



Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral

ISSN: 1889-836X

ISSN: 2173-2345

Sociedad Española de Investigaciones Óseas y  
Metabolismo Mineral

Ormeño Illanes, JC; Quevedo Langenegger, EI  
Calidad del aire e incidencia de fractura osteoporótica de cadera en Chile  
Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral,  
vol. 11, núm. 4, 2019, Octubre-Diciembre, pp. 87-91  
Sociedad Española de Investigaciones Óseas y Metabolismo Mineral

DOI: <https://doi.org/10.4321/S1889-836X2019000400002>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360963065002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

# Calidad del aire e incidencia de fractura osteoporótica de cadera en Chile

DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S1889-836X2019000400002>

Ormeño Illanes JC<sup>1</sup>, Quevedo Langenegger EI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Concepción (Chile)

<sup>2</sup> Sección Endocrinología. Departamento de Medicina Interna. Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Concepción (Chile)

Fecha de recepción: 23/07/2019 - Fecha de aceptación: 30/11/2019

## Resumen

**Objetivo:** Estudios recientes muestran asociación entre la contaminación ambiental y el riesgo de sufrir una fractura osteoporótica. El objetivo de este estudio fue determinar si existe una asociación entre la contaminación ambiental con material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) y la fractura osteoporótica de cadera.

**Material y método:** Estudio retrospectivo de incidencia. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para evaluar la correlación entre la tasa de incidencia de altas hospitalarias por fractura de cadera osteoporótica en Chile y la concentración promedio anual de MP<sub>2,5</sub> en los Servicios de Salud de Chile en el año 2017.

**Resultados:** Durante el año 2017 se produjeron 8.322 fracturas de cadera en adultos de 65 años o más, con una tasa por 100 mil habitantes de 216 y 567 para hombres y mujeres, respectivamente. No se encontró ninguna asociación entre contaminación ambiental y fractura de cadera en mujeres. Se encontró asociación directa muy débil entre la tasa de incidencia de fractura de cadera osteoporótica en hombres y la concentración anual de MP<sub>2,5</sub> (r=0,074) por Servicios de Salud, siendo estadísticamente no significativa (p>0,05).

**Conclusiones:** No se encontró asociación estadísticamente significativa entre la contaminación ambiental y la tasa de incidencia de altas hospitalarias por fractura de cadera osteoporótica en Chile.

**Palabras clave:** contaminación ambiental, material particulado, osteoporosis, cadera.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental se ha asociado con una variedad de enfermedades, destacando las cardiovasculares<sup>1</sup> y las respiratorias<sup>2</sup>.

El monitoreo de la calidad del aire se ha orientado preferentemente al material particulado. Estas partículas se encuentran principalmente en zonas urbanas y provienen de centrales térmicas, procesos industriales, tráfico de vehículos, combustión residencial de leña para calefacción, carbón e incineradores industriales. El material particulado (MP) se clasifica según su diámetro, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos: partículas de diámetro menores de 10 µg, conocidas como MP<sub>10</sub>, y de diámetros inferiores a 2,5 µg, conocidas como MP<sub>2,5</sub>. Las partículas de MP<sub>2,5</sub>, al tener un menor diámetro, penetran hasta los alvéolos pulmonares e ingresan directamente al torrente sanguíneo, por lo que es el contaminante más dañino para la salud y el que genera mayores niveles de mortalidad prematura en la población, siendo el quinto factor de riesgo de mortalidad en el año 2015<sup>3</sup>. La exposición a

mayores concentraciones de MP<sub>2,5</sub> causaron 4,2 millones de muertes y 103 millones de años de vida saludables perdidos (AVISA) a nivel mundial en el 2015, representando 7,6% de las muertes totales y 4,2% de los AVISA<sup>3</sup>. Las muertes a nivel mundial atribuibles al MP<sub>2,5</sub> aumentaron de 3,5 millones en 1990 a 4,2 millones en 2015<sup>3</sup>.

Respecto a las enfermedades del sistema músculo esquelético, el material particulado se asocia a daño oxidativo e inflamación, lo que puede acelerar la pérdida de masa ósea y aumentar el riesgo de fracturas en los adultos mayores. Estudios realizados en Noruega muestran mayor riesgo de desarrollar osteoporosis y sufrir una fractura osteoporótica en la población expuesta a mayores concentraciones de MP<sub>2,5</sub><sup>4,5</sup>. Estudios recientes de Estados Unidos muestran que por cada 4,18 µg/m<sup>3</sup> de incremento en el MP<sub>2,5</sub> hay un aumento de 4,1% en las admisiones hospitalarias por fracturas óseas en los adultos mayores, y que concentraciones bajas de hormona paratiroidea en sangre se asocian a individuos que habitan áreas de mayor concentración de MP<sub>2,5</sub><sup>6</sup>.



Correspondencia: Erik Iván Quevedo Langenegger (equevedo@udec.cl)

En Chile, el  $MP_{2,5}$  y otras variables de calidad del aire se miden diariamente en estaciones monitoras de calidad del aire. El año 2017, de las 31 estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (que representan a más de 10 millones de habitantes de los 17,5 millones de habitantes que tiene Chile), 22 de ellas (69% del total) presentaron concentraciones superiores al valor habitual primario anual para  $MP_{2,5}$  ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>7</sup>. Ese mismo año, más de 8 millones de habitantes de Chile (cifras cercanas al 50% de la población) se vieron expuestas a concentraciones promedio de  $MP_{2,5}$  superiores al valor habitual. En la zona central de Chile, donde hay más de 7 millones de habitantes, las concentraciones promedio de  $MP_{2,5}$  llegan a las  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hacia el sur de Chile las concentraciones aumentan considerablemente, siendo la ciudad de Coyhaique, que tiene alrededor de 61 mil habitantes, la ciudad más contaminada de Latinoamérica al estar expuesta a las mayores concentraciones promedio de  $MP_{2,5}$  ( $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>7</sup>.

El único estudio en Latinoamérica que evalúa la asociación entre la contaminación del aire y la patología osteoporótica se efectuó en Chile, analizando la asociación entre las altas hospitalarias desde el año 2005 al año 2011 y el material particulado, encontrándose que no hay asociación estadísticamente significativa entre la contaminación atmosférica y la incidencia promedio anual de fractura de cadera osteoporótica en Chile; sin embargo, se utilizaron los datos de algunas ciudades y no los datos correspondientes a los Servicios de Salud de Chile, por lo que gran cantidad de altas hospitalarias quedaron fuera del estudio<sup>8</sup>.

El objetivo de este estudio fue determinar si existe una asociación entre la contaminación del aire y la fractura osteoporótica de cadera en la población chilena.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio retrospectivo de incidencia.

El Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS) de Chile cuenta con 29 Servicios de Salud (SS) territoriales que tienen responsabilidades de acción sanitaria sobre territorios geográficos definidos.

Se utilizaron los registros del año 2017 del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), del Ministerio de Salud, del cual se obtuvo la cantidad de fracturas de cadera osteoporóticas por cada SS de Chile. Las fracturas de cadera corresponden al código S72 del CIE-10 (décima edición de la Clasificación Internacional de Enfermedades), y se utilizaron las fracturas de cadera correspondientes a los adultos de 65 años o más, pues estas se atribuyen a la osteoporosis.

A partir de los registros del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) se obtuvieron los datos de la población de 65 años y más por SS en el año 2017. Se utilizaron los datos de la cantidad de habitantes de 65 años o más por SS y la cantidad de fracturas de cadera en adultos de 65 años o más por SS para calcular la incidencia de fractura de cadera osteoporótica en cada SS.

Se utilizaron los datos del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) para obtener el promedio anual de concentración de  $MP_{2,5}$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cada SS. Debido a que no todos los servicios de salud tienen estaciones de monitoreo de  $MP_{2,5}$  o no tienen registros validados para el año 2017, se excluyeron 8 de los 29 SS de Chile, que representan aproximadamente 3 millones de habitantes del país (17% de la población total de Chile).

Con el paquete estadístico SPSS 21.0 se midió el coeficiente de correlación de Pearson (prueba utilizada para medir el grado de relación de dos variables cuantitativas relacionadas linealmente) para evaluar la asociación entre la incidencia anual de fractura de cadera osteoporótica por SS y el promedio anual de concentración de  $MP_{2,5}$  por SS en 21 de los 29 SS de Chile (que representan aproximadamente 14,5 de los 17,5 millones de habitantes del país, un 83% de este). Se utilizó un nivel de confianza de 95%, por lo que se consideran significativos los resultados con  $p < 0,05$ . Al interpretar el nivel de correlación, se considera una correlación perfecta un valor  $r = 1$ , una correlación muy fuerte  $1 > r > 0,8$ , una correlación fuerte con  $0,8 > r > 0,6$ , una correlación moderada con  $0,6 > r > 0,4$ , una correlación débil con  $r > 0,4 > r > 0,2$ , una correlación muy débil con  $0,2 > r > 0$ , y una correlación nula con  $r = 0$ .

El estudio tiene sus limitaciones, pues es retrospectivo y no valora los hábitos de salud de la población evaluada; sin embargo, al incluir la mayoría de los SS de Chile, utiliza gran parte de la población, y al incluir solamente los datos del año 2017, no presenta el sesgo de incluir población que cambió de dirección en los años evaluados.

## RESULTADOS

En el año 2017 se produjeron 8.322 fracturas de cadera osteoporóticas en Chile para una población estimada de 17,5 millones, según el censo 2017. La tasa nacional de incidencia de fracturas de cadera osteoporótica fue de 415,4 por cada 100.000 adultos de 65 o más años, siendo inferior para hombres (215,9 por cada 100.000 hombres de 65 o más años) y superior para mujeres (566,8 por cada 100.000 mujeres de 65 o más años). El SS con mayor incidencia de fracturas de cadera osteoporótica es el SS de Iquique y Tarapacá, mientras que el SS con menor incidencia es el SS Metropolitano Oriente (Tabla 1).

En relación a la calidad del aire, esta se evaluó con las concentraciones anuales de  $MP_{2,5}$  en cada SS. La medida habitual primaria anual para  $MP_{2,5}$  es de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De los 21 SS evaluados, 12 se encontraron con una exposición de concentraciones anuales promedio superiores a la medida habitual. El SS Aysén, de aproximadamente 110.000 habitantes, es el SS expuesto a las mayores concentraciones anuales promedio de  $MP_{2,5}$  ( $48,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); mientras que el SS Magallanes, de aproximadamente 161.000 habitantes, es el SS con menores concentraciones anuales promedio de  $MP_{2,5}$  ( $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Figura 1).

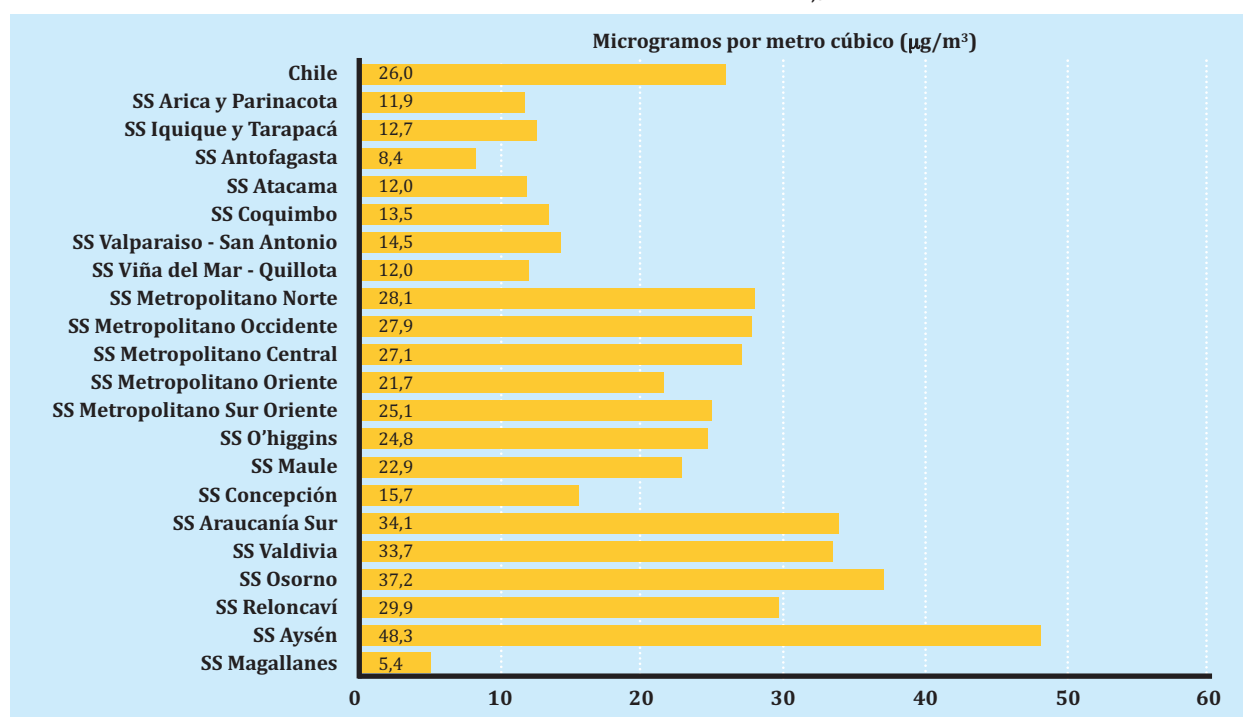
Respecto a la asociación entre la concentración promedio anual de  $MP_{2,5}$  por SS y la tasa de incidencia anual de fracturas de cadera osteoporóticas por SS, analizando en hombres, mujeres y en ambos sexos: no se encontró asociación entre las variables, pues el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) es muy débil  $0,2 > r > 0$  (Tabla 2).

En el diagrama de dispersión para la incidencia de fractura de cadera osteoporótica por SS en función de la concentración promedio anual de  $MP_{2,5}$  se puede apreciar la baja relación atribuible entre ambas variables, pues tanto el SS con menor concentración anual  $MP_{2,5}$  (SS Magallanes:  $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como el SS con mayor concentración de  $MP_{2,5}$  (SS Aysén:  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) presentaron tasas de incidencia de fractura osteoporótica similares, 325 por cada 100.000 habitantes de 65 o más años en SS Magallanes comparado con 398 de SS Aysén (Figura 2).

**Tabla 1. Promedio anual de concentraciones de material particulado fino MP<sub>2,5</sub> e incidencia de fracturas de cadera en adultos de 65 años o más en cada Servicio de Salud (SS) durante 2017**

	Promedio anual de concentraciones de (MP <sub>2,5</sub> ) en µg/m <sup>3</sup>	Incidencia de fracturas por cada 100.000 habitantes de ≥65 años	Incidencia de fracturas por cada 100.000 hombres de ≥65 años	Incidencia de fracturas por cada 100.000 mujeres de ≥65 años
Chile	26,0	415,4	215,9	566,8
SS Arica y Parinacota	11,9	349,9	182,5	484,7
SS Iquique y Tarapacá	12,7	608,7	306,4	863,7
SS Antofagasta	8,4	374,1	202,6	505,8
SS Atacama	12,0	430,5	224,1	606,5
SS Coquimbo	13,5	559,5	258,0	802,0
SS Valparaíso - San Antonio	14,5	399,4	235,9	520,9
SS Viña Del Mar - Quillota	12,0	375,7	168,3	525,5
SS Metropolitano Norte	28,1	399,7	220,6	528,0
SS Metropolitano Occidente	27,9	406,7	210,3	556,1
SS Metropolitano Central	27,1	339,5	155,3	462,7
SS Metropolitano Oriente	21,7	201,6	94,3	269,4
SS Metropolitano Sur Oriente	25,1	348,4	194,9	458,6
SS O'higgins	24,8	371,8	199,7	521,0
SS Maule	22,9	410,7	157,9	483,7
SS Concepción	15,7	373,3	200,7	488,9
SS Araucanía Sur	34,1	423,3	253,0	557,9
SS Valdivia	33,7	431,6	245,7	580,9
SS Osorno	37,2	368,2	183,7	511,6
SS Reloncaví	29,9	310,6	173,6	425,9
SS Aysén	48,3	398,3	244,1	543,5
SS Magallanes	5,4	325,1	171,0	452,5

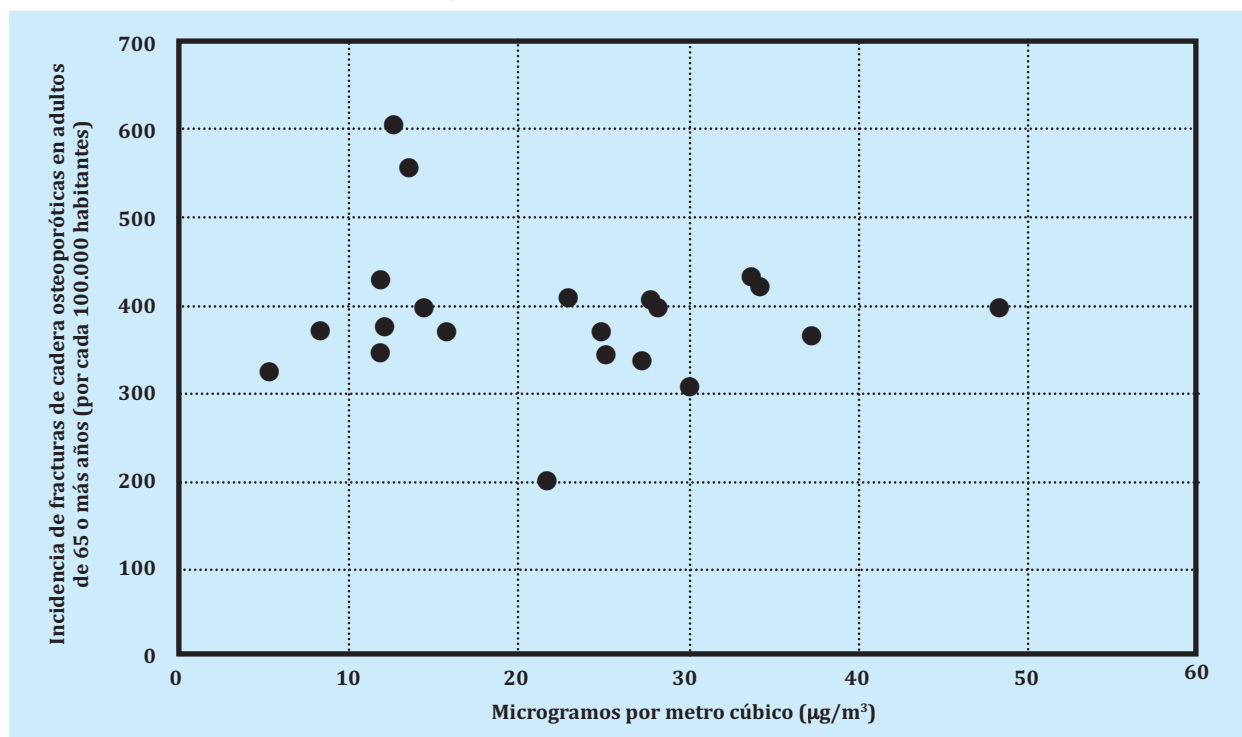
**Figura 1. Promedio anual de concentraciones de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) en los Servicios de Salud de Chile en 2017**



**Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre incidencia de fractura de cadera osteoporótica y concentración anual de MP<sub>2,5</sub> por Servicio de Salud, de acuerdo al género**

	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Promedio anual de concentraciones de MP <sub>2,5</sub>	-0,114 (p>0,05)	0,074 (p>0,05)	-0,148 (p>0,05)

**Figura 2. Diagrama de dispersión de incidencia de fracturas de cadera osteoporóticas totales por Servicio de Salud y concentración promedio anual de MP<sub>2,5</sub> en cada uno de ellos**



## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que evalúa la asociación entre contaminación del aire e incidencia de fractura osteoporótica de cadera en los SS de Chile, dado que en él se pudo abarcar la mayor parte de la población del país, a diferencia de un estudio previo en que solo se evaluó la contaminación ambiental en las principales ciudades de Chile<sup>8</sup>.

En nuestro análisis de más de 8.000 altas hospitalarias durante el año 2017 por fracturas osteoporóticas de cadera en Chile encontramos una asociación directa muy débil entre la tasa de incidencia por SS en hombres con la contaminación del aire por material particulado fino, y que no logró significación estadística.

Diddier Prada y cols. encontraron asociación entre la exposición prolongada al MP<sub>2,5</sub> y la pérdida excesiva de hueso longitudinal. Ellos también encontraron que la población de áreas con mayor concentración de MP<sub>2,5</sub> tienen mayor riesgo de sufrir una fractura osteoporótica<sup>6</sup>.

En 2 estudios realizados en Oslo (Noruega), se encontró asociación directa y estadísticamente significativa entre la contaminación ambiental, la densidad mineral ósea (DMO) total del cuerpo<sup>4</sup> y la fractura del antebrazo<sup>5</sup>. No obstante, dado que parte de la población que sufre

fracturas osteoporóticas de cadera puede tener una DMO normal o en rango de osteopenia, para nuestro estudio decidimos evaluar la fractura de cadera osteoporótica en lugar de la DMO.

Un estudio en Taiwan encontró menores valores de DMO a mayores concentraciones de contaminantes ambientales<sup>9</sup>, con un riesgo relativo bajo, pero que es importante dado que gran parte de la población mundial se ve expuesta a aire contaminado. En este trabajo, la menor DMO fue asociada al impacto de los contaminantes ambientales a nivel óseo, dado que el hueso es una reserva de por vida para metales pesados. El plomo y otros metales tóxicos como el cadmio, mercurio y aluminio forman enlaces con el calcio de la hidroxiapatita, resultando así en un desecho biológico para toda la vida, pues más del 90% del plomo en el cuerpo humano se encuentra en los huesos y en los dientes<sup>10</sup>.

En conclusión, en nuestro análisis retrospectivo de más de 8.000 altas hospitalarias del año 2017 por fracturas osteoporóticas de cadera en Chile, no encontramos asociación entre la tasa de incidencia por SS con la contaminación del aire, representada por la concentración promedio anual de MP<sub>2,5</sub>.



**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Du Y, Xu X, Chu M, Guo Y, Wang J. Air particulate matter and cardiovascular disease: the epidemiological, biomedical and clinical evidence. *J Thorac Dis.* 2016;8:E8-19.
2. Xing Y-F, Xu Y-H, Shi M-H, Lian Y-X. The impact of PM2.5 on the human respiratory system. *J Thorac Dis.* 2016;8:E69-74.
3. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet.* 2017;389(10082):1907-18.
4. Alvaer K, Meyer HE, Falch JA, Nafstad P, Sjøgaard AJ. Outdoor air pollution and bone mineral density in elderly men-the Oslo Health Study. *Osteoporos Int.* 2007;18:1669-74.
5. Alver K, Meyer HE, Falch JA, Sjøgaard AJ. Outdoor air pollution, bone density and self-reported forearm fracture: the Oslo Health Study. *Osteoporos Int.* 2010;21:1751-60.
6. Prada D, Zhong J, Colicino E, Zanobetti A, Schwartz J, Dagnicourt N, et al. Association of air particulate pollution with bone loss over time and bone fracture risk: analysis of data from two independent studies. *Lancet Planet Health.* 2017;1(8):e337-47.
7. Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2018. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/01/Cuarto-reporte-del-medio-ambiente-compressed.pdf>.
8. Hananias F, Cordovier E, Arroyo C, Quevedo I. Influencia de la contaminación ambiental en la incidencia de fractura de cuello femoral. *Rev Chil Endocrinol Diabetes.* 2017;10(3):85-9.
9. Chang KH, Chang MY, Muo CH, Wu TN, Hwang BF, Chen CY, et al. Exposure to air pollution increases the risk of osteoporosis: a nationwide longitudinal study. *Medicine (Baltimore).* 2015;94:e733.
10. Bellinger DC. The protean toxicities of lead: new chapters in a familiar story. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8:2593-628.