

MEDICINA y SEGURIDAD *del trabajo*

Revisión sobre la evidencia de la relación entre exposición profesional al ruido y efectos extrauditivos no cardio-vasculares

Systematic review and evidence on occupational Noise exposure and extra-auditory effects of no cardiovascular nature

Jerónimo Maqueda Blasco

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Rosana Cortés Barragán

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Elena Ordaz Castillo

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Angel Asúnsolo del Barco

Departamento de Ciencias Médico-Sociales. Universidad de Alcalá de Henares. Alcalá de Henares (Madrid). España

Agustín Silva Mato

Departamento de Ciencias Médico-Sociales. Universidad de Alcalá de Henares. Alcalá de Henares (Madrid). España

Eva Bermejo García

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Maria Fe Gamó González

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Recibido: 29-01-10

Aceptado: 18-02-10

Correspondencia:

Jerónimo Maqueda Blasco

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo

Pabellón 8. Ciudad Universitaria

28040 Madrid. España

Tfno: 918224011

Fax: 915447073

E-mail: jmaqueda@isciii.es

Resumen

Trabajo de revisión que tienen como objetivo conocer el nivel de evidencia existente sobre los efectos extra-auditivos de la exposición profesional al ruido relacionados con: alteraciones bioquímicas, efectos neuro-psicológicos, salud reproductiva y accidentes de trabajo mediante el análisis sistemático de la producción científica publicada entre 1995 y 2008. La búsqueda de las referencias bibliográficas se realizó mediante términos "Major Topic" y "MeSH" para MEDLINE y términos "Descriptors" para OSH update. Se recuperaron un total de 370 referencias y se incluyeron en la revisión todos los estudios experimentales, estudios de cohortes y estudios casos control y aquellos estudios trasversales que cumplieron al menos con

cinco de los nueve criterios que la declaración STROBE establece para los estudios observacionales. Fueron seleccionados para su revisión a texto completo un total de 35 artículos: 14 estudios experimentales, 2 estudios de cohortes, 6 estudios casos control, 12 estudios transversales y 1 estudio de validación.

La asignación del nivel de evidencia se realizó de acuerdo a los criterios SIGN. La selección y revisión de los artículos se realizó mediante revisión por pares, los casos de discrepancia entre pares se resolvió mediante consenso.

Encontramos un alto nivel de evidencia (1+) para influencia de la exposición profesional al ruido sobre el incremento de la secreción de cortisol y noradrenalina, fatiga y disminución del rendimiento, funciones cognitivas y memoria, disminución en la calidad del sueño, estrés e irritabilidad y percepción de malestar. Con un nivel de evidencia 2++ se relacionó la exposición profesional al ruido con la accidentada laboral. No encontramos unos resultados concluyentes para la determinación de la relación entre exposición profesional al ruido sobre la salud reproductiva.

Existe una diversidad en los métodos utilizados para la evaluación de la exposición profesional al ruido, empleándose tanto métodos de medición cuantitativos y métodos cualitativos de percepción subjetiva.

Nuestros resultados son coincidentes con las revisiones realizadas anteriormente por Smith AP y cols (1991) y Butler MP y cols (1999).

Med Segur Trab (Internet) 2010; 56 (218): 49-71

Palabras clave: Ruido, salud laboral, salud reproductiva, accidentes de trabajo, efectos extra-auditivos, estrés, rendimiento, alteraciones del sueño.

Abstract

Review aimed at ascertaining the level of evidence on non-auditory effects related with occupational exposure to noise concerning: biochemical, neuro- psychology effects, reproductive health and accidents at work through a systematic analysis of the scientific literature published between 1995 and 2008. The search for references was conducted using terms "Major Topic" and "MeSH" terms for MEDLINE and "Descriptors" for OSH update. We retrieved a total of 370 references, were included in the review all experimental studies, cohort studies and case control studies and those cross-sectional

studies that had at least five of the nine criteria that the STROBE Statement provides for observational studies. Were selected for full text review a total of 35 studies: 14 experimental studies, 2 cohort studies, 6 case control studies, 12 cross-sectional studies and 1 validation study.

The assignment of the level of evidence was performed according to SIGN criteria. The selection and review of articles was done by peer review, cases of disagreement between pairs was resolved by consensus.

We found a high level of evidence (1+) about the influence of occupational noise exposure and the increased secretion of cortisol and norepinephrine, fatigue and decreased performance, cognitive function and memory, decreased quality of sleep, stress and irritability annoyance. A level of evidence 2++ was identify for occupational noise exposure and work accidents. We found no conclusive results in determine the relationship between occupational exposure to noise on reproductive health.

There is diversity in the methods used for assessing occupational exposure to noise, using both quantitative measurement methods and qualitative methods of subjective perception.

Our results are consistent with those previously reported by Smith AP et al (1991) and Butler MP et al (1999).

Med Segur Trab (Internet) 2010; 56 (218): 49-71

Keywords: Noise, occupational health, reproductive health, work accidents, non auditory effects, stress, performance, sleep disturbances

INTRODUCCIÓN

El ruido es uno de los agentes físicos más extendidos en el medio laboral. De acuerdo a los resultados de la Cuarta Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo (1) el 30% de trabajadores europeos están expuestos a ruidos fuertes en su entorno de trabajo

En nuestro país la prevalencia de trabajadores que soportan un ruido molesto asciende a un 37% según la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (VI ENCT) (2).

La legislación en materia de protección de los trabajadores orienta la acción preventiva a la vigilancia y control de los efectos auditivos derivados de la exposición laboral al ruido (3), sin embargo existen exposiciones laborales a niveles de presión sonora insuficiente para producir pérdidas auditivas o daños en el aparato auditivo pero que puede provocar efectos en otros órganos, interferir en la comunicación y en el desempeño de tareas (4).

Definimos los efectos extra-auditivos como todos aquellos efectos que afectan a la salud y al bienestar del sujeto y que son causados por exposición a ruido con exclusión de los efectos producidos directamente sobre el aparato auditivo o sobre la audición (5).

La Organización Mundial de la Salud (6) establece efectos cuantificables del ruido sobre el sueño a partir de 30 dB(A), interferencias en la comunicación oral por encima de los 35 dB (A); perturbaciones en el individuo a partir de los 50dB (A); efectos cardiovasculares por exposición a largo plazo al ruido de 65-70 dB(A) y una reducción de la actitud cooperativa y un aumento en el comportamiento agresivo en individuos predispuestos a la agresividad por encima de 80 dB(A), así como una relación entre exposición a ruido y alteraciones hormonales que conlleva a un desequilibrio en el sistema endocrino e inmune.

En general, estos efectos extra-auditivos están mediados por una reacción de estrés a la contaminación acústica (7), desencadenando en el organismo una respuesta a los estímulos auditivos como lo haría ante cualquier agresión de tipo físico o psíquico.

Hay autores que (8) observan una activación del eje hipotálamo hipófiso adrenal (HHA) producido por la exposición a ruido de forma prolongada, que lleva a aumentar periódicamente y de forma anómala los niveles de cortisol produciendo un número de efectos que desequilibran la balanza hormonal y pueden causar alteraciones de tipo respiratorio, con aumento de la frecuencia respiratoria (9), alteraciones digestivas, con aumento de la acidez gástrica e incremento de la incidencia de las úlceras gastroduodenales (10) y alteraciones cardiovasculares (11).

En este sentido, la OMS se encuentra actualmente realizando un estudio piloto sobre morbilidad y mortalidad cardiovascular atribuible al ruido dentro del programa indicadores de ambiente y salud (12). Este programa contempla, entre otros efectos extra-auditivos el malestar y las alteraciones del sueño debido al ruido.

Diversos estudios evidencian que una exposición a un nivel de ruido de 45dB produce un incremento en el periodo de latencia del sueño, disminuyendo sus fases profundas necesarias para un sueño reparador y originando un estado de cansancio crónico en los individuos expuestos (13).

Como resultado se produce una mala calidad del sueño que puede afectar al ámbito laboral disminuyendo la capacidad para el trabajo, alterando las funciones diurnas, el bienestar del individuo y aumentando la morbilidad con síntomas de cansancio, irritabilidad, aumento de la agresividad, alteraciones del rendimiento, ansiedad, angustia, labilidad emocional, apatía, irritabilidad, alteraciones del apetito, etc

Bajos niveles de ruido producen además malestar, entendido éste como un sentimiento de rechazo hacia el agente estresante (ruido), que se traduce en una serie reacciones conductuales tales como irritabilidad, labilidad emocional, ansiedad o angustia que, aunque normalmente son puntuales, pueden cronificarse y constituirse en enfermedad (depresión, conductas paranoides, etc) (14).

Por otro lado, distintos autores analizan los probables efectos de la exposición a ruido en la gestación con alteraciones prenatales como el bajo peso neonatal (15), la prematuridad (16-18), abortos u otros efectos de la reproducción. Existen diversas teorías sobre los posibles mecanismos de actuación del ruido en el feto que contemplan desde una disminución del flujo útero-placentario resultando en hipoxia fetal (19) y aumento de la secreción materna de catecolaminas (18).

Otros autores sugieren que el ambiente intrauterino permite el paso de sonidos externos hacia del útero fácilmente o que existe un efecto indirecto del ruido transmitido, produciendo una respuesta nerviosa inducida que puede generar cambios en la presión arterial y aumentos de flujo cardiovascular.

En relación a la mayor accidentabilidad laboral, grupos de trabajo de la década de los 70 afirmaban que los trabajadores profesionalmente expuestos a ruido tenían un riesgo 3 veces superior de sufrir accidentes de trabajo (20). Más recientemente otros estudios han verificado esta asociación entre una exposición laboral a ruido (alrededor de 82 dBA), y la probabilidad de sufrir accidentes de trabajo (21).

El ruido, por tanto, puede provocar malestar, disminuir o impedir la atención, alterar la capacidad de concentración, el sueño, el rendimiento, inducir comportamientos psicológicos alterados, causar accidentes de trabajo, provocar alteraciones fisiológicas en el sistema cardiovascular e inducir posibles alteraciones fetales etc. (22).

Los indicadores de prevalencia, en base a los datos de encuestas de condiciones de trabajo, ponen de manifiesto que, por su extensión, el control de la exposición laboral al ruido sigue siendo un problema actual en el ámbito de la mejora de la calidad de vida y condiciones de trabajo.

En este trabajo se realiza una revisión sistemática de la literatura sobre efectos extra-auditivos no cardiovasculares por exposición laboral al ruido en población trabajadora publicada entre 1995 -2008 analizando efectos sobre las catecolaminas, efectos psicosociales (incluyendo malestar, sueño, rendimiento y otros), alteraciones fetales y accidentes de trabajo.

Se ha tomado como referencia dos trabajos de revisión previos sobre los efectos extra-auditivos del ruido y publicados por la HSE (5,23) con el objeto de encontrar las posibles diferencias, similitudes o nuevos hallazgos de la literatura publicada desde la fecha de la última revisión en 1995 hasta el año 2008 y ver si ha mejorado la evidencia en estos últimos 14 años.

Se añade a nuestra revisión, un análisis de la evidencia científica mediante la aplicación de los niveles de evidencia científica, según el Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) (24).

OBJETIVOS

Esta revisión se dirige a la consecución de dos objetivos:

1. Resumir el estado actual (1995- 2008) del Conocimiento y sus niveles de Evidencia Científica sobre exposición laboral al ruido y efectos extraauditivos-no cardiovasculares- tales como secreción de catecolaminas, alteraciones psicosociales (incluyendo malestar, sueño, rendimiento y otros), trastornos fetales y accidentes de trabajo.
2. Caracterizar la producción científica según diseño de los trabajos publicados y calidad metodológica.

MATERIAL Y METODOS

La identificación de la producción científica publicada entre 1995 y 2008 en relación con los efectos extra-auditivos no cardio-vasculares, en población trabajadora laboralmente

expuesta a ruido se realizó a través de una estrategia de búsqueda con términos “Mesh y major topics” para Medline y términos “Descriptors” para OSH (tabla 1).

Tabla 1: Estrategia de búsqueda en MEDLINE y OSH UPDATE

Noise AND (Stress OR stress audit)

Noise AND Biochemical effects

Catecholamines AND noise

Catecholamines AND Occupational noise] Limits: (**)

(("Catecholamines"[Mesh] OR "Hydrocortisone"[Mesh]) OR "Cortisone"[Mesh]) AND Occupational noise (***)

Noise AND Performance

("Employee Performance Appraisal" OR Accidents OR Occupational accidents) AND Occupational noise (**)

Occupational noise AND ((("Employee Performance Appraisal"[Mesh] OR "Accidents"[Mesh] OR "Accidents, Occupational"[Mesh])) (*)

Noise AND ("PSYCHOSOCIAL EFFECTS" OR PSYCHOSOCIAL OR "PSYCHOLOGICAL DISORDERS" OR "PSYCHOLOGICAL EFFECTS")

("Personal Satisfaction"[Mesh] AND Occupational noise

Noise AND (Sleep disorders OR sleep OR sleep deprivation OR sleep disturbances)

("Sleep Deprivation"[Mesh] OR "Sleep Disorders"[Mesh] AND Occupational Noise.] (**)

Noise AND (Fatigue OR annoyance) AND Year of Publication 1995-2008

("Stress, Physiological"[Mesh] OR "Fatigue"[Mesh] OR "Psychology"[Mesh]) AND Occupational noise [Mesh]] Limits: Publication Date from 1999/01/01 to 2008/12/31) (**)

(("Stress, Physiological"[Mesh] OR "Fatigue"[Mesh] OR "Psychology"[Mesh]) AND occupational noise (*)

Noise AND Year of Publication 1999-2008 AND (ANXIETY OR DEPRESSION OR IRRITATION

Occupational noise AND (((("Anxiety"[Mesh] OR "Depression"[Mesh] OR "Memory"[Mesh] OR "Attention"[Mesh] (**)

Occupational noise AND (((("Anxiety"[Mesh] OR "Depression"[Mesh] OR "Memory"[Mesh] OR "Attention"[Mesh] (*)

Occupational noise AND ("Irritable Mood"[Mesh] OR ("Attention Deficit Disorder with Hyperactivity"[Mesh] OR "Borderline Personality Disorder"[Mesh])] (**)

Occupational noise AND (((("Sleep Deprivation"[Mesh] OR "Sleep Disorders"[Mesh])) OR "Irritable Mood"[Mesh] OR "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity"[Mesh] OR "Borderline Personality Disorder"[Mesh]) (*)

Noise AND Accidents

Noise AND Accidents AND Year of Publication 1995-2008

Noise AND Year of Publication 1995-2008 AND (REPRODUCTION OR "REPRODUCTION DISORDERS" OR "REPRODUCTION DISORDER")

Noise AND Teratogenic effects

Noise AND Year of Publication 1995-2008 AND (FETAL OR "FETAL LOSS" OR "FETAL MALFORMATIONS" OR PREGNANCY OR DELIVERY OR BIRTH)

Occupational noise AND (((("Reproduction"[Mesh] OR "Fetal Development"[Mesh] OR "Pregnancy"[Mesh] OR "Delivery, Obstetric"[Mesh] OR ("Term Birth"[Mesh] OR "Premature Birth"[Mesh]) (**)

Occupational noise AND ("Fetal Death"[Mesh] OR "Fetal Development"[Mesh]) (*)

((("Reproduction"[Mesh] OR "Fetal Development"[Mesh] OR "Pregnancy"[Mesh] OR "Delivery, Obstetric"[Mesh] OR ("Term Birth"[Mesh] OR "Premature Birth"[Mesh])) AND Occupational noise (*)

"Respiratory system " AND Occupational noise

Para su revisión a texto completo se incluyeron los artículos que cumplían los siguientes criterios:

1. Año de publicación entre 1995 y 2008.
2. El estudio debía de cuantificar, medir o describir la relación entre el ruido y el efecto extra-auditivo analizado.
3. Ensayos, estudios experimentales, metanálisis, estudios de cohorte y estudios casos control.
4. Estudios observacionales transversales que cumplieran los requisitos de calidad metodológica de la Iniciativa STROBE.
5. Estudios publicados en inglés o español.

La calidad de los estudios transversales se evaluó según la declaración de la Iniciativa STROBE para la comunicación de estudios observacionales. Se incluyeron en la revisión aquellos artículos que cumplían 5 ó más puntos esenciales de los 9 criterios que para el apartado método describe esta declaración (25)

La revisión sistemática de los artículos seleccionados incluyó: el análisis de la publicación siguiendo los criterios de Sackett et al y Jadad (26-31), y la información en relación a las variables relacionadas en la [tabla 2](#).

Tabla 2: Aspectos del análisis sistemático de los artículos

CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS
Tipo de estudio Población de estudio Variable de exposición o ruido, Variable a estudio analizada Factores de confusión y técnicas estadísticas usadas Resultados del estudio Nivel de evidencia

A cada uno de los efectos estudiados en los artículos revisados se les asignó un nivel de evidencia científica de acuerdo a los criterios del Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN), ([tabla 3](#)).

Tabla 3: Criterios de Evidencia científica y grados de recomendación (SIGN)

Grado de evidencia	Criterios de evidencia	Criterios para recomendación	Grado de recomendación
1++	Metanálisis, revisiones sistemáticas de estudios aleatorizados y controlados (EAC) o EAC de alta calidad y con muy bajo riesgo de sesgo	Al menos un metanálisis, una revisión sistemática o un EAC clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la GPC, o una revisión sistemática de EAC o un conjunto de evidencia constituido principalmente por estudios clasificados como 1+ directamente aplicables a la población diana de la GPC y que muestran coherencia en sus resultados	A
1+	Metanálisis, revisiones sistemáticas de EAC o EAC bien desarrollados y con bajo riesgo de sesgo.	Un conjunto de evidencia constituido por estudios clasificados como 2++ directamente aplicables a la población diana de la GPC y que muestran coherencia en sus resultados, o evidencia extrapolada a partir de estudios clasificados como 1++ o 1+.	B
1-	Metanálisis, revisiones sistemáticas de EAC o EAC con alto riesgo de sesgo.		
2++	Revisiones sistemáticas de estudios de casos y controles o de estudios de cohortes de alta calidad o estudios de casos y controles, y estudios de cohortes con muy bajo riesgo de sesgo y con elevada probabilidad de que la relación sea causal.	Un conjunto de evidencia constituido por estudios clasificados como 2+ directamente aplicables a la población diana de la GPC y que muestran coherencia en sus resultados, o evidencia extrapolada a partir de estudios clasificados como 2++.	C
2+	Estudios de casos y controles y estudios de cohortes bien desarrollados, con bajo riesgo de sesgo y con probabilidad moderada de que la relación sea causal.		
2-	Estudios de casos y controles, y estudios de cohortes con alto riesgo de sesgo y con riesgo importante de que la relación no sea causal.		
3	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos	Evidencia de nivel 3 o 4, o evidencia extrapolada desde estudios clasificados como 2+.	D
4	Opinión de expertos	Puntos de Buena Praxis: mejor práctica recomendada basada, por consenso, en la experiencia clínica de los miembros de los grupos que han desarrollado la GPC.	BP

La identificación y revisión de los artículos se realizó en tres fases diferentes:

En una primera fase dos documentalistas expertos en documentación biomédica, reprodujeron, de forma independiente la estrategia de búsqueda.

En una segunda etapa dos revisores del ámbito de la medicina del trabajo verificaron las publicaciones identificadas y realizaron una primera selección de las mismas de acuerdo a los criterios de selección.

En una tercera fase un equipo multidisciplinar de cuatro investigadores (del ámbito de la medicina del trabajo, epidemiología y metodología de investigación) mediante revisión por pares, cribaron los estudios al objeto de consolidar la selección realizada.

En caso de discrepancia entre pares se llegó a un acuerdo mediante consenso.

RESULTADOS

En total se recuperaron un total de 370 referencias de artículos publicados entre 1995 y 2008. Tras aplicar los filtros descritos previamente y los criterios de inclusión y exclusión, así como los criterios de calidad de estudios observacionales de la declaración Strobe para se seleccionaron un total de 35 artículos para revisión a texto completo, cuya distribución por tipo de estudio y efecto estudiado figura en la [tabla 4](#).

Tabla 4. Distribución del número de artículos de revisión a texto completo según efecto estudiado y tipo de diseño del estudio

Efecto	Experimental	Casos-Control	Cohorte	Transversal	TOTAL
Efectos Bioquímicos y Catecolaminas	6 (1*)			2 (1*)	8
Salud reproductiva		3	1	2	6
Neuro- psicológico	8 (3*)		1	8 (1*)	17 (4*)
Accidentes		3		1	4
Total	14	6	2	13	35

(*) número de estudios analizados por estudiar más de un efecto

Por tipo de efecto analizado fueron más frecuentes los estudios relacionados con los efectos neuro-psicológicos (17 estudios) y por diseño empleado predominaron los estudios experimentales (14 estudios) seguido de los estudios con diseño de corte o transversales (13 estudios).

Efecto de la exposición profesional a ruido sobre efectos bioquímicos y/o catecolaminas ([tabla 5](#))

Tabla 5. Publicaciones analizadas sobre exposición laboral a ruido y efectos bioquímicos y catecolaminas

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	F.C. (1)	N.E. (2)
Melamed, S 1996 (32)	Experimental	35	>85	Alteración cortisol urinario(*)	Disminución de los Niveles de cortisol tras condiciones de reducción de ruido ($p < 0,05$) con uso de EPIs	+	1+
Miki K. 1998 (33)	Experimental	9	90	Aumento de cortisol salivar y urinario, catecolaminas en orina (*)	No diferencias significativas en la secreción de adrenalina. Aumento de cortisol urinario ($p < 0,001$). Aumento de cortisol salivar ($p < 0,05$)	+	1+
Mocci F. 2001 (34)	Experimental	95	98-108	Sangre: Magnesio, calcio, fósforo., catecolaminas Orina: Magnesio, calcio, fosfatos y creatinina	Incremento del Calcio y Magnesio séricos No diferencias significativas de catecolaminas y fósforo. Incremento significativo en secreción urinaria de: magnesio y fosfatos No diferencias significativas en secreción urinaria de: Calcio, creatinina	+	1+
Miyakawa, M. 2006 (35)	Experimental	20	90	Aumento de CgA salivar	Aumento de los niveles de Cg A salivar durante la exposición al ruido (test de Friedman $p = 0,001$, dos ramas +)	+	1+
Gitanjali B, 2003 (36) (*)	Estudio experimental prospectivo, cruzado.	10	>75 (8 h)	Cortisol en sangre	Incremento de cortisol en sangre tras exposición diurna a ruido ($p < 0,005$)	-	1+
Ising H. 2004 (37) (*)	Experimental	42	60 y 97	Excreción de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y Camp en orina) (*)	Incremento significativo de noradrenalina en (>10% en 41 sujetos)	+	1+
Sudo, A 1996 (38)	Transversal	75	93-100	Catecolaminas y cortisol en orina	Coefficiente de correlación entre la frecuencia de pulso y la excreción de noradrenalina ($p < 0,01$) y adrenalina ($p < 0,05$) La excreción de catecolaminas disminuyen con el uso de EPI	+	3
Rojas-González L, 2004 (39)	Transversal	40	>85	Cortisol sérico	Incremento de los valores de cortisol sérico después de la jornada ($p < 0,05$).	-	3

(1) Control de posibles factores de confusión

(2) Nivel de Evidencia

(*)Artículo analizado dos veces por estudiar distintos efectos

La **tabla 5** resume los ocho artículos revisados (6 de diseño experimental y dos transversales) relativos a la influencia de la exposición laboral a ruido sobre la secreción de catecolaminas, cortisol y algunos electrolitos como magnesio, calcio y fósforo.

Bajo umbrales de exposición a ruido que oscilan en estos estudios entre 60 y 108 dBA, los efectos más frecuentemente analizados fueron los cambios en el cortisol (5 estudios), catecolaminas (4 estudios), electrolitos (1 estudio) y cambios inmunológicos (1 estudio).

Los resultados tanto de los estudios experimentales como transversales evidencian una asociación entre exposición profesional a ruido e incremento de los niveles de cortisol con independencia del medio en que se ha analizado (sérico, urinario o salivar). La evidencia para este efecto es de 1+.

El incremento de los niveles de noradrenalina en trabajadores expuestos a ruido se pone de manifiesto en 1996 en el estudio de diseño transversal de Sudo A. (38). Este hallazgo coincide con el resultado del estudio experimental realizado por Ising H (37) en 2004. El nivel de evidencia para el incremento de noradrenalina es de 1+.

En cuanto a los niveles de catecolaminas, los resultados de los estudios experimentales coinciden en no evidenciar una asociación entre exposición profesional a ruido y los niveles de concentración para otras catecolaminas (nivel de evidencia 1+).

La influencia de la exposición a ruido sobre algunos electrolitos es analizada en el estudio experimental de Mocci F (34) evidenciándose una asociación entre exposición a ruido y niveles de calcio y magnesio séricos y de magnesio y fosfatos en orina (nivel de evidencia 1+).

Por otro lado, Miyakawa M (36) en un estudio experimental, evidencia una relación entre exposición a ruido e incremento en la cromogranina A salivar (nivel de evidencia 1+).

Efectos neuro-psicológicos por exposición profesional a ruido (tabla 6)

Tabla 6: Publicaciones analizadas sobre exposición laboral a ruido y efectos neuro-psicológicos

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	FC(1)	N.E. (2)
Murthy V.S. 1995 (40)	Cuasi experimental	20	77.32	Funciones cognitivas: Eficiencia mental y memoria a corto plazo.	El ruido, reduce la eficiencia mental y la memoria a corto plazo. La disminución de la puntuación en los test antes y después de la intervención con ruido es estadísticamente significativo ($p < 0,05$).	+	1-
Gitanjali B, 2003 (36) (*)	Experimental	10	>75 (8 h).	Cambios en el Sueño Nocturno, Cambios en frecuencia cardiaca y cortisol realizado durante 4 noches sucesivas	La eficiencia de sueño fue menos del 80% y el tiempo total pasado en sueño REM, onda corta, latencia de REM fue significativamente menor en la noche después de la exposición a ruido.	+	1-
Melamed, S 1996 (41)	Experimental	35	>85	Irritabilidad post laboral (*) rendimiento y fatiga	Reducción de fatiga, ($p < 0,05$) y de irritabilidad postlaboral ($p < 0,01$). Contribución neta del ruido para elevar el estrés laboral en demandas regulares de trabajo	+	1+
Miki K, & 1998 (42)	Experimental	9	90	Irritabilidad estres(*)	Los sujetos se sienten más irritables cuando realizan las tareas con ruido (2.25 ± 0.65) que bajo condiciones tranquilas ($1 \pm 0,27$); $p < 0,05$	+	1+

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	FC(1)	N.E. (2)
Persson,W 2001 (43)	Experimental	32	40	Rendimiento y malestar, humor, estres, esfuerzo molestias y presencia de síntomas	El ruido de baja frecuencia es percibido como más molesto y repercute más sobre la capacidad de trabajo. Los sujetos clasificados como más sensibles a altas frecuencias de ruido son los que tienen mayor riesgo	+	1+
Ising, H. 2004 (37) (*)	Experimental	42	60- 97	Estrés, rendimiento y fatiga	Encontraron cambios psicológicos y por estrés y alteraciones fisiológicas debido a ruido, en la mitad de los sujetos estudiados; el aumento de tensión o fatiga mental se correlacionó tanto con ascensos, como con descensos de la tensión arterial	+	1+
Muzammil, M. 2004 (44)	Experimental	5	80, 90 y 100	Rendimiento	El nivel de ruido y carga tenían ambos efectos significativos en el rendimiento. Pero la interacción entre ambos no fue significativa	+	1+
Pawlaczyk-Luszczyniska M. 2005 (45)	Experimental	96	50	Rendimiento (funciones visuales, concentración y atención selectiva y continua) y bienestar subjetivo 4 test psicológicos estandarizados	Exposición a bajas frecuencia a niveles moderados, pueden afectar negativamente a las funciones visuales, concentración y atención selectiva, especialmente en sujetos de alta sensibilidad a baja frecuencias	+	1+
Gitanjali B, 2003 (46)	Cohorte	24	>75	Alteraciones del Sueño	Fuerte asociación entre exposición ocupacional a alto ruido y pobre eficiencia de sueño (RR 2.49; I.C al 95% 1.12 - 5.57; P = 0.01.	+	2 ++
Rios AL, 2005 (47)	Transversal	40	>85	Calidad del sueño con polisomnografía nocturna 6-8 horas.	La calidad del sueño en los dos grupos fue estadísticamente idéntica	-	3
Sudo, A. 1996 (38)	Transversal	75	93-100	Rendimiento, fatiga (*) (somnolencia, embotamiento, cansancio, dificultad de concentración)	Todos los trabajadores refieren que los EPIS son útiles frente al ruido y mejoran las condiciones de trabajo	-	3
Kjellberg, A. 1998 (48)	Transversal	24	>80-85	Psicosomaticos: Cefaleas fatiga, tiempo de reacción, rendimiento	La aparición de fatiga y cefalea es más frecuente en el grupo de mayor exposición. La fatiga >80dBA, OR 1.19(1.08-1.30) y mas cefalea en el grupo entre 60-80 dBA y >80 dBA: OR 1.12(1.05-1.19) y OR 1.14 (1.02-1.26) respectivamente. El tiempo de respuesta a la tarea se relaciona con el cansancio. El tiempo de reacción fue en aumento a lo largo de la semana y al final de día	-	3

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	EC(1)	N.E. (2)
Gomes LM, 1999 (49)	Transversal	40	<=90	Función cognitiva, y de memoria.	En la Escala de Wrestler: solo la subescala de memoria inmediata mostró alguna diferencia significativa entre expuestos y no expuestos (p=0.02). El cociente de memoria obtuvo diferencias significativas entre ambos grupos, con peores resultados en el grupo expuesto (p=0,002). Estos hallazgos sugieren que la exposición prolongada a ruido de baja frecuencia podría contribuir al deterioro cognitivo.	-	3
Sailer U, 2000 (50)	Validación	116	55	Malestar en lugares de oficinas; validación de cuestionario SENO	SENO: media 2.67 SD 0.54; n=114 Lr media 49dBA (36,5-57,9dBA; n=91) Correlación = r=0.627, N = 111, p<0,001 dos ramas; No hubo correlación entre Lr y SENO: r=0,002, n=89 ns dos ramas	-	3
Chacín-Almarza, B. 2002 (51)	Transversal	N=163	87,9 -100	Estrés organizacional. Cuestionario de ILO/WHO.	No se vio asociación entre Leq y estrés		3
Mahnaz Saremi 2008 (52)	Transversal	254	>80 - 85	Rendimiento, fatiga secundaria al trabajo.	La exposición a ruido tiene un efecto significativo en la fatiga. ANOVA F(2,233)=9,6 p=0.0001. Hay interacción entre la edad y la exposición a ruido (F(2,233)=5,7 p=.003 (los mayores tienen más fatiga independiente del nivel de ruido y en los jóvenes si depende del nivel)	-	3
Chioyenda, P 2007 (53)	Transversal	39	92	Se evaluaron las funciones neuropsicológicas (capacidad de atención, memoria de trabajo o a corto plazo y capacidad de razonamiento lógico)	No se encontraron diferencias significativas en los perfiles cognitivos y emocionales.	+	3

(1) Control de posibles factores de confusión

(2) Nivel de Evidencia

(*) Artículo analizado dos veces por estudiar distintos efectos

17 de los trabajos analizados estudian el efecto de la exposición a ruido y su relación con distintos efectos de naturaleza neuro-psicológica. Con respecto al tipo de diseño, 8 estudios se corresponden con un diseño experimental, 8 estudios son observacionales (1 estudio de cohorte y 7 estudios transversales) y 1 estudio es de validación.

Estos estudios analizan un espectro muy amplio de efectos dentro de los cuales predomina el estudio de efectos relacionados con rendimiento y fatiga (8 artículos), aspectos cognitivos y memoria (5 artículos), estrés y trastornos del humor (4 artículos),

trastornos del sueño (4 estudios), percepción del bienestar (1 artículo) y un estudio de validación.

Los umbrales de ruido analizados para estos tipos de efectos oscilan entre 40 y 100 dBA según se trate del estudio de Aspectos cognitivos y memoria (50-92dBA), rendimiento y fatiga (40-100dBA), estrés y trastornos del humor (60-100dBA), trastornos del sueño (75-85dBA) o bienestar (40-55 dBA).

Se observa un acuerdo en los resultados de los estudios tanto experimentales como transversales que analizan la influencia del ruido en la aparición de la fatiga y disminución del rendimiento. El nivel de evidencia alcanzado para esta asociación es de 1+.

En lo que se refiere a los estudios que analizan efectos en las funciones cognitivas y memoria, se observa un acuerdo en los resultados de los dos estudios de diseño experimental; el primero llevado a cabo por Murthy en 1995 (40), que analiza la asociación entre entorno ruidoso, eficiencia mental y memoria a corto plazo y el segundo, realizado por Pawlaczyk en 2005 (45), que asocia exposición a ruido con alteraciones en la concentración y atención.

Gomes L.M en 1999 (49) en un estudio de diseño transversal también encuentra una asociación entre exposición a ruido y alteraciones en test de memoria inmediata.

En contrapartida, Chioventa (53) en un estudio de diseño transversal sobre capacidad de atención, memoria y capacidad de razonamiento en policías de tráfico no evidencia diferencias significativas para estas funciones, entre el grupo de policías de tráfico y el grupo control.

Con respecto a la influencia de la exposición profesional a ruido y calidad de sueño, los estudios más potentes desde el punto de vista de la evidencia, corresponden a los realizados por el grupo de Gitanjali en 2003, uno de diseño experimental y otro de cohortes.

En el primero (36), llevado a cabo sobre una muestra de 10 trabajadores con monitorización del sueño mediante polisomnografía una noche previa a la exposición (> de 87 dBA) y la noche posterior a dicha exposición, no se encuentran diferencias en lo que se refiere a la percepción subjetiva de la calidad del sueño pero sí sobre la arquitectura del sueño, tanto en la duración media de la fase REM como en el tiempo de latencia en su inicio y tiempo de duración de la fase SWS ($p > 0,0001$).

En el segundo estudio de cohortes (46) donde se monitoriza el sueño mediante polisomnografía a tres grupos de trabajadores expuestos a más de 75dBA ruido durante diferentes tiempos de exposición, los resultados revelan una fuerte asociación entre exposición a ruido y baja eficiencia del sueño (RR= 2,49; IC 1.12 -5.57). Los cambios más importantes se registraron en el grupo con menor tiempo de exposición (1-2 años) concluyendo que el riesgo de pérdida de calidad del sueño es seguido de una adaptación.

Por otro lado, los resultados de un estudio transversal llevado a cabo por Rios en 2005 (47), en 20 trabajadores expuestos a ruido (exposición equivalente de 85 dB(A) / 40 horas semanales) con un grupo control de 20 trabajadores sin exposición relevante a ruido, ambos con monitorización del sueño mediante polisomnografía, no revelan diferencias ni en la calidad y cantidad de sueño.

Los artículos estudiados orientan la evidencia científica (1+) hacia la influencia de la exposición laboral al ruido y la calidad de sueño, si bien parece ser que ésta influencia negativa no se sostiene en el tiempo (2++).

La no asociación entre exposición a ruido y trastornos de sueño presenta una nivel bajo de evidencia, basado en un estudio de diseño transversal (nivel de evidencia 3).

Con respecto a la asociación entre exposición a ruido, estrés y/o alteraciones del humor tales como irritabilidad, ansiedad, etc los resultados de los estudios experimentales coinciden en revelar una asociación positiva. Por un lado, Melamed en 1996 (41) pone de manifiesto que la exposición laboral al ruido se asocia a un estado de irritabilidad finalizada la jornada laboral, con mejoras significativas al reducir el nivel de exposición

($p < 0,01$) y evidencia la contribución de la exposición ruido en la aparición del estrés laboral.; Por otro lado Ising, en 2004 (37), llega a conclusiones similares, evidenciando asociación entre exposición laboral al ruido, estrés y tensión mental.

Por el contrario, un estudio de corte trasnversal realizado Chazín Almarza en 2002 (51), no encuentra asociación entre exposición a ruido y estrés medido a través del cuestionario de estrés organizacional de ILO/WHO.

Finalmente, la influencia del ruido en el entorno laboral sobre la percepción de bienestar, es analizada por Persson (43) en un estudio de diseño experimental con niveles de exposición habituales en entornos de oficinas resultando una relación entre ruido de baja frecuencia y percepción subjetiva molesta.

Efectos en la salud reproductiva por exposición profesional a ruido (tabla 7).

Tabla 7. Publicaciones analizadas sobre exposición laboral a ruido y salud reproductiva

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	F.C. (1)	N.E. (2)
Wu, TN, 1996 (54)	Cohorte prospectiva	200 embarazada.	Leq/24h: 52-86.8dBA	Bajo peso	No encontraron asociación estadística entre exposición a ruido y bajo peso	+	2++
Luke B 1995 (55)	Casos Control	Casos: 210 prematuros de <37 semanas	"Ruido constante, alto y mantenido" evaluación por cuestionario	Prematuridad	Asociación entre ruido y parto prematuro de <37semanas ($p < 0.005$)	+	2++
Savitz, DA, 1996.(56)	Casos Control	216 abortos 315 prematuros	cuestionario de datos laborales, de exposición, y ambientales	Prematuridad	No asociaciones significativas entre exposiciones específicas y efectos adversos del parto	+	2++
Saurel-Cubizolles, MJ 2004(57)	Casos Control	Casos 2369 pretérminos	Encuesta laboral	Prematuridad	No relación con ruido laboral	(-) sesgo informacion	2-
Rocha,EB 2007 (58)	Transversal	35 casos	Leqd 8h >80-<90bBA	Perdida auditiva en neonatos	No asociación estadística entre ruido y pérdida auditiva ni con las medidas de distorsiones del oto-emisiones acústicas en neonatos entre el grupo control y el de estudio. No diferencias de lateralidad o genero	+	3
Spinelli A, 1997 (59)	Transversal	622	Ruido percibido	Subfertilidad	No asociación	+	3

(1) Control de posibles factores de confusión

(2) Nivel de Evidencia

(*)Artículo analizado dos veces por estudiar distintos efectos

La influencia de la exposición laboral a ruido sobre la salud reproductiva es evaluada en un estudio de cohorte, tres estudios casos-control y dos estudios transversales donde se analiza la Prematuridad (3 artículos), el bajo peso al nacer (1 artículo), la subfertilidad (1 artículo) y la pérdida auditiva en neonatos (1 artículo).

Luke en 1995 (55) analiza mediante un diseño de casos y controles la incidencia de varios factores laborales (entre ellos el ruido), sobre 210 casos de partos prematuros y 1.260 partos a término en una población de enfermeras. Los resultados evidencian que la exposición a ruido, controlando los factores de confusión, se asocia significativamente con el parto pre-término ($p < 0,005$).

Con igual diseño de casos-control, Savitz en 1996 (56) estudia el efecto de múltiples exposiciones, entre ellas, la exposición profesional a ruido en 216 casos de aborto y 315 casos de parto pretérmino en una población de trabajadoras del sector textil. La exposición profesional a ruido es evaluada de forma subjetiva mediante opinión de expertos en base a inferencia por el tipo de trabajo y contenido de la tarea y por opinión subjetiva del propio trabajador. Los resultados obtenidos muestran valores de OR no significativos para la exposición a ruido y aborto (ORajustado 0,5-1,7), y para el parto -pretérmino (ORajustado 0,4-1,3).

Los resultados del estudio Europop (57), con un diseño de casos-control, llevado a cabo en una población de mujeres europeas trabajadoras que al menos han mantenido su actividad laboral durante los tres primeros meses de embarazo con 2.369 casos de parto prematuro y 4.098 controles de embarazo a término, no encuentra asociación entre exposición profesional a ruido, evaluada de forma subjetiva y parto- pretérmino (ORajustado 0,9- 1,1)

La influencia de la exposición profesional al ruido durante el embarazo y el peso del feto al nacer es estudiada por Trong- Neng Wu en 1996 (54) a través del seguimiento de 200 embarazos hasta el momento del parto. Los resultados no revelan asociación entre exposición profesional a ruido, evaluada mediante dosimetría a las 15, 25 y 30-40 semanas de embarazo y bajo peso al nacer. La exposición media a ruido se situó en un rango entre 52,4 a 86,8 dB(A)Leq₂₄.

Spinelli (59) en 1997 mediante un diseño transversal analiza el tiempo de espera para el embarazo y la exposición profesional a diferentes riesgos, incluido la exposición a ruido, de 622 mujeres con partos a término. Los resultados no evidencian relación entre exposición laboral a ruido y tiempo de espera para el embarazo. La razón de tiempo de espera entre trabajadoras expuestas a ruido y no expuestas fue de 1,08 (0,81- 1,43).

Rocha (58) en 2007 mediante un diseño transversal estudia las lesiones audiológicas de 80 niños entre 0 y 6 meses de edad, 35 niños procedentes de madres trabajadoras expuestas durante su embarazo a ruido (rango de 80- 90 dB SPL) y 45 niños de madres no expuestas. Los resultados de Rocha no muestran diferencias (mediante t-test) en los parámetros oto-acústicos analizados entre los dos grupos de estudio, no evidenciándose una influencia de la exposición profesional durante el embarazo a los niveles de ruido analizados y el déficit auditivo de los hijos.

Efectos de exposición profesional a ruido en la accidentabilidad profesional (tabla 8).

Tabla 8. Publicaciones analizadas sobre exposición laboral a ruido y accidentes de trabajo

PRIMER AUTOR AÑO/ (REF)	TIPO DE DISEÑO	N	UMBRAL DE RUIDO dBA	VARIABLE RESULTADO	RESULTADOS	F.C. (1)	N.E. (2)
Barreto, SMI 1997 (60)	Caso-control	37 casos	Leq/d8h: bajo (85-89) moderado (90 -94) y alto (>=95dBA)	Riesgo de sufrir accidentes de trabajo mortales	El riesgo de accidentes mortales fue de OR aj. ruido moderado 5,72 (1,63-20,11) OR aj. ruido alto) 4,23 (1.19-15,32)	(+)	2++
Cordeiro R, 2005 (61)	Caso-control	94 casos (3:1)	Valoración subjetiva por preguntas	Accidentes de trabajo	Para la respuesta "siempre expuesto a alto nivel de ruido: RR = 5 (95%2.8-8.7 p<0,001) y para "algunas veces expuesto a alto nivel de ruido" el RR = 3 (1.8-7.4 p<0,0003).	(+)	2++
Dias, A 2007 (62)	Caso-control	600 casos	preguntas con 4 niveles	Accidentes de trabajo	FA =0,30 (0,23-0,36) OR para intensidad media de ruido 1,6 (p =0,003; 1,17-2,26) OR para alta intensidad 2,29 (p>0,0001; 1,51-3,47)	(+)	2++
Melamed, S 2004 (63)	Transversal	4084 varones y 1643 mujeres	>=80 dBA	Accidentes de trabajo y ansiedad	El Riesgo más alto de accidente se produce en mujeres con alto nivel de exposición a ruido y tareas complejas (OR = 2,72, IC 1,06-6,97; p= 0,036). OR varones =1,3 (1-1,69; p = 0,050);	(+)	3

(1) Control de posibles factores de confusión

(2) Nivel de Evidencia

(*)Artículo analizado dos veces por estudiar distintos efectos

La influencia de la exposición laboral a ruido sobre la accidentalidad se analiza en cuatro estudios con diseño observacional: tres estudios casos- control y un estudio transversal.

Los resultados de los tres estudios casos-control son coincidentes y evidencian un incremento del riesgo para el accidente de trabajo en trabajadores expuestos a niveles moderados o intensos de exposición a ruido. Los valores de OR que se obtienen oscilan entre 1,6, según Dias A (62) y 5,72 según Barreto (60).

Melamed (63) en un diseño transversal obtiene resultados divergentes entre mujeres y varones evidenciando sólo valores de riesgo para mujeres que desarrollan tareas de alta complejidad.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión son coincidentes con los resultados de las revisiones realizadas Smith AP y cols (5) y Butler MP y cols (23), en relación con la influencia de la exposición a ruido y secreción de cortisol y noradrenalina.

Desde el punto de vista de la práctica de la vigilancia de la salud de los trabajadores, la determinación de cortisol y/o noradrenalina en diferentes especímenes son marcadores útiles para detectar precozmente cambios secundarios a estrés fisiológico desencadenante de enfermedades en el sistema cardiovascular, gastrointestinal y respiratorio entre otros.

Butler y cols intentan confirmar los resultados de la revisión de Smith y Broadbent sobre la percepción de malestar y exposición a ruido. Su revisión incluye estudios que analizan como efecto de la exposición al ruido alteraciones en el área psicosocial (64-66)

La revisión de Butler concluye que el ruido aumenta el malestar, pero observan muy pocos efectos directos del ruido sobre alteraciones psicopatológicas en el individuo, por lo que el grado de malestar en muchas ocasiones puede estar reflejando las características psicológicas del individuo (67).

El malestar por ruido puede ser un predictor de algunos efectos negativos, estando documentado a niveles de exposición a ruido de 51 dB(A), muy por debajo de los niveles umbrales de exposición laboral (68). En numerosos diseños no queda reflejado el control de factores de confusión (69).

En el caso de los efectos englobados en nuestra revisión como psicosociales, obtenemos resultados variables:

Así la relación entre exposición profesional al ruido y malestar encuentra un alto nivel de evidencia, hecho que puede considerarse como una percepción que afecta a la calidad de vida más que una alteración de la salud propiamente dicha.

El ruido parece que influye en el sueño de varias formas; prolongando el tiempo de inducción, despertar precoz, disminución del sueño profundo e incrementando el superficial (70-73). La mayoría de los estudios que analizan los trastornos del sueño se han realizados con exposiciones de carácter ambiental (12). En nuestra revisión la evidencia encontrada habla a favor de una alteración en la calidad del sueño en trabajadores expuestos a ruido.

En la revisión de Butler y cols sólo se analizan dos estudios (74;75) que relacionan el ruido con el nivel de fatiga pero ambos estudios tienen la exposición a vibraciones como factor de confusión.

Butler y col (23) analizan la asociación entre ruido y rendimiento en poblaciones no laborales por lo que sus conclusiones son difícilmente extrapolables a entornos de trabajo (76).

Además bajo la variable rendimiento se agrupan diversos efectos (77) que dificultan también su comparación.

Algunos estudios, sobre todo de diseño experimental, mostraron que las alteraciones en el rendimiento pueden aparecer por debajo de niveles de exposición, entre 85 y 90dBA, si bien estudios también experimentales evidencian que el ruido moderado puede mejorar la actividad laboral (78).

La revisión de estudios realizados en población laboral concluyen que el ruido puede tener un efecto sobre el rendimiento (79;80).

En nuestra revisión encontramos un alto nivel de evidencia (1+) y una coincidencia en la dirección de los resultados de la repercusión de la exposición a ruido sobre la disminución del rendimiento, repercusión sobre la productividad y sobre la fatiga.

Hasta la revisión de Butler y cols (23) se había sugerido que la exposición a ruido en entornos laborales durante el embarazo se podía asociar con anormalidades de la función reproductiva y defectos congénitos (15;81;82). Butler y cols, analizan 7 artículos originales sobre el efecto del ruido y la salud reproductiva (un estudio experimental, tres estudios transversales, dos estudios de cohorte y un estudio casos control). De acuerdo a su revisión, existen resultados contradictorios en lo que se refiere a la influencia de la exposición profesional al ruido y bajo peso al nacer, Hartikainen (83) en un diseño de cohorte encuentra resultados significativos, mientras que Henriksen (84), en un diseño también de cohorte encuentra resultados negativos.

Con respecto a la influencia de la exposición materna al ruido sobre el daño auditivo en el feto, Butler identifica un único estudio de diseño transversal cuyo resultado habla de una asociación positiva (85).

Los estudios revisados sobre parto pre-término presentan resultados coincidentes en la no asociación entre exposición materna a ruido durante el embarazo y prematuridad.

Los resultados de nuestra revisión, al igual que los de Butler no son concluyentes en lo que se refiere a la salud reproductiva y respecto a la prematuridad los estudios que hemos revisado, presentan evidencias contradictorias.

Los estudios analizados sobre subfertilidad, bajo peso al nacer y lesiones auditivas en neonatos de madres laboralmente expuestas a ruido evidencian una no asociación entre exposición y salud reproductiva.

En cualquier caso estos resultados no son concluyentes bien porque la evidencia se basa en diseños débiles o bien por la escasa producción científica que aborda el estudio de estos efectos. Por otra parte la mayor parte de estudios evalúan la exposición materna a ruido de forma subjetiva.

Con respecto a la influencia de la exposición profesional al ruido sobre la accidentalidad laboral nuestros resultados confirman las evidencias encontradas por Smith y Broadbent. Existe un alto nivel de evidencia y coincidencia en los resultados de los estudios que hemos analizado, en lo que se refiere a la exposición profesional al ruido y accidentes de trabajo. No obstante, si bien estos estudios tienen un diseño epidemiológico sólido (casos control), los niveles de exposición analizados era superiores a 80 dB(A).

CONCLUSIONES

En total se han analizado 35 estudios sobre exposición profesional a ruido y efectos extra-auditivos no cardiovasculares: 14 estudios experimentales, 2 estudios de cohortes, 6 estudios casos control, 12 estudios transversales y 1 estudio de validación.

Los efectos analizados incluyeron: concentración y secreción de cortisol, catecolaminas, iones (Ca, P, Mn), efectos neuropsicológicos (memoria, estrés, funciones cognitivas, sueño, irritabilidad, fatiga, rendimiento y alteraciones del humor), percepción del malestar, efectos sobre la salud reproductiva (prematuridad, bajo peso, subfertilidad, daños audiológicos fetales) y accidentes de trabajo.

En relación al nivel de evidencia de la asociación entre exposición profesional a ruido y los distintos efectos analizados, encontramos:

1. Exposición profesional a ruido y sus posibles efectos sobre los niveles de cortisol, catecolaminas y otros efectos bioquímicos.
 - Las evidencias existentes sobre la relación entre exposición profesional a ruido y este grupo de efectos se basan, fundamentalmente, en trabajos con diseño experimental.
 - Existe un alto nivel de evidencia (1+) sobre la influencia de la exposición profesional al ruido en el incremento de la secreción de cortisol y noradrenalina, así como sobre el incremento de CgA en saliva. No existe divergencia de resultados en los estudios analizados.
 - La exposición profesional a ruido incrementa también los niveles séricos de Ca y Mg (nivel de evidencia 1+)
 - Con respecto a otras catecolaminas los estudios muestran, con un nivel de evidencia 1+, que la exposición laboral al ruido no tiene efecto sobre su secreción.
 - En la interpretación de estos niveles de evidencia hay que considerar que los umbrales de exposición estudiados se sitúan en el rango de 60 a 108 dB(A).

2. Exposición profesional a ruido y sus efectos neuropsicológicos.
 - Este grupo está integrado por un conjunto de efectos relacionados con la aparición de fatiga y rendimiento, funciones cognitivas y memoria, calidad del sueño, estrés y alteraciones del humor.
 - Los resultados de los ocho estudios analizados, tanto de diseño trasversal como experimental son coincidentes en mostrar una relación entre exposición a ruido con la aparición de **fatiga y disminución en el rendimiento**, con un nivel de evidencia 1+.
 - Los umbrales de ruido analizados en estos estudios oscilaron entre 40 y 100 dB(A).
 - La evidencia de la relación entre exposición a ruido sobre las **funciones cognitivas y memoria**, alcanza un nivel 1+, evidencia basada en dos estudios de diseño experimental, siendo coincidentes en sus resultados. Sin embargo los estudios de diseño trasversal presentan resultados contradictorios sobre la exposición a ruido y los perfiles de cognitivos.
 - Los umbrales de ruido analizados para los estudios revisados sobre fatiga y disminución de rendimiento oscilaron entre 50 y 92 dB(A).
 - La relación entre exposición profesional a ruido y sus efectos sobre la **calidad de sueño** alcanza un nivel de evidencia 1+ basada en un estudio de diseño experimental, coincidente con los resultados de un estudio de cohorte. Este último estudio pone de manifiesto una adaptación en el tiempo, reduciéndose el efecto de la exposición al ruido sobre la calidad del sueño (nivel de evidencia 2++).
 - Los umbrales de exposición de los estudios analizados se encontraban entre 75 y 85 dB(A).
 - En lo que se refiere al **estrés e irritabilidad**, existe coincidencia en los estudios experimentales, evidenciando una influencia de la exposición profesional a ruido con el incremento del estrés e irritabilidad (nivel de evidencia 1+). Sólo un estudio trasversal (nivel de evidencia 3) presenta resultados no coincidentes con los estudios experimentales, no encontrando relación entre exposición a ruido y estrés.
 - Los umbrales de exposición analizados en los estudios revisados sobre estrés e irritabilidad oscilaron entre 60 y 100 dB(A).
 - La percepción de malestar es analizada para valores de exposición de 40 dB(A) mediante un diseño experimental. Sus resultados revelan un nivel de evidencia 1+ para la asociación entre exposición a ruido y percepción de malestar.
3. Exposición profesional a ruido y efectos sobre la salud reproductiva.
 - Los resultados en relación con el efecto del ruido sobre la salud reproductiva no son concluyentes.
 - En relación con la exposición a ruido, evaluada de forma subjetiva, y parto pre-término, los tres estudios de diseño casos-control analizados presentan resultados contradictorios.
 - Existe evidencia de nivel 2++, basada en un estudio de cohorte, de la no influencia de la exposición profesional a ruido sobre el peso al nacer.
 - Existe una evidencia débil (nivel 3) sobre la no influencia de la exposición profesional al ruido, subfertilidad y daño audiológico en neonatos.
 - En todos los estudios analizados, salvo para la influencia sobre el bajo peso al nacer, la evaluación de la exposición a ruido se realizó mediante valoración subjetiva de la trabajadora.
4. Exposición profesional a ruido y accidente de trabajo.
 - Los estudios analizados son coincidentes en sus resultados, el nivel de evidencia de la relación entre accidentes de trabajo y exposición profesional a ruido es de 2++, basada en diseños casos-control.
 - Los umbrales de exposición a ruido fueron superiores a 80dB(A) en todos los estudios.

BIBLIOGRAFIA

1. Parent-Thirion A, Fernández Macías E, Hurley J, Vermeylen G. Fourth European Working Conditions Survey. 22-2-2007. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
2. INSH. VI ENCUESTA NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. 2008. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.
3. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. 2006.
4. Instituto sindical de trabajo aysI. Especialidad de higiene industrial del plan de formación 2006 para empleados de la sanidad pública. 2006. CC.OO, federación de sanidad y sectores sociosanitarios.
5. Smith AP, Broadbent DE. Non-auditory effects of noise at work: A review of the literature. HSE HSE, editor. 30/1991. 1991.
6. Berglund B LTaSDH. Guidelines for Community Noise. World Health Organization. 1999.
7. Babisch W. The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. *Noise Health* 2002; 4(16):1-11.
8. Spreng M. Possible health effects of noise induced cortisol increase. *Noise Health* 2000; 2(7):59-64.
9. Alves-Pereira M, Reis Ferreira JM, Joanaz de MJ, Motylewski J, Kotlicka E, Castelo Branco NA. Noise and the respiratory system. *Rev Port Pneumol* 2003; 9(5):367-379.
10. Kryter K. The effects of noise on man. Academic Press L, editor. Second edition. 1985.
11. Cortés Barragán, R Maqueda Blasco, J; Ordaz Castillo, E; Asúnsolo del Barco, A; Silva Mato, A; Bermejo García, E; Gamo González, MF. Revisión sistemática y evidencia sobre exposición profesional a ruido y efectos extra-auditivos de naturaleza cardiovascular. *Med. segur. trab.* [online]. 2009, vol.55, n.215, pp. 28-51. I
12. World Health Organization. Development of Environment and health indicators for European Unions Countries: Results of a Pilot Study. Who working group. 2004. Bonn.
13. Muzat A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev* 2007; 11(2):135-42.
14. Leventhall HG. Low frequency noise and annoyance. *Noise Health* 2004; 6(23):59-72.
15. Knipschild P, Meijer H, Salle H. Aircraft noise and birth weight. *Int Arch Occup Environ Health* 1981; 48(2):131-136.
16. Peoples-Sheps MD, Siegel E, Suchindran CM, Origasa H, Ware A, Barakat A. Characteristics of maternal employment during pregnancy: effects on low birthweight. *Am J Public Health* 1991; 81(8):1007-1012.
17. Mamelle N, Laumon B, Lazar P. Prematurity and occupational activity during pregnancy. *Am J Epidemiol* 1984; 119(3):309-322.
18. Meyer RE, Aldrich TE, Easterly CE. Effects of noise and electromagnetic fields on reproductive outcomes. *Environ Health Perspect* 1989; 81:193-200.
19. Long JG, Lucey JF, Philip AG. Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. *Pediatrics* 1980; 65(1):143-145.
20. Industrial noise and medical absence and accident record data on exposed workers: The International Congress on Noise as a Public Health Problem. Washington (DC): 1976.
21. Moll van Charante AW, Mulder PG. Perceptual acuity and the risk of industrial accidents. *Am J Epidemiol* 1990; 131(4):652-663.
22. Murillo IC. [How does noise affect us? In our health, life styles and environs]. *Rev Enferm* 2007; 30(10):13-20.
23. Butler MP, Graveling RA. NON-AUDITORY EFFECTS OF NOISE AT WORK: A CRITICAL REVIEW OF THE LITERATURE POST 1988. HSE Books, 1999.
24. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: A guideline developer's handbook. <http://www.sign.ac.uk>. 2008.
25. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. [The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies]. *Rev Esp Salud Publica* 2008; 82(3):251-259.
26. Oxman AD, Cook DJ, Guyatt GH. Users' guides to the medical literature. VI. How to use an overview. Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994; 272(17):1367-1371.
27. McBride P. Another view on overviews. *JAMA* 1995; 274(3):217-218.
28. Oxman AD, Sackett DL, Guyatt GH. Users' guides to the medical literature. I. How to get started. The Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1993; 270(17):2093-2095.

29. Jaeschke R, Guyatt GH, Sackett DL. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? The Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994; 271(9):703-707.
30. Laupacis A, Wells G, Richardson WS, Tugwell P. Users' guides to the medical literature. V. How to use an article about prognosis. Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994; 272(3):234-237.
31. Guyatt GH, Sackett DL, Cook DJ. Users' guides to the medical literature. II. How to use an article about therapy or prevention. A. Are the results of the study valid? Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1993; 270(21):2598-2601.
32. Melamed S, Bruhis S. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability: a controlled field experiment. *J Occup Environ Med* 1996; 38(3):252-256.
33. Miki K, Kawamorita K, Araga Y, Musha T, Sudo A. Urinary and salivary stress hormone levels while performing arithmetic calculation in a noisy environment. *Ind Health* 1998; 36(1):66-69.
34. Mocci F, Canalis P, Tomasi PA, Casu F, Pettinato S. The effect of noise on serum and urinary magnesium and catecholamines in humans. *Occup Med (Lond)* 2001; 51(1):56-61.
35. Miyakawa M, Matsui T, Kishikawa H, Murayama R, Uchiyama I, Itoh T et al. Salivary chromogranin A as a measure of stress response to noise. *Noise Health* 2006; 8(32):108-113.
36. Gitanjali B, Ananth R. Effect of acute exposure to loud occupational noise during daytime on the nocturnal sleep architecture, heart rate, and cortisol secretion in healthy volunteers. *J Occup Health* 2003; 45(3):146-152.
37. Ising H, Michalak R. Stress effects of noise in a field experiment in comparison to reactions to short term noise exposure in the laboratory. *Noise Health* 2004; 6(24):1-7.
38. Sudo A, Nguyen AL, Jonai H, Matsuda S, Villanueva MB, Sotoyama M et al. Effects of earplugs on catecholamine and cortisol excretion in noise-exposed textile workers. *Ind Health* 1996; 34(3):279-286.
39. Rojas-Gonzalez L, Martinez-Leal R, Paz-Araviche V, Chacin-Almarza B, Corzo-Alvarez G, Sanabria-Vera C et al. [Serum cortisol levels in pre and post journal labor and non auditory manifestations in noise exposed workers of a brewer industry]. *Invest Clin* 2004; 45(4):297-307.
40. Murthy VS, Malhotra SK, Bala I, Raghunathan M. Detrimental effects of noise on anaesthetists. *Can J Anaesth* 1995; 42(7):608-611.
41. Melamed S, Bruhis S. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability: a controlled field experiment. *J Occup Environ Med* 1996; 38(3):252-256.
42. Miki K, Kawamorita K, Araga Y, Musha T, Sudo A. Urinary and salivary stress hormone levels while performing arithmetic calculation in a noisy environment. *Ind Health* 1998; 36(1):66-69.
43. Persson WK, Bengtsson J, Kjellberg A, Benton S. Low frequency noise "pollution" interferes with performance. *Noise Health* 2001; 4(13):33-49.
44. Muzammil M, Khan AA, Hasan F, Hasan SN. Effect of noise on human performance under variable load in a die casting industry--a case study. *J Environ Sci Eng* 2004; 46(1):49-54.
45. Pawlaczyk-Luszczyniska M, Dudarewicz A, Waszkowska M, Szymczak W, Sliwinska-Kowalska M. The impact of low-frequency noise on human mental performance. *Int J Occup Med Environ Health* 2005; 18(2):185-198.
46. Gitanjali B, Dhamotharan R. Effect of occupational noise on the nocturnal sleep architecture of healthy subjects. *Indian J Physiol Pharmacol* 2003; 47(4):415-422.
47. Rios AL, da Silva GA. Sleep quality in noise exposed Brazilian workers. *Noise Health* 2005; 7(29):1-6.
48. Kjellberg A, Muhr P, Skoldstrom B. Fatigue after work in noise - an epidemiological survey study and three quasi-experimental field studies. *Noise Health* 1998; 1(1):47-55.
49. Gomes LM, Martinho Pimenta AJ, Castelo Branco NA. Effects of occupational exposure to low frequency noise on cognition. *Aviat Space Environ Med* 1999; 70(3 Pt 2):A115-A118.
50. Sailer U, Hassenzahl M. Assessing noise annoyance: an improvement-oriented approach. *Ergonomics* 2000; 43(11):1920-1938.
51. Chacin-Almarza B, Corzo-Alvarez G, Rojas-Gonzalez L, Rodriguez-Chacin E, Corzo-Rios G. [Organizational stress and noise exposure in workers at the packing plant of a brewer factory]. *Invest Clin* 2002; 43(4):271-289.
52. Saremi M, Rohmer O, Burgmeier A, Bonnefond A, Muzet A, Tassi P. Combined effects of noise and shift work on fatigue as a function of age. *Int J Occup Saf Ergon* 2008; 14(4):387-394.
53. Chioyenda P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M, Milazzo D, Tomei G et al. Environmental noise-exposed workers: event-related potentials, neuropsychological and mood assessment. *Int J Psychophysiol* 2007; 65(3):228-237.
54. Wu TN, Chen LJ, Lai JS, Ko GN, Shen CY, Chang PY. Prospective study of noise exposure during pregnancy on birth weight. *Am J Epidemiol* 1996; 143(8):792-796.

55. Luke B, Mamelle N, Keith L, Munoz F, Minogue J, Papiernik E et al. The association between occupational factors and preterm birth: a United States nurses' study. Research Committee of the Association of Women's Health, Obstetric, and Neonatal Nurses. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 173(3 Pt 1):849-862.
56. Savitz DA, Brett KM, Baird NJ, Tse CK. Male and female employment in the textile industry in relation to miscarriage and preterm delivery. *Am J Ind Med* 1996; 30(3):307-316.
57. Saurel-Cubizolles MJ, Zeitlin J, Lelong N, Papiernik E, Di Renzo GC, Breart G. Employment, working conditions, and preterm birth: results from the Europop case-control survey. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58(5):395-401.
58. Rocha EB, Frasson dA, Ximenes Filho JA. Study of the hearing in children born from pregnant women exposed to occupational noise: assessment by distortion product otoacoustic emissions. *Braz J Otorhinolaryngol* 2007; 73(3):359-369.
59. Spinelli A, Figa-Talamanca I, Osborn J. Time to pregnancy and occupation in a group Barreto SM, Swerdlow AJ, Smith PG, Higgins CD. A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers. *Occup Environ Med* 1997; 54(8):599-604.
60. Barreto, S.M.; Swerdlow, A.J.; Smith, P.G.; Higgins, C.D. A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers. *Occup Environ Med*, 54 (8) 599-604.
61. Cordeiro R, Clemente AP, Diniz CS, Dias A. [Occupational noise as a risk factor for work-related injuries]. *Rev Saude Publica* 2005; 39(3):461-466.
62. Dias A, Cordeiro R. Attributable fraction of work accidents related to occupational noise exposure in a Southeastern city of Brazil. *Cad Saude Publica* 2007; 23(7):1649-1655.
63. Melamed S, Fried Y, Froom P. The joint effect of noise exposure and job complexity on distress and injury risk among men and women: the cardiovascular occupational risk factors determination in Israel study. *J Occup Environ Med* 2004; 46(10):1023-1032.
64. Ivanovich E, Kolarova D, Enev S, Tzenova B, Topalova M. Noise evaluation and estimation of some specific and non-specific health indicators in telephone operators. *Rev Environ Health* 1994; 10(1):39-46.
65. Topf M. Personality hardiness, occupational stress, and burnout in critical care nurses. *Res Nurs Health* 1989; 12(3):179-186.
66. Stansfeld SA. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. *Psychol Med* 1992; Suppl 22:1-44.
67. Ekehammar B, Dornic S. Weinstein's Noise Sensitivity Scale: reliability and construct validity. *Percept Mot Skills* 1990; 70(1):129-130.
68. Kjellberg A. Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16 Suppl 1:29-38.
69. Mc Donald N, Ronayne T. Jobs and the environment: the psychological impact of work in noise. *Irish Journal of Psychology* 1989; 10:39-55.
70. Topf M. Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *J Adv Nurs* 2000; 31(3):520-528.
71. Carter NL, Hunyor SN, Crawford G, Kelly D, Smith AJ. Environmental noise and sleep--a study of arousals, cardiac arrhythmia and urinary catecholamines. *Sleep* 1994; 17(4):298-307.
72. Nivison ME, Endresen IM. An analysis of relationships among environmental noise, annoyance and sensitivity to noise, and the consequences for health and sleep. *J Behav Med* 1993; 16(3):257-276.
73. Libert JP, Bach V, Johnson LC, Ehrhart J, Wittersheim G, Keller D. Relative and combined effects of heat and noise exposure on sleep in humans. *Sleep* 1991; 14(1):24-31.
74. Effect of noise and vibration on the vigilance of drivers of light vehicles. 91 Nov 21; Brussels: 1991.
75. Kjellberg A, Sköldström B, Andersson P, Lindberg L. Fatigue effects of noise on aeroplane mechanics. *Work and Stress* 1996; 10:62-71.
76. Bhattacharya SK, Pradhan CK, Tripathi SR, Kashyap S. Human performance capability in psychomotor tasks at variable difficulty levels and physiological reactions under noise and heat conditions. *Ind Health* 1991; 29(4):129-138
77. Kjellberg A, Skoldstrom B. Noise annoyance during the performance of different nonauditory tasks. *Percept Mot Skills* 1991; 73(1):39-49.
78. Britton LA, Delay ER. Effects of noise on a simple visual attentional task. *Percept Mot Skills* 1989; 68(3 Pt 1):875-878.
79. Rentzsch M. Interactions between different types of industrial noises and work tasks. *Environmental international* 1990; 16:459-470.
80. Smith A. A review of the effects of noise on human performance. *Scand J Psychol* 1989; 30(3):185-206.

81. Ando Y, Hattori H. Effects of intense noise during fetal life upon postnatal adaptability (statistical study of the reactions of babies to aircraft noise). *J Acoust Soc Am* 1970; 47(4):1128-1130.
82. Ando Y, Hattori H. Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma. *Br J Obstet Gynaecol* 1977; 84(2):115-118.
83. Hartikainen AL, Sorri M, Anttonen H, Tuimala R, Laara E. Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20(6):444-450
84. Henriksen, T.B.; Hedegaard, M.; Secher, N.J. The relation between psychosocial job strain, and preterm delivery and low birthweight for gestational age. *Int J Epidemiol*, 23 (4); 764-774.
85. Lalande NM, Hetu R, Lambert J. Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus? *Am J Ind Med* 1986; 10(4):427-435.