



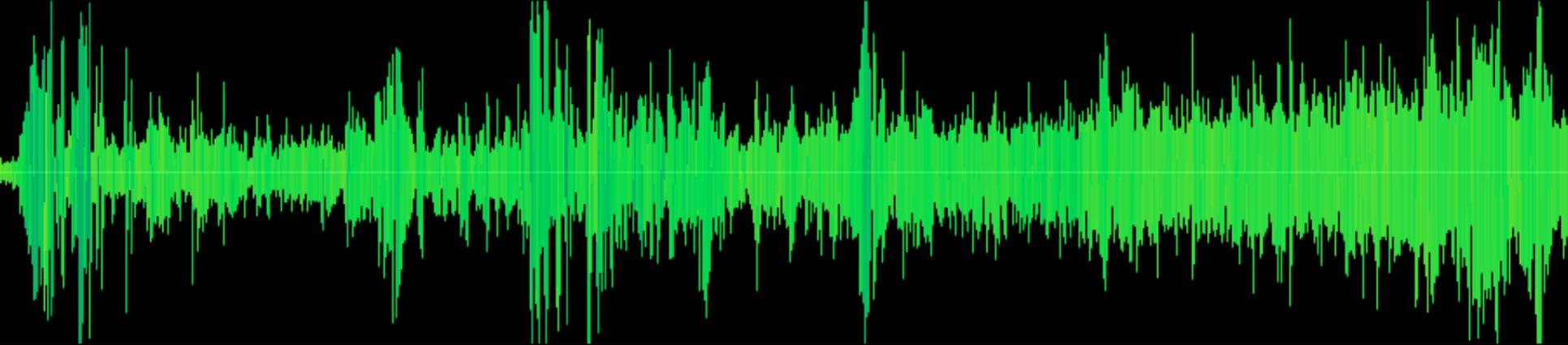
ESCUELA DE MEDICINA
FACULTAD DE MEDICINA

fonoaudiologia.uc.cl

Efectos no auditivos del ruido ambiental: plausibilidad biológica y revisión de revisiones sistemáticas

Flgo. Eduardo Fuentes L.
eduardo.fuentes@uc.cl





- Inicialmente la investigación de los efectos del ruido se enfocó en exposición industrial, la que alcanzando niveles por sobre 85-90 dBA **generará hipoacusia progresiva.**¹
- El ruido ambiental, **-no necesariamente más intenso que el industrial-**, puede tener efectos no auditivos:²
 - trastornos del sueño,
 - reacciones de estrés psicológico,
 - desbalance endocrino,
 - alteraciones cardiovasculares,
 - alteraciones cognitivas.

1. Kryter KD. The Effects of Noise on Man, 2nd edn. Orlando, FL: Academic Press, 1985.

2. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin. 2003; 68: 243 – 257.



- Los efectos cardiovasculares del ruido han sido fuente de **creciente interés** en último tiempo.³
- **Mayor evidencia científica** en este campo.
- Enfermedades isquémicas del corazón, junto con la presión sanguínea elevada tienen **alta prevalencia y mortalidad**.⁴
- En Europa, el **impacto del ruido sobre la salud** es una preocupación creciente para los **responsables de las políticas**.

3. Babisch W. Cardiovascular effects of noise. Noise Health. 2011;13: 201 - 4.

4. Mathers CD, Bernard C, Moesgaard Iburg K, Inoue M, Ma Fat D, Shibuya K, et al. Global burden of disease in 2002: Data sources, methods and results. Global programme on evidence for health policy discussion paper no. 54. Geneva: World Health Organization; 2003.



World Health
Organization
REGIONAL OFFICE FOR
Europe



Burden of disease from environmental noise

- Estimar la carga de enfermedad producto del ruido ambiental **es necesario una evaluación cuantitativa del riesgo:**
 - identificación de factores de riesgo
 - evaluación de la población expuesta
 - determinar una **relación exposición-respuesta.**
 - **fracción atribuible poblacional** $PAF = [p \times (RR - 1)] / [p \times (RR - 1) + 1]$
- Los resultados son expresados en años de vida ajustados por discapacidad (DALYs o AVDs).



- En la Unión Europea (DALYs):
 - **903.000 años para alteraciones del sueño.**
 - 61.000 años para enfermedad isquémica del corazón.
 - 45.000 años para alteraciones cognitivas en niños (7 -19 años).
- **Conclusión: 1 millón años de vida sin enfermedad se pierden cada año producto del ruido de tráfico en Europa Occidental.**

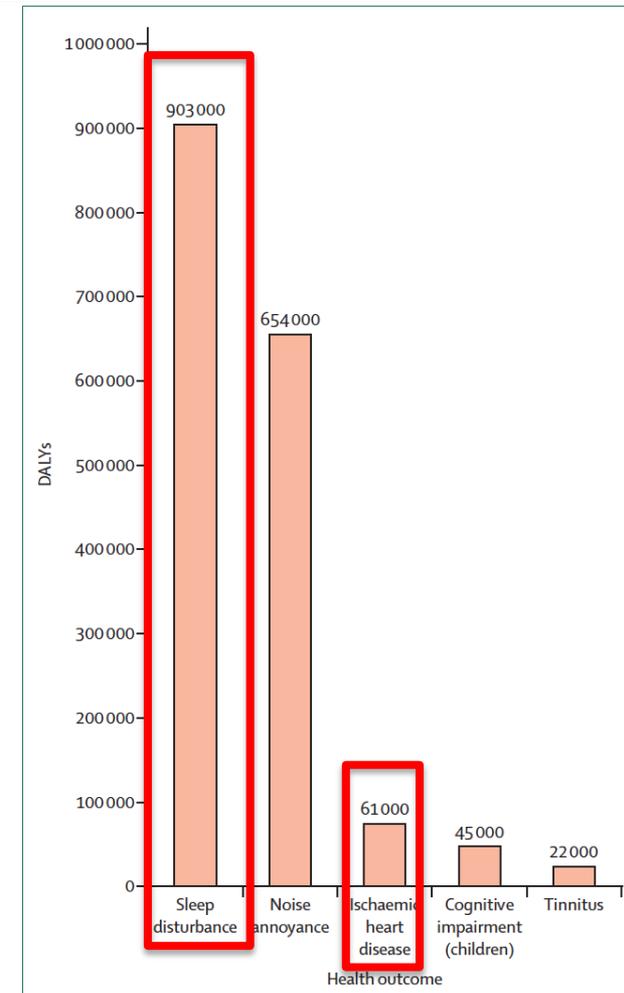
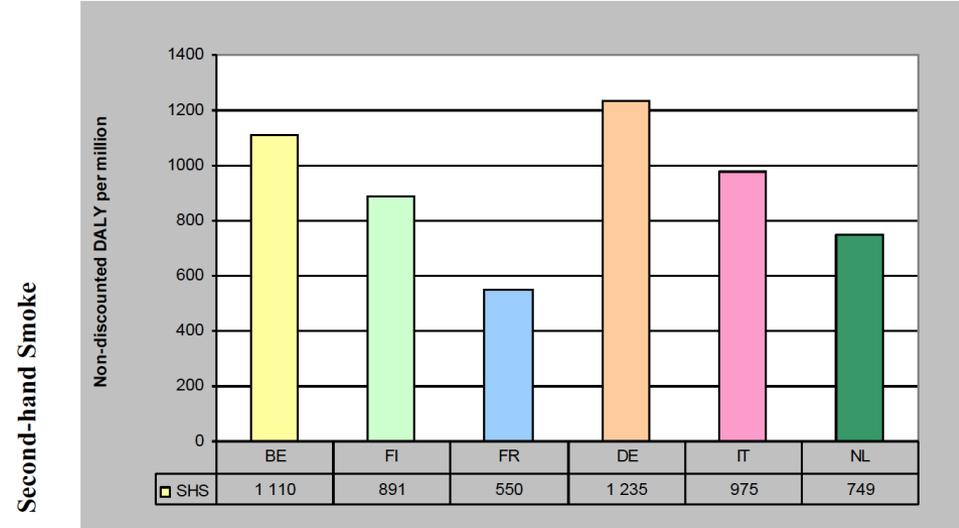
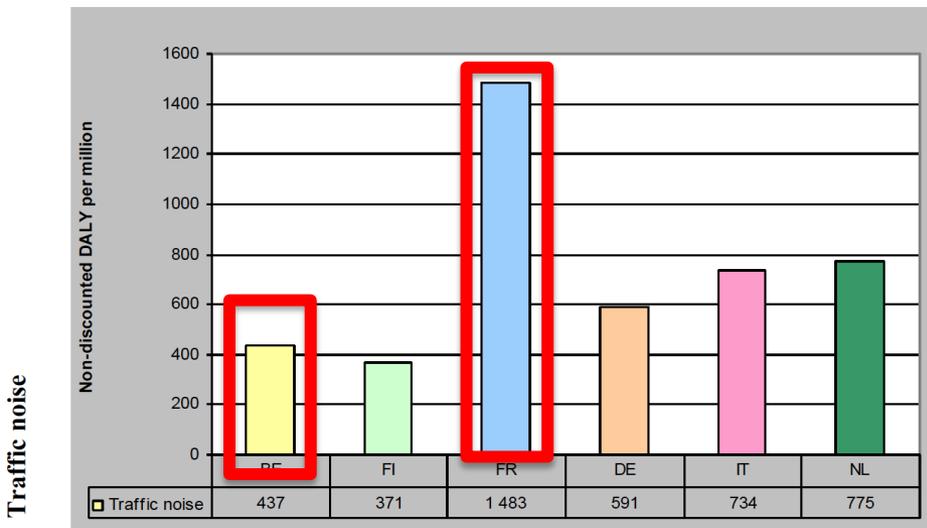


Figure 2: DALYs attributed to environmental noise exposure in Europe. According to WHO,¹⁴ more than 1 million healthy life years (DALYs) are lost annually because of environmental noise exposure in European A-member states alone. Most of these DALYs can be attributed to noise-induced sleep disturbance and annoyance. DALYs=Disability-adjusted life years.



- **En 2014:** Estimación de *AVADs* o *DALYs* en **seis países europeos**, producto de estresores ambientales, en los que se incluyó el **ruido del transporte**.



- Tres estresores con mayores impactos en Salud Pública: DALYs de la **misma magnitud que los del hábito tabáquico pasivo**.
- La principal carga de enfermedad del ruido se debió a **trastornos del sueño**, que a su vez causan enfermedades cardiovasculares.

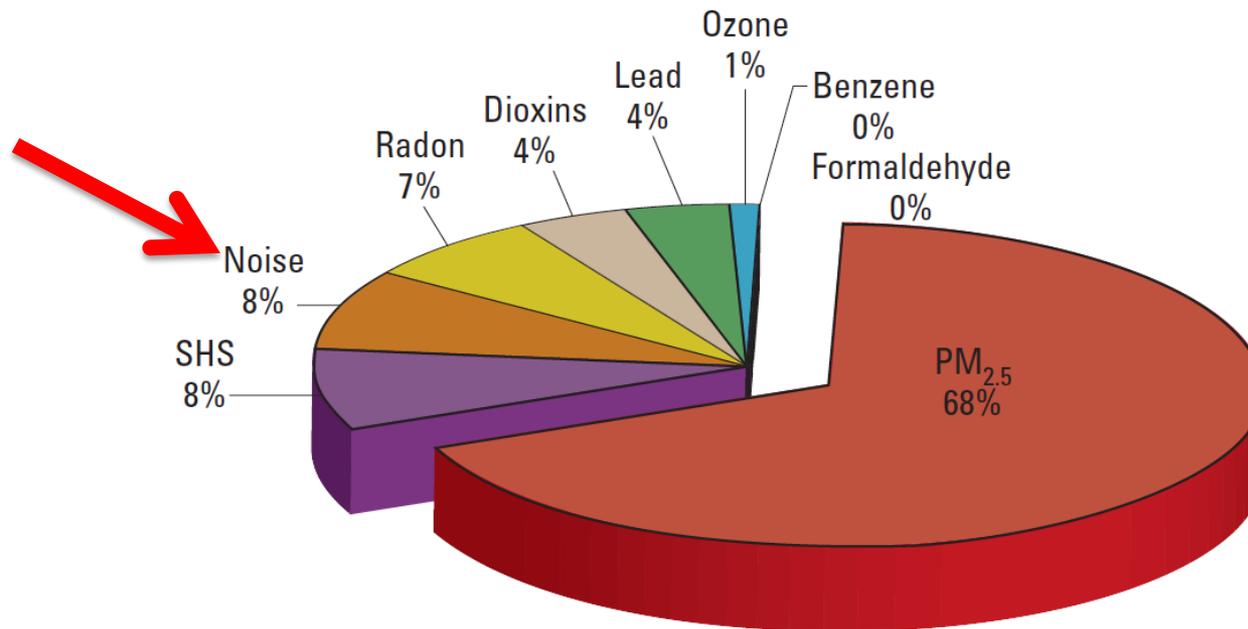


Figure 1. Relative contributions of the nine targeted risk factors to the estimated burden of disease attributed to these risk factors, averaged over the six participating countries. The figure is adapted from Hänninen and Knol (2011) with permission from the copyright holders.

5. Hänninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, Rappolder M, Carrer P, Fanetti AC, Kim R, Buekers J, Torfs R, Iavarone I, Classen T, Hornberg C, Mekel OC; EBoDE Working Group. Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environ Health Perspect.* 2014 May;122(5):439-46.

“Teoría general del estrés”:

Ruido afecta al sistema **nervioso autónomo y endocrino**, alterando la homeostasis.⁶⁻⁸

Cambios **persistentes** debido a **desregulación y alteración de funciones metabólicas** → desarrollo de enfermedades crónicas como: aterosclerosis, hipertensión e isquémicas del corazón.

STRESS

6. Henry JP. Biological basis of the stress response. Integr Physiol Behav Sci. 1992; 27: 66 - 83.

7. McEwen BS. Stress, adaption, and disease. Allostasis and allostatic load. Ann N Y Acad Sci. 1998; 840: 33 - 44.

8. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. N Engl J Med. 1998; 338: 171 - 9.

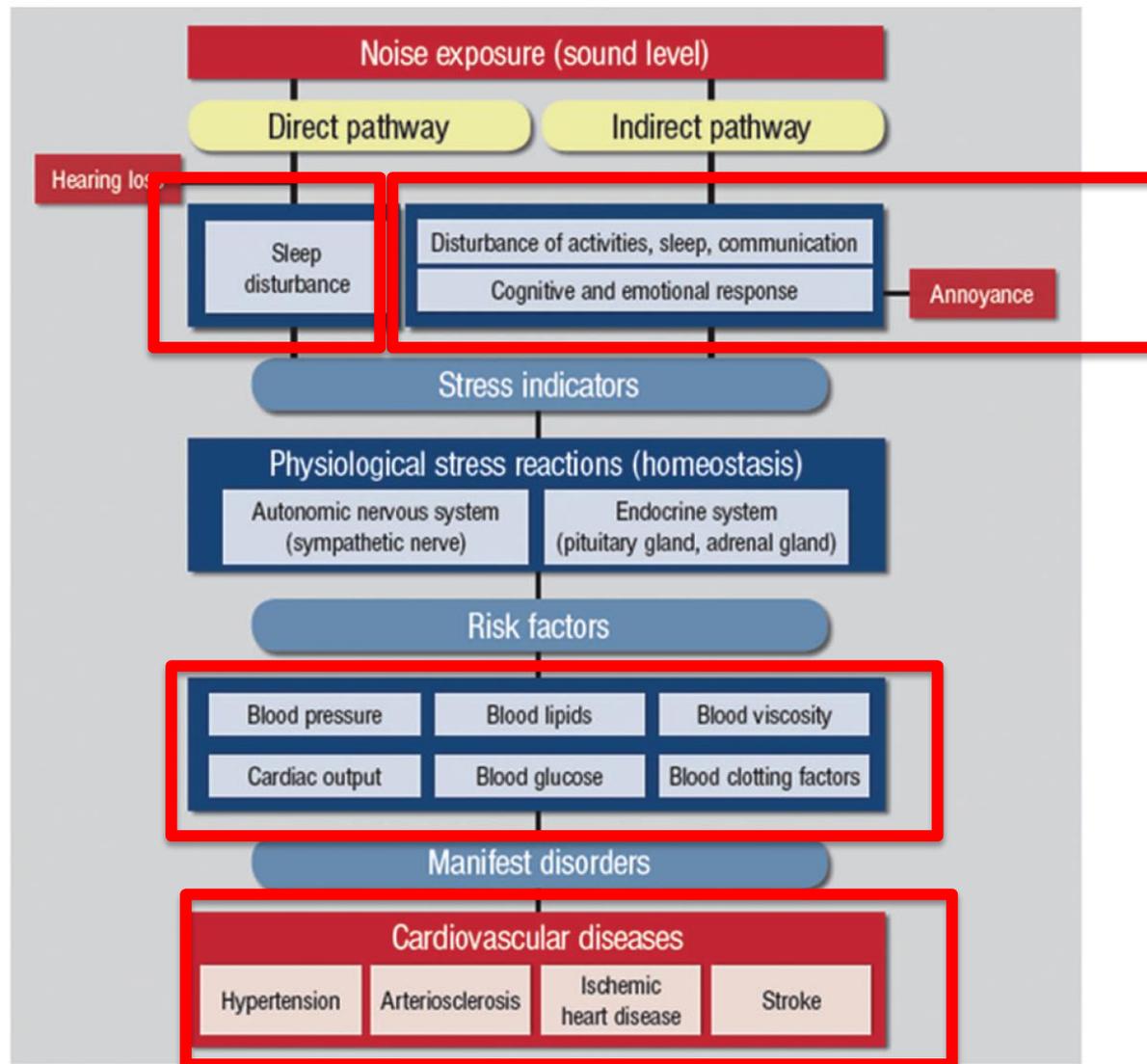


Figure 2 Noise effects reaction scheme. Adapted from Babisch.^{71,94}

9. Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. Eur Heart J. 2014; 35(13): 829 - 36

- Ruido → **reacciones de estrés** → excitando sistema simpático y endocrino → movilizandando energía y oxígeno → preparando una respuesta “fight-flight”.¹⁰⁻¹¹



10. Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. *Noise & Health*. 2000; 7: 7 - 24.
11. Spreng M. Central nervous system activation by noise. *Noise & Health*. 2000; 7: 49 -57.



- Reacciones producidas **incluso a niveles moderados de ruido** → aumento del ritmo cardiaco, presión sanguínea y vasoconstricción.
- Producidas cuando el **ruido interfiere con actividades como aprendizaje, concentración y atención.**¹²



- Relación **no sigue principios de dosis-respuesta toxicológica**; los decibeles no son “microgramos” tal como en exposición química.³
- **No tendría el mismo efecto un ruido nocturno**; en este periodo se produce la restauración del organismo.
- **Sueño es importante modulador de función cardiovascular**, por lo que su alteración sería una vía para desarrollar enfermedades cardiovasculares.¹³

- Importante **determinar la magnitud del efecto** y la aparición de un **posible umbral de aumento del riesgo**.³

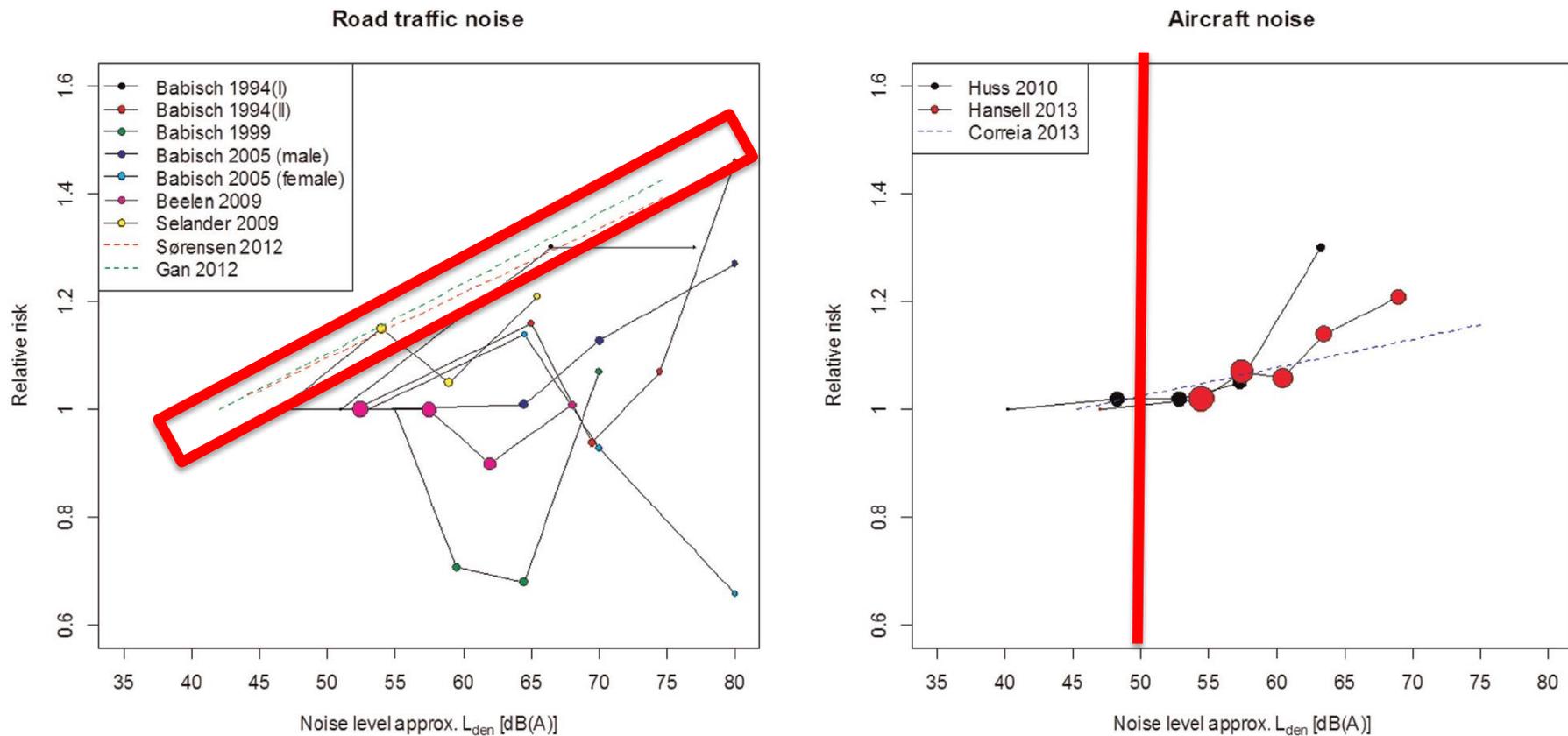


Fig. 1. Association between noise exposure (L_{den}) and IHD reported in original studies. Dot size is proportional to 95% CI for studies reporting categorical relative risks; noise level based on midpoint of respective exposure category. Dashed lines represent studies reporting linear trend.

Curvas exposición-respuesta tomadas de Vienneau et al. (2015)¹⁵

3. Babisch W. Cardiovascular effects of noise. *Noise Health*. 2011;13: 201 - 4.

15. Vienneau D, Schindler C, Perez L, Probst-Hensch N, Röösli M. The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Res*. 2015; 138: 372 - 80.

Table 3. Relative Risk of Death From Coronary Heart Disease Associated With an Elevation in A-Weighted Equivalent Continuous Noise Level of 10 Decibels or by Decile of Noise Level, Metropolitan Vancouver, Canada, 1994–2002

| Model | 10-dB(A) Elevation | | Decile of Noise Levels, L _{den} dB(A) | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|------------|--|------|-------------|------|-------------|------|------------|--|
| | | | 1 (≤58) | | 2–5 (59–62) | | 6–9 (63–70) | | 10 (>70) | |
| | RR | 95% CI | Referent | RR | 95% CI | RR | 95% CI | RR | 95% CI | |
| 1: Unadjusted | 1.26 | 1.17, 1.35 | 1.00 | 1.01 | 0.89, 1.15 | 1.09 | 0.96, 1.24 | 1.49 | 1.28, 1.73 | |
| 2: Model 1 + sex and age | 1.18 | 1.10, 1.26 | 1.00 | 1.06 | 0.93, 1.20 | 1.09 | 0.96, 1.24 | 1.39 | 1.20, 1.61 | |
| 3: Model 2 + comorbidity and SES | 1.13 | 1.06, 1.21 | 1.00 | 1.05 | 0.92, 1.19 | 1.06 | 0.93, 1.20 | 1.30 | 1.12, 1.51 | |
| 4: Model 3 + PM _{2.5} | 1.13 | 1.06, 1.21 | 1.00 | 1.04 | 0.91, 1.19 | 1.05 | 0.92, 1.20 | 1.29 | 1.11, 1.50 | |
| 5: Model 4 + nitrogen dioxide | 1.12 | 1.05, 1.21 | 1.00 | 1.05 | 0.92, 1.20 | 1.05 | 0.92, 1.20 | 1.28 | 1.10, 1.50 | |
| 6: Model 5 + black carbon | 1.09 | 1.01, 1.18 | 1.00 | 1.04 | 0.91, 1.19 | 1.02 | 0.89, 1.17 | 1.22 | 1.04, 1.43 | |

Abbreviations: CI, confidence interval; L_{den} dB(A), annual day-evening-night A-weighted equivalent continuous noise level; PM_{2.5}, particulate matter less than or equal to 2.5 μm in aerodynamic diameter; RR, relative risk; SES, neighborhood socioeconomic status.

Table 2. Incidence rate ratios (IRRs) of MI per 10 dB higher level of exposure to road traffic noise based on 50 614 cohort participants.

| Exposure to road traffic noise, L _{den} (per 10 dB) | N cases | Adjusted for age | Fully adjusted ^a | Fully adjusted ^a + diabetes and measured blood pressure and cholesterol |
|--|---------|------------------|-----------------------------|--|
| | | IRR (95% CI) | IRR (95% CI) | IRR (95% CI) |
| L _{den} at diagnosis | 1600 | 1.14 (1.06–1.23) | 1.12 (1.02–1.22) | 1.10 (1.00–1.20) |
| L _{den} 5-year preceding diagnosis | 1600 | 1.14 (1.06–1.23) | 1.12 (1.02–1.23) | 1.10 (1.00–1.21) |

IRR, incidence rate ratio; CI, confidence interval; dB, decibel.

^aAdjusted for age, sex, smoking status, smoking duration, smoking intensity, intake of fruit, intake of vegetables, BMI, alcohol intake and physical activity, calendar year, education, railway and airport noise and residential exposure to NO_x.

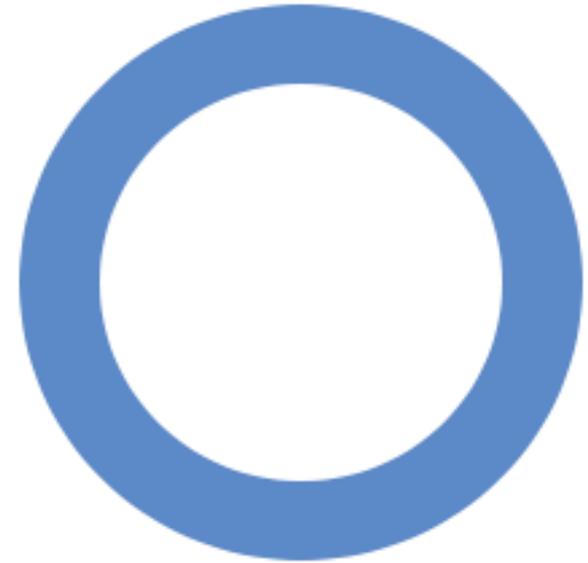
doi:10.1371/journal.pone.0039283.t002

Gan, WQ, Davies HW, Koehoorn M, Brauer M. Association of long-term exposure to community noise and traffic related air pollution with coronary heart disease mortality. *Am.J.Epidemiol.* 2012; 175,898–906.

Sørensen M, Andersen Z, Norsborg R, Jensen S, Lillelund K, Beelen R, Schmidt E, Tjønneland A, Overvad K, Raaschou-Nielsen O. Road traffic noise and incident myocardial infarction: A prospective cohort study. *PLoS ONE.* 2012; 7: 1 - 7.

Contaminación acústica y diabetes tipo 2.

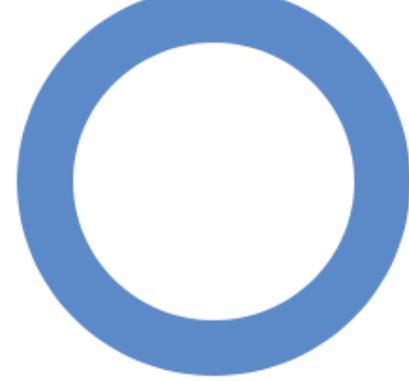
- Activación eje **Hipotalámico-Pituitario-Adrenal** además de **aumentar la presión sanguínea y ritmo cardiaco**, incrementa los **niveles de cortisol (glucocorticoide)**.¹⁴
- Glucocorticoides **inhiben secreción de insulina por células pancreáticas β** y reducen sensibilidad periférica a insulina; **incrementando el riesgo de diabetes tipo 2**.¹⁵⁻¹⁶



14. Ising H, Kruppa B.. Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. Noise Health. 2004; 6: 5 – 13.

15. Chiodini I, Torlontano M, Scillitani A, Arosio M, Bacci S, Di LS, et al. Association of subclinical hypercortisolism with type 2 diabetes mellitus: a case-control study in hospitalized patients. Eur J Endocrinol. 2005; 153: 837 – 844.

16. Clore JN, Thurby-Hay L. Glucocorticoid-induced hyperglycemia. Endocr Pract. 2009; 15: 469 – 474.



- Además, la **reducción y alteración de la calidad del sueño** ha sido asociada a problemas de **regulación de glucosa**:
 - incrementando sus **niveles durante la mañana, y disminuyendo los de insulina**,¹⁷
 - **reduciendo la sensibilidad a insulina**.¹⁸
- Una reducción del **90% en la fase del sueño de ondas lentas**, causada por ruido, ha sido asociada a **disminución de la tolerancia a glucosa y menor sensibilidad a insulina**.¹⁷

17. Spiegel K, Knutson K, Leproult R, Tasali E, Van C. Sleep loss: a novel risk factor for insulin resistance and type 2 diabetes. *J Appl Physiol*. 2005; 99: 2008 – 2019.

18. Stamatakis KA, Punjabi NM. Effects of sleep fragmentation on glucose metabolism in normal subjects. *Chest*. 2010; 137: 95 – 101.



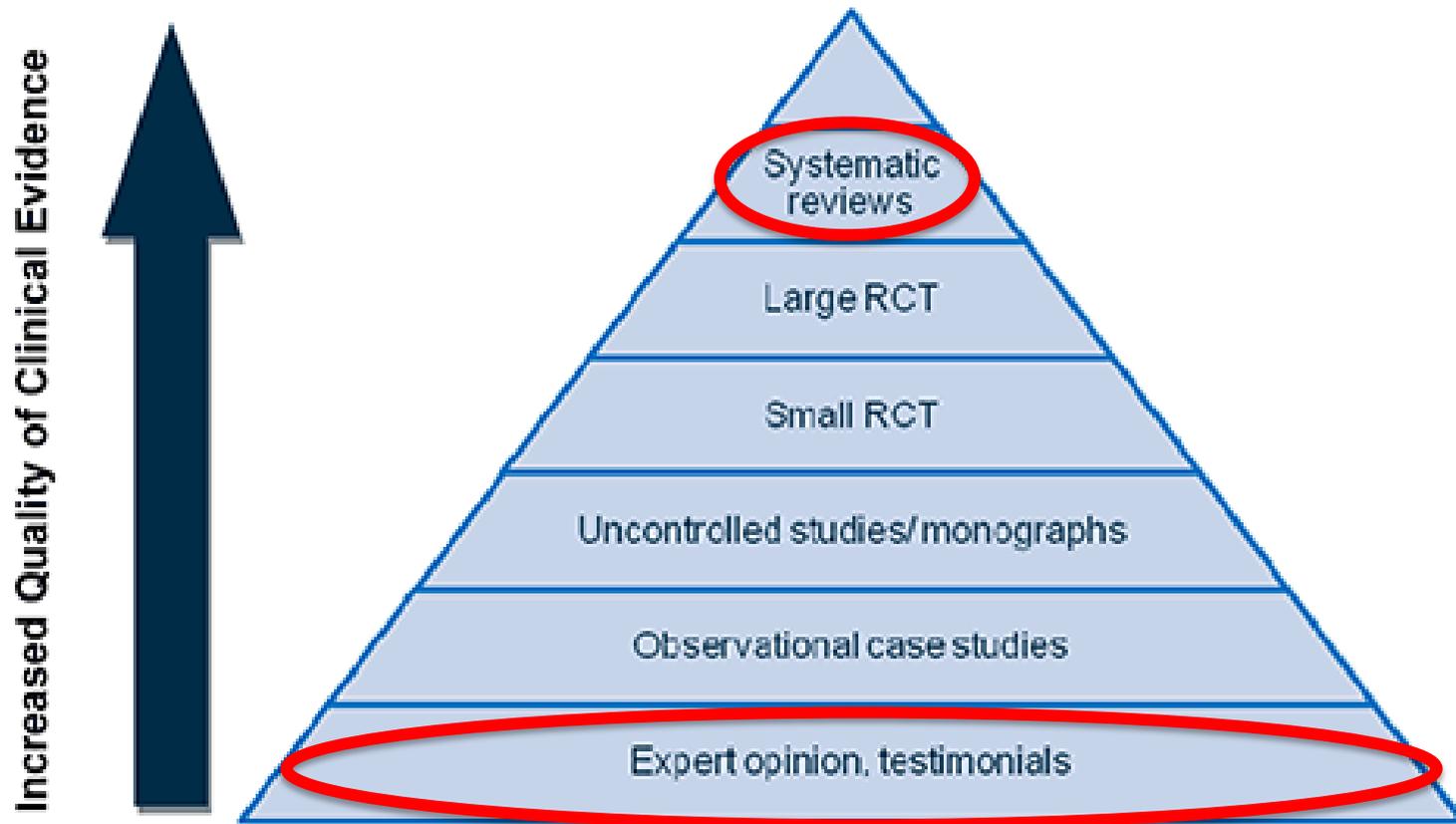
- **Principal causa de muerte en todo el mundo.** Cada año mueren más personas por ECV que por cualquier otra causa.
- En 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas **(31% de todas las muertes registradas en el mundo).**
- De estas muertes: 7,4 millones se debieron a la cardiopatía coronaria, y 6,7 millones, a AVC.

Material y métodos: búsqueda

- Se consultó bases de datos PUBMED, ERIC, Cochrane Library y SciELO, en búsqueda de **revisiones sistemáticas tanto cualitativas como cuantitativas**, sobre los efectos del ruido en la salud.
- Se depuró especificando efectos a nivel cardiovascular y endocrino.
- No existió un límite de años para la búsqueda, y en cuanto al idioma se revisaron artículos en inglés, portugués y español.



¿Por qué seleccionar revisiones sistemáticas y en menor medida la opinión de expertos?



Content area experts as authors: helpful or harmful for systematic reviews and meta-analyses?

Peter Gøtzsche and John Ioannidis argue that it is not always sensible to include subject experts as authors of systematic reviews and meta-analyses

Peter C Gøtzsche *professor*¹, John P A Ioannidis *professor*²

Conclusions

The risk of introducing bias in a review may be increased when content area experts are included as authors. We therefore recommend that, by default, teams performing systematic reviews and meta-analyses should not include content area experts as authors. If this is considered indispensable, the inclusion of such people should be carefully justified. We agree with the US Institute of Medicine² that experts with financial conflicts of interests should not be included as authors.

The Cochrane Collaboration states in its handbook that review teams must include expertise in the topic area being reviewed and include, or have access to, expertise in systematic review methodology.¹ We suggest turning this recommendation around: review teams should include expertise in systematic review methodology and have access to expertise in the topic area. The importance of safeguarding the independence of researchers performing systematic reviews cannot be overstated.²⁵⁻²⁷

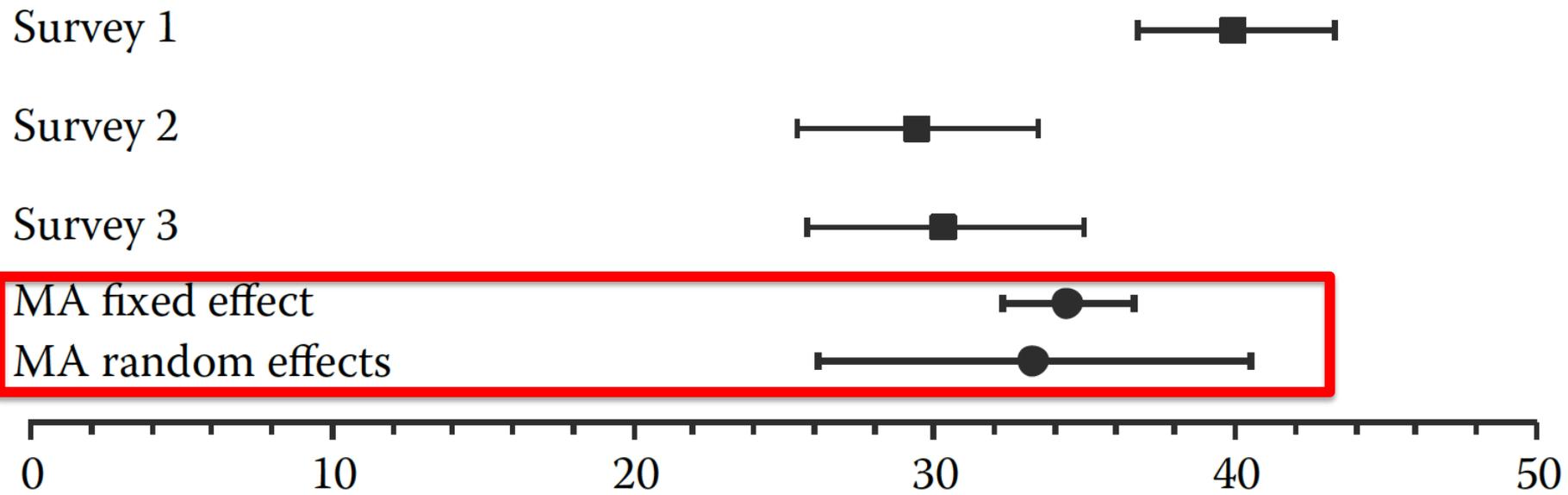
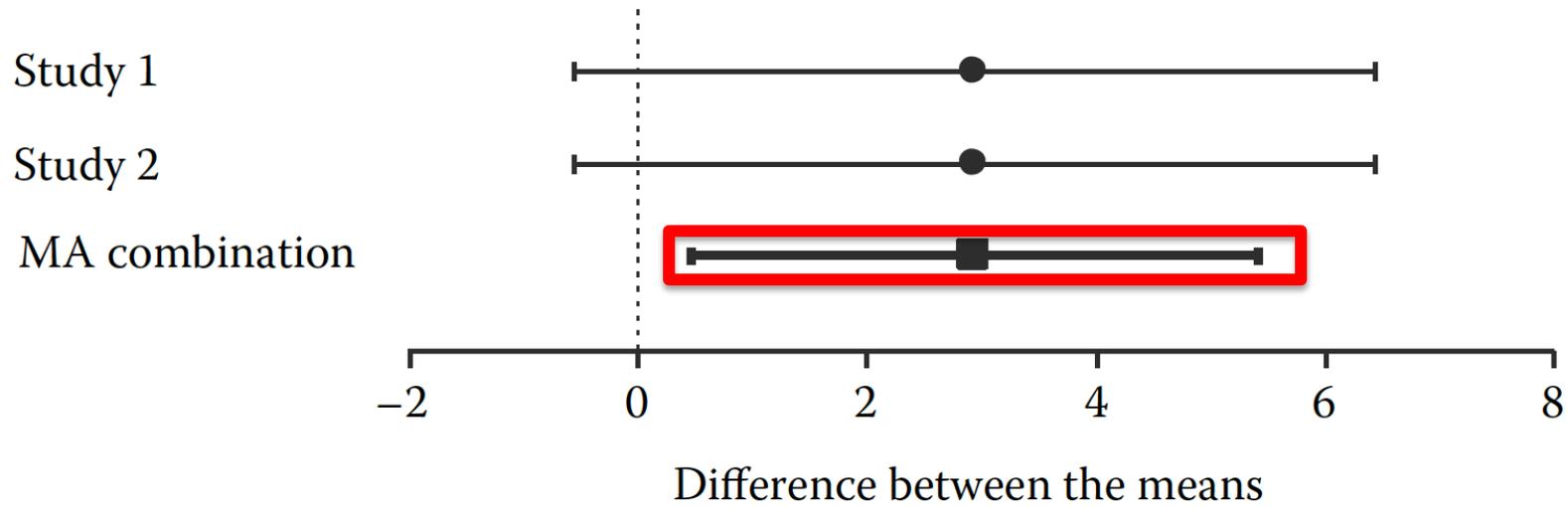
Gøtzsche PC, Ioannidis JP. Content area experts as authors: helpful or harmful for systematic reviews and meta-analyses?. *BMJ*. 2012;345:e7031

| GR | NE | Terapia, prevención, etiología y daño | Pronóstico | Diagnóstico | Estudios económicos |
|----|----|--|--|---|---|
| A | 1a | RS de EC con AA | RS con homogeneidad y Meta-análisis de estudios de cohortes concurrentes | RS de estudios de diagnóstico nivel 1 | RS de estudios económicos nivel 1 |
| | 1b | EC con AA e intervalo de confianza estrecho | Estudio individual de cohortes concurrente con seguimiento superior del 80% de la cohorte | Comparación independiente y enmascarada de un espectro de pacientes consecutivos, sometidos a la prueba diagnóstica y al estándar de referencia | Análisis que compara los desenlaces posibles contra una medida de costos. Incluye un análisis de sensibilidad |
| B | 2a | RS de estudios de cohortes | RS de estudios de cohortes históricas | RS de estudios de diagnósticos de nivel mayor que 1 | RS de estudios económicos de nivel mayor que 1 |
| | 2b | Estudios de cohortes individuales. EC de baja calidad | Estudio individual de cohortes históricas | Comparación independiente y enmascarada de pacientes no consecutivos, sometidos a la prueba diagnóstica y al estándar de referencia | Comparación de un número limitado de desenlaces contra una medida de costo. Incluye análisis de sensibilidad |
| | 3a | RS con homogeneidad de estudios de casos y controles | | | |
| | 3b | Estudio de casos y controles individuales | | Estudios no consecutivos o carentes de un estándar de referencia | Análisis sin una medida exacta de costo, con análisis de sensibilidad |
| C | 4 | Series de casos. Estudios de cohortes y de casos y controles de mala calidad | Series de casos. Estudios de cohortes de mala calidad | Estudios de casos y controles sin la aplicación de un estándar de referencia | Estudio sin análisis de sensibilidad |
| D | 5 | Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, o basada en fisiología, o en investigación teórica | Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, o basada en fisiología, o en investigación teórica | Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, o basada en fisiología, o en investigación teórica | Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, o basada en investigación económica |

AA: Asignación aleatoria.

Figura 4. Clasificación de los niveles de evidencia según Sackett.

18. Manterola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T Jerarquización de la evidencia. Niveles de evidencia y grados de recomendación de uso actual. Rev Chilena Infectol 2014; 31 (6): 705-718.



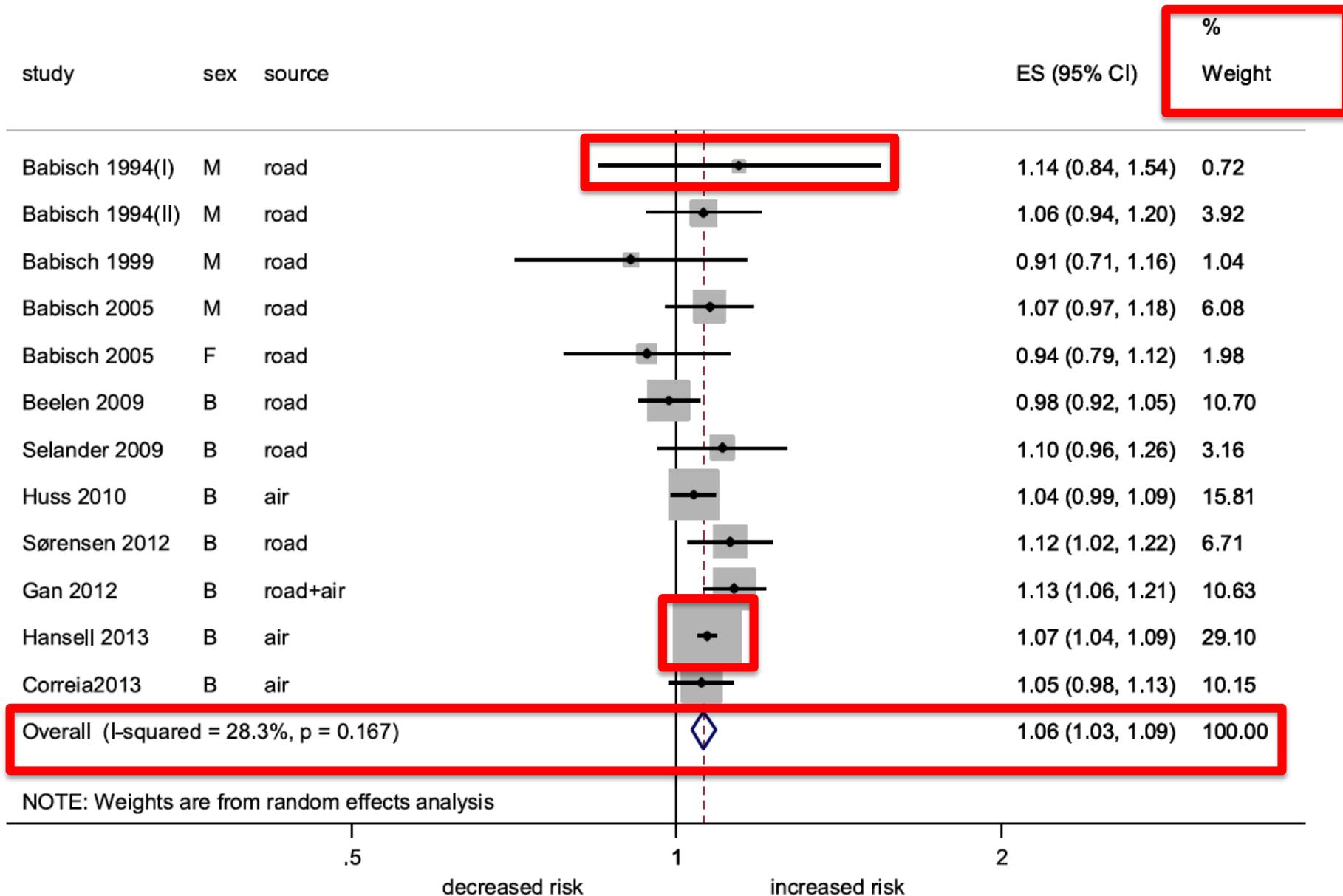


Fig. 2. Forest plot of effect estimates per 10 dBA increase in transportation noise (Lden) and association with IHD.



Article types

- Clinical Trial
- Review
- Customize ...

Text availability

- Abstract
- Free full text
- Full text

PubMed Commons

- Reader comments
- Trending articles

Publication dates

- 5 years
- 10 years
- Custom range...

Species

- Humans
- Other Animals

Summary 20 per page Sort by Most Recent

Send to

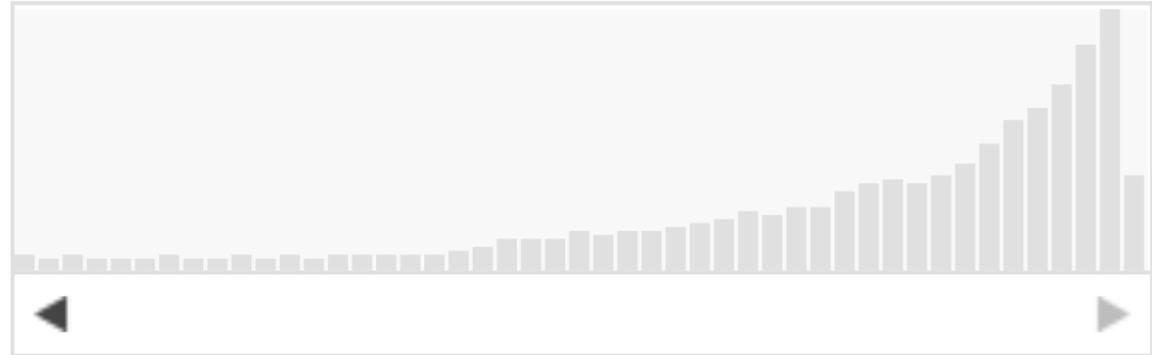
Search results

Items: 1 to 20 of 10880

<< First < Prev Page 1 of 544 Next > Last >>

- [Effects of Breast Shielding During Heart Imaging on DNA Double-Strand-Break Levels: A Prospective Randomized Controlled Trial.](#)
Cheezum MK, Redon CE, Burrell AS, Kaviratne AS, Bindeman J, Maeda D, Balmakhtar H, Pezel A, Wisniewski P, Delacruz P, Nguyen B, Bonner WM, Villines TC.
Radiology. 2016 Apr 15:152301. [Epub ahead of print]
PMID: 27082782
[Similar articles](#)
- [Speckle noise removal applied to ultrasound image of carotid artery based on total least squares model.](#)
Yang L, Lu J, Dai M, Ren LJ, Liu WZ, Li ZZ, Gong XH.
J Xray Sci Technol. 2016 Apr 13. [Epub ahead of print]
PMID: 27080361
[Similar articles](#)

Results by year



[Download CSV](#)





PubMed Clinical Queries

Results of searches on this page are limited to specific clinical research areas. For comprehensive searches, use [PubMed](#) directly.

Noise AND health

Search

Clinical Study Categories

Category: Etiology

Scope: Broad

Systematic Reviews

Results: 5 of 202

Analysis of Outcome Domains in Adult Cochlear Implantation: A Systematic Review.

Vila PM, Hullar TE, Buchman CA, Lieu JE.
Otolaryngol Head Neck Surg. 2016 Apr 5; . Epub 2016 Apr 5.

A systematic review of studies in the contributions of the work environment to ischaemic heart disease development.

Theorell T, Jood K, Järholm LS, Vingård E, Perk J, Östergren PO, Hall C.
Eur J Public Health. 2016 Mar 31; . Epub 2016 Mar 31.

Occupational Exposures and Cardiovascular Disease

Swedish Council on Health Technology Assessment.
2015 Aug 26.

Risk Factors of Acoustic Neuroma: Systematic Review and Meta-Analysis.

Chen M, Fan Z, Zheng X, Cao F, Wang L.
Yonsei Med J. 2016 May; 57(3):776-83.

Health effects from low-frequency noise and infrasound in the general population: Is it time to listen? A systematic review of observational studies.

Baliatsas C, van Kamp I, van Poll R, Yzermans J.
Sci Total Environ. 2016 Mar 17; 557-558:163-169. Epub 2016 Mar 17.

Medical Genetics

Topic: All

Results: 5 of 386

Effects of the Ion PGM™ Hi-Q™ sequencing chemistry on sequence data quality.

Churchill JD, King JL, Chakraborty R, Budowle B.
Int J Legal Med. 2016 Mar 30; . Epub 2016 Mar 30.

Test-retest reliability of the default mode network in a multi-centric fMRI study of healthy elderly: Effects of data-driven physiological noise correction techniques.

Marchitelli R, Minati L, Marizzoni M, Bosch B, Bartrés-Faz D, Müller BW, Willfang J, Fiedler U, Roccatagliata L, Picco A, et al.
Hum Brain Mapp. 2016 Mar 17; . Epub 2016 Mar 17.

Bacterial antisense RNAs are mainly the product of transcriptional noise.

Lloréns-Rico V, Cano J, Kamminga T, Gil R, Latorre A, Chen WH, Bork P, Glass JI, Serrano L, Lluch-Senar M.
Sci Adv. 2016 Mar; 2(3):e1501363. Epub 2016 Mar 4.

Heritability of non-speech auditory processing skills.

Brewer CC, Zalewski CK, King KA, Zobay O, Riley A, Ferguson MA, Bird JE, McCabe MM, Hood LJ, Drayna D, et al.
Eur J Hum Genet. 2016 Feb 17; . Epub 2016 Feb 17.

Experimental measurements and mathematical modeling of

Results: 5 of 3519

An exploratory study of noise exposures in educational and private dental clinics.

Burk A, Neitzel RL.
J Occup Environ Hyg. 2016 Apr 14; :1-29. Epub 2016 Apr 14.

PON2 and ATP2B2 gene polymorphisms with noise-induced hearing loss.

Li X, Cao J, Wang J, Song H, Ji G, Dong Q, Wei C, Cao Y, Wang B, Zhu B, et al.
J Thorac Dis. 2016 Mar; 8(3):430-8.

Exposure to Greenness and Mortality in a Nationwide Prospective Cohort Study of Women.

James P, Hart JE, Banay RF, Laden F.
Environ Health Perspect. 2016 Apr 14; . Epub 2016 Apr 14.

Effects of noise on postural stability when in the standing position.

Azevedo R, Teixeira N, Abade E, Carvalho A.
Work. 2016 Apr 6; . Epub 2016 Apr 6.

Analysis of Outcome Domains in Adult Cochlear Implantation: A Systematic Review.

Vila PM, Hullar TE, Buchman CA, Lieu JE.

En PUBMED se utilizó el **término meSH** “noise”, el que fue combinado mediante el operador booleano “OR” con “pollution” y “AND” con “health”, resultando en la siguiente **estrategia de búsqueda**:

Search details



```
systematic[sb] AND (("noise"[MeSH Terms] OR "noise"[All Fields] OR ("noise"[All Fields] AND "pollution"[All Fields]) OR "noise pollution"[All Fields]) AND ("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields])).
```



Search

[See more...](#)

Material y métodos:

- Se depuró la búsqueda especificando los términos meSH: “cardiovascular” y “endocrine system”, configurando las siguientes estrategias de búsqueda:
- **(1) systematic[sb] AND (noise AND cardiovascular)**
- **(2) systematic[sb] AND (noise AND endocrine system)**

Search details

```
Etiology/Broad[filter] AND (("noise"[MeSH Terms] OR "noise"[All Fields]) AND ("cardiovascular system"[MeSH Terms] OR ("cardiovascular"[All Fields] AND "system"[All Fields]) OR "cardiovascular system"[All Fields] OR "cardiovascular"[All Fields]))
```

Search

[See more...](#)

Material y métodos:

- En el caso de ERIC el thesaurus contiene el término “Noise (Sound)” el que fue combinado mediante el operador booleano “AND” con “effects”. La búsqueda se repite con el término “Acoustics”.



Collection **Thesaurus**

Search education resources [Advanced Search Tips](#)

Peer reviewed only Full text available on ERIC

Call for Feedback: Proposed Changes to How ERIC Indicates Peer Review

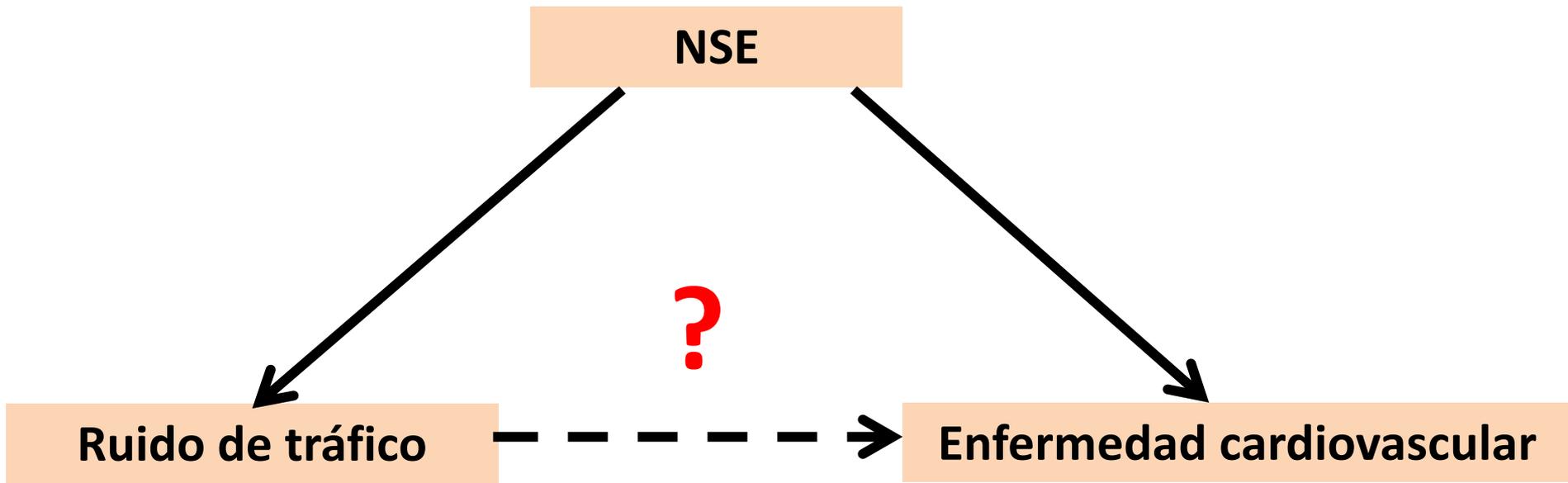


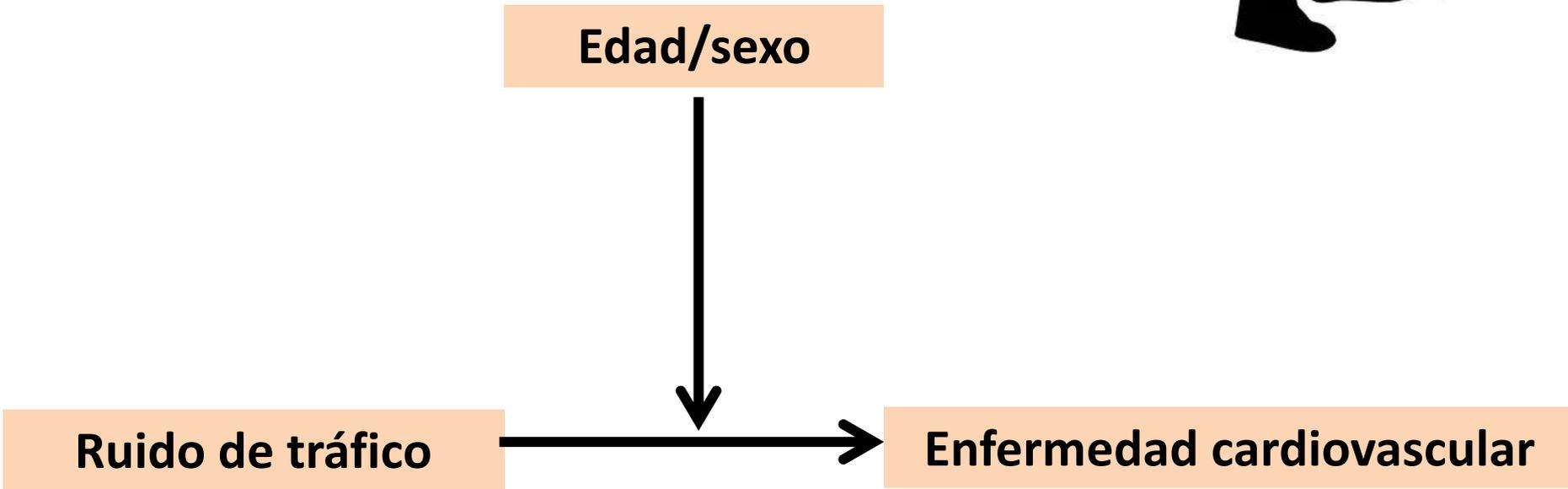
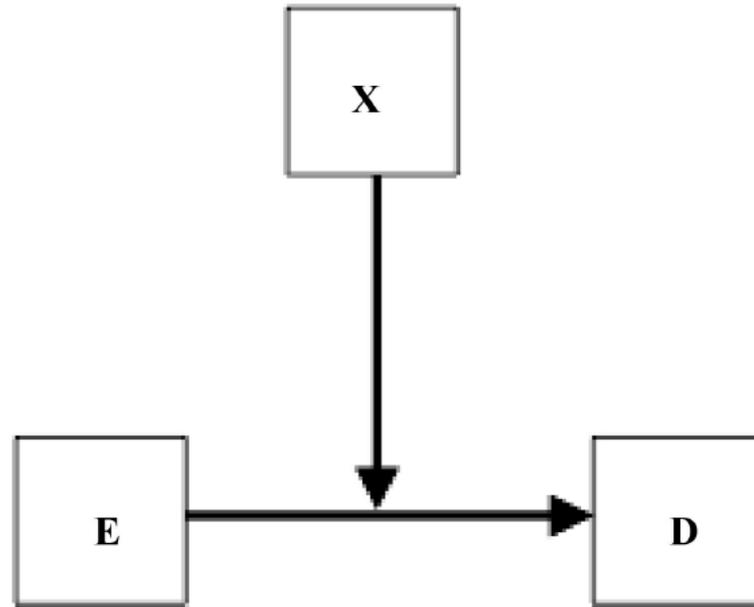
ERIC proposes to expand the peer-reviewed indicator to additional materials. » [Learn more](#)

Material y métodos:

- Además, se realizó búsqueda manual en las colecciones de las revistas indexadas ISI:
 1. Noise and Health,
 2. International Journal of Epidemiology,
 3. Science of the Total Environment,
 4. Environmental Health Perspectives,
 5. Environmental Research,
 6. Annual Review of Environment and Resources,
 7. Environment International,
 8. Journal of Environmental Psychology,
 9. Environment and Behavior,
 10. European Heart Journal
 11. European Journal of Heart Failure

- Los **criterios de inclusión** fueron incorporar revisiones sistemáticas **cualitativas y cuantitativas** (meta-análisis) que:
 1. Reportaran criterios y estrategias de búsqueda utilizadas;
 2. Establecieran indicadores para evaluar calidad de estudios definiendo **diseño**, métodos utilizados para determinar exposición, y la consideración de **variables confusoras**;
 3. Especificaran las restricciones en cuanto a idioma y años.
 1. En las de tipo cuantitativo se debió realizar evaluación de **fuentes de heterogeneidad**, así como **pertinencia de estimar medidas de riesgo** agrupadas con efectos fijos o métodos mixtos, y **evaluación formal de sesgo de publicación**.





Resultados: revisión 1

Autor y año: Babisch (2000)

Tipo de estudios seleccionados:

Diseños transversales (**encuestas no representativas y estudios ecológicos**), y caso-control.

Principales resultados:

- ✓ **No existe evidencia** para relación entre exposición a ruido y **presión sanguínea promedio** en adultos.
- ✓ **Escasa evidencia** entre **hipertensión** y ruido de tránsito.
- ✓ **Cierta evidencia** para enfermedad isquémica del corazón.
- ✓ Mayor riesgo en sujetos que viven en áreas con **niveles de ruido >65-75 dBA**.

Limitaciones:

- ✗ No existe una estrategia de búsqueda sistemática.
- ✗ Diseño de los estudios (encuestas no representativas).
- ✗ En algunos no se controló por edad, consumo de cigarrillos y alcohol, índice de masa corporal, etc.

Fortalezas:

- ✓ **Primera revisión literatura (cualitativa) sobre efectos cardiovasculares del ruido ambiental.**
- ✓ Autor plantea inconveniencia de mezclar en meta-análisis **efectos de exposición ocupacional con exposición ambiental.**
- ✓ Autor conoce una gran cantidad de estudios, **incluso algunos no publicados.**

Resultados: revisión 2

Autor y año: Van Kempen *et al.* (2002)

Tipo de estudios seleccionados:

- N=43 estudios con **exposiciones ocupacionales y poblacionales.**
- Evalúa asociación entre exposición a ruido y presión sanguínea y/o enfermedad isquémica del corazón (International Classification of Diseases (ICD) 9: 410 – 414).

Principales resultados:

- ✓ Asociación significativa entre **exposición a ruido e hipertensión.**
- ✓ **RR=1,26 (IC95% 1,14 – 1,39)** para exposición a **ruido de aviación.**
- ✓ **RR= 1,09 (IC95% 1,05 – 1,13)** para exposición a **ruido de tráfico** y enfermedad isquémica del corazón.

Table 4. Summary estimates, expressed as $RR_{5\text{ dB(A)}}$, for the association between noise exposure, hypertension, and ischemic heart diseases, adjusted for sex and age.

| Noise exposure, ^a outcome | $RR_{5\text{ dB(A)}}$ | 95% CI | No. of estimates | Measurement range [dB(A)] |
|--------------------------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------|
| Occupation | | | | |
| Hypertension ^b | 1.14 | 1.01–1.29* | 9 | 55–116 |
| Road traffic | | | | |
| Hypertension | 0.95 | 0.84–1.08 | 2 | < 55–80 |
| Use of antihypertensives | 0.96 | 0.76–1.22 | 2 | > 50–73 |
| Consultation of GP/specialist | 0.91 | 0.73–1.12 | 1 | 55–70 |
| Angina pectoris | 0.99 | 0.84–1.16 | 2 | 51–70 |
| Myocardial infarction ^c | 1.03 | 0.99–1.09 | 3 | 51–80 |
| IHD-total ^c | 1.09 | 1.05–1.13* | 2 | 51–70 |
| Air traffic | | | | |
| Hypertension | 1.26 | 1.14–1.39* | 1 | 55–72 |
| Use of antihypertensives | 0.99 | 0.87–1.14 | 1 | 55–72 |
| Consultation of GP/specialist | 1.10 | 0.95–1.27 | 2 | 55–77 |
| Use of cardiovascular medicines | 1.05 | 0.99–1.11 | 2 | 38–77 |
| Angina pectoris | 1.03 | 0.90–1.18 | 1 | 55–72 |

CI, confidence interval.

^aThe noise exposure measures differed between the noise exposure sources: occupational noise exposure expressed in $L_{Aeq,8hr}$, in dB(A), road traffic noise exposure expressed in $L_{Aeq,6-22hr}$, in dB(A), and air traffic noise exposure expressed in $L_{Aeq,7-19hr}$, in dB(A). ^bAdjusted for age, sex, and work type. ^cOnly prevalence estimates. * $p < 0.05$.

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ **Resultados poco concluyentes** debido a: limitaciones en evaluación exposición, ajuste por confusores, y sesgo de publicación.
- ✗ **Estudios que reportaron efectos relativamente pequeños** fueron publicados con menor frecuencia.

Fortalezas:

- ✓ Evita sesgos al realizar una **búsqueda sistemática**.
- ✓ Evalúa formalmente las **fuentes de heterogeneidad y sesgo de publicación**.

Resultados: revisión 3

Autor y año: Babisch (2006)

Tipo de estudios seleccionados:

- Variable respuesta se tuvo: presión sanguínea, hipertensión y enfermedad cardiaca isquémica.

Principales resultados:

- ✓ Existe **suficiente evidencia** en efectos del ruido en la enfermedad cardiovascular isquémica.
- ✓ **Revisiones previas realizadas por el mismo autor la evidencia para este outcome fue “limitada” o “suficiente”.**

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ No existe una estrategia de búsqueda sistemática.
- ✗ Diseño de los estudios.

Fortalezas:

- Previa investigación de diseño experimental no permiten considerar:
 - factores **modificadores de efecto** (atenúan o amplifican),
 - grupos de riesgo que se configuran,
 - las relaciones dosis-respuesta.

Resultados: revisión 4

Autor y año: Babisch (2008)

Tipo de estudios seleccionados:

- Dos estudios descriptivos y cinco analíticos (caso control prospectivos y cohorte).
- Relación entre **ruido de tráfico e infarto del miocardio**.

Principales resultados:

- ✓ Incremento del riesgo cuando cuando el **ruido se encontraba >60 dBA**, evidenciando **relación dosis-respuesta**.
- ✓ Se ajustó de mejor forma con un **regresión no lineal (término polinómico)**.

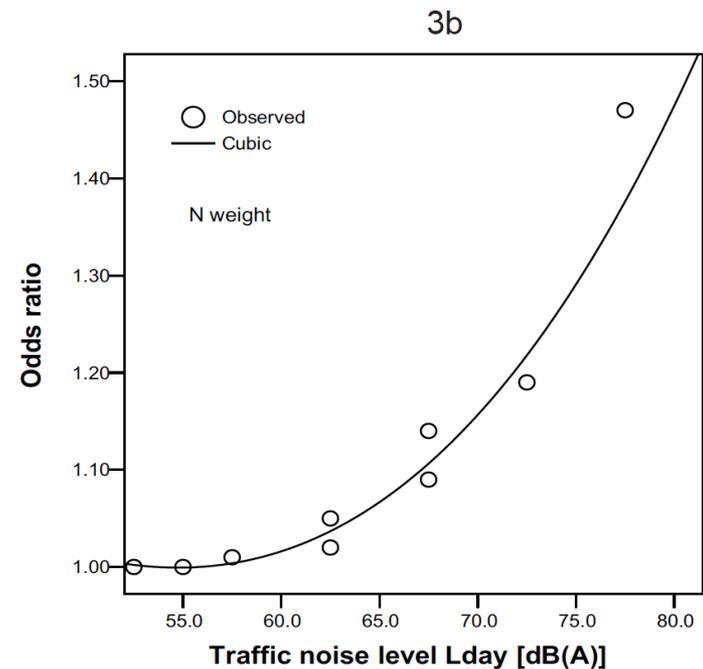
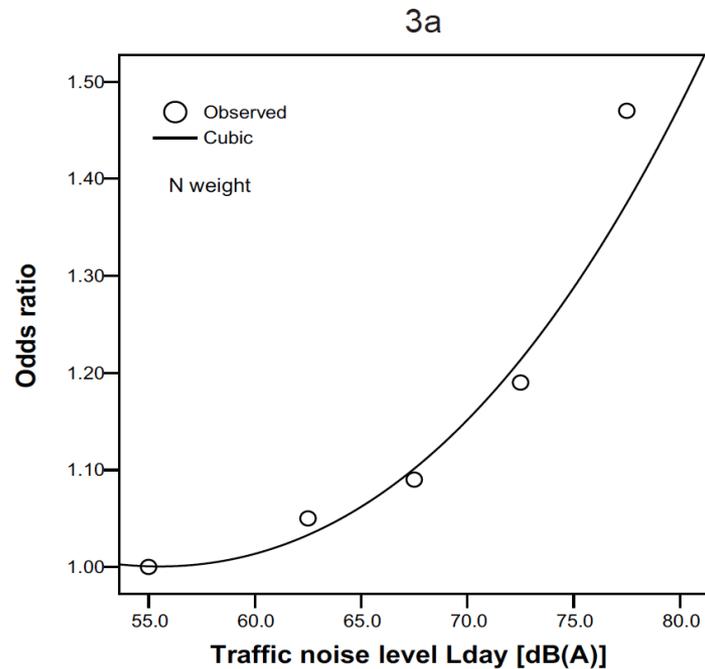


Figure 3 (a-b): Polynomial fits of the exposure-response relationship between road traffic noise and myocardial infarction. The left graph (3a) refers case-control or cohort studies (analytic studies), the right graph (3b) to cross-sectional, case-control or cohort studies (descriptive and analytic studies)

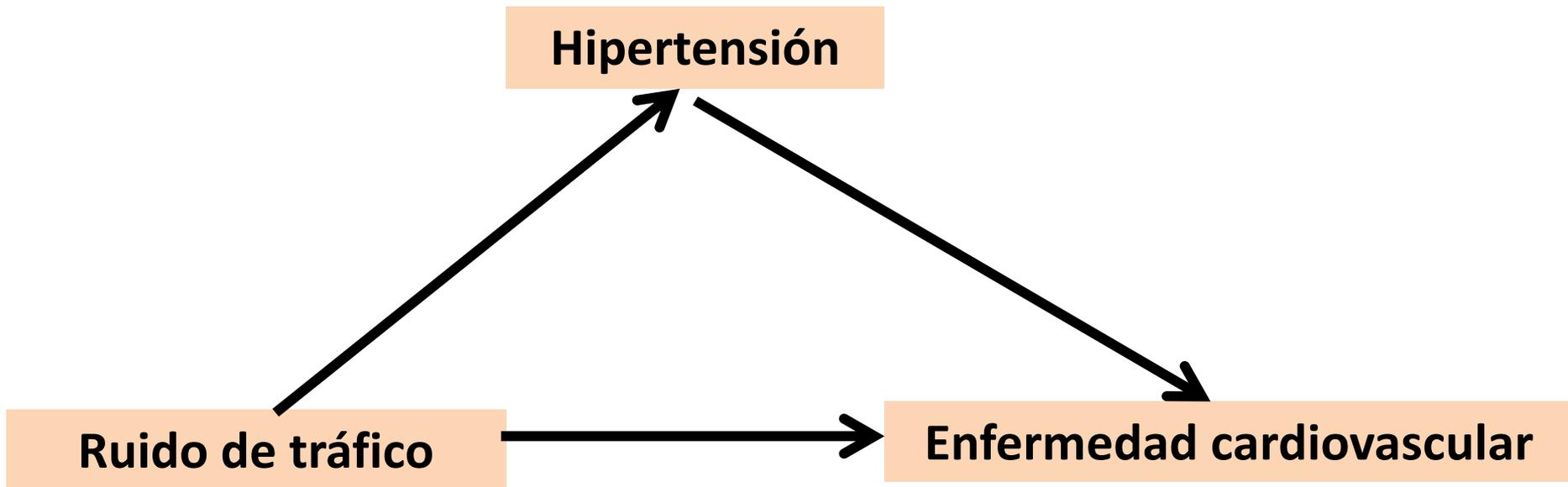
Exposure-response function

$$\text{OR} = 1.629657 - 0.000613(L_{\text{day},16\text{ h}})^2 + 0.000007357(L_{\text{day},16\text{ h}})^3, R^2 = 0.96$$

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ En los estudios incluidos en el meta-análisis se ajustó los modelos por variables intermedias como hipertensión.
- ✗ Estaría provocando un sobre-ajuste, teniendo a la nulidad de la medida de asociación.



Resultados: revisión 5

Autor y año: Babisch & van Kempen (2009)

Tipo de estudios seleccionados:

- 61 estudios epidemiológicos que investigaron asociación entre exposición a ruido y enfermedad cardiovascular.
- **Se enfocó en el ruido de aviación.**

Principales resultados:

- ✓ **RR=1,13 (IC95% 1,00 – 1,28)**, esto por cada 10 dB(A) de incremento en la exposición.

Table 1: Meta analysis of epidemiological studies of the association between aircraft noise and hypertension

| Study | No. of subjects | Fixed weight | Random weight | Odds ratio per 10 dB(A) | 95%- confidence interval | <i>P</i> value |
|-----------------|-----------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| Amsterdam | 5,828 | 76.55 | 28.05 | 1.73 | 1.38 - 2.16 | |
| Stockholm 1 | 2,959 | 3.75 | 3.46 | 1.69 | 0.61 - 4.65 | |
| Stockholm 2 | 2,392 | 140.37 | 33.65 | 1.21 | 1.03 - 1.43 | |
| Okinawa | 28,781 | 17.91 | 12.75 | 1.27 | 0.80 - 2.02 | |
| Hyena-London | 600 | 107.38 | 31.35 | 1.05 | 0.87 - 1.27 | |
| Hyena-Berlin | 972 | 209.93 | 36.56 | 1.18 | 1.03 - 1.35 | |
| Hyena-Amsterdam | 898 | 78.39 | 28.29 | 0.99 | 0.79 - 1.24 | |
| Hyena-Stockholm | 1,003 | 95.67 | 30.26 | 0.87 | 0.71 - 1.06 | |
| Hyena-Athens | 635 | 47.37 | 22.88 | 1.14 | 0.86 - 1.52 | |
| Hyena-Milan | 753 | 105.98 | 31.22 | 0.99 | 0.82 - 1.20 | |
| Pooled fixed | | | | 1.13 | 1.06 - 1.20 | 0.000 |
| Pooled random | | | | 1.13 | 1.00 - 1.28 | 0.044 |
| Heterogeneity | | | | Q = 26.13 | | 0.002 |

Note: Individual logistic regression coefficients are pooled. The studies differ with respect to study type, hypertension criteria and exposure indicators

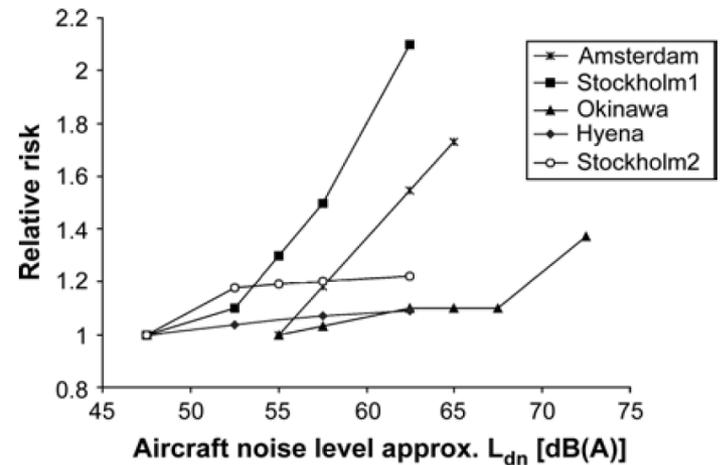


Figure 1: Association between aircraft noise level and the prevalence or incidence of hypertension

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ **Coeficientes de riesgo provenientes de estudios con diferentes rangos de exposición y métodos de medición utilizados.**
- ✗ **No es posible establecer una relación dosis-respuesta única y generalizable, tampoco el umbral de inicio del riesgo.**

Fortalezas:

- ✓ **A pesar de las limitaciones es un intento de obtener la “mejor estimación”.**
- ✓ **Heterogeneidad cuantificada.**

Resultados: revisión 6

Autor y año: Ndrepepa & Twardella (2011)

Variables y estudios:

- Asociación entre molestia a ruido de tránsito y enfermedades cardiovasculares (hipertensión arterial y enfermedad isquémica del corazón).
- 8 estudios publicados entre 1992-2006.

Principales resultados:

- Incremento en molestia fue asociado con hipertensión arterial: **RR=1,16 (IC95% 1,02 – 1,29).**
- La asociación con enfermedad isquémica del corazón no resultó significativa estadísticamente: **RR=1,07 (IC95% 0,99 – 1,14).**

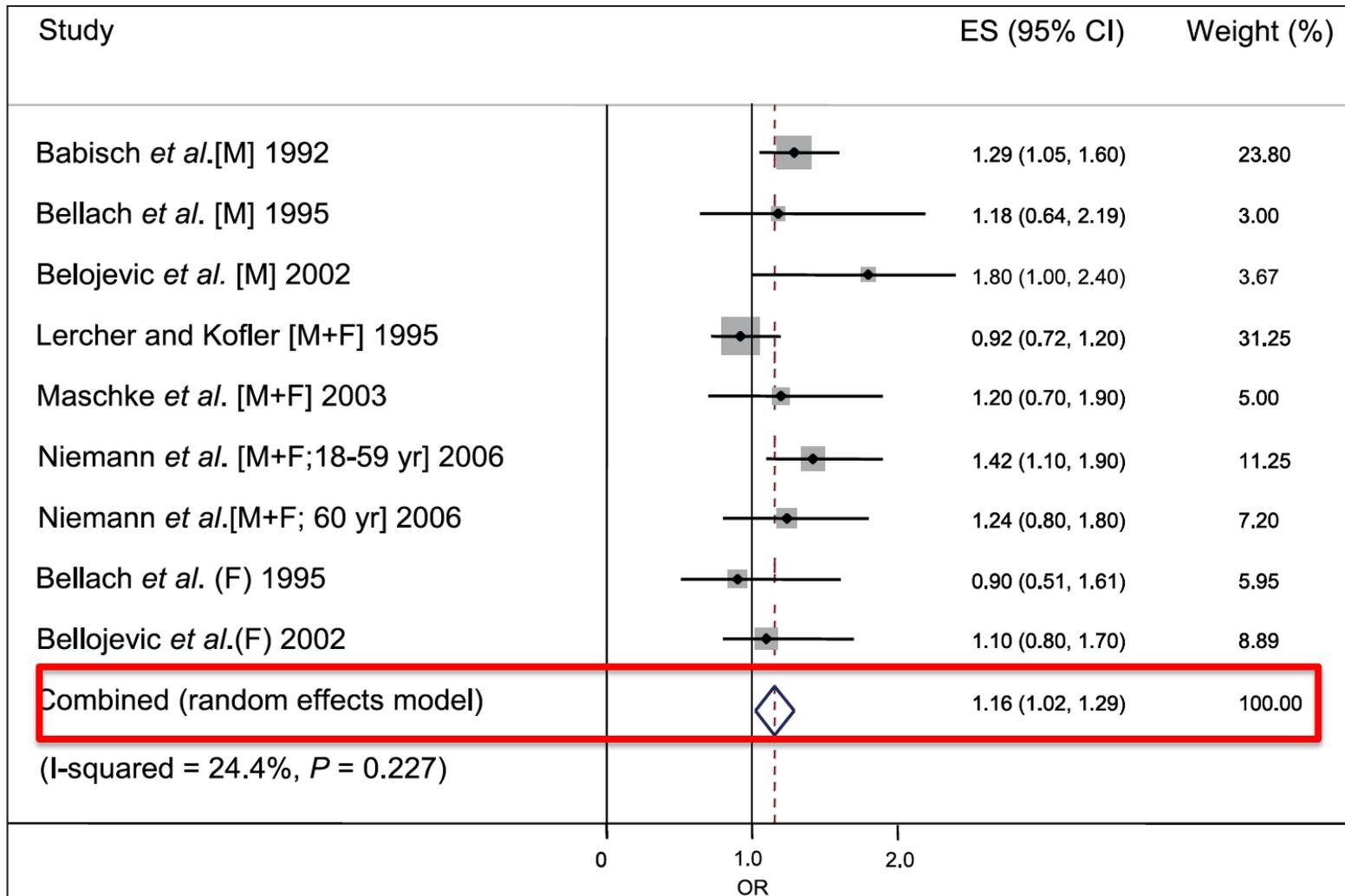


Figure 2: Forest plot of the association between noise annoyance from road traffic and the risk of arterial hypertension (Est = risk estimate; CI = confidence interval. M = males; F = females)

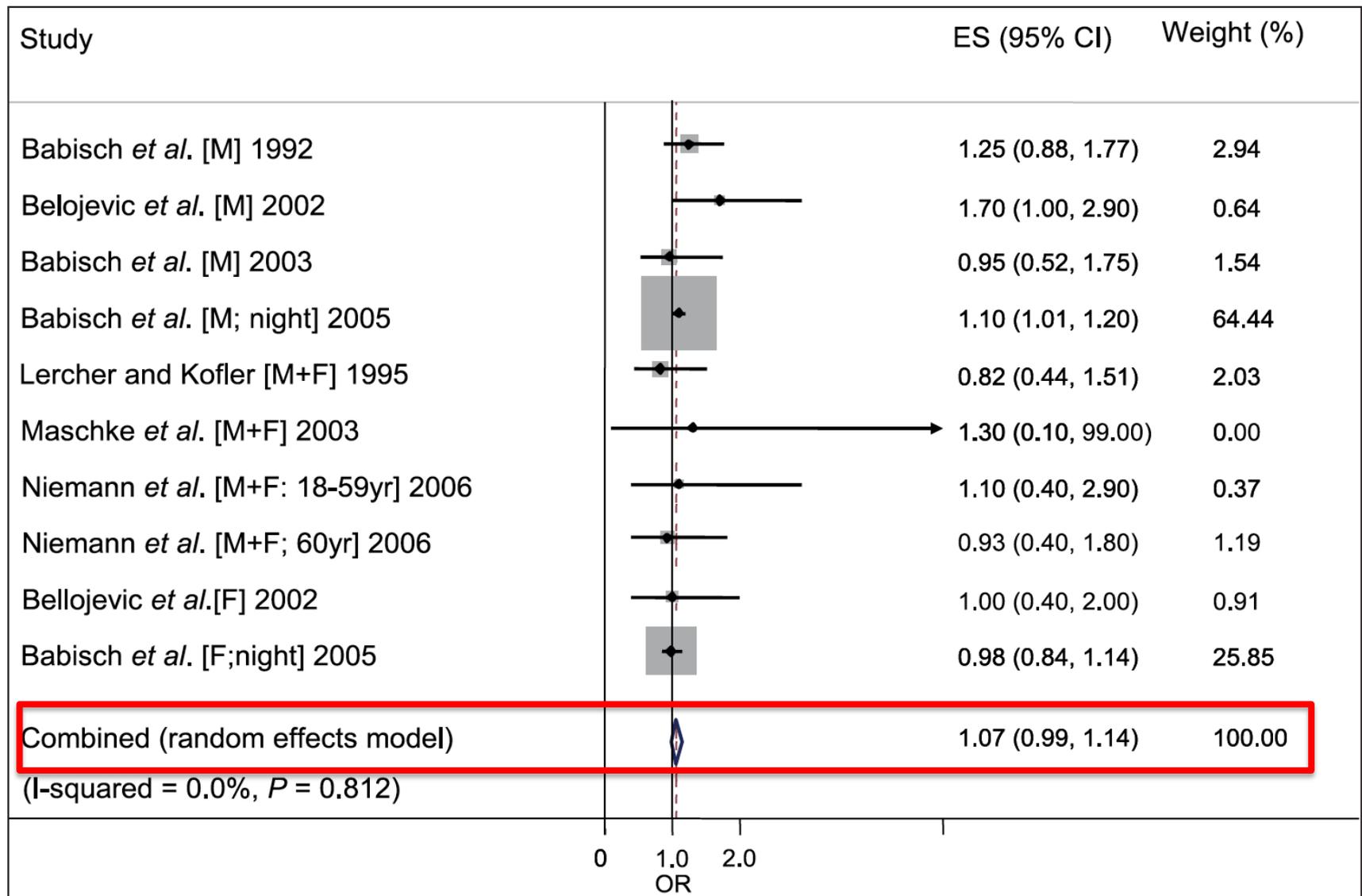


Figure 3: Forest plot of the association between noise annoyance from road traffic and the risk of ischemic heart disease (Est = risk estimate; CI = confidence interval. M = males; F = females)

Limitaciones:

- ✘ Tipo de estudio: seis con **diseño transversal**, uno caso-control y uno de cohorte.

Fortalezas:

- ✓ Siguió los estándares propuestos por las guías “Metaanalysis of Observational Studies in Epidemiology” (MOOSE).
- ✓ **Heterogeneidad y sesgo de publicación** evaluado.
- ✓ **Análisis de sensibilidad** mostró que la estimación se mantuvo similar a pesar de excluir uno a uno los estudios.
- ✓ Existió un **bajo grado de heterogeneidad y no se evidencio sesgo de publicación.**

Resultados: revisión 7

Autor y año: Van Kempen y Babisch (2012).

Tipo de estudios seleccionados:

- 27 estudios realizados entre 1970 y 2010.
- Efecto de exposición a **ruido de tránsito sobre hipertensión, determinando la existencia de una dosis-respuesta.**

Principales resultados:

- Se obtiene un **OR=1,034 (IC95% 1,011 – 1,056)** por cada 5 dB(A) de incremento del ruido de tránsito promedio en 16 horas (LAeq16hr), con un **rango entre 45 y 75 dB(A).**

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ Fuentes de heterogeneidad: edad, sexo, cuantificación exposición, nivel de referencia, análisis estadístico, y años de residencia.
- ✗ No fue posible determinar umbral para relación entre exposición a ruido de tránsito y presencia de hipertensión.
- ✗ Incorporación de estudios transversales.

Fortalezas:

- ✓ Meta-análisis realizado en forma sistemática.
- ✓ Se evaluó fuentes de heterogeneidad.
- ✓ Se evaluó sesgo de publicación.

Resultados: revisión 8

Autor y año: Babisch (2014).

Tipo de estudios seleccionados:

- N=14 estudios con **diversos diseños**.
- Evaluó asociación entre **ruido de tránsito** y enfermedad coronaria ([ICD 9]: 410-414; ICD 10: I20-I25), muerte súbita si es causada por enfermedad coronaria (ICD 10: I21, I46), infarto agudo al miocardio (ICD 9: 410; ICD 10: I21), y mortalidad por enfermedad coronaria ((ICD 9: 410-414, 429.2; ICD 10: I20-I25).

Principales resultados:

- **RR=1,08 (IC95% 1,04 – 1,13)** por incremento en 10 dB(A) del “weighted day-night noise level”, para un rango de **52-57 dB(A)**.

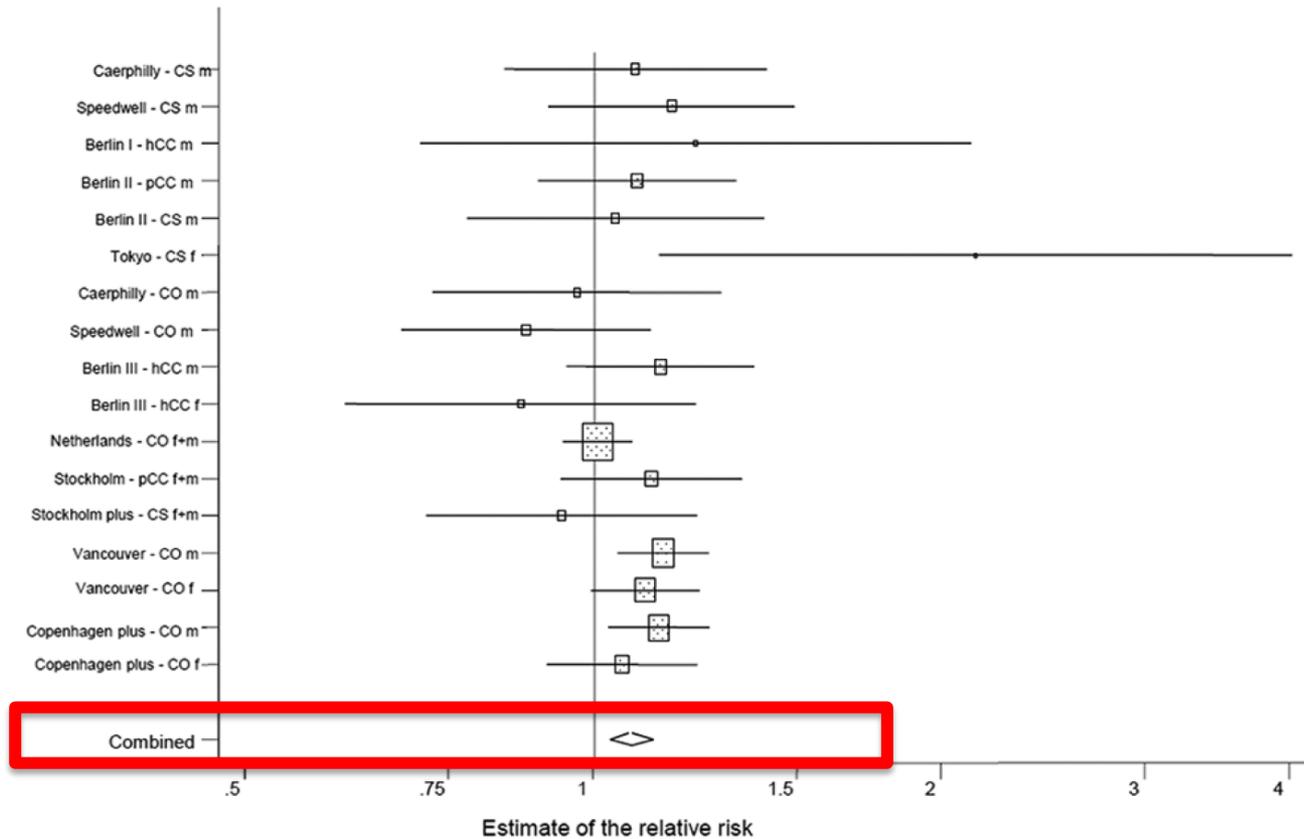


Figure 2: Forest plot of the relative risk per 10 dB(A) increase in noise level of the association between road traffic noise and coronary heart diseases (11 studies, 17 observations)

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ Resultados mostraron **heterogeneidad significativa**.
- ✗ Análisis estratificado evidenció que sexo, edad y punto de corte para los niveles de ruido, tenían un impacto en las estimaciones.

Fortalezas:

- ✓ **No existió evidencia acerca de sesgo de publicación.**
- ✓ La contaminación del aire fue considerada como variable de ajuste en tres estudios incluidos.
- ✓ **Como lo señala el autor y Tétreault *et al.*, 2013 no tiene mayores efectos como confusor.**

Resultados: revisión 9

Autor y año: Huang *et al.*, (2015)

Tipo de estudios seleccionados:

- **Exposición a ruido de aviación e hipertensión.**
- La búsqueda arrojó 5 estudios (16,784 personas); 4 transversales y 1 de cohorte.

Principales resultados:

- $OR=1,63$ (IC95% 1,14 – 2,33), con alta heterogeneidad, asociada a estudio tipo cohorte, siendo eliminado; **$OR=1,84$ (IC95%, 1,51 – 2,24).**
- En **hombres** **$OR=1,36$ (IC95% 1,15 – 1,60)** y mujeres $OR=1,31$ (IC95% 0,85 – 2,02).
- En **mayores de 55 años** **$OR=1,78$ (IC95% 1,33 – 2,39)**, similar para menor edad $OR=1,66$ (IC95% 1,21 – 2,27).

Table 1: Characteristics of the included studies

| First author | Year | Country | Study design | Population age (years) | Number of cases of hypertension | Exposure levels (dBA) | Adjustments | OR |
|--|------|-------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|------------------------|
| Rosenlund <i>et al.</i> ^[6] | 2001 | Sweden | cross-sectional | 19-80 | 2959 | <55; ≥55 | Age, sex, smoking, education, physical activity, fruit consumption and house type | Multivariable adjusted |
| Knipschild ^[13] | 1977 | Netherlands | cross-sectional | 35-64 | 5828 | 20-40; 40-60 | Not reported | Unadjusted |
| GOTO ^[16] | 2002 | Japan | cross-sectional | NA | 1646 | Unexposed; ≥75; | Anti-hypertension treatment, diet, alcohol consumption and smoking | Multivariable adjusted |
| Eriksson <i>et al.</i> ^[17] | 2010 | Sweden | cohort | 35-56 | 4721 | <50; ≥50 | Age, socioeconomic status, smoking and body mass index, sex (total population only) | Multivariable adjusted |
| Black ^[22] | 2007 | Sydney | cross-sectional | 15-87 | 1500 | unexposed; ≥70; | Noise sensitivity, annoyance of traffic and aircraft noise, interaction between aircraft and traffic noise annoyance | Multivariable adjusted |

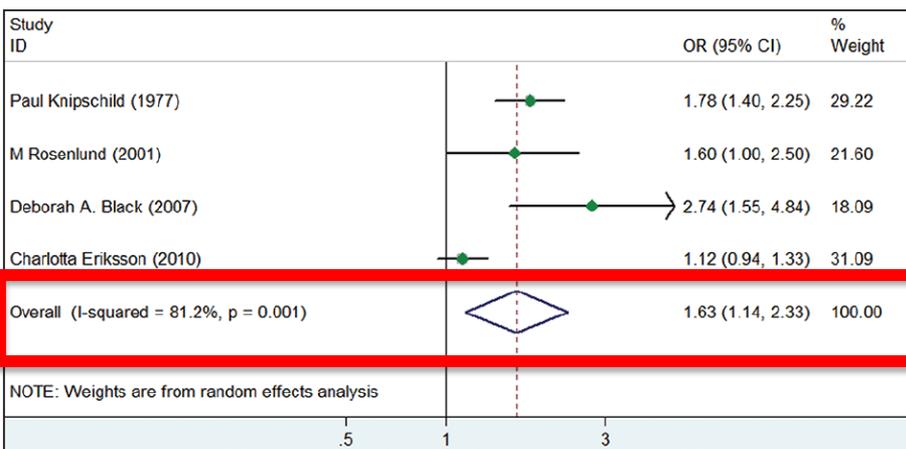


Figure 2: Forest plot of meta-analysis of hypertension in residents with aircraft noise exposure. Individual studies represented by OR and 95% CI

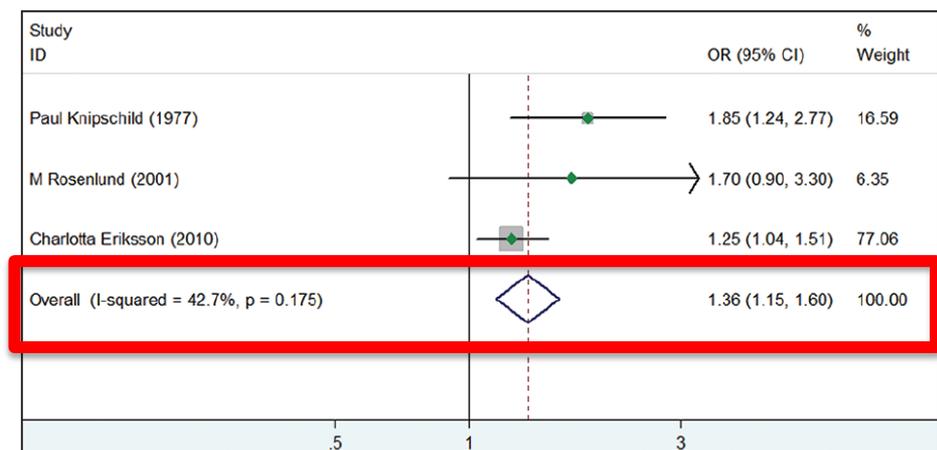


Figure 3: Forest plot of meta-analysis of hypertension in men with aircraft noise exposure. Individual studies represented by OR and 95% CI

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ Limitaciones en caracterización de exposición (**no existió un punto de corte claro y común entre los estudios**).
- ✗ **Ajuste por confusores** (algunos no ajustaron o no incluyeron los más relevantes).
- ✗ Fuentes de heterogeneidad.

Fortalezas:

- ✓ La revisión siguió los estándares de MOOSE y PRISMA.
- ✓ Búsqueda sistemática.
- ✓ Evaluación heterogeneidad.

Resultados: revisión 10

Autor y año: Vienneau *et al.* (2015)

Tipo de estudios seleccionados:

- 10 estudios realizados desde 1990.
- **Casos incidentes de infarto al miocardio o enfermedad coronaria (códigos ICD10: 120-125) en relación a ruido de transporte (carretera, ferrocarril y aviones).**

Principales resultados:

- ✓ **RR=1,06 (1,03 – 1,09)** por cada 10 dB de incremento.
- ✓ Exposición incrementó riesgo linealmente, **comenzando en 50 dB.**

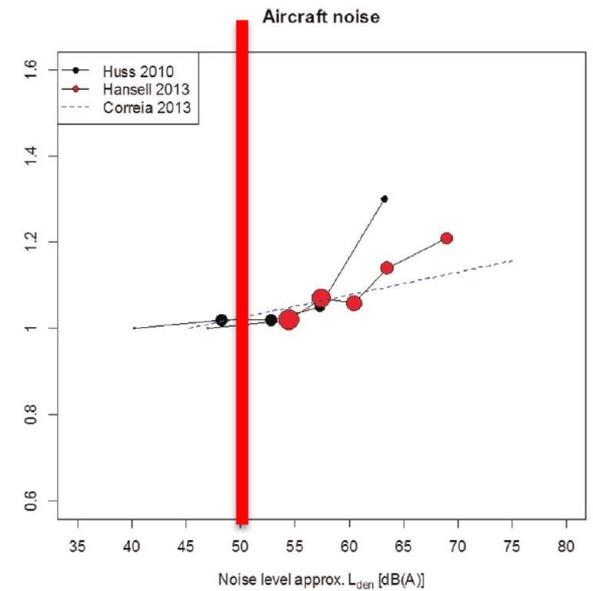
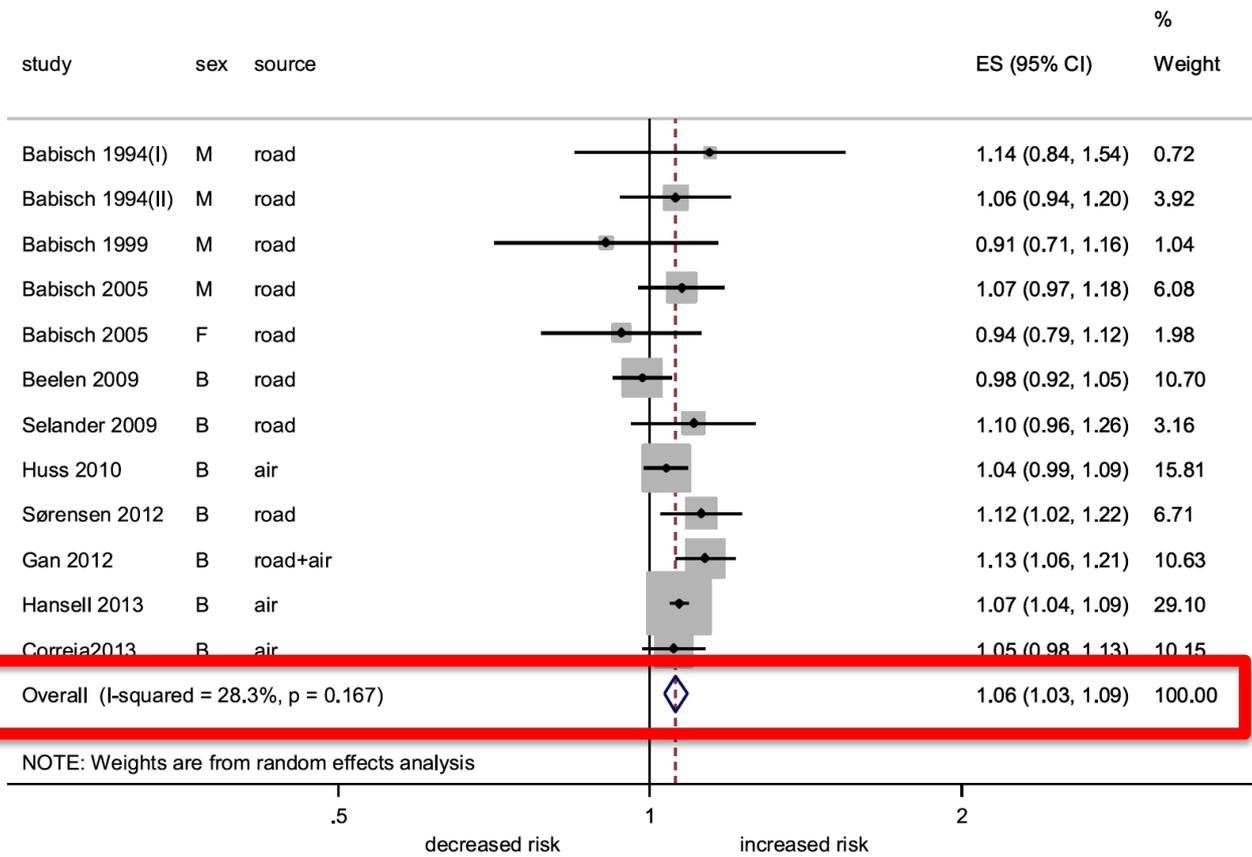


Fig. 2. Forest plot of effect estimates per 10 dBA increase in transportation noise (L_{den}) and association with IHD.

- **Tendencias en heterogeneidad**, asociadas a sexo y edad; mayor riesgo para los hombres y las personas sobre 65 años.

Table 3
Association between transportation noise exposure and IHD restricted to studies with estimates in both strata.

| Subgroup | Number of estimates | Risk Estimate (per 10dBA) | Heterogeneity ^a | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------------|---|
| | | | Between strata (<i>p</i> value) | Between studies within strata (<i>I</i> ²) (%) |
| Age | | | 0.22 | |
| < 65 years | 3 | 1.04 (0.98–1.10) | | 0.0 |
| ≥ 65 years | 3 | 1.09 (1.03–1.16) | | 39.2 |
| Sex | | | 0.14 | |
| Males | 4 | 1.09 (1.04–1.13) | | 0.0 |
| Females | 4 | 1.02 (0.95–1.10) | | 33.2 |
| Years in residence | | | 0.15 | |
| Not specified (full data) | 6 | 1.04 (1.00–1.08) | | 0.0 |
| > 10 years (subset) | 6 | 1.08 (1.03–1.14) | | 0.0 |
| Air pollution adjustment | | | 0.77 | |
| No | 4 | 1.06 (1.00–1.12) | | 68.2 |
| Yes | 4 | 1.05 (1.00–1.11) | | 57.0 |

^a *p* value of the Chi square test used to assess between-strata heterogeneity; *I*² statistic used to assess between-study heterogeneity.

Hipótesis:

Efecto del ruido sobre la calidad del sueño es más pronunciado en hombres (Frei et al., 2014)
Residencia mayor tiempo podría significar una exposición crónica (Babisch et al., 2005).
Residencia mayor tiempo podría significar menores condiciones de aislamiento (Huss et al. 2010)

- Diferencias con respecto al meta-análisis previo de Babisch (2014):
 - **variabilidad de las fuentes de exposición (carretera, ferrocarril y aviones).**
 - **tipo de diseño de los estudios incluidos,**
 - **ajuste por otros factores (polución del aire).**
- En Babisch (2014) la exposición correspondió sólo a ruido de carretera, **y se incorporó estudios de prevalencia.**
- Introducir sesgo si la fatalidad se relaciona con la exposición, pudiendo observar **pocos casos prevalentes en las áreas con mayor exposición.**

Resultados: revisión 11

Autor y año: Dzhambov (2015)

Tipo de estudios seleccionados:

- Asociación **entre ruido y la presencia de diabetes tipo 2** (ICD-10: E11) .
- 9 estudios (5 con exposición residencial y 4 ocupacional), de los cuales **4 correspondieron a cohortes y 5 a caso y control.**

Principales resultados:

- ✓ exposición residencial $L_{den} > 60$ dB tiene un **RR=1.22 (IC95% 1,09 – 1,37)** para diabetes tipo 2.
- ✓ Se excluyen estudios en que exposición resulta poco comparable se obtiene **RR=1,29 (IC95% 1,05 – 1,35).**

Resultados:

Limitaciones:

- ✗ Estimaciones de riesgo **no se ajustaron por potenciales confusores**.
- ✗ Existen **conversiones arbitrarias** al momento de analizar los resultados provenientes de escalas subjetivas de exposición.

Fortalezas:

- ✓ Se confeccionó lista de chequeo en que se otorgó un mayor puntaje al **diseño del estudio, el ajuste por covariables (confusores) y la duración de la exposición**.
- ✓ Estrategia sistemática, evaluación de heterogeneidad y sesgo de publicación.

Conclusiones

- Evolución de conclusiones a partir de la evidencia, **desde inexistente o dudosa a establecer una relación dosis-respuesta entre ruido** y enfermedades cardiovasculares.
- **Evolución de umbral de efecto:** Babisch (2008) riesgo cuando ruido > 60 dBA, Babisch (2014) riesgo en 52-57 dB(A) y **Vienneau et al. (2015) comienza en 50 dB.**
- Para el caso de la presencia de **diabetes tipo 2 el umbral se encontraría en 60 dB.**

Conclusiones

- **Evolución en calidad metodológica de las revisiones; desde agrupaciones no sistemáticas de estudios, -en su mayoría transversales- a tipo cohorte, con efectos ajustados por confusores e interacción.**
- **Resultaría necesario recalcular los AVDs estimados por la OMS para Europa en base a curva exposición-respuesta de Babisch (2008).**
- **Las personas expuestas entre 50 y 71 dBA estarían en mayor riesgo que el estimado previamente por la OMS.**

Conclusiones

- En Chile la Fracción Atribuible Poblacional (RAP%) del ruido en las enfermedades isquémicas del corazón fue estimada en **4%.***
- Efectos aunque pueden parecer pequeños, deben considerar la amplia extensión del ruido en las sociedades modernas.
- **Un impacto pequeño en una gran población puede resultar considerable.**

* Calculada por Gómez et al. (2015) en base a curva de exposición polinómica de Babisch (2008) y usada por la OMS.

El ruido es un contaminante invisible. Baja el Volumen.



GRACIAS

A group of hands holding up large red letters spelling 'GRACIAS'. The letters are thick and three-dimensional, and the hands are positioned below them, gripping the bottom edges. The background is plain white.