

Nivel auditivo y uso intensivo de teléfonos móviles

F. J. García Callejo, F. García Callejo*, J. Peña Santamaría**, I. Alonso Castañeira, E. Sebastián Gil, J. Marco Algarra

Servicio de ORL. Hospital Clínico Universitario de Valencia. *Técnico Superior de Prevención en Riesgos Laborales. Hegaltec S.L.L. Valencia.

**Instituto Valenciano de la Sordera - GAES.

Resumen: *Introducción:* Existen amplios estudios e importantes controversias sobre el empleo de los actuales teléfonos móviles y eventuales afecciones sistémicas o aparición de tumores, pero no se conoce apenas sobre su posible implicación en la generación precoz de hipoacusia. *Pacientes y métodos:* En 323 voluntarios sanos y normoacúsicos usuarios habituales de telefonía móvil se efectuó evaluación audiométrica al inicio del empleo del aparato y a los tres años del mismo, así como una encuesta sobre el tiempo aproximado de uso diario y anual que efectuaban del sistema. Un grupo control sano y normoacústico no usuario de telefonía móvil fue igualmente estudiado. *Resultados:* Los individuos estudiados efectuaron $24,3 \pm 8,2$ contactos activos entre llamadas realizadas y recibidas, lo que supuso un total de $50,4 \pm 27,8$ días de empleo del teléfono móvil en tres años. La gráfica audiométrica en casos y controles fue similar al inicio del estudio. En el seguimiento a tres años los casos mostraron una elevación del umbral de audición por vía aérea entre 1 y 5 dB HL más que los controles en las frecuencias conversacionales ($p < 0,001$), aunque no se observó pérdida auditiva. Existió además una tendencia a correlacionar el tiempo de contacto directo con el teléfono y el deterioro en la audición, pero este hallazgo no resultó estadísticamente significativo. *Conclusiones:* El empleo de telefonía móvil entre usuarios frecuentes a medio plazo permite detectar ligeras pérdidas de audición no observadas en no usuarios, si bien el motivo último de este desorden auditivo no queda demostrado con los datos obtenidos.

Palabras clave: Teléfono móvil. Hipoacusia. Audiometría. Campos electromagnéticos.

Hearing level and intensive use of mobile phones

Abstract: *Introduction:* Wide studies and substantial controversies build on utilization of actual mobile phones and appearance of systemic disorders or even tumours, but there is no knowledge about an eventual involvement on early

hearing loss. *Patients and methods:* In a group of three hundred and twenty-three healthy and normoacoustic volunteers who were usual costumers of mobile phones an audiometric evaluation was made at the beginning of its use and three years later, inquiring about the periods of time per day and year employed on direct contacts with phone. A healthy and normoacoustic control group of non users was studied too. *Results:* Cases carried out 24.3 ± 8.2 active contacts, reaching 50.4 ± 27.8 days of mobile phone employment in three years. Audiometric curve was similar in cases and controls at the beginning of the study. After this follow-up, cases showed an increase on hearing threshold between 1 and 5 dB HL more than controls in speech tones ($p < 0.001$). Moreover, there was a trend to correlate time of phone use to hearing impairment, but this finding did not result statistically significant. *Conclusions:* Frequent management of mobile phones in a middle period of time allows to detect a mild hearing loss, but the cause of this disorder keeps unclear.

Key words: Mobile phone. Hearing loss. Audiometry. Electromagnetic fields.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de telefonía móvil (STM) se han asentado profundamente en todos los estamentos sociales de nuestro país. En ellos, la transmisión del mensaje se fundamenta en la propagación de ondas electromagnéticas desde antenas a receptores o bases transceptoras a velocidades próximas a la de la luz, con una frecuencia de emisión que oscila entre los 900 megaHz para el sistema GSM (*Global System for Mobile Communication*) y los 1800 megaHz para el DCS (*Digital Cordless Telecommunication System*).

Estas radiaciones presentan frecuencias bajas comparadas con las de aparatos de radio, sistemas de radar o las de origen solar, del orden de gigaHz. Son por ello demasiado débiles para romper enlaces atómicos, por lo que se consideran no ionizantes. La exposición de campo próximo a estos campos electromagnéticos (CEM) permite que un 75% de la energía generada por un STM penetre en la cabeza hasta alcanzar una profundidad de varios centímetros^{1,2}, pudiendo interesar estructuras como el hipotálamo, el globo ocular, el nervio óptico, las meninges, y cómo no, el oído.

Correspondencia: Francisco Javier García Callejo
C/Luis Oliag, 71 - 8. 46006 Valencia.
e-mail: jgarciaall@hotmail.com
Fecha de recepción: 2-2-2005
Fecha de aceptación: 28-2-2005

Los efectos nocivos de las radiofrecuencias se relacionan con la capacidad de inducir corrientes eléctricas que a su vez elevan la temperatura interna del sistema. La sangre es capaz de disipar incrementos de temperatura inferiores a 1°C, pero diversas estructuras cefálicas resultan poco vascularizadas y pueden no compensar esta hipertermia^{3,4}. Otros efectos no térmicos achacables a los CEM son la reducción en la secreción de melatonina y el incremento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica^{3,4}.

Las primeras sospechas nunca probadas de lesión orgánica secundaria al empleo de STM surgen con las denuncias efectuadas en Estados Unidos por usuarios habituales afectados de tumores cerebrales o retroauriculares en los años 90. La comunicación de cuadros sindrómicos de origen central que incluyen fatigabilidad, alteraciones del comportamiento, náuseas, cefalea, anorexia, disosmia, trastornos del sueño, modificaciones electroencefalográficas, e incluso cataratas, perturbaciones en los estimuladores cardíacos o alteraciones en la presión arterial⁵ ha sido la antesala de las hipótesis fisopatológicas que en un último escalón han pretendido correlacionar los CEM originarios de estaciones de telefonía móvil con una mayor incidencia de linfomas y tumores del sistema nervioso central, a la vista de estudios de exposición en modelos animales de experimentación^{1,6}.

Es razonable pues pensar que el sentido de la audición pudiera verse alterado por la exposición a CEM o incluso a señales acústicas generadas por los STM. Ha sido objetivo de este estudio evaluar el potencial daño auditivo en forma de hipoacusia mediada por una fuente de estas características especialmente tipificada en el tiempo de exposición.

PACIENTES Y MÉTODOS

Desde 1998 se vienen escogiendo sujetos jóvenes en los que resultó característico ser usuario de teléfonos móviles desde hacía menos de un año, pero con intenso empleo de los mismos. En ellos, bajo consentimiento informado, se efectuó una revisión inicial mediante otoscopia y Audiometría Tonal Liminar, y prospectivamente otra similar a los 36 meses de aquella. La recogida de datos finalizó en diciembre de 2004.

Resultaron requisitos imprescindibles de inclusión en el estudio:

- Ser usuario de telefonía móvil en un período inferior al año, siendo consumidor del mismo de forma regular.
- Presentar una audición subjetivamente buena.
- No padecer enfermedad inflamatoria del oído externo o medio que pudiera predisponer a las otitis de repetición (otitis media serosa, perforación timpánica, colesteatoma...).
- No padecer durante el período de estudio enfermedad con reconocida capacidad de afectación auditiva (meningoencefalitis, traumatismo craneoencefálico, accidente cerebrovascular, parotiditis...).
- No haber sido medicamentado durante el período de estudio con agentes con reconocido potencial ototóxico (as-

pirina, antibióticos aminoglucósidos, quinina, furosemida, antineoplásicos y derivados...) durante el período de estudio.

- No efectuar actividades sociales o laborales en entornos expuestos a contaminación acústica (empleo de armas de fuego, explosivos o material pirotécnico, maquinaria industrial, taladradoras, martillos neumáticos, sirenas) reconocidamente superior a nivel diario equivalente de 80 dBA o nivel pico de 140 dB, de cara a evitar los supuestos que requieren seguimiento auditivo específico por potencial daño auditivo secundario a ruido laboral, de acuerdo con la legislación vigente⁷.

No supusieron criterios de exclusión el padecimiento de otras enfermedades concomitantes o la administración de otros grupos terapéuticos, la presencia de tapones de cera o de otitis media aguda, por ser estos eventos fácilmente solventables y reversibles. El grupo estudiado dispuso continuamente de la posibilidad de contactar con alguno de los investigadores para solucionar cualquier duda o consulta.

La exploración audiométrica fue efectuada por los tres mismos facultativos con aparatos Audiotest 330 y 340 (Interacosutic Inc., Barcelona). El grado de afectación auditiva se midió calculando el sumatorio de los umbrales audiométricos por vía aérea en dB HL en los tonos de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz. También se midió la media en el umbral de intensidad sonora y el porcentaje de pérdida auditiva con arreglo a la legislación vigente⁸.

Existió un grupo control de 122 sujetos sanos y normoacúsicos equiparados en edad y sexo no usuarios de telefonía móvil en los que se efectuó en el mismo período de tiempo exploración otoscópica y audiométrica.

El tratamiento estadístico de los datos hizo uso de la t-test de Student para comparación de medias y desviaciones estándar entre poblaciones que aceptaban una distribución normal de las características paramétricas de sus miembros. Cuando fue preciso comparar proporciones se empleó ϕ^2 . La eventual correlación entre dos variables cuantitativas se efectuó mediante el cálculo de la ecuación de la recta de regresión lineal y su coeficiente R de linealidad.

RESULTADOS

Aunque fueron admitidos inicialmente hasta 982 individuos en el estudio, sólo 323 se reevaluaron cumpliendo los criterios de inclusión anteriormente expuestos. Este volumen incluyó 204 hombres y 119 mujeres, con rango de edad entre 21 y 39 años (29,5±5,2 años). En los tres años de estudio existieron 89 eventos de hipoacusia transitoria secundaria a tapones de cerumen y otitis media aguda u ototubaritis, adecuadamente tratados y revertidos. El grupo control lo integraron 122 varones y 50 mujeres, con edad media de 32,1±7,8 años.

La Audiometría Tonal Liminar efectuada en los dos grupos estudiados permitió establecer unos umbrales medios por vía aérea y compararlos. En ellos pudo observarse que la curva auditiva de la primera exploración resultó simétrica en ambos oídos y similar en casos y controles (figu-

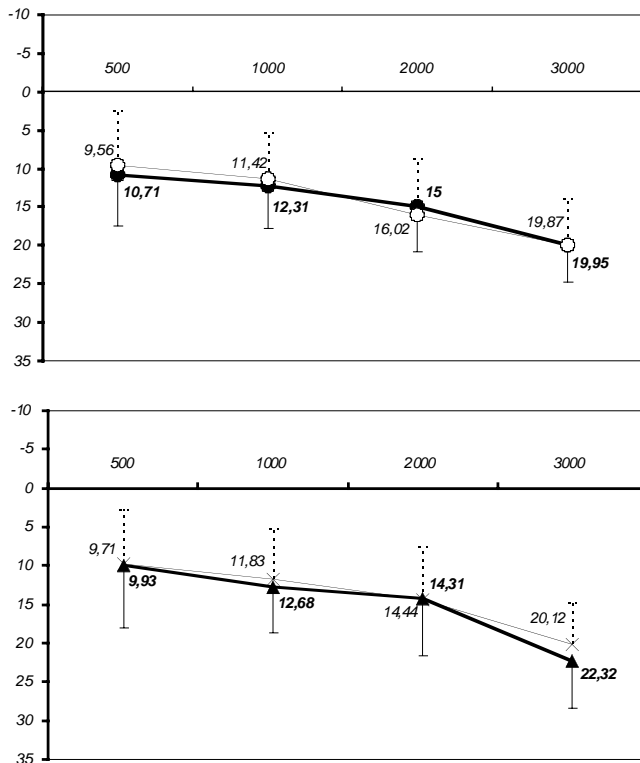


Figura 1. Umbrales medios (y desviación estándar) por vía aérea detectados en la Audiometría Tonal efectuada al inicio del estudio en casos (OD=●; OI=▲) y controles (OD=○; OI=×).

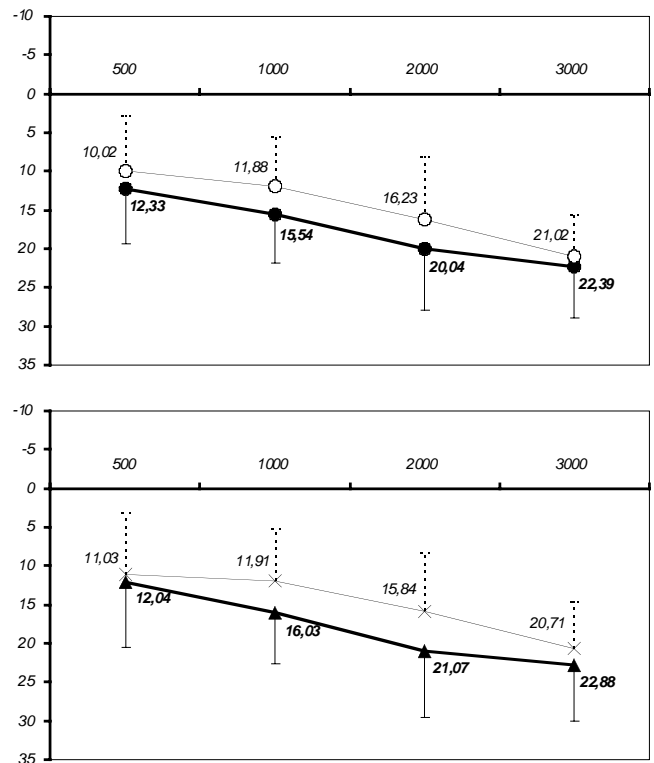


Figura 2. Umbrales medios (y desviación estándar) por vía aérea detectados en la Audiometría Tonal efectuada a los tres años del inicio del estudio en casos (OD=●; OI=▲) y controles (OD=○; OI=×).

ra 1). La efectuada a los tres años fue igualmente simétrica, pero evidenciando entre los casos con respecto a la anterior elevaciones en el umbral auditivo que oscilaban entre 1 y 6 dB HL en las frecuencias testadas. Estas elevaciones no se detectaron en el grupo de controles no usuarios de STM (figura 2).

Entre casos, el cálculo de la suma de umbrales auditivos para los cuatro tonos conversacionales del espectro auditivo y el promedio de los mismos evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre la evaluación inicial y la efectuada a los tres años en ambos oídos. Con arreglo a la legislación vigente, este deterioro aún supuso una pérdida auditiva del 0% (tabla 1). No existió ninguna correlación con el oído más frecuentemente empleado en atender la conversación telefónica. En 224 casos –un 69,3%– el oído habitualmente empleado fue el derecho, en 65 el iz-

quierdo, y en 34 el usuario empleaba indistintamente ambos oídos.

Los sujetos estudiados efectuaron una media de $24,3 \pm 8,2$ contactos telefónicos al día, $146,1 \pm 49,0$ por semana, entre llamadas practicadas y recibidas, con variaciones entre 66 y 252, y una duración media de $3,9 \pm 1,9$ minutos por contacto, realizando un empleo del STM de $72532,9 \pm 40058,9$ minutos en los tres años que abarcó el estudio. Los usuarios del teléfono se mantuvieron pues $50,4 \pm 27,8$ días con el oído en íntimo contacto activo con su auricular.

Este empleo del teléfono fue sometido a un estudio de dispersión de datos comparando la variable cuantitativa tiempo de conversación telefónica en días con el sumatorio de la pérdida auditiva en los cuatro tonos conversacionales de ambos oídos en dB HL detectada en la exploración realizada a los tres años. Esta comparación permitió obtener la

Tabla 1: Marcadores de pérdida auditiva del oído derecho e izquierdo entre casos (usuarios de STM) en la exploración inicial y a los tres años

	OD - inicial	OD - 3 años	t	S. E.
Σ umbrales 4 tonos	57,9±11,3 dB HL	70,3±13,3 dB HL	8,370	p<0,001
Media umbral	14,5±4,0 dB HL	17,5±4,5 dB HL	5,931	p<0,001
Pérdida auditiva	0%	0%	-	-
	OI - inicial	OI - 3 años	t	S.E.
Σ umbrales 4 tonos	59,2±12,5 dB HL	72,0±14,8 dB HL	7,773	p<0,001
Media umbral	14,8±5,3 dB HL	18,0±4,9 dB HL	5,539	p<0,001
Pérdida auditiva	0%	0%	-	-

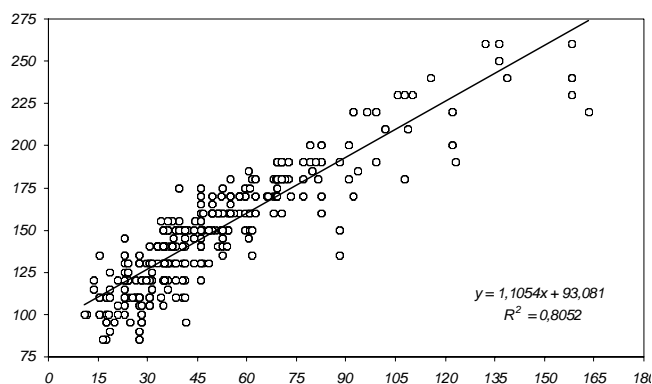


Figura 3. Recta de regresión y ecuación obtenida de la comparación de las variables tiempo de contacto directo con el teléfono móvil en días (en abscisas) y sumatorio de los umbrales auditivos por vía aérea para las cuatro frecuencias conversacionales en los dos oídos en dB HL (en ordenadas). El coeficiente de correlación R^2 no resultó estadísticamente significativo.

ecuación de una recta de regresión lineal con coeficiente de linealidad R con ausencia de correlación estadísticamente significativa, aunque sí permitía detectar una tendencia a elevar el umbral auditivo cuanto más tiempo se está en contacto con el teléfono (figura 3).

DISCUSIÓN

Los CEM suponen el mecanismo de transmisión de señal que emplean los nuevos STM, una vez superados los modelos analógicos. En esencia son sistemas de hiperfrecuencia que ni siquiera alcanzan los 2450 megaHz con los que funcionan los aparatos caseros de microondas, y con una potencia de unos 2 vatios, lejos de las decenas de vatios que emplean las estaciones de antena.

Como exposición de campo próximo se conoce a aquella secundaria al íntimo contacto con CEM. La Organización Mundial de la Salud inició en 1996 un estudio de investigación con el objetivo de evaluar en 10 años los efectos sanitarios y ambientales derivados de la exposición a CEM en la gama de frecuencias de cero a 300 gigaHz.

Estos efectos en el organismo son achacables a la hipertermia que en vecindad generan las ondas de radiofrecuencia. Están reconocidos unos valores máximos por debajo de los cuales se considera que esta exposición carece de efectos nocivos sobre la salud. Así, un valor de energía absorbida por unidad de masa de tejido corporal inferior a 2 vatios/kg supone una tasa de absorción específica aceptada como inocua para los STM y en general para cualquier aparato generador de CEM con frecuencias entre 100 kiloHz y 10 gigaHz.

Sin embargo, este coeficiente de absorción específica no parece ser aplicable a los efectos no térmicos que las emisiones de un teléfono móvil tienen sobre su usuario⁹. Estos hacen referencia a distorsiones del comportamiento, alteraciones en el sistema inmunológico, trastornos del sueño, cefaleas, cambios en la frecuencia cardíaca y la presión arterial^{3,4,10,11}. Las modificaciones en los pulsos circadianos de melatonina y los desequilibrios subsiguientes en las conduc-

ciones serotoninérgicas, parecen ser los máximos responsables de esta agresión central¹². La aparición de tumores cerebrales y hematológicos ha condicionado infinidad de literatura científica, pero existen importantes limitaciones en la validación de estos estudios: problemas en medir la radiación a la que se expone, la estandarización del método y la complejidad en realizar grandes estudios epidemiológicos. Todo ello ha llevado a la discutida conclusión de que la única causa letal para la que se asigna un aumento del riesgo relacionado con el tiempo de uso del aparato es el accidente de circulación^{13,14}.

Curiosamente, la audición no ha sido una función especialmente evaluada en su exposición a los STM. Entre 1980 y principios de los 90 fueron documentados diversos casos de trauma acústico en usuarios de teléfonos inalámbricos, típicamente relacionados con picos acústicos de hasta 140 dB HL y con la coincidencia de la señal acústica con el aparato colocado adyacente al pabellón¹⁵⁻²⁰. Orchik evaluó esta pérdida en 19 usuarios de inalámbricos en descensos auditivos inferiores a 29 dB HL en tonos de 500 y 1000 Hz²¹. En 129 teleoperadores, sin embargo, Alexander no pudo constatar más que 51 eventos subjetivos de disacusia no confirmados audiométricamente, cuando revisaba la audición de este grupo tras 4 horas de exposición continua a señales acústicas de telefonía analógica²².

Al respecto de las evaluaciones sobre tumores cerebrales con implicación auditiva, las tres versiones del estudio de Hardell²³⁻²⁵ que detectan una aparente incidencia elevada de neurinomas del VIII par se ven sometidas a importantes sesgos en la selección de entornos de exposición. Muscat no detecta en 2002 esta relación²⁶.

Hamblin ha observado latencias atrasadas y reducción en la amplitud de las ondas en potenciales evocados cerebrales del hemisferio derecho durante el empleo de STM en 12 normoacústicos sanos²⁷. La valoración mediante Tomografía por Emisión de Positrones en 14 individuos que efectuaban tareas de memorización visual detectaba reducción del flujo cerebral en ambas cortezas auditivas cuando los sujetos conversaban con teléfonos móviles²⁸. Weinberger postula alteraciones centrales en la discriminación auditiva por interacción entre los CEM de los STM y la emisión de ondas alfa cerebrales².

La pérdida auditiva no ha sido objetivamente documentada, sin embargo, en relación con el empleo de estos aparatos. Kizilay no detecta modificaciones en las otoemisiones acústicas efectuadas a ratas adultas tras exponerlas a CEM similares a los de los STM durante 1 hora diaria 30 días consecutivos²⁹. La evaluación por Ozturan³⁰ con otoemisiones acústicas en 30 voluntarios sanos expuestos a 10 minutos con CEM similares tampoco detectó registros anómalos ni alteraciones auditivas.

El estudio sobre humanos resulta más accesible al valorar el daño auditivo que la incidencia de cáncer como efecto de los CEM, y es que la dificultad que plantea la reproducción de resultados en modelos experimentales supone en sí un obstáculo para aceptar sus conclusiones. El fracaso por intentar reproducir experimentos que muestran

indicios preocupantes de daño por radiofrecuencias radica en la dificultad de procurar idénticas condiciones debido a la singularidad de los organismos vivos y de las respuestas que emiten ante similares estímulos¹⁴.

Por ello, la valoración en este estudio de medidas objetivas audiométricas entre sujetos que iniciaban el uso de STM con audición previamente normal proporciona información hasta ahora desconocida sobre su inocuidad. El volumen muestral empleado no es en efecto tan amplio como en un principio se esperaba, ya que más de la mitad de los sujetos inicialmente propuestos fueron finalmente excluidos. Sin embargo, la constatación de las mismas circunstancias de uso del aparato durante un período de tiempo no corto no nos ha permitido emitir la conclusión de la ausencia de daño auditivo a medio plazo en individuos sanos y normoacúsicos. Cabe mantener un carácter expectante ante evaluaciones a más largo plazo, o bien entre sujetos con condicionantes predisponentes, como el padecimiento de enfermedades de base, exposición a medicamentos u otro tipo de radiaciones, o bien la eventual afectación de CEM más potentes en frecuencia. A fecha de hoy no es posible desligar el empleo de teléfonos móviles con daño auditivo. Esta circunstancia además deberá ser testada en centrales amplificadoras de CEM, como estaciones de antena y repetidores, para generar mayor fiabilidad sobre la tendencia al daño neurosensorial que el empleo frecuente de STM ha demostrado en nuestro estudio.

Referencias

1. Stuchly MA. Biological concerns in wireless communications. *Crit Rev Biomed Eng* 1998;26:17-51.
2. Weinberger Z, Richter ED. Cellular telephones and effects on the brain: the head as an antenna and brain tissue as a radio receiver. *Med Hypotheses* 2002;59:703-5.
3. Pickard WF, Moros EG. Energy deposition processes in biological tissue: Nonthermal biohazards seem unlikely in the ultra-high frequency range. *Bioelectromagnetics* 2001;22:97-105.
4. Dewhirst MW, Viglianti BL. Basic principles of thermal dosimetry and thermal thresholds for tissue damage from hyperthermia. *Int J Hypertherm* 2003;19:267-94.
5. International Commission on non-ionizing radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields. *Health Physics* 1998;74:494-522.
6. Repacholi MH. Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest? *Environ Health Perspect* 1997;105(Suppl. 6):1565-8.
7. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1316/1989, de 27 de Octubre, relativo a la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido laboral. BOE de 2 de Noviembre de 1989.
8. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1971/1999, de 23 de Diciembre, de procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía. BOE de 26 de Enero y 13 de Marzo de 2000.
9. Kheifets L, Repacholi M, Saunders R. Thermal stress and radiation protection principles. *Int J Hypertherm* 2003;19:215-24.
10. Rothman KJ. Epidemiological evidence on health risks of cellular telephones. *Lancet* 2000;356:1837-40.
11. Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. *Occup Med* 2000;50:237-45.
12. De Pomerai D, Daniells C, David H, Allan J, Duce I, Mutwakil M, et al. Non-thermal heat-shock response to microwaves. *Nature* 2000;405:417-8.
13. Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA. Overall mortality of cellular telephone customers. *Epidemiology* 1996;7:303-5.
14. Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-6.
15. Hornibrook J. Hearing damage from a cordless telephone. *N Z Med J* 1992;105: 272.
16. Beastall RH. Acoustic trauma in a telephone operator. *Occup Med* 1992;42:215-6.
17. Guyot JP. Acoustic trauma caused by the telephone. Report of two cases. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1988;50:313-8.
18. Pappas JJ, Graham SS. Caution on cordless telephones. *South Med J* 1986;79:1040-1.
19. Singleton GT, Whitaker DL, Keim RJ, Kemker FJ. Cordless telephones: a threat to hearing. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1984;93:565-8.
20. Gerling IJ, Jerger JF. Cordless telephones and acoustic trauma: a case study. *Ear Hear* 1985;6:203-5.
21. Orchik DJ, Schmaier DR, Shea JJ Jr, Emmett JR, Moretz WH Jr, Shea JJ 3rd. Sensorineural hearing loss in cordless telephone injury. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1987;96:30-3.
22. Alexander RW, Koenig AH, Cohen HS, Lebo CP. The effects of noise on telephone operators. *J Occup Med* 1979;21:21-5.
23. Hardell L, Hallquist A, Mild KH, Carlberg M, Pahlson A, Lilja A. Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev* 2002;11:377-86.
24. Hardell L, Mild KH, Carlberg M. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol* 2003;22:399-407.
25. Hardell L, Hansson Mild K, Sandstrom M, Carlberg M, Hallquist A, Pahlson A. Vestibular schwannoma, tinnitus and cellular telephones. *Neuroepidemiology* 2003;22:124-9.
26. Muscat JE, Malkin MG, Shore RE, Thompsom S, Nevgut AI, Stellman SD, et al. Handheld cellular telephones and risk of acoustic neuroma. *Neurology* 2002;58:1304-6.
27. Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C. Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-related potentials and performance during an auditory task. *Clin Neurophysiol* 2004;115:171-8.
28. Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, et al. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study. *Neuroreport* 2003;14:2019-23.
29. Kizilay A, Ozturan O, Erdem T, Kalcioğlu MT, Miman MC. Effects of chronic exposure of electromagnetic fields from mobile phones on hearing in rats. *Auris Nasus Larynx* 2003;30:239-45.
30. Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioğlu MT, Oncel S. Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Otolaryngol* 2002;122:289-93.