en las comparaciones entre programas empresariales bien implementados y peor implementados revelan que existe una apreciable variación en la efectividad de los programas de prevención de la pérdida de audición.

La evaluación a largo plazo de los protectores para orejas versus los tapones de oídos indicó que, en niveles altos de ruido, probablemente los protectores para orejas funcionan mejor que los tapones de oídos, y viceversa para los niveles bajos de ruido. Una mayor exposición, durante turnos de 12 horas, no influyó en la efectividad de la prevención de la pérdida de audición. Instancias de seguimiento más frecuentes no previnieron mejor la pérdida de audición.

Compleción y aplicabilidad general de las pruebas

Es sorprendente que sólo un estudio haya evaluado las medidas para reducir la exposición a ruidos a un macro nivel. No se hallaron estudios controlados en los que se evaluaran medidas técnicas para reducir los niveles de ruido a nivel de la empresa. Se hallaron otros estudios sobre la reducción de ruidos, pero no fueron incluidos en la revisión porque eran principalmente estudios de casos que revelaron considerables reducciones en los niveles de ruido; por ejemplo, 7 dB(A) a 9 dB(A) en Jelinic 2005, 30 dB(A) en Knothe 1999, 3 dB(A) a 22 dB(A) en Pingle 2006, 10 dB(A) a 20 dB(A) en Scannell 1998 y 13 dB en Stone 1971. Es posible que los criterios para ensayos controlados fueran demasiado estrictos en vista a las reducciones de los niveles de ruido posibles mediante las intervenciones técnicas solamente. Glasziou 2007 argumenta que, en tales casos, no se necesitan ensayos controlados. Por otro lado, no está claro si los niveles de ruido en los alrededores inmediatos de la maquinaria también conducían a una reducción de las dosis de ruido personal que recibían los trabajadores, especialmente si se mantienen a largo plazo. Por el contrario, la evaluación a largo plazo de los programas de prevención de la pérdida de audición indica que a pesar de la implementación de estos programas, los trabajadores siguen sufriendo una considerable pérdida de audición.

Ningún estudio evaluó la efectividad de la práctica generalizada de asesoramiento provisto por servicios de salud laboral o profesionales de la salud laboral para reducir los niveles de ruido. Una posible razón, aunque especulativa, para el bajo número de estudios podría ser la estricta reglamentación con respecto al ruido en el trabajo que dificulta desafiar la práctica actual en los

experimentos.

Para los efectos inmediatos de la protección auditiva, se restringieron los criterios de inclusión de la revisión a los estudios en campo con trabajadores y se excluyeron los estudios que incluyeron voluntarios (Franks 2000; Merry 1992; Williams 2004) o se realizaron en las inmediaciones de laboratorios (Toivonen 2002). Todos estos estudios excluidos revelaron un beneficio de la provisión de instrucciones adicionales en comparación con menos o ninguna instrucción. Sin embargo, el aumento de la atenuación era similar al de los estudios incluidos en la revisión (Park 1991) y por lo tanto, se asume que cualquier instrucción adecuada también mejorará la atenuación de ruidos de los protectores en la práctica. Es más, sólo se incluyeron estudios que compararon diferentes dispositivos porque la evaluación depende en gran medida de la persona que lo utiliza. Ese criterio excluyó un gran número de estudios que evaluaron sólo un dispositivo, sin embargo, se considera justificado.

Sólo había unos pocos estudios que evaluaron los efectos a largo plazo de los programas de prevención de la pérdida de audición inducida por ruidos. Aunque cuatro de seis estudios no hallaron un riesgo mayor estadísticamente significativo de pérdida de audición entre los trabajadores que formaban parte de un programa de prevención de la pérdida de audición, está claro que en la práctica todavía existe una gran variación en la implementación, como se puede inferir a partir de los estudios de implementación. Si se asume que sólo los mejores programas fueron evaluados, entonces esto significa que la mayoría de los programas, en la práctica son mucho menos eficaces. Lo que puede explicar los altos niveles persistentes de pérdida de audición laboral informada y es coherente con el resultado de Daniell 2006 que muchos programas son de calidad deficiente.

Se sabe que el ruido es perjudicial para la audición, por lo tanto, es difícil utilizar diseños de investigación que difieren entre los estudios en cuanto a qué trabajadores expuestos a ruidos se comparan con qué trabajadores no expuestos a ruidos. Las audiometrías son obligatorias en muchos países, y por lo tanto, es posible que haya grandes cantidades de datos disponibles que podrían usarse para realizar estudios de mayor calidad metodológica. Sin embargo, para que los datos sean de valor, también es necesario poseer datos de audición actualizados de un grupo control comparable no expuesto a ruidos.

Aunque todos los estudios se propusieron evaluar un programa de prevención de la pérdida de audición, no estaba completamente claro si se tomaron otras medidas (y de ser así, de qué clase) además de proporcionarles a los trabajadores dispositivos de protección auditiva.

Calidad de las pruebas

El riesgo de sesgo era alto (especialmente, para los estudios de evaluación a largo plazo) porque es difícil de controlar el efecto de confusión del envejecimiento y la pérdida de la audición previa.

Para la evaluación de los efectos inmediatos, sólo un estudio usó un diseño aleatorio, aunque no es demasiado difícil asignar al azar la protección auditiva en los estudios de sus efectos inmediatos. Dado que los factores personales, como las aptitudes para insertar y usar la protección auditiva, tienen un efecto importante sobre el resultado, es importante que no haya diferencias al valor inicial. La asignación al azar sería la única manera de asegurar esta equivalencia. Como algunos autores consideran que la efectividad es un asunto técnico, ni siquiera describen a los participantes en su estudio.

También había una falta de información sobre el nivel de la implementación de las medidas de prevención. Es especialmente importante en los estudios que compararon programas de prevención de la pérdida de la audición bien implementados con los de calidad más deficiente. Es posible comparar los programas de prevención de la pérdida de audición de intensidad dispar en un diseño aleatorio por grupos. Eventualmente, este diseño aportaría información de calidad mucho mayor sobre la efectividad de la prevención de pérdida de la audición. Dado el alto número de trabajadores con deterioro auditivo, este esfuerzo parece justificado.

Sesgos potenciales en el proceso de revisión

Aunque se hizo todo lo posible por efectuar búsquedas en las bases de datos que contienen literatura gris, como NIOSHTIC, no fue posible examinar todas las actas de congresos. Por consiguiente, es posible que se hayan omitido algunos estudios de cohorte retrospectivos.

Es posible que el sesgo de publicación haya afectado los resultados de los estudios de evaluación a largo plazo, ya que cuatro de los estudios fueron financiados o realizados por profesionales que formaban parte de la empresa, que posiblemente podrían tener un interés en la publicación de los estudios que demuestren un efecto preventivo de los programas de prevención de la pérdida de audición.

Acuerdos y desacuerdos con otros estudios o revisiones

Berger 1996 examinó 22 estudios que evaluaron el rendimiento en campo de muchos tipos diferentes de dispositivos de protección auditiva (también en parte informado en Berger 1998). La finalidad principal de los estudios incluidos era evaluar la atenuación de la protección auditiva cuando era utilizada por diferentes trabajadores en condiciones de campo. Todos estos estudios concluyen que existe una gran variación entre los trabajadores, lo que produce una gran desviación estándar en los valores de atenuación promedio. Principalmente se debe al problema de una falta de instrucciones para la colocación y entrenamiento en el uso de los dispositivos (Royster 1996). Por lo tanto, los criterios de inclusión de estos estudios fueron esencialmente diferentes de los criterios de esta revisión porque trabajadores diferentes usaron diferentes dispositivos, mientras que en esta revisión sólo se incluyeron estudios en los que se comparaban los dispositivos en los mismos sujetos. Sin embargo, las conclusiones de todos estos estudios concuerdan: en condiciones de campo, la atenuación de ruidos producida por los dispositivos de protección auditiva es mucho menor que lo teóricamente posible e indicado por el fabricante. La falta de precisión inherente de los métodos usados desde fines de los años setenta para determinar la atenuación (presentes en la rotulación de estos productos) es ampliamente reconocida. Para abordar este tema, se han propuesto procedimientos para desestimar la calificación para los valores de atenuación informados en las etiquetas (Franks 2000), y se han desarrollado normas con nuevas estrategias para una determinación más exacta de la atenuación proporcionada en el campo (ANSI/ASA 2007; ANSI/ASA 2008; ISO 1999b; ISO 2006). Las últimas normas incorporan la varianza de la correcta colocación del protector en una población de sujetos de prueba y la varianza del funcionamiento del protector en una amplia gama de espectros de ruido. En los EE.UU., se ha propuesto una nueva reglamentación que proporciona orientación para dispositivos de protección auditiva pasivos, dispositivos de reducción de ruido activo y también para los dispositivos de reducción de ruido de impulso como la restauración de sonido o protectores acústicos no lineales (Murphy 2008).

Otra revisión concluyó que las pruebas disponibles de los estudios de evaluación a largo plazo no apoyan la efectividad de los programas de prevención de la pérdida de la audición (Dobie 1995). El autor reconoce que no realizó una búsqueda sistemática. El autor incluyó y formuló observaciones sobre ambos estudios de evaluación que comparaban usuarios de protección auditiva versus y trabajadores que no utilizaban dicha protección y que comparaban trabajadores protegidos versus trabajadores no expuestos. Incluía tres estudios de evaluación a largo plazo, de los cuales dos también fueron incluidos en esta revisión, y uno fue excluido. Sus conclusiones son similares a las de esta revisión en que las pruebas de la efectividad de los programas de prevención de la pérdida de audición no son muy convincentes.

Borchgrevink 2003 sólo examinó los datos de la pérdida de audición inducida por ruidos en el lugar de trabajo, y como aun ocurría pérdida de la audición, concluyó que los programas de prevención de la pérdida de audición fueron ineficaces. Daniell 2006 evaluó la

calidad de los programas de prevención de la pérdida de audición en las empresas y concluyó que comúnmente estaban incompletos y que la consideración del control de ruidos era baja en todas las industrias. Lo que concuerda con las conclusiones de esta revisión. Otra revisión narrativa se dirigió a sólo un sector (minería) (McBride 2004), pero obtuvo conclusiones similares.

CONCLUSIONES DE LOS AUTORES

Implicaciones para la práctica

Hay un estudio que muestra que la legislación puede reducir los niveles de exposición a ruidos al nivel de la división. Sin embargo, no existen estudios de evaluación controlados sobre medidas técnicas para reducir los niveles de ruido en las empresas, ni sobre el asesoramiento para tomar tales medidas. Los estudios de casos revelan que las medidas técnicas pueden producir notables reducciones de los niveles de ruido, pero aparentemente estas medidas no son bien implementadas. Por lo tanto, las medidas técnicas, deben ser la primera elección en el tratamiento de los problemas de ruido en el lugar de trabajo, especialmente si las reducciones de ruidos conducen a una reducción de las dosis de ruido personal que reciben los trabajadores. Una mejor aplicación y refuerzo de la ley podrían ser eficaces para reducir los niveles de ruido.

La protección auditiva de diversos fabricantes mostró un efecto inmediato de atenuación de ruidos de alrededor de 20 dB a las frecuencias 0,5 kHz a 8 kHz en condiciones de campo. Esta reducción es significativamente inferior a la alegada por los fabricantes. Se necesitan instrucciones para la colocación de los tapones de oídos para garantizar una suficiente reducción de ruidos. Si son adecuadamente colocados, los tapones de oídos pueden proporcionar una protección equivalente a los protectores de orejas. Existe una gran variación en la atenuación de ruidos entre diversos dispositivos de protección auditiva. Los dispositivos de cancelación de ruido activo pueden lograr una reducción adicional moderada de los niveles de ruido en los rangos de frecuencias más bajas.

Había pruebas contradictorias de que la protección auditiva, provista en los programas de prevención de la pérdida de audición, reduzca el riesgo de pérdida de audición a un nivel al menos equivalente al de los trabajadores que están expuestos a 85 dB(A).

Implicaciones para la investigación

Se necesita investigación sobre las medidas de reducción de ruidos técnicos y sobre los efectos de las recomendaciones de medidas. Se debe realizar preferentemente mediante un diseño aleatorio por grupos en los cuales se asigna al azar a compañías o departamentos dentro de compañías al grupo de intervención o al grupo control.

Los futuros estudios de evaluación de los efectos inmediatos de la protección auditiva deben utilizar asignación al azar y tener en cuenta los efectos de proveer instrucciones y las condiciones de campo.

También se deben evaluar los programas de prevención de la pérdida de audición en un diseño aleatorio por grupos, en el que se pueda comparar programas intensivos con programas menos intensivos. Ya que la mayor parte de la pérdida de audición ocurre al comienzo de la exposición, un seguimiento de cinco años debería ser suficiente, y permitía que dicho estudio sea factible. Una evaluación del proceso detallada podría revelar qué tan bien fueron implementadas las medidas. Se necesita un mejor uso de los datos de los estudios de cohorte retrospectivos, tener en cuenta el estado auditivo al comienzo del estudio y las diferencias de edad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ministry of Social Affairs and Employment (Ministerio de Asuntos Sociales y Empleo) Holandés por la subvención recibida para finalizar esta revisión. Además, se agradece al Campo de Salud Laboral Cochrane y al Grupo de revisión del Grupo Cochrane de Enfermedades de Oído, Nariz y Garganta por su apoyo.

DATOS Y ANÁLISIS

Comparación 1. Programa de prevención de la pérdida de audición versus trabajadores no expuestos a ruidos (a un seguimiento a largo plazo de 1 año)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Desplazamiento estándar del umbral de la pérdida de audición	1	885	Cociente de riesgos (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	2.98 [1.11, 7.99]
1.1 Ingenieros con baja exposición	1	337	Cociente de riesgos (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	1.74 [0.23, 13.15]
1.2 Infantería con exposición media	1	298	Cociente de riesgos (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	2.37 [0.32, 17.70]
1.3 Artillería con alta exposición	1	250	Cociente de riesgos (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	3.95 [0.98, 15.82]

Comparación 2. Programa de prevención de la pérdida de audición versus trabajadores no expuestos (a un seguimiento a largo plazo de 5 años)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Cambio en la pérdida de audición a 4 kHz/desplazamiento estándar del umbral (seguimiento de 5 años)	4	2231	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.05 [-0.05, 0.16]
1.1 Pérdida de audición de 10 dB, Pell	1	628	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	-0.1 [-0.27, 0.07]
1.2 Pérdida de audición de 15 dB a 35 dB, Pell	1	559	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.09 [-0.11, 0.29]
1.3 Pérdida de audición de 40 dB, Pell	1	385	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.18 [-0.06, 0.42]

1.4 Lee-Feldstein	1	474	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.29 [-0.07, 0.66]
1.5 Hager	1	43	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	-0.1 [-0.72, 0.52]
1.6 Gosztonyi	1	142	tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.15 [-0.18, 0.48]
2 Riesgo de desplazamiento estándar del umbral	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	3.78 [2.69, 5.31]
2.1 80 a 85 dB/años;	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	2.10 [1.26, 3.49]
2.2 85 a 90 dB/años;	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	3.00 [2.27, 3.96]
2.3 90 a 95 dB/años;	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	3.30 [2.76, 3.94]
2.4 95 a 100 dB/años;	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	4.60 [3.86, 5.48]
2.5 Más de 100 dB/años.	1		Cociente de riesgos instantáneos (efectos aleatorios, IC del 95%)	6.60 [5.56, 7.84]

Comparación 3. Programa de prevención de la pérdida de audición bien implementado versus programa peor implementado (seguimiento a largo plazo de 5 años)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Desplazamiento estándar del umbral/cambio en la pérdida de audición a 4 kHz	3	16301	OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	0.40 [0.23, 0.69]
1.1 Adera 2000	1	15345	OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	0.26 [0.14, 0.47]
1.2 Adera 1993	1	692	OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	0.35 [0.19, 0.65]
1.3 Brink 2000	1	264	OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	0.62 [0.40, 0.97]

Comparación 4. Programa de prevención de la pérdida de audición bien implementado versus programa peor implementado (seguimiento a largo plazo de 1 año)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Desplazamiento estándar del 1 umbral		341	Cociente de riesgos (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	0.36 [0.09, 1.42]

Comparación 5. Protectores para las orejas versus tapones de oídos (a largo plazo)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Cambio en la pérdida de audición en 3 años (4 kHz/ desplazamiento estándar del umbral)	2		OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	1.20 [0.69, 2.07]
1.1 Exposición alta a ruidos > 89 dB(A)	2		OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	0.80 [0.63, 1.03]
1.2 Exposición baja a ruidos < 89 dB(A)	2		OR (efectos aleatorios, IC del 95%)	2.65 [0.40, 17.52]

Comparación 6. Examen de seguimiento después del desplazamiento estándar del umbral inicial versus ningún examen (a largo plazo)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Cambio en la pérdida de audición (desplazamiento estándar del umbral)	1	1317	Odds ratio (M-H, efectos fijos, IC del 95%)	0.87 [0.56, 1.36]

Comparación 7. Programa de prevención de la pérdida de audición en un turno de 12 horas versus programa de prevención de la pérdida de audición en un turno de 8 horas (largo plazo)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Cambio en la pérdida de audición 1		852	Diferencia de medias (IV, Efectos fijos, IC del 95%)	-0.68 [-1.85, 0.49]

en 1 año a 4 kHz

Fijos, IC del 95%)

0.49]

Comparación 8. Protección auditiva con instrucciones versus protección auditiva sin instrucciones (efectos inmediatos)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Niveles de audición a 0,5 kHz de diferencia de con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
1.1 Tapones de oídos de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	16.30 [5.93, 26.67]
1.2 Tapones de oídos ultraadaptables Ultra-fit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	11.6 [5.89, 17.31]
1.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	4.1 [-2.47, 10.67]
1.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	1.80 [-1.86, 5.46]
2 Niveles de audición a 1 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
2.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	15.40 [5.62, 25.18]
2.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	12.5 [6.39, 18.61]
2.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	3.80 [-3.70, 11.30]
2.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	-0.20 [-4.78, 4.38]
3 Niveles de audición a 2 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
3.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	7.90 [-1.21, 17.01]
3.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	10.40 [4.25, 16.55]
3.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	2.70 [-1.89, 7.29]
3.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	2.5 [-1.05, 6.05]
4 Niveles de audición a 3 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
4.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	6.20 [-1.54, 13.94]
4.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	6.90 [2.15, 11.65]
4.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	1.60 [-3.01, 6.21]
4.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	2.40 [-0.01, 4.81]
5 Niveles de audición a 4 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
5.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	6.00 [-1.23, 13.23]
5.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	9.10 [3.62, 14.58]
5.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	0.90 [-6.18, 7.98]
5.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	0.80 [-4.26, 5.86]
6 Niveles de audición a 6 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
6.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	9.2 [-1.87, 20.27]
6.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	13.3 [6.30, 20.30]
6.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	2.30 [-7.31, 11.91]
6.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	0.20 [-4.75, 5.15]
7 Niveles de audición a 8 kHz de diferencia con/sin	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
7.1 Tapones de oídos EAR de espuma	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	7.60 [-0.97, 16.17]
7.2 Tapones de oídos UltraFit	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	14.3 [6.11, 22.49]
7.3 Protector auditivo Wilson	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	2.0 [-8.13, 12.13]
7.4 Protector auditivo Bilsom 1-UF	1	20	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	0.90 [-4.45, 6.25]

Comparación 9. Protección auditiva con cancelación de ruido activo versus protección auditiva sin cancelación de ruido activo (efectos inmediatos)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Atenuación de ruidos (dB exterior menos interior)	1	4	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.1 Series de alfa-200 con cancelación de ruido activo	1	2	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.2 Cancelación de ruido activo Gentex/Bose	1	2	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
2 Desplazamiento temporal del umbral a 1 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
3 Desplazamiento temporal del umbral a 2 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
4 Desplazamiento temporal del umbral a 4 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
5 Desplazamiento temporal del umbral a 6 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
6 Desplazamiento temporal del umbral a 8 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente

Comparación 10. Tapones v-51-R versus tapones EAR (efectos inmediatos)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Desplazamiento temporal del umbral a 0,5 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1	70	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
1.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
1.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
1.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
1.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
2 Desplazamiento temporal del umbral a 1 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
2.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
2.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
2.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
2.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
3 Desplazamiento temporal del umbral a 2 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
3.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
3.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
3.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
3.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
4 Desplazamiento temporal del umbral a 3 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente

4.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
4.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
4.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
4.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
5 Desplazamiento temporal del umbral a 4 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
5.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
5.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
5.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
5.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
6 Desplazamiento temporal del umbral a 6 kHz (antes de la exposición - después de la exposición)	1		Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	Subtotales solamente
6.1 Después de 8 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
6.2 Después de 14,6 minutos sin ruido	1	18	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
6.3 Después de 20 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable
6.4 Después de 27,2 minutos sin ruido	1	17	Diferencia de medias (IV, efectos aleatorios, IC del 95%)	No estimable

Comparación 11. Diversos protectores auditivos (efectos inmediatos)

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Atenuación de ruidos (medición dentro de la protección auditiva menos de protección fuera de la protección auditiva)	1	36	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.1 Protector Peltor H61	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.2 Protector Peltor H7	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.3 Protector Peltor H6	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.4 Protector Bilsom Marksman	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.5 Protector Silent Hunter	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable
1.6 Tapón EAR Ultra 9000	1	6	Diferencia de medias (IV, Efectos Fijos, IC del 95%)	No estimable

Comparación 12. Programa de prevención de la pérdida de audición versus análisis de sensibilidad sin exposición

Título del subgrupo o resultado	Nro. de estudios	Nro. de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
1 Cambio en la pérdida de audición a 4kHz/desplazamiento estándar del umbral (seguimiento 5-año sigue)	3		tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.17 [-0.06, 0.40]
1.1 Lee-Feldstein	1		tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.29 [-0.07, 0.66]
1.2 Hager	1		tamaño del efecto	-0.1 [-0.72,

1.3 Gosztonyi	1	(efectos fijos, IC del 95%)	0.52]
		tamaño del efecto (efectos fijos, IC del 95%)	0.15 [-0.18, 0.48]

APÉNDICES

Appendix 1. Search strategy for CENTRAL

- #1 MeSH descriptor Noise, Occupational explode all trees with qualifier: PC
 #2 noise AND (reduction OR abatement OR diminishment OR elimination OR "engineering controls" OR "administrative controls")
 #3 "hearing loss prevention" OR "hearing conservation" OR "hearing surveillance"
 #4 "ear protective device" OR "ear protective devices" OR "hearing protective device" OR "hearing protective devices" OR "hearing protector" OR "hearing protectors" OR "hearing protection" OR "ear muffs" OR "ear plugs" OR "ear defenders"
 #5 ("noise reduction" AND "protective equipment")
 #6 MeSH descriptor Noise, Occupational explode all trees
 #7 "protective equipment"
 #8 (#6 AND #7)
 #9 (#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #8)

Appendix 2. Search strategies for other databases

PubMed	EMBASE	CINAHL
<p>#1 noise [tiab] AND (reduction [tiab] OR abatement [tiab] OR diminishment [tiab] OR elimination [tiab] OR "engineering controls" [tiab] OR "administrative controls"[tiab]) #2 "hearing loss prevention" [tiab] OR "hearing conservation" [tiab] OR "hearing surveillance" [tiab] #3 "ear protective device" [tiab] OR "ear protective devices" [tiab] OR "hearing protective device" [tiab] OR "hearing protective devices" [tiab] OR "hearing protector" [tiab] OR "hearing protectors" [tiab] OR "hearing protection" [tiab] OR "ear muffs" [tiab] OR "ear plugs" [tiab] OR "ear defenders" [tiab] #4 ("noise reduction" [tiab] AND "protective equipment" [tiab]) #5 "Noise, Occupational/prevention and control"[Mesh] #6 "Noise, Occupational"[Mesh] #7 "protective equipment" [tiab] #8 #6 AND #7 #9 #1 OR #2 OR #3 #4 OR #5 OR #8 #10 (effect*[tiab] OR control*[tiab] OR evaluation*[tiab] OR program*[tiab]) AND (work*[tiab] OR worker*[tiab] OR workplace*[tiab] OR occupation*[tiab] OR prevention*[tiab] OR protect*[tiab]) #11 #9 AND #10</p> <p>BIOSIS/CAB Abstracts</p> <p>1 (noise and (reduction or abatement or diminishment or elimination or (engineering adj controls) or (administrative adj controls))).tw. 2 ((hearing adj loss adj prevention) or (hearing adj conservation) or (hearing adj surveillance)).tw. 3 ((ear adj protective adj device) or (ear adj protective adj devices) or (hearing adj protective adj device) or (hearing adj protective adj devices) or (hearing adj protecto) or (hearing adj protectors) or (hearing adj protection) or (ear adj muffs) or (ear adj plugs) or (ear adj defenders)).tw. 4 ((noise adj reduction) and (protective adj equipment)).tw 5 ((effect* or control* or evaluation* or program*) and (work or worker* or workplace* or working or occupation* or prevention* or protect*)).tw. 6 4 or 1 or 3 or 2 7 6 and 5</p>	<p>1 industrial noise/ 2 (protective adj equipment).tw. 3 1 and 2 4 (noise and (reduction or abatement or diminishment or elimination or (engineering adj controls) or (administrative adj controls))).t.w 5 ((hearing adj loss adj prevention) or (hearing adj conservation) or (hearing adj surveillance)).tw. 6 ((ear adj protective adj device) or (ear adj protective adj devices) or (hearing adj protective adj device) or (hearing adj protective adj devices) or (hearing adj protecto) or (hearing adj protectors) or (hearing adj protection) or (ear adj muffs) or (ear adj plugs) or (ear adj defenders)).tw. 7 ((noise adj reduction) and (protective adj equipment)).tw 8 6 or 4 or 3 or 7 or 5 9 ((effect* or control* or evaluation* or program*) and (work or worker* or workplace* or working or occupation* or prevention* or protect*)).tw. 10 8 and 9 11 10</p> <p>Web of Science</p> <p>#1 TS=(noise AND (reduction OR abatement OR diminishment OR elimination OR "engineering controls" OR "administrative controls")) #2 TS=("hearing loss prevention" OR "hearing conservation" OR "hearing surveillance") #3 TS=("ear protective device" OR "ear protective devices" OR "hearing protective device" OR "hearing protective devices" OR "hearing protector" OR "hearing protectors" OR "hearing protection" OR "ear muffs" OR "ear plugs" OR "ear defenders") #4 #3 OR #2 OR #1 #5 TS=((effect* OR control* OR evaluation* OR program*) AND (work* OR worker* OR workplace* OR working OR occupation* OR prevention* OR protect*)) #6 #5 AND #4</p>	<p>#1 (noise AND (reduction OR abatement OR diminishment OR elimination OR "engineering controls" OR "administrative controls")) OR "hearing loss prevention" OR "hearing surveillance" #2 "ear protective device" OR "ear protective devices" OR "hearing protective device" OR "hearing protective devices" OR "hearing protector" OR "hearing protectors" OR "hearing protection" OR "ear muffs" OR "ear plugs" OR "ear defenders" #3 (noise(mh) AND "protective equipment") OR ("noise reduction" AND "protective equipment") #4 (effect* OR control* OR evaluation* OR program*) AND (work* OR worker* OR workplace* OR working OR occupation* OR prevention* OR protect*) #5 (#1 OR #2 OR #3) #6 (#4 AND #5)</p> <p>NIOSH/TIC</p> <p>(noise AND (induced OR hearing))</p>

ANTECEDENTES

Primera publicación del protocolo: Número 1, 2007
 Primera publicación de la revisión: Número 3, 2009

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Ir. H.R. Kateman: Desarrollo del protocolo, búsqueda de ensayos, evaluación de la calidad de los ensayos, extracción de los datos, desarrollo de la revisión.
Dr. J.H.A.M. Verbeek: Desarrollo del protocolo, búsqueda, evaluación de la calidad, extracción y análisis de datos, redacción del texto.
Dr. B. Sorgdrager: Observaciones sobre los borradores.
Prof. Dr. W.A Dreschler: Observaciones sobre los borradores.
T.C. Morata: Observaciones sobre los borradores, búsqueda de los estudios.
Todos: Comentarios sobre los borradores del protocolo y la revisión.

DECLARACIONES DE INTERÉS

Ninguno conocido.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Recursos internos

- No sources of support supplied

Recursos externos

- Dutch Ministry of Social Affairs and Employment as part of the KIS programme, Netherlands.
The second author received a grant.
- Finnish Ministry of Social Affairs and Health, Finland.
The ministry supported the Cochrane Occupational Health Field financially.
- The Cochrane Occupational Health Field, Finland.
The Cochrane Occupational Health Field provided support in kind.

DIFERENCIAS ENTRE EL PROTOCOLO Y LA REVISIÓN

For noise measurements, we intended to include only measurements executed according to a written national or international standard in which information on measurement method, time weighting etc. was given. However, this transpired to be an excessively strict criterion. We therefore included all reported noise measurements, with the permission of the editorial base.

For hearing loss measurements, we intended to include only hearing loss measured with a calibrated audiometer and defined by means of a written protocol, which was the case for most studies. However, in some cases this was found to be an excessively strict criterion so we also included audiometric measurements when there was no written protocol reported, with the consent of the editorial base.

We intended to use a qualitative analysis if the data could not be combined in a qualitative way. Instead of the proposed synthesis we used the GRADE approach to rate the quality of the evidence.

NOTAS

Responsabilidades: Los hallazgos y las conclusiones de este informe son los de los autores y no representan necesariamente los criterios del National Institute for Occupational Safety and Health.

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Authors: Jos H Verbeek¹, Erik Kateman², Thais C Morata³, Wout Dreschler⁴, Bas Sorgdrager⁵

¹Cochrane Occupational Health Field, Finnish Institute of Occupational Health, Center of Expertise for Good Practices and Competence, Team of Knowledge Transfer in Occupational Health and Safety, PO Box 93 (Neulaniementie 4), Kuopio, Finland

²Arbounie, Center of Expertise in Hearing and Noise Problems, Donauald 33, 7007 HC Doetinchem, Netherlands

³National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), , Cincinnati, USA

⁴Academic Medical Centre, Audiology, Meibergdreef 9, Amsterdam, Netherlands

⁵Academic Medical Center, Netherlands Centre for Occupational Diseases, Meibergdreef 15, Amsterdam, Netherlands

Contact: Jos H Verbeek¹ jos.verbeek@ttl.fi. Editorial group: Cochrane Ear, Nose and Throat Disorders Group (HM-ENT)

REFERENCIAS

(* indica la publicación principal del estudio)

REFERENCIAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN ESTA REVISIÓN

Adera 1993 {published data only}

Adera T, Donahue AM, Malit BD, Gaydos JC. An epidemiologic method for assessing the effectiveness of hearing conservation programs using audiometric data. *Military Medicine* 1993; **158**(11): 698-701.

Adera 2000 {published data only}

Adera T, Amir C, Anderson L. Use of comparison populations for evaluating the effectiveness of hearing loss prevention programs. *American Industrial Hygiene Association Journal* 2000; **61**(1): 11-5.

Brink 2002 {published data only}

Brink LL, Talbott EO, Burks JA, Palmer CV. Changes over time in audiometric thresholds in a group of automobile stamping and assembly workers with a hearing conservation program. *American Industrial Hygiene Association Journal* 2002; **63**(4): 482-7.

Davies 2008 {published data only}

Davies H, Marion S, Teschke K. The impact of hearing conservation programs on incidence of noise-induced hearing loss in Canadian workers. *American Journal of Industrial Medicine* 2008; **51**: 923-31.

Erlandsson 1980 {published data only}

Erlandsson B, Hakanson H, Ivarsson A, Nilsson P. The difference in protection efficiency between earplugs and earmuffs. An investigation performed at a workplace. *Scandinavian Audiology* 1980; **9**(4): 215-21.

Gosztanyi 1975 {published data only}

Gosztanyi RE. The effectiveness of hearing protective devices. *Journal of Occupational Medicine* 1975; **17**(9): 569-80.

Hager 1982 {published data only}

Hager WL, Hoyle ER, Hermann ER. Efficacy of enforcement in an industrial hearing conservation program. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1982; **43**(6): 455-65.

Horie 2002 {published data only}

Horie S. Improvement of occupational noise-induced temporary threshold shift by active noise control earmuff and bone conduction microphone. *Journal of Occupational Health* 2002; **44**(6): 414-20.

Joy 2007 {published data only}

Joy G, Middendorf PJ. Noise exposure and hearing conservation in US coal mines, a surveillance report. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2007; **4**: 26-35.

Lee-Feldstein 1993 {published data only}

Lee-Feldstein A. Five-year follow-up study of hearing loss at several locations within a large automobile company. *American Journal of Industrial Medicine* 1993; **24**(1): 41-54.

Meyer 1993 {published data only}

Meyer GD, Wirth DB. An evaluation of the U.S. Air Force's detailed follow-up audiometric examination program. *Military Medicine* 1993; **158**(9): 603-5.

Muhr 2006 {published data only}

Muhr P, Månsson B, Hellström PA. A study of hearing changes among military conscripts in the Swedish army. *International Journal of Audiology* 2006; **45**: 247-51.

Nilsson 1980 {published data only}

Nilsson R, Lindgren F. The effect of long term use of hearing protectors in industrial noise. *Scandinavian Audiology* 1980; **Suppl 12**: 204-11.

Park 1991 {published data only}

Park MY, Casali JG. A controlled investigation of in-field attenuation performance of selected insert, earmuff, and canal cap hearing protectors. *Human Factors* 1991; **33**(6): 693-714.

Park 1991a {published data only}

Park MY, Casali JG. A controlled investigation of in-field attenuation performance of selected insert, earmuff, and canal cap hearing protectors. *Human Factors* 1991; **33**(6): 693-714.

Park 1991b {published data only}

Park MY, Casali JG. A controlled investigation of in-field attenuation performance of selected insert, earmuff, and canal cap hearing protectors. *Human Factors* 1991; **33**(6): 693-714.

Pell 1973 {published data only}

Pell S. An evaluation of hearing conservation program - a five-year longitudinal study. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1973; **34**(2): 82-91.

Pääkkönen 1998 {published data only}

Pääkkönen R, Lehtomaki K, Savolainen S. Noise attenuation of communication hearing protectors against impulses from assault rifle. *Military Medicine* 1998; **163**(1): 40-3.

Pääkkönen 2001 {published data only}

Pääkkönen R, Kuronen P, Korteoja M. Active noise reduction in aviation helmets during a military jet trainer test flight. *Scandinavian Audiology Supplementum* 2001; **52**: 177-9.

Reynolds 1990a {published data only}

Reynolds JL, Royster LH, Pearson RG. Hearing conservation programs (HCPs): the effectiveness of one company's HCP in a 12-hr work shift environment. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990; **51**(8): 437-46.

Royster 1980 {published data only}

Royster LH. An evaluation of the effectiveness of two different insert types of ear protection in preventing TTS in an industrial environment. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1980; **41**(3): 161-9.

Simpson 1994 {published data only}

Simpson TH, Stewart M, Kaltenbach JA. Early indicators of hearing conservation program performance. *Journal of the American Academy of Audiology* 1994; **5**: 300-6.

REFERENCIAS DE LOS ESTUDIOS EXCLUIDOS DE ESTA REVISIÓN**Ackermann 2005 {published data only}**

Ackermann U. Noise control on oxygen lances for scrap melting. *Zeitschrift fur Larmbekämpfung* 2005; **52**(5): 156-60.

Bowes 1990 {published data only}

Bowes SM, Corn M. Noise exposure reduction aboard an oceangoing hopper dredge. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990; **51**(9): 469-4.

Brühl 1994 {published data only}

Bruhl P, Ivarsson A. Noise-exposed male sheet-metal workers using hearing protectors. A longitudinal study of hearing threshold shifts covering fifteen years. *Scandinavian Audiology* 1994; **23**(2): 123-8.

Franks 2000 {published data only}

Franks JR, Murphy WJ, Johnson JL, Harris DA. Four earplugs in search of a rating system. *Ear and Hearing* 2000; **21**(3): 218-26.

Giardino 1996 {published data only}

Giardino DA, Durkt G. Evaluation of muff-type hearing protectors as used in a working environment. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1996; **57**(3): 264-71.

Groothoff 1999 {published data only}

Groothoff B. Incorporating effective noise control in music entertainment venues? Yes, it can be done. *Journal of Occupational Health & Safety - Australia & New Zealand* 1999; **15**(6): 543-50.

Jelinic 2005 {published data only}

Jelinic JD, Mustajbegovic J, Zuskin E, Lukic J, Cavar V, Ivankovic A. Managing occupational safety and health in aluminum production: case study of aluminum production factory, Mostar, Bosnia and Herzegovina. *Croatian Medical Journal* 2005; **46**(5): 838-47.

Kardous 2003 {published data only}

Kardous CA, Willson RD, Hayden CS, Szlapa P, Murphy WJ, Reeves EF. Noise exposure assessment and abatement strategies at an indoor firing range. *Applied occupational and environmental hygiene* 2003; **18**: 629-36.

Karlslose 2001 {published data only}

Karlslose B, Lauritzen T, Engberg M, Parving A. A randomised controlled trial of screening for adult hearing loss during preventive health checks. *British Journal of General Practice* 2001; **51**(466): 351-5.

Knothe 1999 {published data only}

Knothe E, Busche H-J. Noise reduction in scrap treatment facilities. *Zeitschrift fur Larmbekämpfung* 1999; **46**(6): 210-3.

Mechfske 2002 {published data only}

Mechfske CK, Geris R, Gati JS, Rutt BK. Acoustic noise reduction in a 4 T MRI scanner. *MAGMA* 2002; **13**(3): 172-6.

Merry 1992 {published data only}

Merry CJ, Sizemore CW, Franks JR. The effect of fitting procedure on hearing protector attenuation. *Ear & Hearing* 1992; **13**(1): 11-8.

Neitzel 2005 {published data only}

Neitzel R, Seixas N. The effectiveness of hearing protection among construction workers. *Journal of Occupational & Environmental Hygiene* 2005; **2**(4): 227-38.

Pingle 2006 {published data only}

Pingle S, Shanbag . CASH - an innovative approach to sustainable OSH improvement at workplace. *Medicina del Lavoro* 2006; **97**(2): 358-67.

Pääkkönen 2005 {published data only}

Paakkonen R, Lehtomaki K. Protection efficiency of hearing protectors against military noise from handheld weapons and vehicles. *Noise & Health* 2005; **7**(26): 11-20.

Reynolds 1990b {published data only}

Reynolds JL, Royster LH, Pearson RG. Hearing conservation programs (HCPs): the effectiveness of one company's HCP in a 12-hr work shift environment. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990; **51**(8): 437-46.

Scannell 1998 {published data only}

Scannell K. Low-cost methods of noise control at source which increase production and reduce the risk of hearing damage. *Journal of Occupational Health & Safety - Australia & New Zealand* 1998; **14**(5): 493-503.

Schaefer 1992 {published data only}

Schaefer PD. Successful noise abatement program relies on engineering controls. *Occupational Health & Safety* 1992; **61**(10): 82-6.

Stone 1971 {published data only}

Stone GF, Freman TW, Craig RL. Noise control and hearing conservation in large steam-electric generating stations. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1971; **32**(2): 123-30.

Toivonen 2002 {published data only}

Toivonen M, Pääkkönen R, Savolainen S, Lehtomäki K. Noise attenuation and proper insertion of earplugs into ear canals. *Annals of Occupational Hygiene* 2002; **46**(6): 527-30.

Williams 2004 {published data only}

Williams W. Instruction and the improvement of hearing protector performance. *Noise & Health* 2004; **7**(25): 41-7.

REFERENCIAS ADICIONALES

ANSI/ASA 2007

ANSI/ASA . American national standard methods of estimating effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn. ANSI S12.68-2007. Melville, NY: Acoustical Society of America 2007.

ANSI/ASA 2008

ANSI/ASA . American national standard methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors. ANSI S12.6-2008 (Revision of ANSI S12.6-1997). Melville, NY: Acoustical Society of America 2008.

Berger 1996

Berger EH, Franks JR, Lindgren F. International review of field studies of hearing protector attenuation. In: Axleson A, Borchgrevink H, Hamernik RP, Hellstrom P, Henderson D, Salvi RJ editor(s). *Scientific Basis of Noise-induced Hearing Loss*. New York: Thieme Medical Publishing, 1996: 361-77.

Berger 1998

Berger EH, Franks JR, Behar A, Casali JG, Dixon-Ernst C, Kieper RW, et al. Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part III. The validity of subject-fit data. *Journal of the Acoustic Society of America* 1998; **103**: 665-72.

Borchgrevink 2003

Borchgrevink HM. Does health promotion work in relation to noise?. *Noise & Health* 2003; **5**(18): 25-30.

Chinn 2000

Chinn S. A simple method for converting an odds ratio to effect size for use in meta-analysis. *Statistics in Medicine* 2000; **19**: 3127-31.

Daniell 2006

Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Camp JE, Cohen MA, Stebbins JG. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States. *Occupational & Environmental Medicine* 2006; **63**(5): 343-51.

Dobie 1995

Dobie RA. Prevention of noise-induced hearing loss. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery* 1995; **121**(4): 385-91.

Downs 1998

Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1998; **52**(6): 377-84.

Ei Dib 2006

Ei Dib RP, Verbeek J, Atallah AN, Andriolo RB, Soares BG. Interventions to promote the wearing of hearing protection. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 2. [DOI: [10.1002/14651858.CD005234.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD005234.pub2)]

Ellenbecker 1996

Ellenbecker MJ. Engineering controls as an intervention to reduce worker exposure. *American Journal of Industrial Medicine* 1996; **29**(4): 303-7.

EPOC 2002

Cochrane Effective Practice and Organisation of Care (EPOC) Review Group. The data collection checklist. www.cochrane.org 2002.

EU 2003

EU . Directive 2003/10/EC on the minimum health and safety requirements regarding exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise). EU 2003.

Glasziou 2007

Glasziou P, Chalmers I, Rawlins M, McCulloch P. When are randomised trials unnecessary? Picking signal from noise. *BMJ* 2007; **334**: 349-51.

Higgins 2006

Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* 4.2.6. . Chichester, UK: John Wiley and Sons Ltd., 2006.

Hozo 2005

Hozo S Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range and the size of a sample. *BMC Medical Research Methodology* 2005; **5**: 13.

ISO 1990

ISO - International Standard Organisation. ISO 1999: Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva: ISO, 1990.

ISO 1999b

ISO International Standard Organisation. ISO 4869-1: Acoustics - Hearing Protectors - Part 1: Subjective method for the measurement of sound attenuation. Geneva: ISO 1990.

ISO 2006

ISO , International Standard Organisation. ISO 4869-5: Acoustics - Hearing Protectors - Part 5: Method for estimation of noise reduction using fitting by inexperienced test subjects. Geneva: ISO 2006.

Leigh 1999

Leigh J, Macaskill P, Kuosma E, Mandryk J. Global burden of disease and injury due to occupational factors. *Epidemiology* 1999; **10**(5): 626-31.

Lynch 2005

Lynch ED, Kil J. Compounds for the prevention and treatment of noise-induced hearing loss. *Drugs Discovery Today* 2005; **10**: 1291-8.

Martinson 1999

Martinson BC, Murray DM, Jeffery RW, Hennrikus DJ. Intraclass correlations for measures from a worksite health promotion study: estimates, correlates and applications. *American Journal of Health Promotion* 1999; **13**(6): 347-57.

May 2000

May JJ. Occupational hearing loss. *American Journal of Occupational Medicine* 2000; **37**: 112-20.

McBride 2004

McBride DI. Noise-induced hearing loss and hearing conservation in mining. *Occupational Medicine* 2004; **54**(5): 290-6.

Morata 1993

Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 1993; **19**(4): 245-54.

Murphy 2008

Murphy WJ. How to assess hearing protection evaluation effectiveness: what is new in ANSI/ASA S12.68. *Acoustics Today* 2008; **4**: 40-2.

Nelson 2005

Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine* 2005; **48**(6): 446-58.

NIOSH 1997

Cohen AL, Gjessing CC, Fine LJ, Bernard BP, McGlothlin JD. Elements of ergonomics programs, a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders. Publication No. 97-117. Cincinnati OH: Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1997.

NIOSH 1998

NIOSH . Criteria for a recommended standard: occupational noise exposure, revised criteria 1998. Publication no 98-126. Cincinnati OH: NIOSH 1998.

Piaggio 2006

Piaggio G, Elbourne DR, Altman DG, Pocock SJ, Evans SJW. Reporting of noninferiority and equivalence randomised trials. *JAMA* 2006; **295**: 1152-60.

Prince 1997

Prince MM, Stayner LT, Smith RJ, Gilbert SJ. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey (ONHS). *Journal of the Acoustical Society of America* 1997; **101**(2): 950-63.

Rabinowitz 2007

Rabinowitz PM, Galusha D, Dixon-Ernst , Slade MD. Audiometric early flags for occupational hearing loss. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2007; **12**: 1310-6.

Ramsay 2003

Ramsay CR, Matowe L, Grilli R, Grimshaw JM, Thomas RE. Interrupted time series designs in health technology assessment: lessons from two systematic reviews of behavior change strategies. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 2003; **19** (4): 613-23.

RevMan 2008

The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration. Review Manager (RevMan). 5.0. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2008.

Royster 1996

Royster JD, Berger EH, Merry CJ, Nixon CW, Franks JR, Behar A, et al. Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part I. Research of Working Group 11, Accredited Standards Committee S12, Noise. *Journal of the Acoustical Society of America* 1996; **99**: 1506-26.

Verbeek 2005

Verbeek J, Salmi J, Pasternack I, Jauhiainen M, Laamanen I, Schaafsma F, et al. A search strategy for occupational health intervention studies. *Occupational and Environmental Medicine* 2005; **62**(10): 682-7.

WHO 2002

WHO - World Health Organization. The World Health Report (Chapter 4) Selected occupational risks. http://www.who.int/wht/2002/chapter_4/en/index8.html. WHO, 2002.

TABLAS

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Características de los estudios incluidos [ordenados por ID del estudio]

Adera 1993	
Methods	Controlled before-after study
Participants	Various occupations n = 692 US Military
Interventions	Intervention: HLPP in company with apparently good programme (1972 to 1981); n = 93 Comparison: HLPP in study company (1980 to 1989) with poor programme; n = 599
Outcomes	STS / 100 person-years greater or equal than 10 dB in either ear as the mean change at 2, 3 and 4 kHz 9-year follow up
Notes	Long-term

Comparability - intervention/control:
Age: adjusted
Hearing level: ?

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	No	D - Not used

Adera 2000

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various occupations n = 19,640 US 1 company
Interventions	Intervention: well-implemented HLPP in 5 companies; n = 4317, after adjustment for design n = 22 Comparison: HLPP in 1 company with poor quality HLPP; n = 15,323
Outcomes	STS / 100 person-years greater or equal than 10 dB in either ear as the mean change at 2, 3 and 4 kHz 5-year follow up
Notes	Long-term

Comparability - intervention/control:
Age: adjusted
Hearing: adjusted

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	No	D - Not used

Brink 2002

Methods	Controlled before-after study
Participants	Automobile workers n = 264 US 1 automobile company
Interventions	Intervention: wearing hearing protection > 33% of the time; n = 132 Control: wearing hearing protection < 33% of the time; n = 132
Outcomes	Hearing thresholds at 0.5, 1, 2, 3, 4 kHz 14-year follow up
Notes	Long-term

Comparability - intervention/control:
Age: ?
Hearing: ?

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	No	D - Not used

Davies 2008

Methods	Controlled before-after study
Participants	Workers in lumber mills during 1979-1996 who had at least 2 hearing tests n = 22,376 Canada, British Columbia
Interventions	Intervention: hearing conservation programme; n = 16,347 Control: those exposed to less than 80 dB-years plus those at their first hearing test following baseline; n = 6002 estimated from the number of person-years of 41,357 with 6.8 year follow up
Outcomes	STS: 10 dB or greater at 2000, 3000 or 4000 Hz in the better ear
Notes	Long-term

Comparability - intervention/control:
Proportional hazards model to adjust for age and hearing ability at baseline

Erlandsson 1980

Methods	Controlled before-after study
Participants	Ship yard workers n = 40 Assembly department n = 26 less than 89 dB(A) exposure n = 26 Boiler department n = 24 more than 89 dB(A) exposure n = 24 Sweden One shipyard

Interventions	Intervention: those wearing earmuffs; n = 20 Control: those wearing earplugs; n = 30
Outcomes	Average change in hearing thresholds over 3 years at 2, 3, 4, 6, 8kHz 3-year follow up
Notes	Long-term
	Comparability - intervention/control: Age: matched Hearing: ?

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Gosztonyi 1975

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various occupations in 1 company n = 142 US
Interventions	Intervention: HLPP; n = 71 Control: non-exposed workers; n = 71
Outcomes	Average change in hearing thresholds over 3 years at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz 5-year follow up
Notes	Long-term
	Comparability - intervention/control: Age: intervention - md 42.8 y; control - md 43.2 y Hearing: ?

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Hager 1982

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various workers n = 43 US 1 company
Interventions	Intervention: hearing protection as part of HLPP in company; n = 27 Control: non-exposed colleagues; n = 16
Outcomes	Hearing thresholds at entrance minus HT at follow up at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz Follow up average 5 and 10 years
Notes	Long-term
	Comparability - intervention/control: Age: ? Hearing: intervention 8.1 dB 4kHz; control 0.3 dB 4kHz

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Horie 2002

Methods	Controlled before-after study
Participants	Steel industry quality check workers n = 12 Japan 1 company
Interventions	Intervention: hearing protection with active noise cancellation: Proactive PA-3100; n = 12 Control: hearing protection without active noise cancellation; n = 12
Outcomes	Temporary threshold shift after 4 hours of exposure at 1, 2, 4, 6 kHz (HT after - HT before) (immediate)
Notes	Immediate

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Joy 2007

Methods	Interrupted time series
Participants	Coal mines Workplace measurements n = 142,735

	USA Whole mining branch
Interventions	Introduction of new legislation in 1999 becoming effective in 2000: primacy of engineering and administrative controls, establishment of an Action Level of 85 dB(A), hearing conservation programme enrolment starting from 85 dB(A), introduction of statutory hearing loss of 25 dB average over 2, 3 and 4 kHz in either ear
Outcomes	Median of measurements of compliance with Permissible Exposure Level which includes all sound pressure levels from 90 dB(A) to 140 dB(A) with a doubling rate of 5 dB as an 8-hour time weighted average
Notes	Outcomes for general noise levels and underground noise levels respectively: 1987: 61 and 65.8 dB, 1988: 55 and 65 dB, 1989: 62 and 63 dB, 1990: 63 and 65.4 dB, 1991: 59 and 69.4 dB, 1992: 54.2 and 73.4 dB, 1993: 63 and 74.9 dB, 1994: 67 and 76 dB, 1995: 58.9 and 68 dB, 1996: 60 and 69.3 dB, 1997: 56.5 and 73 dB, 1998: 48.8 and 74 dB, 1999: 57.1 and 78.2 dB, 2000: 31 and 63 dB, 2001: 23 and 54 dB, 2002: 22 and 50 dB, 2003: 20 and 52 dB, 2004: 20 and 50 dB

Lee-Feldstein 1993

Methods	Controlled before-after study	
Participants	Automobile workers n = 11,435 US 1 company	
Interventions	Intervention: HLPP; n = 11,104, after cluster adjustment n = 97 Control: non-exposed colleagues; n = 331	
Outcomes	Rate of STS, average change in mean hearing threshold at 2, 3 and 4 kHz in the worst ear Follow up average 5 years	
Notes	Long-term Comparability - intervention/control: Age: adjusted Hearing: adjusted	
Risk of bias		
Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Meyer 1993

Methods	Controlled before-after study	
Participants	Various occupations n = 1377 US Military	
Interventions	Intervention: detailed follow-up examination after STS; n = 496 Control: no detailed follow up; n = 821	
Outcomes	Rate of new STS; before 1990 defined as a change of 20 dB or more at 1, 2, 3 or 4 kHz, after 1990 an average change of 10 dB or more at 2, 3 and 4 kHz in either ear 1 year follow up	
Notes	Long-term Comparability - intervention/control: Age: ? Hearing: ?	
Risk of bias		
Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Muhr 2006

Methods	Controlled before-after study	
Participants	Army conscripts n = 885 conscripted between 1 June 1999 and 1 June 2000 with less hearing loss than 20 dB average over 2 and 3 kHz and less than 32.5 dB over 4 and 6 kHz or less than 25 dB over 2 and 3 kHz and less than 20 dB over 4 and 6 kHz. Exposure to impulse noise from shooting. Sweden Military	
Interventions	Intervention: regular hearing protection; n = 747 Control: non-exposed waiting for training period; n = 138	
Outcomes	STS equal to or greater than 15 dB at the best ear at any of 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 or 8 kHz between baseline and follow-up hearing test with average follow up of 7.5 to 11 months	
Notes	—	

Nilsson 1980

Methods	Controlled before-after study	
---------	-------------------------------	--

Participants	Shipbuilders; n = 231 Highly exposed group with more than 94 dB(A); n = 1838 Low exposed group with less than 88 dB(A); n = 1354 Sweden 1 shipyard
Interventions	Intervention: workers wearing earmuffs; n = 1883 Control: workers wearing earplugs; n = 1309
Outcomes	STS more than 10 dB any frequency in either ear per 100 person-years; frequencies tested: 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz
Notes	Long-term Comparability - intervention/control: Age: ? Hearing: both groups < 35 dB all frequencies

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Park 1991

Methods	Randomised controlled trial
Participants	Various workers n = 40 US Several companies
Interventions	See Park 1991a and Park 1991b
Outcomes	See Park 1991a and Park 1991b
Notes	—

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Park 1991a

Methods	Randomised controlled trial
Participants	Various workers n = 40 US Several companies
Interventions	Intervention: fitting instructions for earplugs and earmuffs during in step by step procedure; n = 20 Control: instructions on paper as provided by the manufacturer n = 20
Outcomes	Hearing thresholds with and without protection at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz
Notes	Immediate

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	B - Unclear

Park 1991b

Methods	Randomised controlled trial
Participants	Various workers n = 40 US Several companies
Interventions	Intervention: 4 different types of hearing protectors: EAR foam plug, Bilsom UF1 earmuff, Ultrafit plug, Wilson Sound Ban Muff; n = 20 Control: earmuffs versus earplugs; n = 20
Outcomes	Hearing thresholds with and without protection at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz
Notes	Immediate

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	B - Unclear

Pell 1973

Methods	Controlled before-after study Prospective
Participants	Various workers n = 1572 n = 628 less than 20 dB hearing loss at entrance

	n = 559 between 15 and 35 dB hearing loss at entrance n = 385 with more than 40 dB hearing loss at entrance USA 1 company
Interventions	Intervention: HLPP mainly hearing protection; n = 399 Control: non-exposed colleagues; n = 1173
Outcomes	Average change in hearing thresholds last - entrance measurement at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz 5-year follow up
Notes	Long-term
	Comparability - intervention/control: Age: intervention - md 34 y; control - 43 y Hearing: stratified according to HL at start

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Pääkkönen 1998

Methods	Controlled before-after study
Participants	Shots with rifle 762RK62 n = 5 shots Finland Military
Interventions	Intervention: Hearing Protector Earmuffs: Peltor H61, Peltor H7, Peltor H6, Bilsom Marksman, Silenta Hunter at 156 Lcpeak dB(C); n=5
Outcomes	Difference in noise level outside versus inside the protectors
Notes	Immediate

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Pääkkönen 2001

Methods	Controlled before-after study
Participants	Air combat plane n = 2 Finland Military
Interventions	Intervention: noise cancellation on in helmet: Alpha 200 series, Gentex/Bose Control: noise cancellation off Exposure time 8 minutes LAeq 104 to 106 dB(A)
Outcomes	Difference in noise level outside versus inside the helmets
Notes	Immediate

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Reynolds 1990a

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various workers n = 852 US 1 chemical industry
Interventions	Intervention: HLPP at 12-hour shifts; n = 272, adjusted for design effect n = 218 Control: HLPP at 8-hour shifts; n = 580
Outcomes	Average change in hearing thresholds at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz 1-year follow up
Notes	Long-term
	Comparability - intervention/control: Age: ? Hearing: similar loss

Risk of bias

Item	Authors' judgement	Description
Allocation concealment?	Unclear	D - Not used

Royster 1980

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various occupations n = 70

Interventions	US Intervention: V-51R plug Control: EAR plug
Outcomes	Temporary threshold shift at 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 kHz. In 3 subgroups after leaving noise after 8, 14, 6, 20 and 27.2 minutes
Notes	Immediate
Risk of bias	
Item	Authors' judgement
Allocation concealment?	Unclear
	Description D - Not used

Simpson 1994

Methods	Controlled before-after study
Participants	Various occupations in 21 companies n = 13283 US
Interventions	Intervention: well-implemented HLPP Control: poor quality HLPP
Outcomes	Rate of standard threshold shifts defined as on average 10 dB or more at 2, 3 and 4 kHz in either ear Follow up average 1 year
Notes	Long-term Comparability - intervention/control: Age: ? Hearing: ?
Risk of bias	
Item	Authors' judgement
Allocation concealment?	Unclear
	Description D - Not used

? = no information available
HL = hearing loss
HLPP = hearing loss protection programme
HT = hearing threshold
md = median
STS = standard threshold shift
y = years

Características de los estudios excluidos [ordenados por ID del estudio]

Study	Reason for exclusion
Ackermann 2005	Case study on noise reduction
Bowes 1990	Only noise measurements and recommendations, no evaluation of measures taken
Brühl 1994	Control group taken from database
Franks 2000	Not a field study with workers
Giardino 1996	Not the same workers using different hearing protection
Groothoff 1999	Several case studies on noise reduction but no control group
Jelinic 2005	Case study only
Kardous 2003	Case study on noise reduction
Karlsrose 2001	No noise exposed workers included
Knothe 1999	Case study on noise reduction
Mechfske 2002	Noise reduction for patients not for healthcare personnel
Merry 1992	Not a field study with workers
Neitzel 2005	Not the same workers using different hearing protection
Pingle 2006	Case study only
Pääkkönen 2005	Similar results as in Pääkkönen 1998 Not the same workers using different hearing protection
Reynolds 1990b	Not the same workers using hearing protection
Scannell 1998	Case study on technical noise reducing measures
Schaefer 1992	Case study on technical noise reducing measures
Stone 1971	Case study on technical noise reducing measures
Toivonen 2002	Not a field study with workers
Williams 2004	Not a field study with workers

RESUMEN DE LOS HALLAZGOS

Summary of findings for the main comparison. Summary of findings table

Comparison/outcome	Study design	Risk of bias in studies	Consistency	Directness	Precision	Publication bias	Overall quality of
--------------------	--------------	-------------------------	-------------	------------	-----------	------------------	--------------------

							evidence
Legislation to decrease noise exposure	1 observational study	Unclear risk of bias	—	—	—	—	Low quality
[1.1 - 2.2] HLPP versus non-exposed workers, hearing loss	5 observational studies	3 studies high risk of bias (not age or HL adjusted) not showing difference	Inconsistent results	1 study army recruits	Confidence interval includes substantial HL	Studies might be missing	Very low quality
		2 low risk of bias studies still showing an increased risk for protected workers					
[3.1 - 4.1] Well-implemented HLPP versus not well-implemented programmes, hearing loss	3 observational studies	2 studies with high risk of bias (not age or HL adjusted)	—	—	—	—	Low quality
[5] Earmuffs versus earplugs, hearing loss	2 observational studies	Both studies high risk of bias	Inconsistent results	—	—	—	Very low quality
[8] Instructions vs no instructions for fitting; noise reduction	1 RCT	Low risk of bias	—	—	—	—	High quality

HL = hearing loss

RCT = randomised controlled trial

Table 1. Contents of hearing loss prevention programmes

Study	Described as HLPP	HPD provided	Noise measurements	Technical measures	Administrative measures	Audiometry
Adera 1993	?	Enforced mandatory wearing of hearing protection	Personal dosimeter twice a year	?	?	Audiometric booth ANSI-OSHA
Adera 2000	HLPP	?	?	?	?	Audiogram taken
Brink 2002	HCP	?	Area-wide sound level surveys	?	?	Annual audiometric evaluation calibrated Bekesy audiometer ANSI
Davies 2008	HCP	Hearing protection is one element	Noise monitoring is one element	Engineering controls are one element	Administrative controls are one element	Audiometric evaluation by certified audiometric technicians
Erlandsson 1980	?	?	Personal noise dosimeters	?	?	Calibrated ISO r389
Gosztanyi 1975	HCP	Earmuffs mandatory in noise areas	Calibrated personal dosimeters sound level meter in all shop areas	?	?	Soundproof booth ANSI s3.1-1960
Hager 1982	Walsh-Healy standard; OSHA	Yes, mandatory use of approved protection	?	Gradual continuous engineering control wherever, whenever economically feasible	?	Audiometric surveys
Lee-Feldstein 1993	?	?	Annual sound surveys	?	?	Automatic audiometer according to ANSI s3.6-1996
Meyer 1993	HCP	Must be provided with effective HP devices	Identify hazardous noise	?	Detailed follow up ? 3 and 6 months after a STS	
Muhr 2006	HCP	Earmuffs and or earplugs with level-dependent function limited to 82 dB(A) with SNR 27 dB	Standardised noise measurements	Risk areas around weapon use	?	Screening audiometry

Nilsson 1980	Routine HCP ?		Individual noise dosimetry over long periods	?	?		Calibrated ISO 389 isolated booth
Pell 1973	?	Mandatory hearing protection	Routine noise level surveys	Noise abatement	?		Automatic Bekey-type ANSI calibrated
Reynolds 1990a	HCP	3 specific types of earplugs	Sound survey, noise dosimeters	?	?		Audiometric database
Simpson 1994	Demonstrate excellent HCP practices	?	?	?	?		?

ANSI = American National Standards Institute
HCP = hearing conservation programme
HLPP = hearing loss prevention programme
HPD = hearing protection device
ISO = International Organization for Standardization
OSHA = Occupation Safety and Health Administration
SNR = Single Number Rating

Table 2. Quality rating of included studies

Study	Reporting quality	External validity	Internal validity total	Blinding subjects	Blinding outcomes	Blinding allocation	Randomised	Adj confounding	Adj lost follow up
Adera 1993	7	0	5	0	0	0	0	1	1
Adera 2000	7	0	5	0	0	0	0	1	0
Brink 2002	4	0	4	0	0	0	0	0	0
Erlandsson 1980	5	0	5	0	0	0	0	0	0
Gosztonyi 1975	7	2	6	0	0	0	0	0	0
Hager 1982	6	1	6	0	0	0	0	1	0
Horie 2002	9	3	7	0	0	0	0	1	0
Lee-Feldstein 1993	6	1	6	0	0	0	0	1	0
Meyer 1993	4	1	3	0	0	0	0	0	0
Nilsson 1980	5	1	4	0	0	0	0	0	0
Park 1991	8	0	10	0	0	1	0	1	1
Pell 1973	8	1	6	0	0	0	0	0	0
Pääkkönen 1998	9	0	6	0	0	0	0	0	0
Pääkkönen 2001	5	3	0	0	0	0	0	0	0
Reynolds 1990a	5	1	5	0	0	0	0	0	0
Royster 1980	7	3	6	0	0	0	0	1	0
Simpson 1994	5	2	2	0	0	0	0	0	0
Davies 2008	5	1	6	0	0	0	0	1	0
Muhr 2006	10	3	7	0	0	0	0	1	1

Table 3. Quality of interrupted time series

Study	Independence other changes	Sufficient data points	Formal test for trend	Intervention does not affect data	Blinded assessment of outcome	Complete data set	Reliable outcome measure
Joy 2007	Not done	Done	Done	Not done	Not done	Not clear	Done

Table 4. Results of interrupted time series

Study ID	Immediate change in level	95% confidence interval	Change in slope	95% confidence interval
Joy 2007	-14.5 dB	-25.2 to -3.8 dB	-5.6 dB	-8.4 to -2.8 dB
General noise				
Int Year 1999				
Joy 2007	0.2 dB	-8.7 to +9.2 dB	-6.1 dB	-9.0 to -3.2 dB
Underground noise				
Int Year 1999				

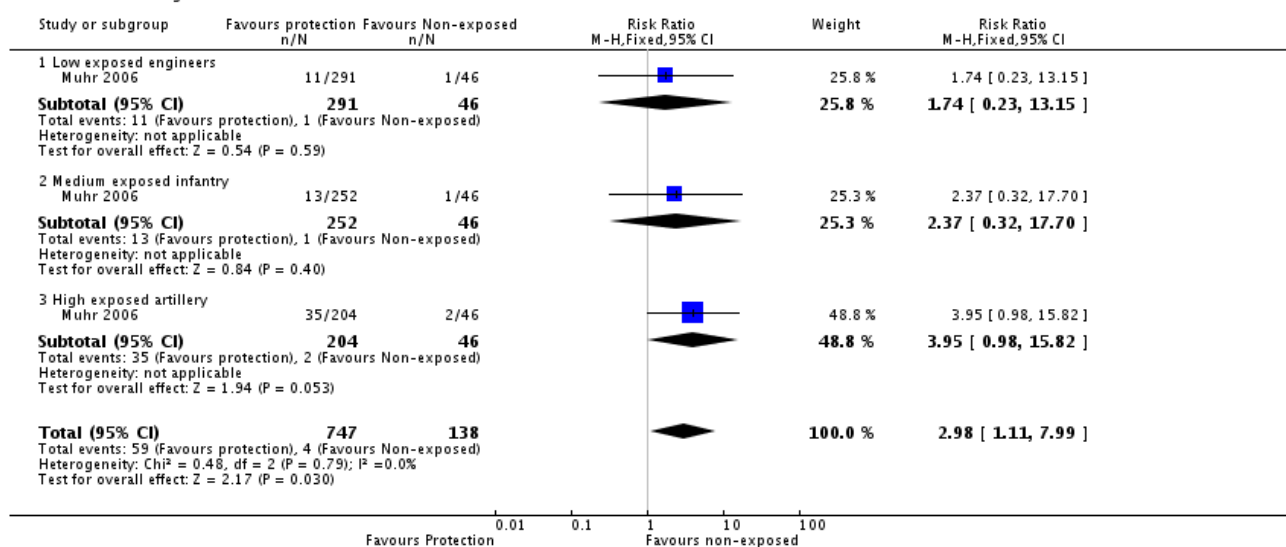
Joy 2007	-27.7 dB	-36.1 to -19.3 dB	-2.1 dB	- 4.9 to +0.7 dB
General noise				
Int Year 2000				
Joy 2007	-16.8 dB	-23.5 to -10.1 dB	-3.7 dB	-6.1 to -1.3 dB
Underground noise				
Int Year 2000				

FIGURAS

Analysis 1.1

Comparison 1 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term 1-year follow up), Outcome 1 Hearing loss STS.

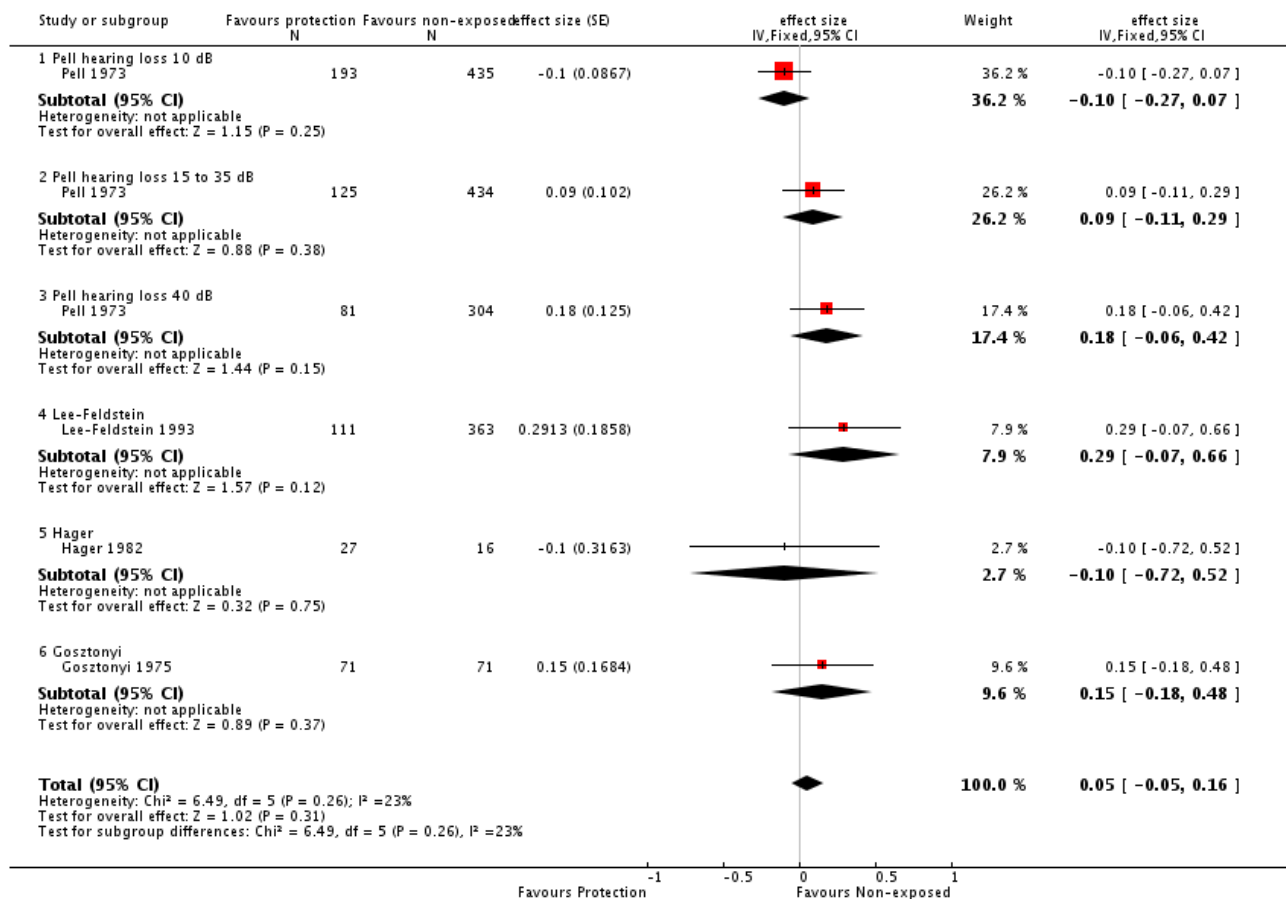
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 1 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term 1-year follow up)
 Outcome: 1 Hearing loss STS



Analysis 2.1

Comparison 2 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term > 5-year follow up), Outcome 1 Hearing loss change at 4 kHz / STS (5-year follow up).

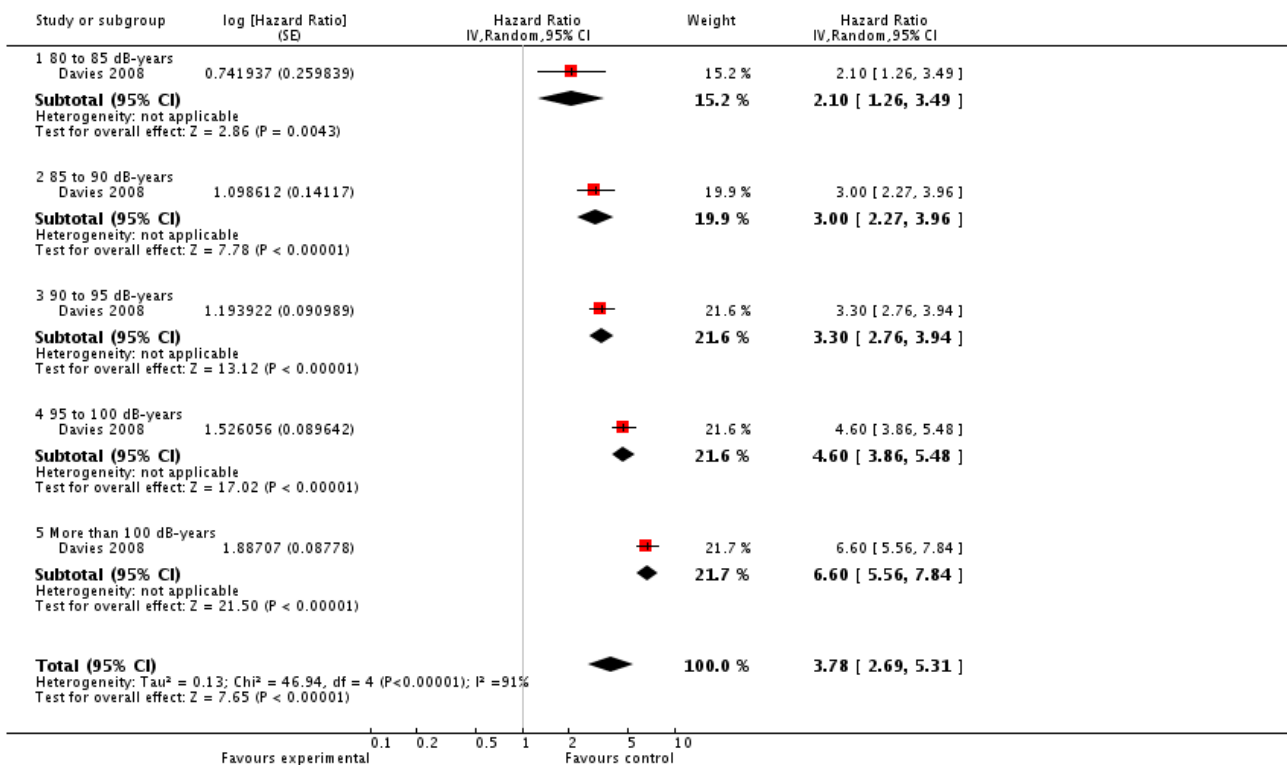
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 2 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term > 5-year follow up)
 Outcome: 1 Hearing loss change at 4 kHz / STS (5-year follow up)



Analysis 2.2

Comparison 2 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term > 5-year follow up), Outcome 2 Hazard of STS.

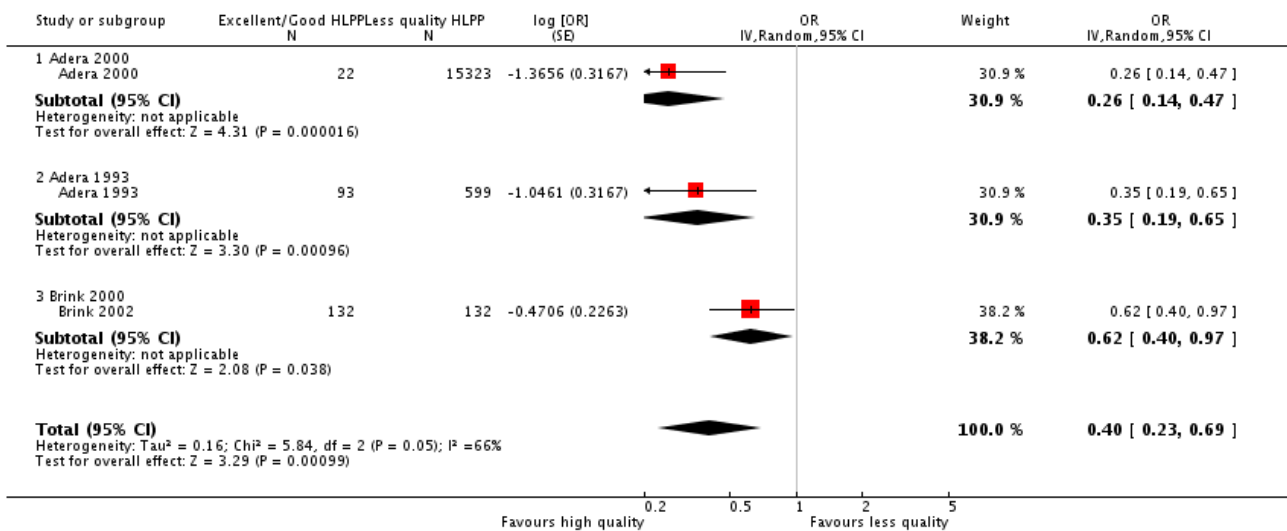
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 2 Hearing loss prevention programme vs non-exposed workers (long-term > 5-year follow up)
 Outcome: 2 Hazard of STS



Analysis 3.1

Comparison 3 Well-implemented hearing loss prevention programme vs less well-implemented (long-term > 5-year follow up), Outcome 1 Hearing loss change STS / at 4 kHz.

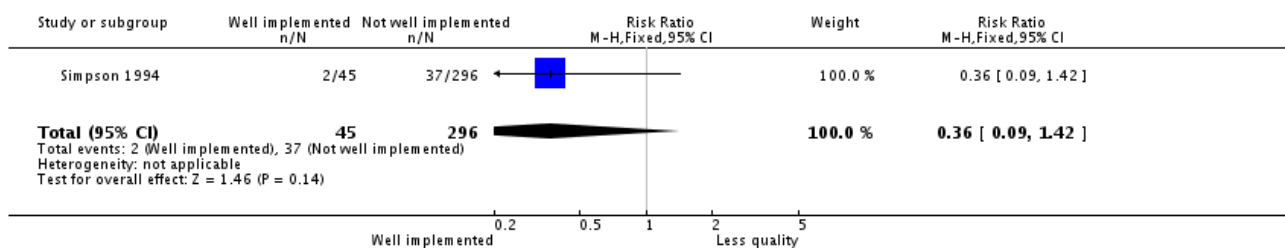
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 3 Well-implemented hearing loss prevention programme vs less well-implemented (long-term > 5-year follow up)
 Outcome: 1 Hearing loss change STS / at 4 kHz



Analysis 4.1

Comparison 4 Well-implemented hearing loss prevention programme vs less well-implemented (long-term, 1-year follow up), Outcome 1 STS.

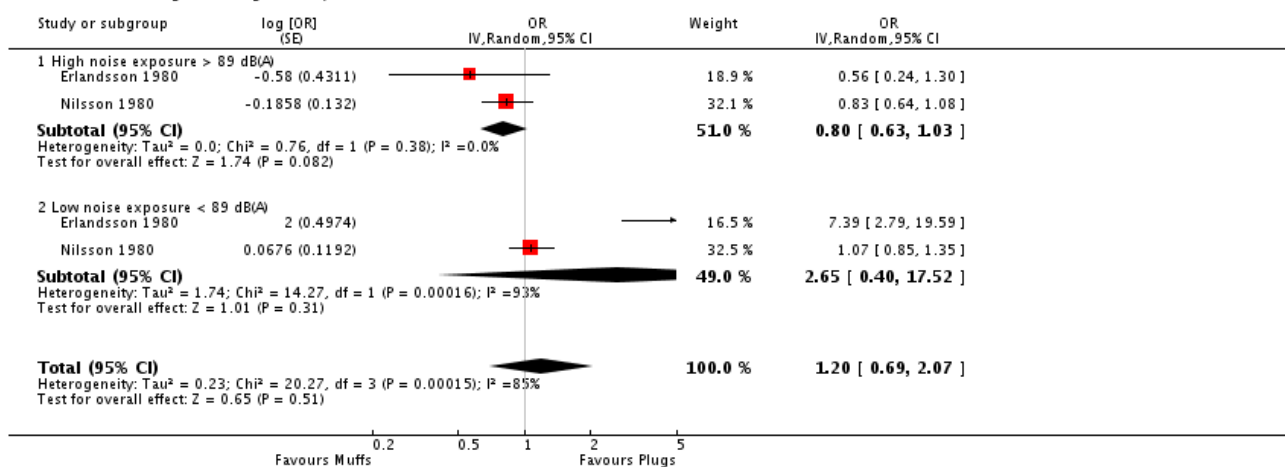
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 4 Well-implemented hearing loss prevention programme vs less well-implemented (long-term, 1-year follow up)
 Outcome: 1 STS



Analysis 5.1

Comparison 5 Hearing muffs vs hearing plugs (long-term), Outcome 1 Hearing loss change over 3 years (4 kHz / STS).

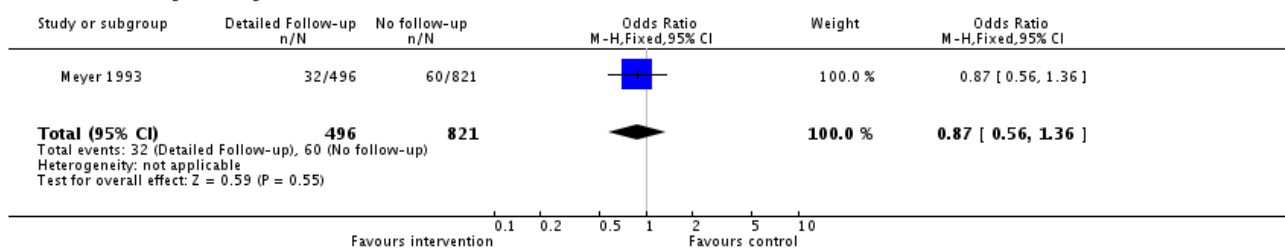
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 5 Hearing muffs vs hearing plugs (long-term)
 Outcome: 1 Hearing loss change over 3 years (4 kHz / STS)



Analysis 6.1

Comparison 6 Follow-up exam after initial STS vs no exam (long-term), Outcome 1 Hearing loss change (STS).

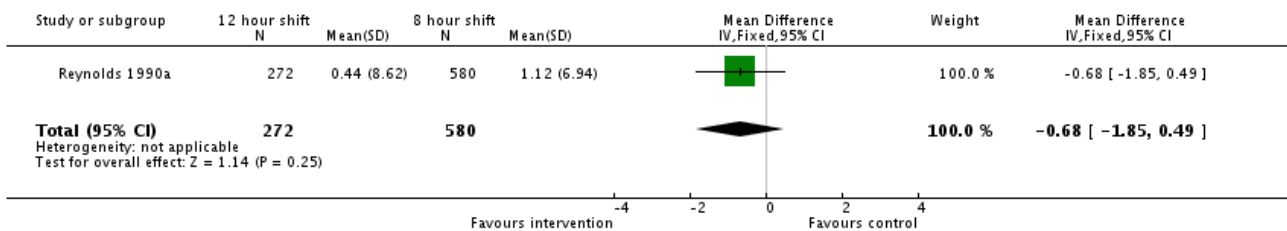
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 6 Follow-up exam after initial STS vs no exam (long-term)
 Outcome: 1 Hearing loss change (STS)



Analysis 7.1

Comparison 7 Hearing loss prevention programme 12-hour shift vs hearing loss prevention programme 8-hour shift (long-term), Outcome 1 Hearing loss change over 1 year at 4 kHz.

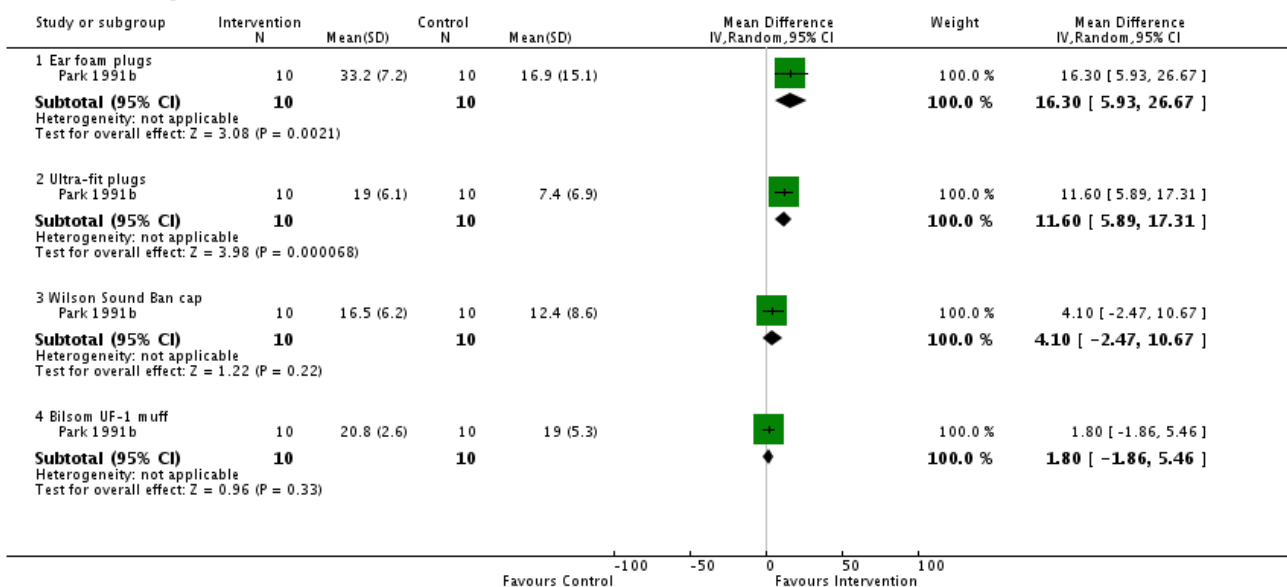
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 7 Hearing loss prevention programme 12-hour shift vs hearing loss prevention programme 8-hour shift (long-term)
 Outcome: 1 Hearing loss change over 1 year at 4 kHz



Analysis 8.1

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 1 Hearing levels at 0.5 kHz difference with/without.

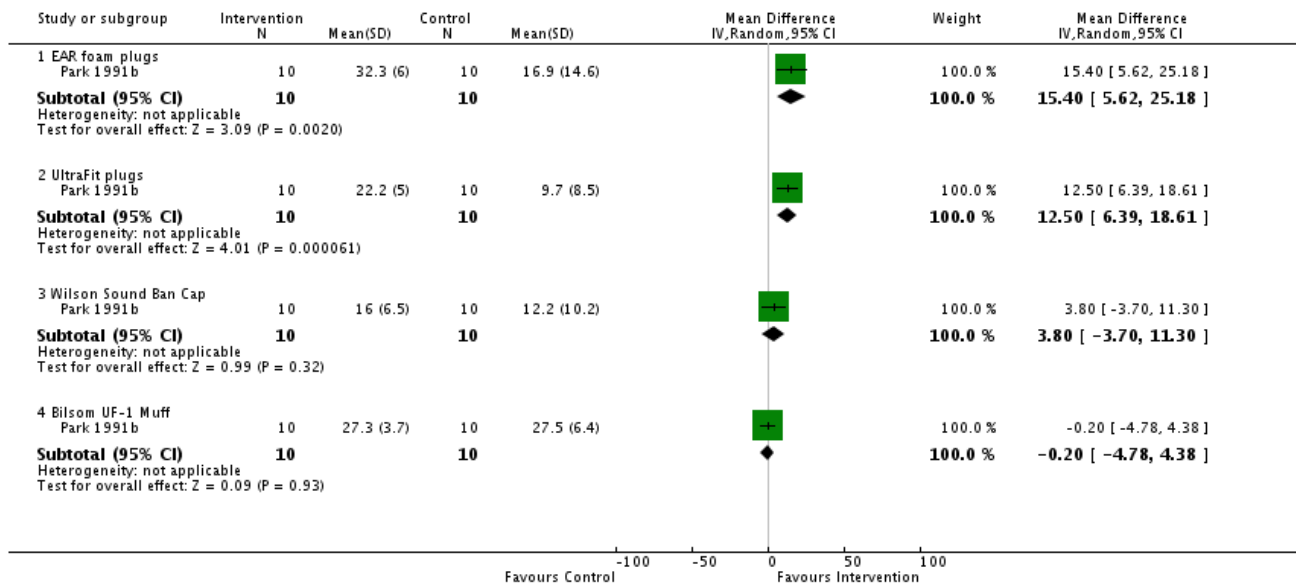
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 1 Hearing levels at 0.5 kHz difference with/without



Analysis 8.2

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 2 Hearing levels at 1 kHz difference with/without.

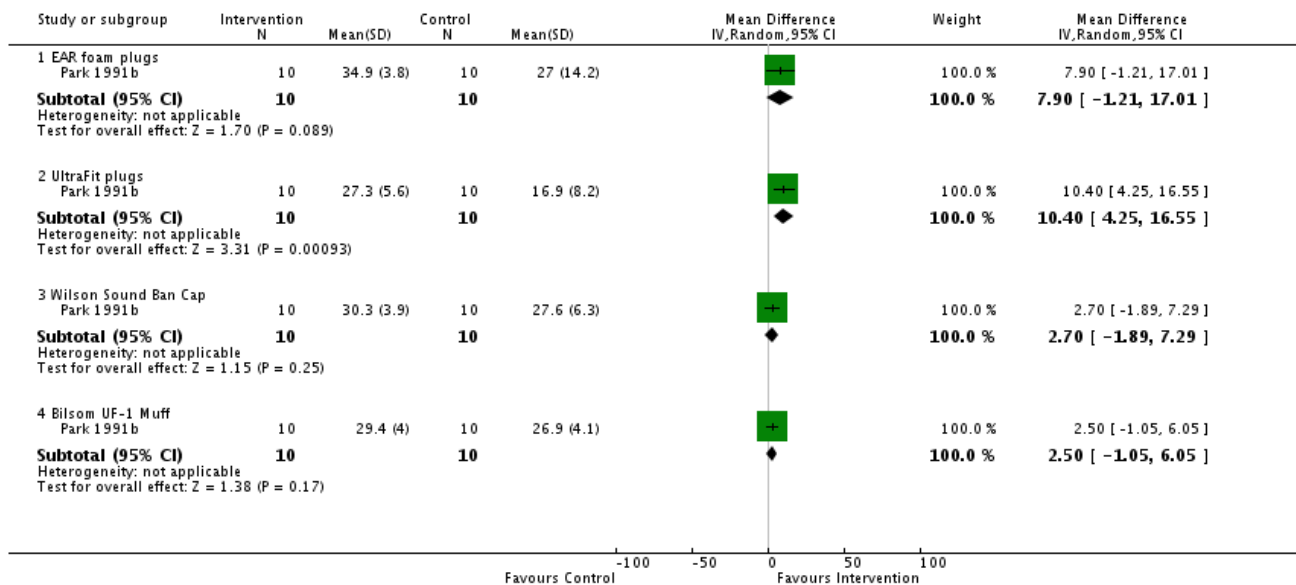
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 2 Hearing levels at 1 kHz difference with/without



Analysis 8.3

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 3 Hearing levels at 2 kHz difference with/without.

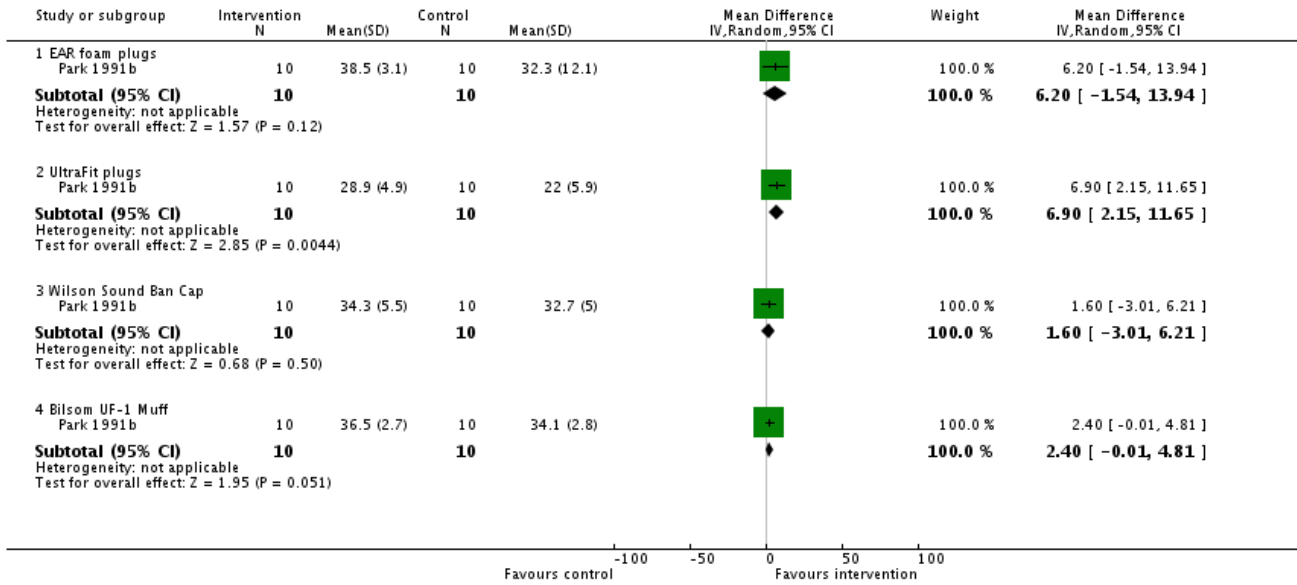
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 3 Hearing levels at 2 kHz difference with/without



Analysis 8.4

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 4 Hearing levels at 3 kHz difference with/without.

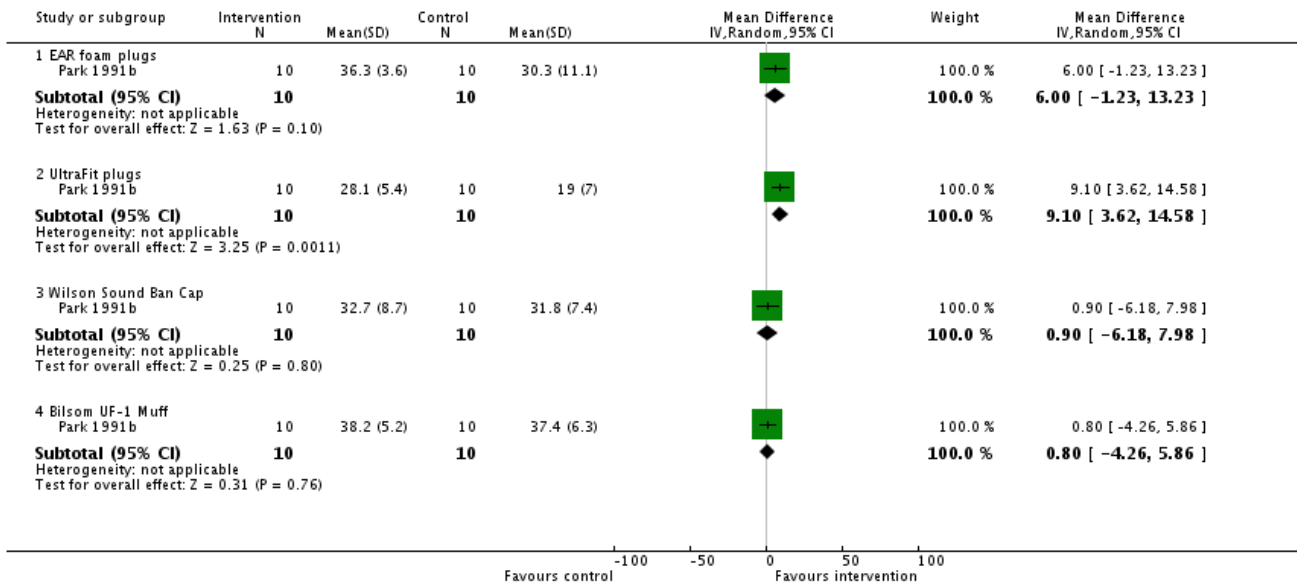
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 4 Hearing levels at 3 kHz difference with/without



Analysis 8.5

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 5 Hearing levels at 4 kHz difference with/without.

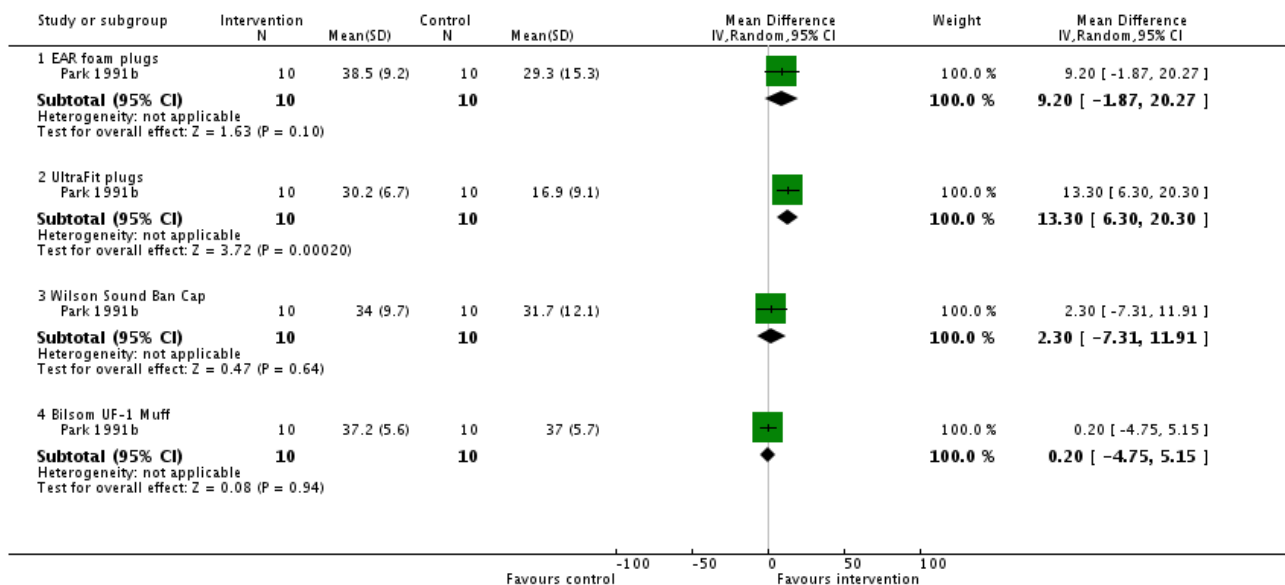
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 5 Hearing levels at 4 kHz difference with/without



Analysis 8.6

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 6 Hearing levels at 6 kHz difference with/without.

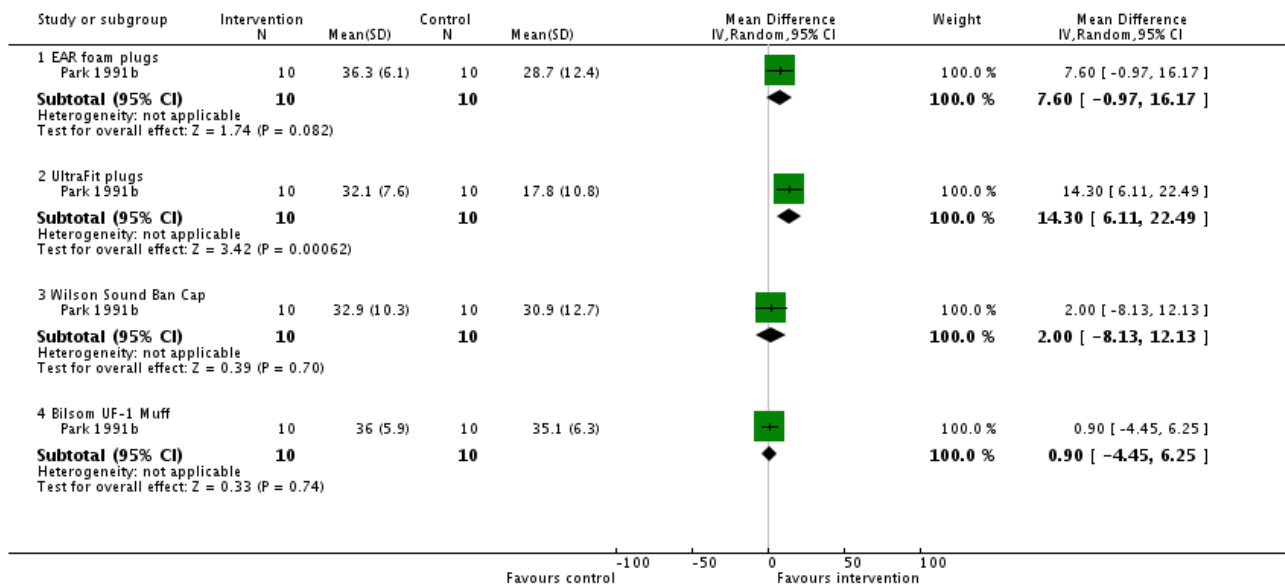
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 6 Hearing levels at 6 kHz difference with/without



Analysis 8.7

Comparison 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate), Outcome 7 Hearing levels at 8 kHz difference with/without.

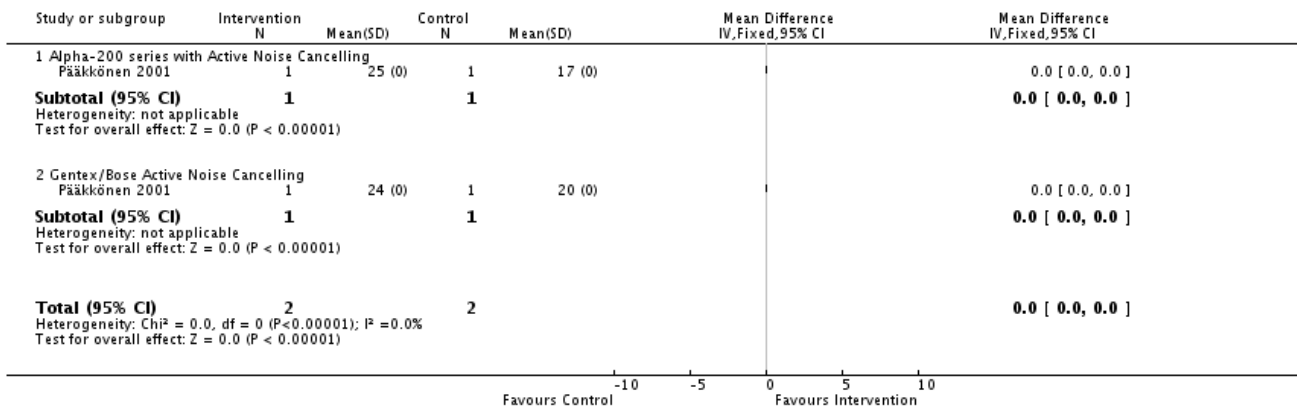
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 8 Hearing protection with instructions vs hearing protection without instructions (immediate)
 Outcome: 7 Hearing levels at 8 kHz difference with/without



Analysis 9.1

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 1 Attenuation of noise (dB outside minus inside).

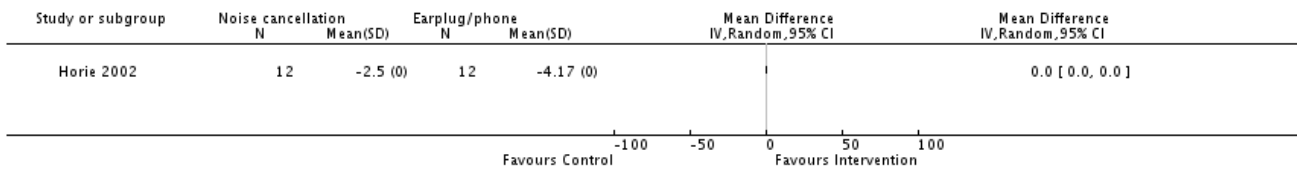
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 1 Attenuation of noise (dB outside minus inside)



Analysis 9.2

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 2 TTS at 1 kHz (before exposure - after exposure).

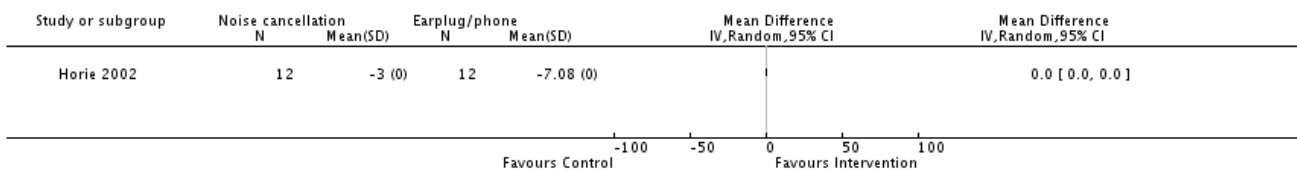
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 2 TTS at 1 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 9.3

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 3 TTS at 2 kHz (before exposure - after exposure).

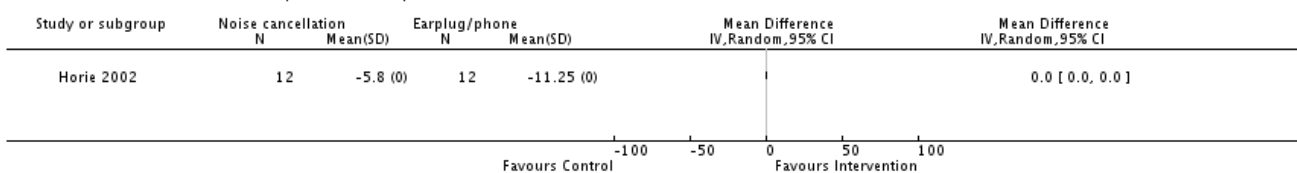
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 3 TTS at 2 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 9.4

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 4 TTS at 4 kHz (before exposure - after exposure).

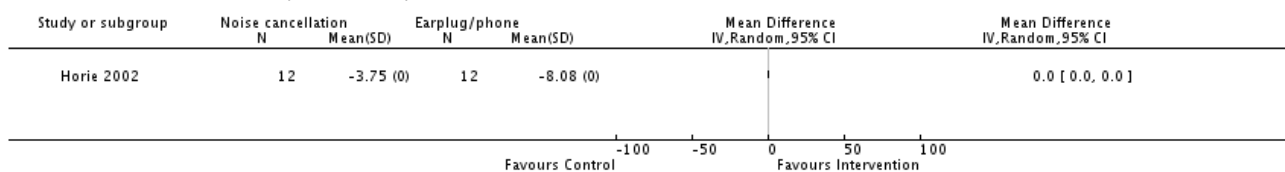
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 4 TTS at 4 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 9.5

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 5 TTS at 6 kHz (before exposure - after exposure).

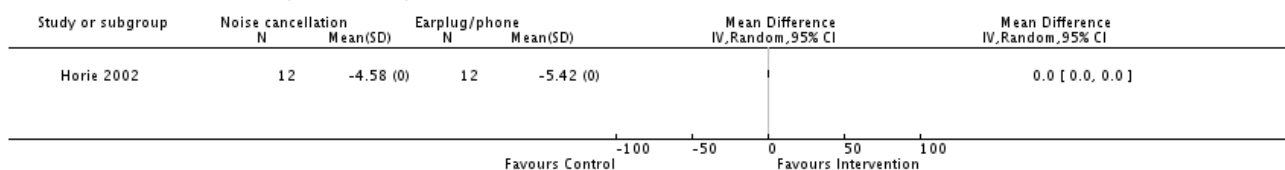
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 5 TTS at 6 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 9.6

Comparison 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate), Outcome 6 TTS at 8 kHz (before exposure - after exposure).

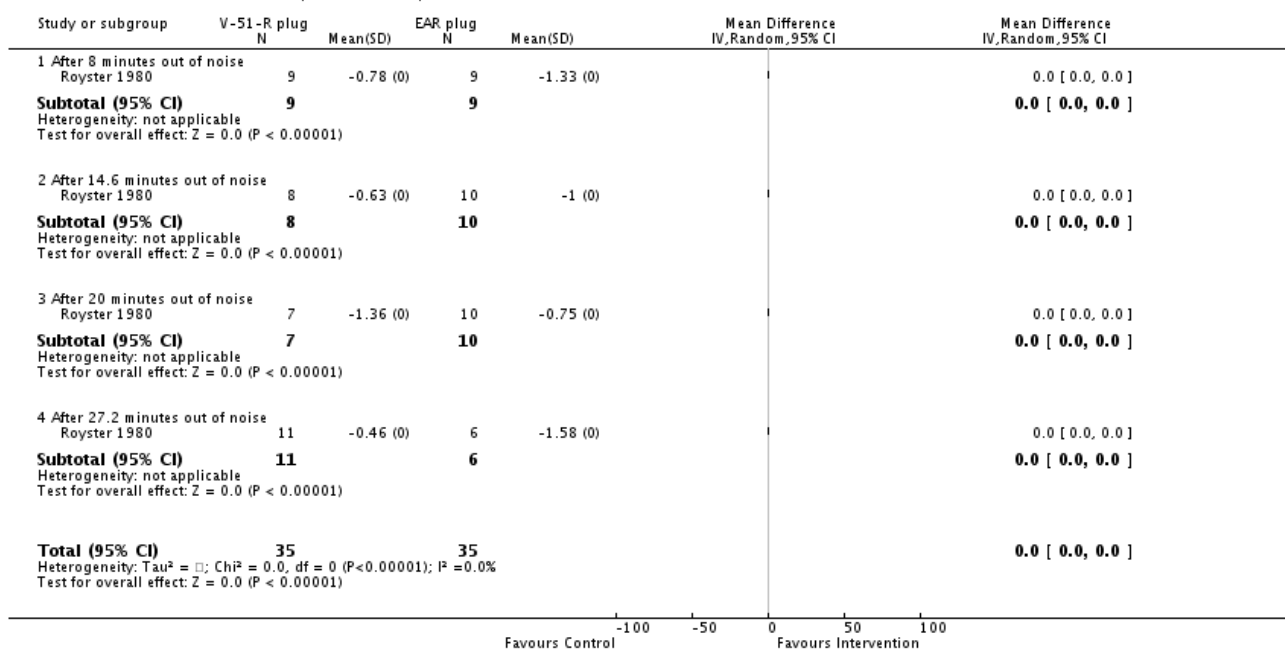
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 9 Hearing protection with ANC vs hearing protection without ANC (immediate)
 Outcome: 6 TTS at 8 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.1

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 1 TTS at 0.5 kHz (before exposure - after exposure).

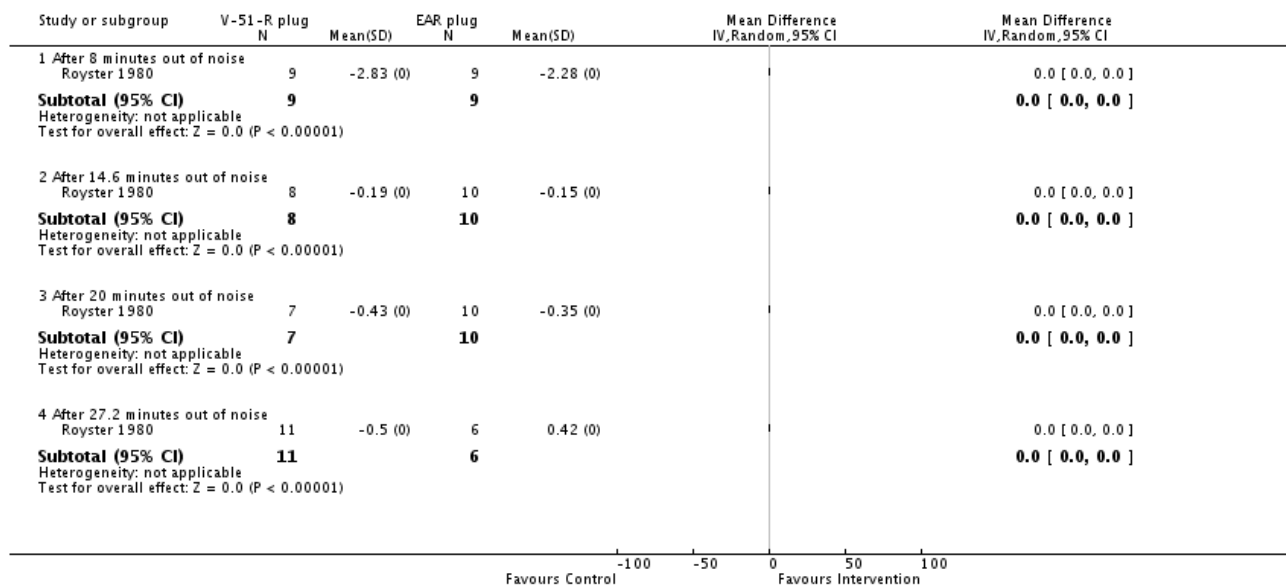
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 1 TTS at 0.5 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.2

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 2 TTS at 1 kHz (before exposure - after exposure).

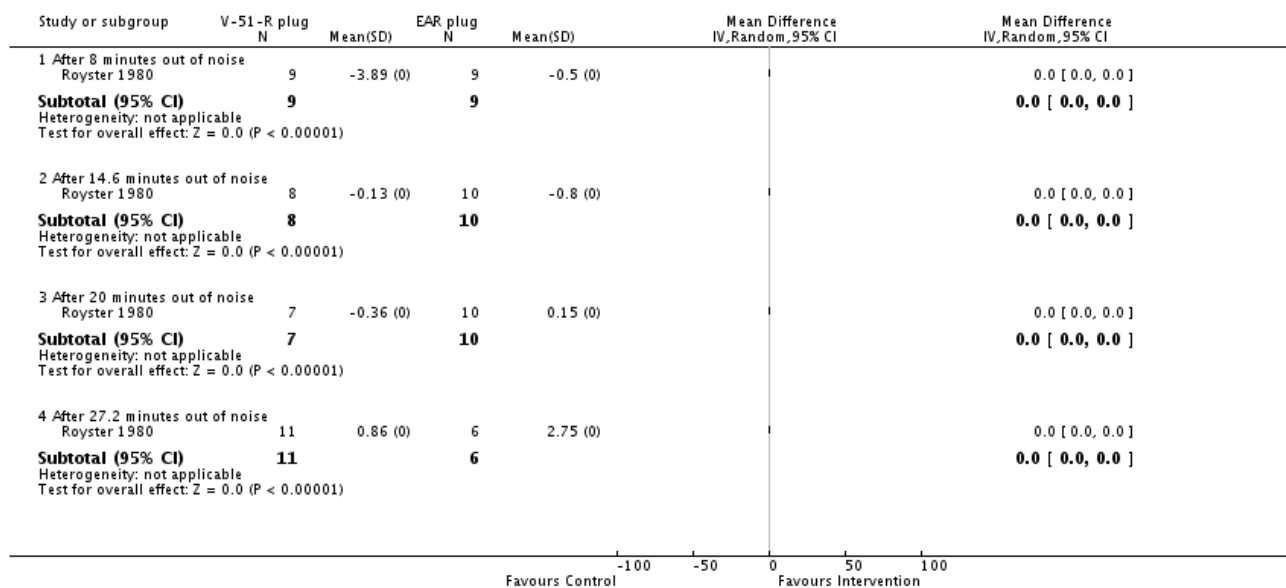
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 2 TTS at 1 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.3

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 3 TTS at 2 kHz (before exposure - after exposure).

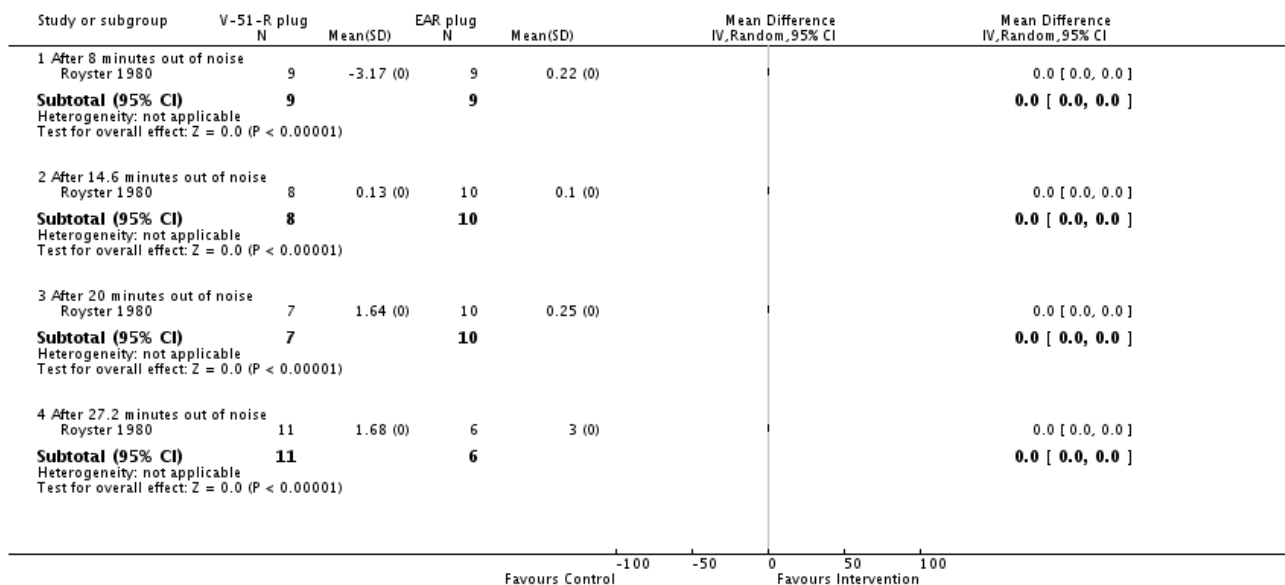
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 3 TTS at 2 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.4

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 4 TTS at 3 kHz (before exposure - after exposure).

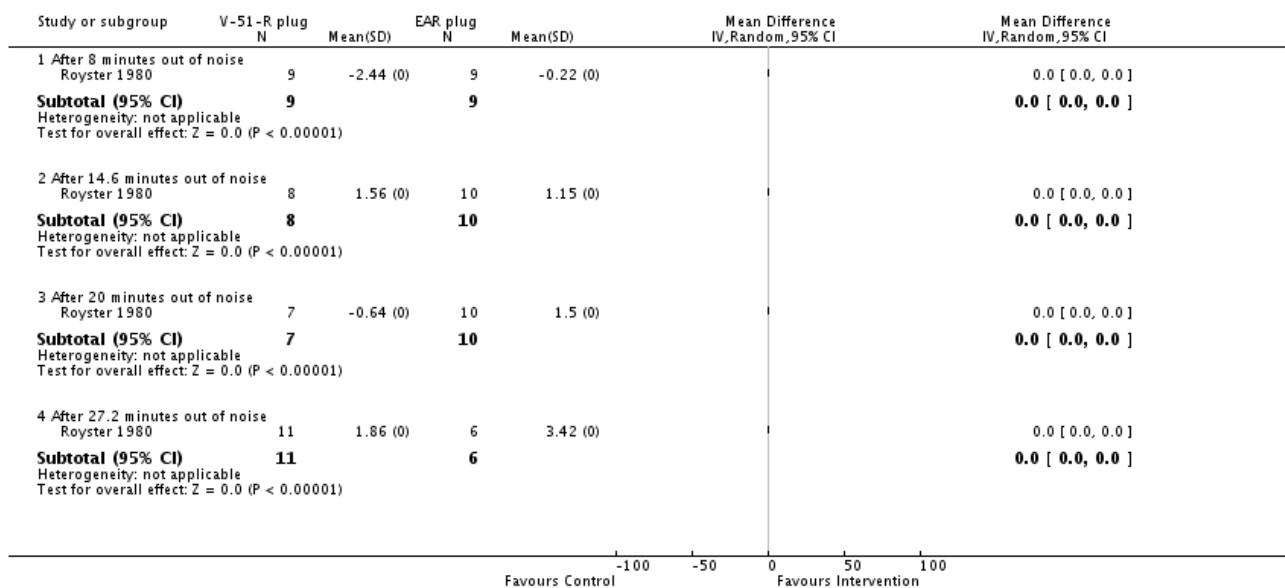
Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 4 TTS at 3 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.5

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 5 TTS at 4 kHz (before exposure - after exposure).

Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 5 TTS at 4 kHz (before exposure - after exposure)



Analysis 10.6

Comparison 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate), Outcome 6 TTS at 6 kHz (before exposure - after exposure).

Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 10 V-51-R plug versus EAR plug (immediate)
 Outcome: 6 TTS at 6 kHz (before exposure - after exposure)

Study or subgroup	V-51-R plug N	Mean(SD)	EAR plug N	Mean(SD)	Mean Difference IV,Random,95% CI	Mean Difference IV,Random,95% CI
1 After 8 minutes out of noise Royster 1980	9	-4.11 (0)	9	0.06 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	9		9			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
2 After 14.6 minutes out of noise Royster 1980	8	0.94 (0)	10	0.2 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	8		10			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
3 After 20 minutes out of noise Royster 1980	7	1.57 (0)	10	0.25 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	7		10			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
4 After 27.2 minutes out of noise Royster 1980	11	2 (0)	6	1.33 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	11		6			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						

-100 -50 0 50 100
 Favours Control Favours Intervention

Analysis 11.1

Comparison 11 Various hearing protectors (immediate), Outcome 1 Noise attenuation (inside hearing protection minus outside hearing protection measurement).

Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 11 Various hearing protectors (immediate)
 Outcome: 1 Noise attenuation (inside hearing protection minus outside hearing protection measurement)

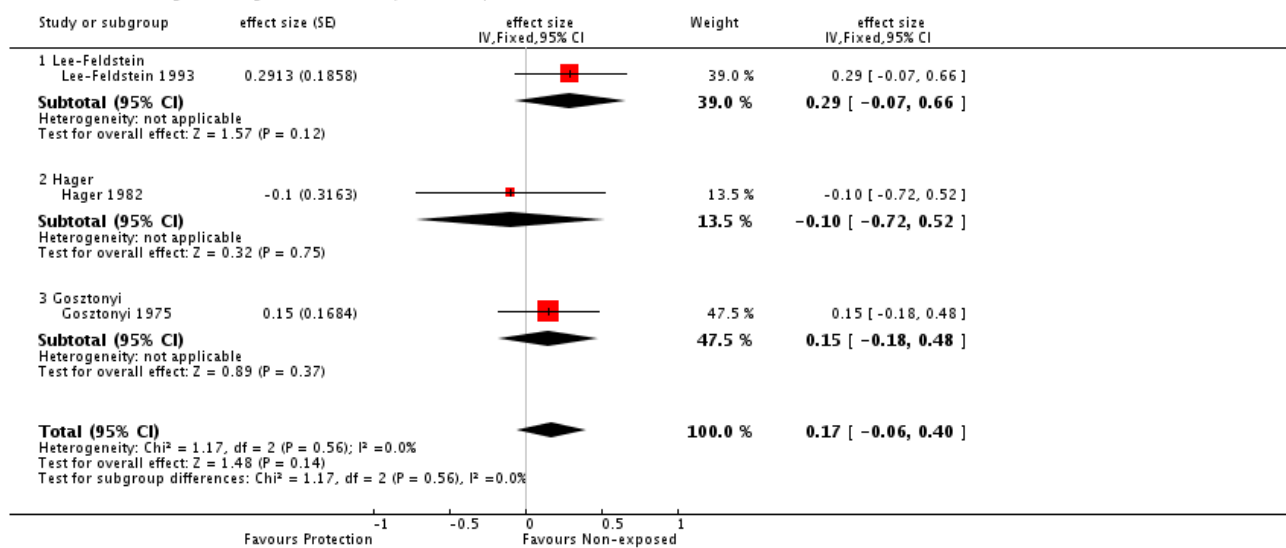
Study or subgroup	Intervention N	Mean(SD)	Control N	Mean(SD)	Mean Difference IV,Fixed,95% CI	Mean Difference IV,Fixed,95% CI
1 Peltor H61 Muff Elec Pääkkönen 1998	5	24 (1.3)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
2 Peltor H7 Muff elec Pääkkönen 1998	5	26 (1.6)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
3 Peltor H6 Muff elec Pääkkönen 1998	5	25 (1.3)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
4 Bilsom Marksman Muff Elec Pääkkönen 1998	5	26 (1.7)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
5 Silenta Hunter Muff Elec Pääkkönen 1998	5	27 (1.6)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
6 EAR Ultra 9000 Plug Pääkkönen 1998	5	22 (1.4)	1	0 (0)		0.0 [0.0, 0.0]
Subtotal (95% CI)	5		1			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: not applicable Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						
Total (95% CI)	30		6			0.0 [0.0, 0.0]
Heterogeneity: Chi ² = 0.0, df = 0 (P < 0.00001); I ² = 0.0% Test for overall effect: Z = 0.0 (P < 0.00001)						

-10 -5 0 5 10
 Favours intervention Favours control

Analysis 12.1

Comparison 12 Hearing loss prevention programme vs non-exposed sensitivity analysis, Outcome 1 Hearing loss change at 4kHz / STS (5-year follow up).

Review: Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss
 Comparison: 12 Hearing loss prevention programme vs non-exposed sensitivity analysis
 Outcome: 1 Hearing loss change at 4kHz / STS (5-year follow up)



Traducción realizada por el Centro Cochrane Iberoamericano.
 Usado con permiso de John Wiley & Sons, Ltd.