PREVALENCIA DE DESORDENES MUSCULO-ESQUELÉTICOS Y FACTORES ASOCIADOS EN TRABAJADORES DE UNA CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR EN EL AÑO 2012.

Pinto Becerra Andrea Johanna, Peña Cedano Jenny Viviana

Abstract

Objective: To determine the prevalence of general musculoskeletal symptoms and associated factors in workers of a Compensation Case in Bogotá, Colombia, 2012

Methods: Observational, cross-sectional study, in workers who develop care and administrative activities. We applied conducted surveys of symptoms and ergonomic factors specific to the individual based on the Standardized Nordic Questionnaire for the detection and analysis of musculoskeletal symptoms associated with questions taken from the Survey of Labour and Health Conditions.

Results The study population was 232 workers, 68.97% were female and 31.3% were male. The average age is 24.5 years. The higher prevalence of musculoskeletal disorders is at hand and right wrist with a 12.07% of the population, followed by right shoulder with a value of 6.9%, is then neck and back. We found a $p < 0.05$ for the inconvenience level right hand and wrist in people who have administrative positions, require and make quick work pace is determined by their bosses.

Conclusion Musculoskeletal disorders are a very complex situation, which is influenced by individual, psychosocial and environmental factors that interact increasing the risk of produce certain diseases. It is necessary to conduct a multivariate approach to people with this type of pathology.

KEY WORDS: MUSCULOSKELETAL DISORDERS, PSYCHOSOCIAL RISK, PREVALENCE, SYMPTOMS

Resumen

Objetivo: Determinar la prevalencia de síntomas osteomusculares generales y los factores asociados en los trabajadores de una Caja de compensación en Bogotá, Colombia, 2012

Métodos: Estudio observacional, de corte transversal, en los trabajadores que desarrollan actividades asistenciales y administrativas. Se aplicaron encuestas de síntomas y factores ergonómicos específicos para el individuo basado en el Cuestionario Estandarizado Nórdico para la detección y análisis de los síntomas músculo-esqueléticos asociados con preguntas tomadas de la Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud.

Resultados: La población de estudio fue de 232 trabajadores, 68,97% eran mujeres y el 31,3% eran varones. La edad media es de 24,5 años. La mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos está en la mano y la muñeca derecha con

un 12,07% de la población, seguido por el hombro derecho con un valor de 6,9%, seguido por cuello y espalda. Se encontró una $p < 0,05$ para molestias en mano y muñeca derecha en las personas que tienen puestos administrativos, requieren hacer un trabajo rápido y el ritmo de trabajo está determinado por sus jefes.

Conclusión Los trastornos musculoesqueléticos son una situación muy compleja, que está influenciada por factores individuales, psicosociales y ambientales que interactúan incrementando el riesgo de producir ciertas enfermedades. Es necesario llevar a cabo un enfoque multivariado para personas con este tipo de patología.

PALABRAS CLAVE: TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS, RIESGO PSICOSOCIAL, PREVALENCIA, SÍNTOMAS

I. INTRODUCCION

Los trabajadores en sus diferentes áreas de desempeño presentan desordenes musculo-esqueléticos que se generan durante la jornada laboral y que algunas veces no son detectados en los exámenes de ingreso a la empresa y en los exámenes periódicos.

Este tipo de patología según los diversos estudios de enfermedad profesional, es la primera causa de morbilidad dentro de la población trabajadora, generando días de incapacidad y disminución de la productividad a nivel empresarial. El trabajo es una actividad de gran importancia que brinda un efecto beneficioso en la calidad de vida. Sin embargo un ambiente laboral desfavorable se puede convertir en una amenaza para la salud del trabajador. (1).

La NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) define los Desórdenes Músculo-Esqueléticos (DME) como un grupo de condiciones que involucra nervios, tendones, músculos y estructuras de soporte. Representan una amplia gama de trastornos, que puede variar en gravedad, desde síntomas leves periódicos a graves, crónicos y condiciones debilitantes. De acuerdo con el National Research Council and Institute of Medicine para el estudio de este tipo de patologías se deben tener en cuenta diversos factores; entre estos se encuentran: aspectos físicos, sociales y organizacionales del trabajo y el lugar de trabajo; aspectos físicos y sociales de la actividad extra laboral y

las características físicas y psicológicas del individuo. (2)

Los trastornos músculo-esqueléticos se presentan con una frecuencia 3 a 4 veces más alta en algunos sectores cuando se comparan con los datos de población general. Son ellos: el sector salud, la aeronavegación, la minería, la industria procesadora de alimentos, el curtido de cueros, y la manufactura. (3)

Los DME y sus costos asociados representan problemas importantes en los países en desarrollo con el consiguiente impacto en la productividad y el bienestar de los trabajadores. En el caso de Colombia, la importancia de estos problemas se destaca por el impacto de los desordenes musculo esqueléticos en la productividad que se refleja en el consumo estimado de 0,2% del PIB del país en 2005. Los factores más comunes de riesgo biomecánicos con evidencia razonable de causar trastornos musculo esqueléticos son la repetición excesiva, posturas forzadas y levantar objetos pesados. (5)

Los posibles factores de riesgo son de origen físico, psicológico o personal. Estos factores pueden reforzarse entre sí y su influencia también puede estar mediada por factores culturales o sociales. La importancia de cada factor, y por tanto su contribución al riesgo de los síntomas, varía entre los individuos y ambientes de trabajo. (6)

Dentro de estos factores encontramos los psicosociales que dependen de características personales como la edad, el género, la experiencia, personalidad y capacidad de ser influenciado o influenciar. Cuando el desbalance de esto con las demandas laborales produce estrés laboral esto a su vez provoca aumento del tono muscular que a largo plazo puede producir síntomas. (7)

La OMS ha caracterizado las enfermedades relacionadas con el trabajo como un proceso multifactorial, sin embargo esta misma controversia se plantea con otras patologías ocupacionales y no ocupacionales. (8)

II. MATERIALES Y METODOS

A. Tipo de estudio

Estudio observacional, corte transversal, en los trabajadores pertenecientes a la caja de compensación, quienes desarrollan actividades asistenciales y administrativas.

Este tipo de estudio se realizó con el fin de describir las variables consideradas y proveer hipótesis que pueden ser objeto de futuros estudios

B. Población de estudio

Trabajadores de la Caja de Compensación Familiar que tengan contrato vigente en el momento de la realización de la encuesta de morbilidad.

Tamaño de muestra: Se hizo el cálculo de la muestra tomando como base el estudio de prevalencia de factores de riesgo psicosocial y dolor en miembros superiores realizado por Hsain-Yi y colaboradores en las industrias de Taiwán (9) con un nivel de confianza del 95% y un error estimado de 0.5%, se considera que la muestra debe estar entre 200 y 236 personas.

C. Criterios de selección

Criterios de inclusión: Trabajadores de planta y contratistas de la Caja de Compensación con contrato vigente con la empresa en el momento de la aplicación de la encuesta de morbilidad.

Criterios de exclusión: Trabajadores que no acepten la realización de la encuesta de morbilidad

Población total: 232 personas

D. Instrumentos de recolección

Se realizaron encuestas de sintomatología ergonómica y factores propios del individuo basadas en el Cuestionario Nórdico Estandarizado(10) para la detección y análisis de síntomas musculo esqueléticos, asociados a preguntas tomadas de la Encuesta de Condiciones de Trabajo y salud.(11)

La encuesta abordó los siguientes ítems: Datos personales, datos de descripción de la actividad realizada, aparición de síntomas osteo-musculares, ritmo de trabajo, control y autonomía sobre las tareas realizadas y apoyo de los compañeros y jefes.

Las encuestas se entregaron a cada trabajador quien la respondió de forma libre y autónoma.

E. Análisis de resultados

Con base en los resultados de la encuesta se realizó una descripción socio-demográfica de la población y se determinó la prevalencia de síntomas musculo-esqueléticos, clasificados según segmentos corporales, asociado a factores psicosociales y extralaborales.

El análisis estadístico se hizo con EpiInfo, Versión 3.5.3 del Centers for Disease Control and Prevention de Atlanta, USA y Microsoft Office Excel. El análisis descriptivo incluye el cálculo de la media.

El análisis comparativo se realizó por medio del Test Chi²

III. RESULTADOS

Del total de la población estudiada, la cual fue de 232, el 68.97% de los trabajadores pertenecientes a la Caja de

Compensación corresponde al sexo femenino y el 31.03% corresponde al sexo masculino.

El promedio de edad es de 24.5 años de edad con un predominio de trabajadores entre los 21 - 30 años lo que muestra que hay una población joven, en edad productiva y de crecimiento laboral.

Dentro de la compañía evidenciamos que la condición civil que mas predomina es el soltero con un 46.98% lo que equivale a un total de 109 trabajadores, seguido por la población casada con un 30.17% lo que equivale a 70 trabajadores

Existe una amplia distribución de los años de antigüedad en el cargo que puede ir hasta los 33 años de antigüedad. El más alto rango de personal se encuentra entre el año de vinculación y los 15 años lo que significa que hay una gran estabilidad dentro de la compañía con un promedio de años laborados de 12.5 años

De la población evaluada, el 59.48% de la población se encuentra en el promedio de peso esperado para la talla, mientras el 28,88% se encuentra en un rango de obesidad lo que significaría que estos trabajadores se encuentran en un riesgo cardiovascular y metabólico importante. Tabla 1

Tabla 1. Datos demográficos

	N	%	Media
Género			
Femenino	160	68.97	
Masculino	72	31.03	
Edad (años, rango 18-72)			24.5
Estado civil			
Soltero	109	46.98	
Casado	70	30.17	
Unión libre	40	17.24	
Separado	9	3.88	
Viudo	4	1.72	
Cargo			
Trabajadores de salud	56	24.14	
Administrativos Operativos	156	67.24	
Operativos	20	8.62	
Antigüedad en el cargo (años, rango 0-33)			12.5
IMC			
Bajo peso	8	3.45	
Normal	138	59.48	
Sobrepeso	67	28.88	
Obesidad	19	8.19	

Los resultados de la actividad extralaboral, evidencian que un porcentaje de 22.41% de los trabajadores practica deporte, lo que corresponde a 52 personas, de estas personas predominan las que practican deporte una a dos veces por semana, seguidos de los que practican tres a 5 veces por semana y diariamente.

Es de destacar el elevado tiempo de uso extralaboral de computador, lo cual puede producir un aumento de DME. Tabla 2

Tabla 2. Actividad extralaboral

	N	%	Media
Practica de deporte			
Si	52	22.41	
No	180	77.59	
Frecuencia de práctica de deporte			
Diariamente	3	1.29	
3-5 días por semana	12	5.17	
1-2 días por semana	37	15.95	
Duración diaria de práctica de deporte (minutos, rango 15-120)			35
Uso de computador extralaboral (minutos, rango 30-1200)			240

Al evaluar los síntomas osteomusculares, encontramos que la mayor prevalencia se encuentra a nivel de mano y muñeca derecha con un 12.07% de la población, seguido por hombro derecho con un valor de 6.9%, posteriormente se encuentra cuello y espalda; los segmentos con menor prevalencia son los segmentos correspondientes a hemicuerpo izquierdo.

Tabla 3. Prevalencia de síntomas osteomusculares por segmentos

	N	%
Síntomas osteomusculares cuello		
Si	16	6.90
No	216	93.10
Síntomas osteomusculares hombro derecho		
Si	16	6.90
No	216	93.10
Síntomas osteomusculares hombro izquierdo		
Si	5	2.15
No	227	97.85
Síntomas osteomusculares espalda		
Si	14	6.04
No	218	93.96
Síntomas osteomusculares codo-antebrazo derecho		
Si	12	5.17
No	220	94.83
Síntomas osteomusculares codo-antebrazo izquierdo		
Si	2	0.86
No	230	99.14
Síntomas osteomusculares mano-muñeca derecha		
Si	28	12.07
No	204	87.93
Síntomas osteomusculares mano-muñeca izquierda		
Si	7	3.02
No	225	96.98

Se encontró que la mayoría de los síntomas presentan un tiempo de inicio menor a un mes y que son muy pocos los casos de duración de 10 a 12 meses, de los cuales se encontraron 3 personas que presentan molestias a nivel de mano-muñeca derecha. Es de notar que es frecuente que los trabajadores requieran incapacidad medica por su sintomatología, las cuales en ningún caso ha superado los 7 días, además de que se requiere manejo médico para control de las molestias.

En cuanto el riesgo psicosociales evidencia que es frecuente que se requiera realizar trabajo muy rápido y se requieren plazos muy estrictos y muy cortos; el ritmo de trabajo está regulado predominantemente por

Tabla 4. Descripción de síntomas

	Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Codo-antebrazo derecho	Codo-antebrazo izquierdo	Mano-derecha	muñeca	Mano-izquierda	muñeca
Tiempo de inicio de molestias										
<1 mes	9	4	2	5	1	1	4		0	
2-3 meses	4	4	0	6	4	1	10		4	
4-6 meses	2	8	3	3	7	0	6		3	
7-9 meses	1	0	0	0	0	0	5		0	
10-12 meses	0	0	0	0	0	0	3		0	
Duración de las molestias en los últimos 3 meses										
1-7 días	12	5	2	6	3	1	6		3	
8-30 días	2	5	0	0	5	0	9		2	
30 días discontinuos	2	6	3	5	0	1	7		0	
Permanente	0	0	0	3	4	0	6		2	
Duración de cada episodio de dolor										
<1 hora	0	0	0	0	0	0	0		0	
1-24 horas	12	10	4	5	7	2	8		3	
1-7 días	3	4	1	3	4	0	12		2	
1-4 semanas	0	2	0	6	0	0	6		1	
>1 mes	0	0	0	0	1	0	2		1	
Días de incapacidad										
1-7 días	5	3	0	3	2	0	6		1	
1-4 semanas	0	0	0	0	0	0	0		0	
>1 mes	0	0	0	0	0	0	0		0	
Recibió tratamiento médico	12	13	3	6	8	0	18		4	

Tabla 5. Riesgo psicosocial

	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Solo alguna vez	Nunca
Trabajo rápido	32	126	68	6	0
Trabajo con plazos estrictos y cortos	47	152	33	0	0
Tiempo suficiente para realizar el trabajo	0	7	172	39	14
Determinantes del ritmo de trabajo					
El trabajo de compañeros	15	27	117	50	23
Demandas directas de las personas	72	132	10	15	3
Topes o servicios a alcanzar	46	87	90	9	0
Plazos de tiempo por cumplir	38	122	52	7	3
Control directo del jefe	64	145	18	5	0
Posee información clara y suficiente para realizar el trabajo	12	36	124	52	8
Recibe información y adiestramiento en la empresa	7	26	143	46	10
Puede Realizar cambios en horarios de trabajo	0	10	37	164	21
Tiene libertad para decidir vacaciones/días libres	0	3	1	206	22
Puede poner en práctica sus propias ideas	26	79	106	18	3
Autonomía					
Orden de las tareas	45	67	95	18	7
Método de trabajo	65	79	72	10	6
Ritmo de trabajo	32	63	114	33	0
Duración y distribución de las pausas	7	26	25	157	17

Tabla 6. Significancia estadística de las variables asociadas

	Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Codo-antebrazo derecho	Codo-antebrazo izquierdo	Mano- derecha	muñeca	Mano- izquierda	muñeca
Práctica de deporte	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	NS	0.42		0.9	
Cargo										
Trabajadores de salud	0.7	0.8	NS	0.53	0.95	NS	0.7		NS	
Trabajadores administrativos	0.18	0.1	0.7	0.95	0.25	0.9	0.005		0.53	
Trabajadores operativos	0.9	0.88	0.9	0.5	0.9	NS	0.7		0.9	
Riesgo psicosocial										
Trabajo rápido muchas veces	0.6	0.7	NS	0.88	0.9	NS	0.01		NS	
Ritmo determinado por el jefe muchas veces	0.5	0.9	0.99	0.7	0.88	0.9	0.025		0.95	
Adiestramiento solo algunas veces	0.9	0.95	0.95	0.9	0.95	NS	0.53		NS	
Libertad para decidir vacaciones y días libres algunas veces	0.3	0.42	0.92	0.5	0.53	0.95	0.001		0.8	

demandas directas de personas, por los plazos de tiempo y por el control directo del jefe. Es poca la posibilidad de los trabajadores de decidir en cuanto sus cambios de horarios, fijar vacaciones y la duración de las pausas.

En la tabla 6. se muestra la significancia estadística de las molestias presentadas en los diferentes segmentos con relación a las variables de estudio. Se encontró una $p < 0.05$ para las molestias a nivel de mano y muñeca derecha en las personas que tienen cargos administrativos, requieren realizar trabajos rápidos y su ritmo de trabajo está determinado por sus jefes. También se encuentra significancia en aquellos que no tienen la libertad para decidir sobre sus vacaciones o días libres.

IV. DISCUSION

En este estudio se determinó la prevalencia de síntomas musculo-esqueléticos generales y factores asociados, en trabajadores de una Caja de Compensación en Bogotá. Es de descartar que la mayor prevalencia de sintomatología se encuentra a nivel de mano y muñeca derecha, lo cual se relaciona con el estudio realizado por N. Magnavita (12), en el cual se encuentra que más de la mitad de los encuestados (66%) reportaron trastornos de las extremidades y más de un tercio de los encuestados (39%) informaron trastornos de espalda baja en un período de 12 meses previos al estudio y con el Primer Informe de enfermedad Profesional en Colombia 2001-2002 los resultados mostraron en el año 2001, que al agrupar los diagnósticos reportados por sistemas, el 65% corresponde al sistema musculo-esquelético. El diagnóstico más frecuente reportado fue el síndrome del túnel del carpo con el 27% del total de casos. El segundo lugar fue para el Lumbago con el 12% del total. Los resultados mostraron en el año 2002, el diagnóstico reportado con mayor frecuencia es el Síndrome de túnel del carpo lo que corresponde al 27% del total. En segundo lugar, se observa el lumbago con el 16% del total. (13)

En el segundo informe de enfermedad profesional en Colombia, describe las tendencias de la morbilidad profesional entre los años 2003 a 2005, encontrándose que el número de diagnósticos se incrementó en 110%. Al agrupar los diagnósticos por sistemas se observa que el sistema músculo esquelético es el más afectado durante los años 2003 y 2004, agrupando el 80% y el 82% de todos los diagnósticos respectivamente.

Sin embargo se contraponen al estudio realizado por Tânia Solange Bosi de Souza Magnago y colaboradores en el cual se encontró que el dolor o malestar más frecuente fue en las siguientes regiones: lumbar (71,5%), el cuello (68%), hombros (62,2%) y las piernas (54,6%). El dolor y el malestar que más ha deteriorado su trabajo diario se ubica en las siguientes regiones: lumbar (60,4%), las muñecas y las manos (58%), la columna torácica (54,7%) y los codos (54,1%). (14). Resultados similares se encontraron en el estudio presentado por Isabelle Leroux en el que se encontró que la patología lumbar era el desorden musculoesquelético más frecuente en la población trabajadora (15)

En cuanto al riesgo psicosocial en este estudio se encontró que la realización de trabajo de forma rápida y con un ritmo determinado por el jefe son predictores de desordenes musculoesqueléticos a nivel mano y muñeca derecha. En el estudio prospectivo realizado por Torp S y cols se encuentra que un pobre entorno psicosocial de trabajo prevee la aparición de dolor de cuello, dolor de espalda y dolor musculoesquelético total. La toma de decisiones y el apoyo obtenido por el grupo se encontraron como predictores de la aparición de alteraciones a nivel osteo-muscular (16)

En el artículo publicado por Johanna Causro y cols, se evidencia que la evaluación del ambiente psicosocial y sus efectos sobre la salud es menos directa que la evaluación de los riesgos físicos de la labor.

Al mismo tiempo, se ha señalado que las exposiciones físicas y psicosociales son intrínsecamente diferentes en su naturaleza. (17)

V. CONCLUSION

Los DME constituyen una circunstancia bastante compleja, la cual se encuentra influenciada por persona, factores psicosociales del medio ambiente y los factores organizativos que al interaccionar aumentan el riesgo de producir ciertas patologías. Es necesario hacer un enfoque multivariado de las personas que padecen este tipo de patologías.

Los resultados encontrados en este estudio, nos dan pie para poder realizar estudios posteriores que incluyan más asociaciones a nivel psicosocial y en una población más diversa, que nos permita llegar a conclusiones más específicas.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. K. Nieuwenhuijsen, D. Bruinvels and M. Frings-Dresen. Psychosocial work environment and stress-related disorders, a systematic review. *Occupational Medicine* 2010;60:277–286
2. Piedrahíta Lopera H. Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos. *MAPFRE MEDICINA*, 2004; vol. 15, No 3:212-221
3. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculo-esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME)
4. Piedrahita H. Costs of Work-Related Musculoskeletal Disorders (MSDs) in Developing Countries: Colombia Case. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 2006, Vol. 12, No. 4, 379–386
5. Bruno R. Da Costa and Edgar Ramos Vieira. Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review of Recent Longitudinal Studies. *American Journal of Industrial Medicine* 53:285–323 (2010)
6. P. M. Bongers, s. Ijmker, S. Van den heuvel, b.m. blatter. Epidemiology of work related neck and upper limb problems: Psychosocial and personal risk factors (Part I) and effective interventions from a bio behavioral perspective (Part II). *J Occup Rehabil* (2006) 16:279–302
7. Paulien M Bongers, PhD, Camelis R de Winter, PhD, Michiel AJ Kompier, PhD, Vincent H Hildebrandt, MD. Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 1993;19:297-312
8. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. U.S. Department of Health and Human Services. Julio de 1997.
9. Hsin-Yi L, Wen-Yu Y, Chun-Wan C, Yung-Der W. Prevalence and Psychosocial Risk Factors of Upper Extremity Musculoskeletal Pain in Industries of Taiwan: A Nationwide Study. *Journal of occupational health*. 2005; 47: 311-318
10. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G. *et al.* Standardized Nordic Questionnaires for Analysis of Musculoskeletal Symptoms. *Appl. ergon.* 1987; 18 (1): 233-237
11. Benavides et al. Conjunto mínimo básico de ítems para el diseño de cuestionarios sobre condiciones de trabajo y salud. *Arch Prev Riesgos Labor* 2010;13: 13-22.
12. Magnavita S, Elovainio M, I. De Nardis, T. Heponiemi and A. Bergamaschi. Environmental discomfort and musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine* 2011;61:196–201
13. Guía técnica de sistema de vigilancia epidemiológica en Prevención de desórdenes musculo-esqueléticos en Trabajadores en Colombia. Ministerio de la Protección Social. Bogotá, Diciembre de 2008.
14. Tânia Solange Bosi de Souza Magnago. Psychosocial Aspects of Work and Musculoskeletal Disorders in Nursing Workers. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* 2010 May-Jun; 18(3):429-35
15. Isabelle Leroux, Clermont E. Dionne, René Bourbonnais, Chantal Brisson. Prevalence of musculoskeletal pain and associated factors in the Quebec working population. *Int Arch Occup Environ Health* (2005) 78: 379–386.
16. Torp, S., PT; Riise, T.; Moen, B. E. The Impact of Psychosocial Work Factors on Musculoskeletal Pain: A Prospective Study. *JOEM · Volume 43, Number 2, February 2001.*
17. Johanna Kausto, Helena Miranda, Irmeli Pehkonen. The distribution and co-occurrence of physical and psychosocial risk factors for musculoskeletal disorders in a general working population. *Int Arch Occup Environ Health* (2011) 84:773–788