

Setembre

2012



CONSELL DE COL·LEGIS  
DE METGES DE CATALUNYA

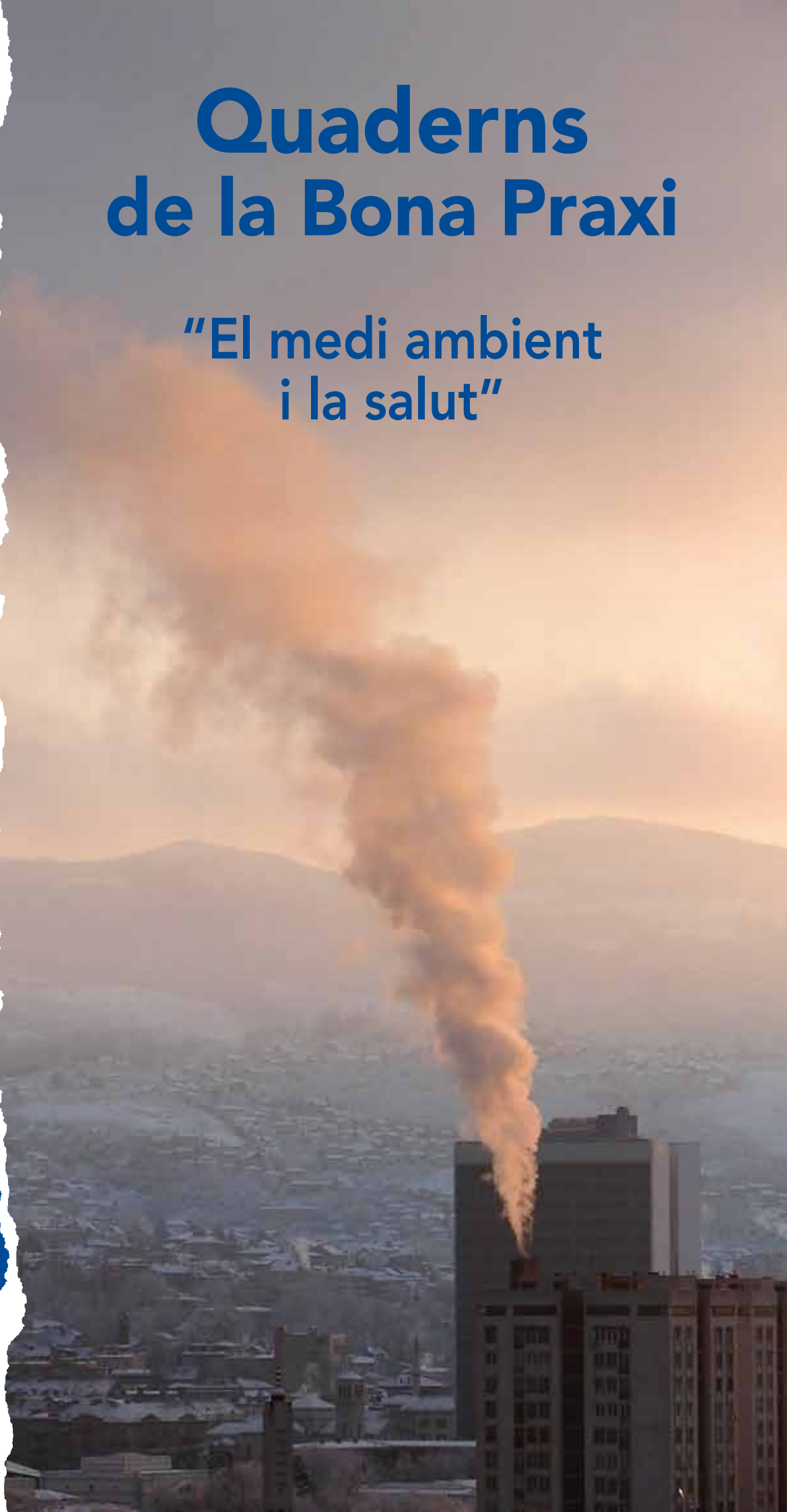
Edita:

COL·LEGI  
OFICIAL DE METGES  
DE BARCELONA  
CENTRE D'ESTUDIS COL·LEGIALS

# Quaderns de la Bona Praxi

“El medi ambient  
i la salut”

30



## Experts redactors d'aquest quadern

*Equip redactor:* **Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris (CAPS)**

Aquest *Quadern* és un resum dels dos informes elaborats pel Grup de Medi Ambient i Salut (GMAS) del CAPS els anys 2010 i 2011 per encàrrec del Consell Assessor pel Desenvolupament Sostenible (CADS) de la Generalitat de Catalunya i s'ha adaptat a l'estructura editorial dels *Quaderns de la Bona Praxi*.

*Coordinador:* **Josep Martí Valls**. Doctor en Medicina. Coordinador del Grup de treball de Medi Ambient i Salut (GMAS) del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris.

**Carme Valls Llobet**. Llicenciada en Medicina. Vicepresidenta del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris.

**Clara Mestres Miserachs**. Llicenciada en Biologia. Membre del Grup de treball de Medi Ambient i Salut del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris.

**Marc Homs Vallès**. Llicenciat en Biologia. Membre del Grup de treball de Medi Ambient i Salut del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris.

## Experts revisors i assessors d'aquest quadern

**Pilar Arrizabalaga Clemente**. Secretària de la Junta de Govern del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

**Enric Aulí Medallo**. Doctor en Farmàcia. Director de serveis d'intervenció i innovació ambiental. Ajuntament de Barcelona. Professor associat. Universitat Politècnica de Catalunya.

**Ferran Ballester Díez**. Coordinador de l'Àrea d'investigació en Ambient i Salut. Centre Superior d'Investigació en Salut Pública (CSISP). Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana.

**Francisca López Crespi**. Metgessa especialista en Medicina del Treball. Àrea d'Assistència Tècnica en Prevenció de Riscos Laborals. Centre de Seguretat i Salut Laboral de Barcelona del Departament d'Empresa i Ocupació. Generalitat de Catalunya.

**Julián Márquez Sánchez**. Neuròleg i neurofisiòleg clínic. Ex cap de la Secció de neurofisiologia. Hospital Universitari de Bellvitge. Bellvitge (Barcelona).

**Eduard Rodríguez-Farré**. Doctor en Medicina, farmacòleg i radiobiòleg. Professor de fisiologia i farmacologia. CIBER d'Epidemiologia i Salut Pública. Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona. CSIC-IDIBAPS.

## Comitè editorial dels Quaderns de la Bona Praxi

**Miquel Vilardell Tarrés**. President del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

**Ramon Pujol Farriols**. Vocal vuitè de la Junta de Govern del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

**Jordi Craven-Bartle Lamote de Grignon**. Vocal sisè de la Junta de Govern del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

**Marius Morlans Molina**. President de la Comissió Deontològica del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

**Alex Ramos Torre**. Director del Centre d'Estudis Col·legials del Col·legi Oficial de Metges de Barcelona.

## Edita

**COL·LEGI OFICIAL DE METGES DE BARCELONA.**

Centre d'Estudis Col·legials. Passeig de la Bonanova, 47. 08017 Barcelona. e-mail: cecfmc@comb.cat

*Direcció editorial:* **Alex Ramos Torre** • *Coordinació editorial:* **Raquel Dolado Murillo**

*Quaderns de la Bona Praxi* és una publicació periòdica del COMB, editada pel seu Centre d'Estudis Col·legials des de 1991 i caracteritzada per ser:

- Una acció de Formació Mèdica Continuada que promou el Desenvolupament Professional dels metges en benefici dels ciutadans.
- Una Guia de Pràctica Clínica que fomenta la Bona Praxi i la prevenció de riscos professionals.
- Una eina de l'àmbit medicolegal que protegeix alhora el ciutadà i el professional de la medicina.

© 2012 COL·LEGI OFICIAL DE METGES DE BARCELONA. No es pot reproduir cap part d'aquesta publicació, ni emmagatzemar-la en un sistema recuperable, ni transmetre-la per cap mitjà electrònic, mecànic, fotocopiada, en discos, ni de qualsevol altra forma, sense la prèvia autorització per escrit del propietari del copyright.

Coordinació gràfica, disseny i impressió:

AMBIENT GRÀFIC. Roger de Llúria, 90, baixos. T. 93 459 23 98. 08009 Barcelona. Dipòsit legal: B-46.873-96

Introducció	4
Objectius d'aquest <i>Quadern</i>	5
El medi ambient com a determinant de la salut	5
La contaminació atmosfèrica i la salut	7
El canvi climàtic i la salut	10
La contaminació química i la salut	12
Les radiacions no ionitzants i la salut	21
Aplicacions mèdiques de les radiacions i la seguretat del pacient	27
Recomenacions generals sobre medi ambient i salut	31
Bibliografia	32

La sostenibilitat està canviant la nostra societat. Davant d'aquest fet cal que ens fem una pregunta: estan canviant també les ciències de la salut? I si és així, de quina manera? O potser seria millor plantejar-nos la manera com la sanitat i la sostenibilitat haurien d'interactuar per definir el futur model de societat. De la manera com actualment s'actua, s'estan produint contradiccions perilloses, en què canvis que volen millorar la sostenibilitat estan causant problemes de salut.

Veiem uns exemples de com la sostenibilitat està canviant el model actual. Els vehicles dels nostres carrers ja són diferents, cada cop emeten menys diòxid de carboni (un dels causants del canvi climàtic), ja no emeten plom, consumeixen menys combustibles, molts són híbrids i alguns, fins i tot, totalment elèctrics o amb motor d'hidrogen. El taxi nou més venut aquest any és un model híbrid... Els nous edificis consumeixen menys energia, incorporen energies renovables, aprofiten les característiques del clima local, tenen terrats verds, no utilitzen materials tòxics... Fins i tot el nou model econòmic que ens ha de treure de la crisi és l'Economia verda, amb les seves variants de "Nova revolució industrial" d'en William McDonough, "Economia Blava" d'en Gunter Pauli, el "Capitalisme Natural" d'en Paul Hawken...

No és lògic pensar que si tot està canviant, també estan canviant les ciències de la salut? Segur que sí i aquest Quadern n'és un bon exemple. Aquí s'analitza com els factors ambientals: qualitat de l'aire exterior e interior, radiacions electromagnètiques, soroll, nous agents biològics... influeixen sobre la salut. Revisem com prevenir la malaltia controlant aquests aspectes de contaminació, i com guarir les malalties produïdes.

Però hi ha un aspecte encara més important: Sanitat i sostenibilitat no estan treballant conjuntament per definir la nova societat. Les anàlisis que es fan sobre sostenibilitat a la societat moderna, tenen en compte aspectes com el canvi climàtic, la desertització, la pèrdua de biodiversitat ecològica... però els aspectes de salut estan només parcialment recollits i això provoca greus errors. Posaré només dos exemples. Els nous vehicles emeten per normativa molt menys diòxid de carboni, per evitar el canvi climàtic; en canvi emeten més òxids de nitrogen que és actualment el contaminant més perillós per a la salut en zones urbanes; on eren els criteris de salut quan es va fer la nova normativa? Una altre exemple, ara volem utilitzar materials fotocatalítics en construcció per destruir la contaminació per òxids de nitrogen, però en atmosferes riques en amoníac com les de moltes ciutats, això incrementaria la presència de partícules fines de nitrat d'amoni, igual de perjudicial per a la salut, si no es fa d'una manera que eviti aquest inconvenient.

Per tot això, sembla que el nostre camí correcte és el de prevenir i cuidar les malalties d'origen ambiental, però, al mateix temps, participar en els debats sobre el futur sostenible per aportar els criteris de salut a les estratègies i normatives relacionades amb el medi ambient i, en definitiva, al futur de la nostra societat.

### **Enric Aulí Mellado**

Director de serveis d'intervenció i innovació ambiental de l'Ajuntament de Barcelona

## 2

# Objectius d'aquest Quadern

---

La finalitat d'aquest *Quadern* és fer visible l'epidèmia invisible que representa la contaminació del medi per a la salut.

Com deien els autors del llibre *Nuestra contaminación interna*:<sup>1</sup> "Els professionals de la medicina i de les ciències de la salut tenen l'obligació moral i l'oportunitat clínica de fer visible i ajudar a controlar un procés que molt sovint és excessivament invisible: la connexió causal entre determinades malalties greus i certs agents químics ambientals."

Volem que aquest *Quadern* sigui un instrument de sensibilització, de coneixement i bona praxi dels metges i metgesses, fonamentalment els clínics que dediquen la seva pràctica a atendre persones, perquè puguin donar resposta, amb evidència científica quan n'hi hagi, als problemes i les preguntes dels seus pacients i orientar la seva tasca de formació o recerca.

## 3

# El medi ambient com a determinant de la salut

---

Per molta gent, la salut és encara avui sinònim de no malaltia i és amb aquesta concepció que es relaciona directament amb el sistema sanitari. Això fomenta la medicalització creixent de la vida quotidiana i fa que s'oblidin les causes econòmiques, socials i ambientals de la salut.

Tanmateix, els professionals que es dediquen a la salut pública saben des de fa molts anys que els determinants de la salut són molts i molt variats i que les prestacions dels sistemes sanitaris assistencials només poden fer front a una part molt petita dels efectes d'aquests determinants. Per a la salut, molt més importants que el mateix sistema sanitari, són: les condicions socioeconòmiques de les persones (nivell de renda, educació, habitatge, etc.), els estils de vida personals (alimentació, activitat física, dependències) i les condicions del medi on vivim i treballem (aigua de qualitat, sanejament, residus, contaminació, medi laboral, relacions socials i polítiques, desigualtats de gènere, etc.).

Aquest paradigma de la salut es va estendre al món el 1974 quan Marc Lalonde, ministre de Salut del Canadà, va presentar al Parlament del seu país un famós informe, conegut com Informe Lalonde,<sup>2</sup> on descrivia que els determinants de la salut es podien agrupar en quatre àmbits:

- La biologia humana (herència, genètica, sexe, edat).
- Els estils de vida.
- Les condicions del medi ambient.
- El sistema sanitari.

Una de les limitacions del model plantejat a l'informe Lalonde és que no es té en consideració la relació que els factors més generals, com les condicions generals socials, econòmiques, ambientals i culturals poden tenir amb altres determinants com els serveis sanitaris, l'ambient de treball, l'habitatge, les xarxes socials o els estils de vida. En aquest model, els determinants s'estructuren jeràrquicament, mostrant les interrelacions que mantenen (Segura

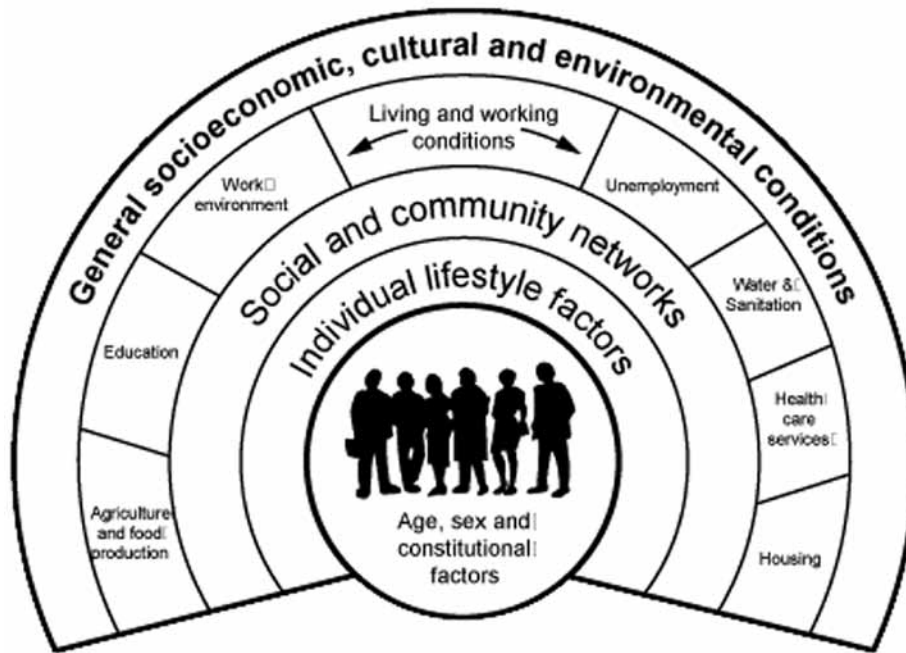


Figura 1. Model dels determinants principals de salut i les relacions que mantenen, de Dahlgren i Whitehead. Pres de Acheson D, 1998.

Benedito A, 2010)<sup>3</sup> (Acheson D, 1998)<sup>4</sup> i té representació gràfica a la proposta de Dahlgren i Whitehead (Figura 1).

A Catalunya, ja fa anys que l'Agència de Salut Pública de Barcelona utilitza als seus informes anuals, La Salut a Barcelona, el model de determinants<sup>5</sup> de l'OMS Europa i més recentment la mateixa OMS<sup>6</sup> va constituir una comissió de treball sobre determinants socials de la salut. Després d'un llarg procés d'elaboració, aquest informe va ser presentat a la 62a Assemblea Mundial de la Salut al maig de 2009 i en van sortir unes recomanacions per als Estats membres, sobretot perquè treballin en totes les polítiques, d'una manera transversal, per l'equitat i la millora dels determinants socials de la salut.

És evident que el medi ambient és un determinant cada cop més important de la salut de l'espècie humana, tant avui com per a les generacions futures. Les relacions entre medi ambient i salut són complexes perquè la qualitat de l'aire, l'aigua, els aliments, les radiacions, l'ambient urbà, l'habitatge i el lloc de treball poden afectar la salut humana a través de

moltes vies, sobretot en els grups de població més vulnerables, com el fetus, els nadons, els infants, les dones, els malats crònics, les persones grans i els grups socials més desfavorits.

Per establir una vigilància sobre la salut de la població en relació amb el medi ambient i unes polítiques de prevenció, cal determinar uns objectius estratègics ambiciosos i uns indicadors clars per poder avaluar.

### 3.1. La necessària i urgent formació dels professionals de la salut i la implicació dels ciutadans i ciutadanes

Difícilment podrem exigir als responsables polítics, representants dels interessos de la comunitat, o als tècnics de les diverses Administracions, que posin en marxa estratègies i programes de prevenció dels riscos ambientals per a la salut, si els mateixos professionals sanitaris, tant de salut pública com clínics, no tenen coneixement d'aquesta epidèmia

invisible i no estan sensibilitzats per fer la necessària tasca de prevenció i educació de la ciutadania en aquest tema.

Per recuperar el temps perdut, durant la formació universitària de Ciències de la Salut, caldrà establir l'ensenyament d'aquesta matèria (el Parlament Europeu l'anomenava Medicina del Medi Ambient) i formació continuada per als professionals en exercici, amb especial èmfasi en els professionals d'atenció primària i salut comunitària.

Com dèiem a les conclusions de l'informe del CAPS 2010<sup>7</sup> són imprescindibles la informació, participació i implicació ciuta-

dana en les decisions sobre medi ambient sostenible i salut. Cal entrar plenament en la cultura de la consulta i el debat públic, sense por, abans ja de l'aprovació de plans i projectes o l'aplicació de mesures amb repercussió ambiental i sobre la salut, per part de l'Administració pública o de les empreses privades".

"En la recerca sobre medi i salut caldria preguntar a la ciutadania quins són els temes que la preocupen o quins creu que és prioritari investigar; això es pot fer mitjançant consells consultors de ciutadans i organitzacions implicades en el tema, o fins i tot mitjançant enquestes públiques, com n'hi ha exemples en altres països."

## 4 La contaminació atmosfèrica i la salut

El deteriorament de la qualitat de l'aire, ja sigui per causes antropogèniques o naturals, té efectes negatius sobre la salut humana i els ecosistemes<sup>8,9,10,11</sup> i a escala global contribueix al canvi climàtic.<sup>12</sup>

Les causes antropogèniques són les que avui tenen més efectes negatius i han augmentat en les darreres dècades. Aporten a l'atmosfera contaminants com: diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), monòxid de carboni (CO), diòxid de sofre (SO<sub>2</sub>), monòxid de nitrogen (NO), diòxid de nitrogen (NO<sub>2</sub>), ozó (O<sub>3</sub>) troposfèric, amoníac (NH<sub>3</sub>), àcid sulfhídric (H<sub>2</sub>S), partícules de mides i composició molt diversa (metalls, compostos inorgànics, compostos orgànics persistents, compostos orgànics volàtils). És la mida de les partícules el que les fa més o menys perjudicials; les més perilloses són les de mida respirable <10 µm i, sobretot, les fines <2,5 µm i molt fines <1 µm.

Avui, els principals contaminants de l'atmosfera a les grans ciutats europees

són les partícules en suspensió (PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, que són particulate matter) i els òxids de nitrogen (NO<sub>2</sub>), tots els quals fonamentalment derivats d'emissions del trànsit rodat i les activitats industrials i de serveis. Les ciutats escandinaves presenten nivells inferiors de PM<sub>10</sub> de l'ordre de 20 a 25 µg/m<sup>3</sup>; en ciutats com Berlín, Londres o Amsterdam els nivells són de 30 a 35 µg/m<sup>3</sup>, mentre que a Madrid i Barcelona els nivells van de 35 a 50 µg/m<sup>3</sup> (el límit establert per la Directiva Europea és de 40 µg/m<sup>3</sup> màxim).<sup>13</sup> És important destacar que els límits recomanats per l'Organització Mundial de la Salut com a no perjudicials són < 20 µg/m<sup>3</sup>.

### 4.1. Estat del coneixement

Els estudis epidemiològics més actuals sobre els efectes aguts de la contaminació atmosfèrica sobre la salut ens mostren unes relacions inequívokes i de les quals cada cop se'n coneix més la importància.<sup>14</sup>

Es produeix un increment significatiu de la mortalitat, el mateix dia i en dies successius, atribuïble a augments de les concentracions de partícules en suspensió menors a 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ). Les concentracions d'ozó, sobretot a l'estiu, també tenen aquest efecte agut, mentre que d'altres contaminants, com el  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , metalls i altres, tindrien sobretot efectes en patologia crònica.<sup>15,16,17</sup>

La patologia més freqüent que causa aquesta mortalitat és la respiratòria i cardiovascular. Entre els estudis que cal destacar que aporten aquestes dades hi ha: l'NMMAPS (The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study) que es va portar a terme a les 20 ciutats amb més població dels EUA.<sup>13</sup> L'estudi APHEIS (Air Pollution and Health: a European Information System) de 29 ciutats europees (entre les quals Barcelona),<sup>14</sup> i l'EMECAM)<sup>15</sup> (Estudio multicéntrico español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad) realitzat a les 13 ciutats més importants d'Espanya.

Actualment s'estudien les causes biològiques, fisiopatològiques i toxicològiques d'aquesta constatació epidemiològica, sobretot el paper de les partícules de mida més petita, partícules fines menors de 2,5  $\mu\text{m}$  i d'1  $\mu\text{m}$ . Aquestes partícules passen a la sang pels alvèols pulmonars i són causa d'episodis aguts cardiovasculars (que desencadenen fins i tot infarts de miocardi) i d'altres patologies (respiratòries, càncers, trastorns immunològics, diabetis, trastorns de creixement i cerebrals en nens, i d'altres). També s'ha investigat i avui ja se'n té suficients coneixements científics<sup>18,19,20,21</sup> per dir que concentracions menors de contaminants, però més sostingudes, produeixen disminució de la funció pulmonar i patologies cròniques, i hi són més vulnerables els nens i nenes,<sup>22</sup> les persones fumadores i els malalts amb patologies ja existents com malaltia pulmonar obstructiva crònica i insuficiència cardíaca, que a més llarg termini també són causa de mortalitat.

Estudis més recents, com el realitzat pels investigadors del CREAL (Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental)<sup>23</sup> a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, estimen els beneficis anuals de reduir l'exposició mitjana (només) de  $\text{PM}_{10}$ , de l'àrea d'estudi (57 municipis) als valors anuals mitjans recomanats per l'OMS (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Aquests beneficis serien de 3.500 morts menys l'any (representa un augment de l'esperança de vida mitjana de 14 mesos), 1.800 ingressos menys als hospitals per causes cardiorespiratòries, 5.100 casos menys de bronquitis cròniques en adults, 31.100 casos menys de bronquitis agudes en criatures i 54.000 crisis asmàtiques menys en totes les edats. Aquestes xifres són escandaloses si pensem que el nombre de morts per accidents de trànsit el darrer any (2009) va ser de 450, vuit vegades menys.

## 4.2. Mesures de l'impacte en salut de les millores de la contaminació atmosfèrica

Hi ha diversos treballs que, ja sigui a través de models o a partir d'estudis epidemiològics de seguiment de grups de població, ens aporten mesures dels beneficis sobre la salut a partir de diversos indicadors. Ja hem vist un treball, el del grup del CREAL de Barcelona, que quantifica els morts i els afectats per diverses patologies que podríem evitar si a l'Àrea Metropolitana de Barcelona passéssim dels nivells actuals de  $\text{PM}_{10}$  (un sol contaminant) als 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , que és el nivell recomanat per l'OMS.<sup>24</sup> Aquest grup quantifica la millora en esperança de vida en 14 mesos, amb aquestes mesures.

En un treball publicat el 2009, Pope<sup>25</sup> encara descriu més beneficis en esperança de vida: fins a 7,3 mesos per cada descens de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de partícules fines.



L'any 2000, Samet<sup>26</sup> publicava que per cada descens de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> la mortalitat general de la població exposada descendia en un 0,51% i la mortalitat per causes cardiorespiratòries en un 0,68%. L'estudi es referia a 20 ciutats dels Estats Units d'Amèrica.

Dels estudis del projecte APHEIS en 19 ciutats de la Unió Europea,<sup>27</sup> es conclou que, abaixant la mitjana de PM<sub>10</sub> en aquestes ciutats a 20 µg/m<sup>3</sup>, disminuirien les morts prematures en un 43 per 100.000 habitants. Mentre que amb el mateix projecte APHEIS en cinc ciutats

espanyoles (amb mitjanes de PM<sub>10</sub> > a 50 µg/m<sup>3</sup>) les morts prematures evitades serien de 68 per 100.000 habitants.<sup>28</sup>

El 2009, Mailing<sup>29</sup> publica els seus resultats en 15 ciutats de l'estat de Califòrnia (EUA) i els guanys en salut per nivell de millora ambiental ja eren més grans que els descrits nou anys abans per Samet.<sup>24</sup> Per cada disminució de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> hi ha un descens de la mortalitat per totes les causes de 0,70% i per causes cardiorespiratòries un descens de 1,30%.

### 4.3. Nivells legals segons la Directiva Europea de determinats contaminants atmosfèrics

#### Partícules en suspensió de diàmetre inferior a 10 micròmetres (PM<sub>10</sub>)

	PERÍODE	VALOR
Valor límit diari per a la protecció de la salut humana	24 hores	50 µg/m <sup>3</sup> no es podrà superar més de 35 ocasions per any
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	40 µg/m <sup>3</sup>

*Objectius de qualitat de l'aire per als PM<sub>10</sub> d'acord amb el Reial Decret 1073/2002*

#### Diòxid de nitrogen i òxids de nitrogen (NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>)

	PERÍODE	VALOR
Valor límit diari per a la protecció de la salut humana	24 hores	200 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub> No es podrà superar més de 18 ocasions per any
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	40 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub>
Valor límit horari per a la protecció de vegetació*	1 any civil	30 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub>
Llindar d'alerta**	1 hora	400 µg/m <sup>3</sup>

*Objectius de qualitat de l'aire per NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> d'acord amb el Reial Decret 1073/2002*

\* Per a l'aplicació d'aquest VL només s'han de considerar les dades de les estacions representatives de la vegetació que cal protegir.

\*\* Durant 3 hores consecutives, a llocs representatius de la qualitat de l'aire en una àrea de com a mínim 10km<sup>2</sup> o en una zona o aglomeració sencera, prenent d'entre aquests dos casos la superfície que sigui menor.

## Partícules en suspensió de diàmetre inferior a 2,5 micròmetres (PM2,5)

	PERÍODE	VALOR	VL+MDT	DATA DE COMPLIMENT DE L'OBJECTIU
Valor objectiu	1 any civil	25 µg/m <sup>3</sup>		01/01/2010
Valor límit	1 any civil	25 µg/m <sup>3</sup>	29,3 µg/m <sup>3</sup>	01/01/2015
Obligació en matèria de concentració de l'exposició	1 any civil	20 µg/m <sup>3</sup>		01/01/2015

Objectius de qualitat de l'aire per al PM2,5 d'acord amb la Directiva 2008/50/CE

# 5

## El canvi climàtic i la salut

El canvi climàtic i el seu origen antropogènic estan avui àmpliament demostrats pel món científic i no caldrà que ens hi estenguem aquí; els que són variats són els escenaris en els anys futurs depenent de si segueixen les tendències actuals d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) i la velocitat d'escalfament del planeta o som capaços de posar-hi fre.<sup>30</sup> Vegeu sobre aquest tema els informes del Panel intergovernamental del canvi climàtic (IPCC) de Nacions Unides i els informes sobre el canvi climàtic a Catalunya, el primer l'any 2005 promogut pel CADS i el segon informe el 2010,<sup>31</sup> sobre la base del mandat fet per la Comissió Interdepartamental del Canvi Climàtic (CICC) de la Generalitat de Catalunya.

Aquests canvis globals al planeta afectaran de manera important la salut i la qualitat de vida dels seus habitants. De fet, un panel d'experts organitzat el 2009 per la prestigiosa revista Lancet i la Universitat de Londres, estimava que el canvi climàtic serà el determinant de la salut més important al segle XXI.<sup>32</sup> I, sobretot, s'incrementaran les desigualtats en salut, amb un major impacte negatiu als països en desenvolupament i als nuclis de po-

blació econòmica i socialment més desprotegides.<sup>33</sup> Per aquest motiu i pel fet que es parla de possibles danys per a la salut en anys futurs (és a dir, ara encara són invisibles) és possible que la ciutadania i els seus polítics no estiguin donant a aquest problema els tractaments preventius necessaris (recordem els resultats de la cimera de Copenhaguen).

Els principals efectes sobre la salut vindran donats pels següents elements:<sup>34</sup>

- Augment de les temperatures extremes. Calor i fred, associat als efectes de la contaminació atmosfèrica, donaran augment de la mortalitat prematura, sobretot de les persones més vulnerables: gent gran, nens i malalts crònics.
- Augment dels processos infecciosos per augment dels vectors i altres causes (sobretot al tercer món).
- Disminució de la producció d'aliments i, per tant, de la nutrició, per disminució dels recursos hídrics, pèrdua de terres de conreu (sobretot als grans deltes), salinització, augment de la temperatura del mar amb disminució de les espècies comestibles.
- Episodis climàtics extraordinaris amb les seves conseqüències catastròfiques.

- Augment del nivell de l'aigua de mar amb la pèrdua de terres i desplaçaments de grans nuclis de població.
- Disminució de la capa d'ozó (O<sub>3</sub>) estratosfèric amb més riscos de càncers.

Entre aquests efectes els més directes i aguts són els derivats de les temperatures extremes, que ocasionen els "cops de calor". Estan descrites 70.000 morts prematures a Europa degudes a l'onada de calor de l'any 2003.<sup>35</sup>

Existia un primer antecedent registrat de mortalitat durant l'onada de calor a la ciutat de Nova York a l'estiu de 1966.

Efectes més indirectes i retardats del canvi sobre la salut són els que fan desaparèixer terres habitades i cultivades. Tenim l'exemple de Bangladesh: el delta del Ganges ocupa el 80% de la terra de Bangladesh, 144.000 km<sup>2</sup> on viuen 110 milions de persones. S'estima que si el nivell del mar puja un metre, un 17% de la terra serà submergida i 11 milions de persones s'hauran de desplaçar.

Pel que fa a la major incidència de càncer de pell per la disminució de l'ozó estratosfèric, les xifres varien segons la latitud però sempre amb una correlació menys ozó més càncer (UNEP 1994).

## 5.1. Mesures de reducció de la contaminació atmosfèrica

És necessari destinar esforços i recursos a les mesures preventives. Aquestes, al seu torn, suposen una reducció de la despesa econòmica tant en l'àmbit sanitari com per l'estalvi de mesures més costoses que s'haurien d'aplicar en el futur.

El problema de la qualitat de l'aire a Catalunya es dona fonamentalment a les grans ciutats i l'àrea metropolitana de Barcelona. La causa principal de la contaminació de l'aire és el trànsit (privat, mercaderies, transport urbà), un factor molt important és l'alta densitat del trànsit privat; a Barcelona hi ha 6.100 cotxes per km<sup>2</sup> (París, Londres, Roma 1.500/km<sup>2</sup>). Això vol dir que s'han de treure molts cotxes de les ciutats.

Aquest factor es veu agreujat pel tipus de combustible emprat pels cotxes (privats i públics). El 65% dels vehicles que tenim a l'Estat espanyol són de dièsel, molt més contaminant que la gasolina, mentre que a Califòrnia només en tenen un 5% i a Londres tenen l'objectiu de baixar els vehicles dièsel fins al 10%, el 2020. Caldrà anar reduint aquest tipus de combustible i potenciar a la ciutat el cotxe híbrid i elèctric.

Una altra font de contaminació atmosfèrica a Catalunya són les emissions d'indústries i serveis, la producció d'energia, les cimenteres, la crema de residus i biomassa, el port i els aeroports.

## RECOMANACIONS DE BONES PRÀCTIQUES SOBRE CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA I CANVI CLIMÀTIC

- Sensibilitzar sobre el problema de la qualitat de l'aire a Catalunya que es dona fonamentalment a les grans ciutats i l'àrea metropolitana de Barcelona. La causa principal de la contaminació de l'aire és el trànsit. Una altra font de contaminació atmosfèrica a Catalunya són les emissions d'indústries i serveis, la producció d'energia, les cimenteres, la crema de residus i biomassa, el port i els aeroports.
- És necessari destinar esforços i recursos a les mesures preventives. Això vol dir que s'han de treure molts cotxes de les ciutats i potenciar a la ciutat el cotxe elèctric o híbrid.
- Planificar l'urbanisme pensant en la disminució i pacificació del trànsit de vehicles, eixamplaments de les aceres, circumval·lacions, increment de zones per als vianants, carrils bici, rutes escolars a peu, increment de les zones verdes, etc.
- Promoure flotes de repartiment de mercaderies consorciades i amb combustibles nets.
- Estudiar la ciutadania i sensibilitzar-la sobre la necessitat de restriccions de trànsit en zones puntuals de la ciutat, amb mesures dissuasòries o de prohibició segons la qualitat dels vehicles seguint el model de les Low Emission Zones.
- Limitar la velocitat del trànsit en zones d'elevada contaminació per PM i NOx (ciutats i zones metropolitanes de 30 a 60) a 80 km/h, o millor encara velocitat variable controlada, per mantenir el flux homogeni de velocitat, mesura comprovada de disminució de la contaminació, estalvi energètic i disminució dels accidents greus.
- Cal exigir informes preceptius del Departament de Salut en llicències d'activitats potencialment contaminants.
- Potenciar les energies realment renovables (solar, eòlica, geotèrmica) i l'eficiència energètica, així com la reducció del consum tant en l'àmbit domèstic com industrial i als serveis.

## 6 La contaminació química i la salut

L'espècie humana sempre ha viscut d'extreure productes i substàncies de la natura, però a partir del segle passat ha anat creixent el nombre de substàncies que han estat transformades o sintetitzades de nou pels humans, de tal manera que avui trobem més de 100.000 substàncies químiques declarades a la Unió Europea i cada any s'hi afegixen unes 5.000 substàncies noves. D'aquestes substàncies químiques unes 80.000 són

utilitzades i, d'aquestes, unes 8.000 són sospitoses pel seu possible potencial tòxic.

De fet, el que ha de preocupar no és la proliferació creixent d'aquestes substàncies sinó la seva seguretat i el seu impacte en el medi i la salut humana. L'any 1962 (fa 50 anys) va ser publicat un llibre que podem considerar el precursor de la denúncia científica i ecologista sobre

els danys que poden ocasionar molts d'aquests productes: el títol de la traducció castellana era *La primavera silenciosa*, i la seva autora la biòloga americana Rachel Carson. Uns anys més tard, es publicava un altre llibre titulat en castellà *Nuestro futuro robado*, de Theo Colbon, Dianne Dumanoski i Pete Myers, que també va ser fonamental per a la informació i la sensibilització ecològica.

Nosaltres, alguns dels autors i assessors d'aquest document vàrem realitzar un informe, l'any 1980, sobre el tema titulat *El medi ambient i la salut*<sup>36</sup> del Grup d'estudi del GAPS, on posàvem de manifest aquests riscos per a la salut (fa ja més de 30 anys) i la complexitat d'obtenir evidències científiques d'aquesta epidèmia invisible i, per tant, les dificultats de la intervenció preventiva.

Actualment, la situació de risc no ha variat gaire (vegeu l'informe de l'OMS a Europa de l'any 2010).<sup>37</sup> Aquest repte de la seguretat i de la intervenció és el que hem de treballar, amb noves recerques, amb nous models i amb informació i sensibilització a la ciutadania i als seus representants polítics, per fer visible aquesta epidèmia creixent. Però no es fàcil; fa trenta anys R. Saiegh<sup>34</sup> ja deia que ens enfrontem a una visió de la salut i de la malaltia molt reduccionista, de biologia d'un aparell o sistema, sense una visió àmplia de les relacions de les persones amb el medi com un determinant fonamental de la salut; també destacava la dificultat dels mètodes d'avaluació del risc i quines són les "evidències" científiques necessàries i suficients per acceptar la causalitat del dany i poder-hi intervenir.

Josep Maria Antó, en les jornades sobre disruptors endocrins que va organitzar el CAPS i l'IMIM l'any 1999 a Barcelona deia<sup>38</sup> que el model actual de detecció del risc és reactiu —va necessitar dècades per obtenir evidències sòlides—, actua quan el dany ja està establert, és ètica-

ment inacceptable i es basa a demostrar el dany (de vegades, a gran part de la població) i no el risc. Com a resposta a aquesta situació preconitzava aplicar el "principi de precaució", que vol dir que, abans d'autoritzar un nou producte químic o una nova tecnologia, se n'ha de demostrar de manera raonable la seguretat. A més, ens deia el doctor Antó, els efectes potencials són tan amplis i variables i les reaccions causals tan complexes, que els models de recerca actuals no ens serveixen, ens calen nous models d'anàlisi.

## 6.1. Els disruptors endocrins

Avui sabem que moltes d'aquestes substàncies químiques, a més de ser tòxiques a determinades dosis, també tenen la capacitat de provocar alteracions hormonals que poden afectar les funcions sexuals, la fertilitat, la immunitat, el creixement i el metabolisme, interferint el metabolisme normal de les hormones, o bé suplantant-les o bé bloquejant-les i augmentant-ne o disminuint-ne l'acció. Aquests efectes es poden donar ja amb absorcions petites, però prolongades. Durant dècades els estudis de disrupció endocrina química han canviat els tradicionals conceptes en toxicologia, en particular el dogma que "la dosi fa el verí", ja que hi pot haver efectes a dosis baixes que no es poden preveure pels efectes a dosis més altes.<sup>39</sup>

## 6.2. Els compostos orgànics persistents i la seva acumulació en humans

L'any 2009 es va editar un llibre imprescindible per a qui vulgui estudiar l'estat actual del coneixement i la realitat a Catalunya de la contaminació per aquests compostos, *Nuestra Contaminación Interna*.<sup>40</sup> Al llibre es publica el treball de recerca liderat per Miquel Porta (IMIM-UAB) titulat: "Distribución de las concentraciones

de compuestos orgánicos persistentes (COPs) en la población general de Catalunya. Selección de los principales resultados." És un treball que mesura les concentracions de 19 COP en la sang d'una mostra representativa de la població de Catalunya.

Els resultats d'aquesta recerca són molt preocupants, perquè entre d'altres conclusions es diu:

- Malgrat que la majoria dels 19 compostos analitzats estan ja prohibits des de fa temps, es troben en un 85% de les persones analitzades. Això demostra l'elevada persistència en el medi, l'acumulació en les cadenes tròfiques, el transport a llarga distància i la contaminació humana fonamentalment a través dels aliments.
- No hi ha ningú de la mostra analitzada que no tingui algun compost dels 19 analitzats; el mínim és de tres i el màxim tots els 19. La mitjana de la població és d'11,3 compostos.
- Les concentracions són molt variables, però en general són superiors a les detectades en estudis de la població nord-americana (EUA) i alemanya.
- Els compostos tòxics i les seves concentracions augmenten amb l'edat (com era d'esperar), són superiors en les persones obeses (acumulació al teixit gras) i en el sexe femení (excepte en les dones múltiples i que han donat lactància materna que "depuren" aquests compostos passant-los al nadó).

### 6.3. La contaminació de l'aire interior dels edificis

L'interior dels edificis, ja sigui d'habitatges com edificis grans de serveis, empreses o equipaments, està sotmès a la contaminació que es desprèn de diversos productes estructurals o que són utilitzats, com ara pintures, productes de neteja com el lleixiu, cosmètics, insecticides,

dissolvents, etc. Molts d'aquests productes són compostos orgànics persistents, que ja han estat descrits i que encara que sigui a dosis petites poden anar-se acumulant a l'organisme. Molts d'aquests productes químics poden actuar com a tòxics, produir al·lèrgies (el més freqüent) i altres poden actuar com a disruptors endocrins. Alguns d'aquests productes químics, com els insecticides, són dissenyats i basen la seva efectivitat en el seu potencial neurotòxic. Han produït diferents patologies en persones que ocupen locals de treball, que han estat tractades com a problemes irritants, sensibilitzacions com la SQM, alteracions endocrinològiques o de l'esfera cognitiva. Si han originat aquest tipus de problemes en la població treballadora, cal esmerçar esforços per controlar l'ús que es pot fer d'aquests productes en domicilis, piscines, jardins, llars d'infants i zones esportives, on pot haver-hi exposició de població sensible, com nens o dones embarassades o persones amb patologies prèvies que són susceptibles d'empitjorament.

Els problemes més greus d'intoxicació aguda s'han donat a Catalunya en edificis on es van aplicar insecticides dispersats en el medi ambient interior. Aquestes aplicacions s'havien fet de manera reiterada i alguns tractaments eren clarament innecessaris ja que s'havien realitzat de manera estacional rutinària i preventiva en diversos centres.<sup>41</sup> De l'any 1994 al 2002, el Centre de Seguretat i Salut Laboral de Barcelona del Departament d'Empresa i Ocupació, juntament amb la Inspecció de Treball, havia estudiat 30 accidents amb 580 treballadors implicats en tractaments insecticides a l'interior de diferents centres de treball (centres docents, centres sanitaris, centres de serveis socials, centres municipals, oficines bancàries, hotels, superfícies comercials, edificis públics d'atenció ciutadana...)<sup>42,43</sup>. Majoritàriament, es van presentar en forma de brots i varen afectar sobretot dones.

El 50% dels treballadors i treballadores varen presentar diferent simptomatologia aguda relacionable amb els productes insecticides aplicats. La simptomatologia inicial no feia sospitar el tipus de seqüeles majoritàriament neurològiques que els grups de treballadors més simptomàtics van iniciar.

S'han pogut descriure efectes negatius per a la salut en intoxicacions col·lectives on s'han utilitzat aquests productes en dosis significatives, però manquen estudis epidemiològics i clínics per demostrar que aquesta intoxicació silenciosa estigui passant també als habitatges i pugui ser una de les causes del que veurem a continuació.

## 6.4. Patologies emergents i contaminació del medi: síndrome de sensibilitat química múltiple, fibromiàlgia i síndrome de fatiga crònica

Les conseqüències per a la salut degudes a l'exposició a xenobiòtics i tòxics ambientals no estan totalment establertes, però sí que ho estan bastant en molts casos per a agents específics, com per exemple: agents organoclorats, amiant, plom, organofosforats, dioxines i mercuri. A més, comencen a aparèixer patologies emergents que s'han iniciat de forma abrupta o insidiosa en relació amb l'exposició ocupacional, ambiental o accidental.<sup>44</sup> Encara que sigui difícil establir l'impacte global sobre la salut de l'exposició a plaguicides o dissolvents, està ben establerta la seva relació amb diversos tipus de càncer, malformacions congènites, disrupció endocrina i neurotoxicitat.<sup>45</sup>

L'estudi i el seguiment de més de 193 persones afectades per exposició laboral a plaguicides i dissolvents i el seu seguiment durant quinze anys ha constatat que en la seva evolució posterior presentaven sensibilitat química múltiple<sup>46,47</sup>, fatiga crònica i fibromiàlgia.<sup>48</sup> Com mostrarem a

continuació, hi ha evidències que, en algunes persones, les tres patologies poden tenir una relació comuna per exposició ambiental a productes que afecten al mateix temps el sistema nerviós central i el sistema d'oxidació-reducció a les mitocondries de la majoria de les cèl·lules del cos.

## 6.5. Efectes de tòxics ambientals sobre la salut reproductiva<sup>49</sup>

És conegut l'efecte de tòxics ambientals i plaguicides en la disminució de l'espermatoïd i de la qualitat del semen masculí. Els últims 40 anys a Europa ha disminuït la quantitat d'espermatozous a la meitat.<sup>50</sup>

Però els efectes que s'han pogut avaluar sobre la salut de les dones inclouen:

- Síndrome d'ovari poliquístic (4-8% de població).
- Increment de metrorràgies i cicles mensuals curts amb dèficit de fase luteínica.
- Endometriosis (5-8% població i augmentant).
- Fibromes uterins.
- Trastorns d'implantació del fetus: avortament, placenta prèvia, maduresa de placenta.
- Mama fibroquística (per exposició fetal).
- Pubertat precoç.
- Lactància materna llarga (factor de protecció).

Les conseqüències per a la salut degudes a l'exposició a xenobiòtics i tòxics ambientals no estan totalment establertes, però comencen a aparèixer patologies emergents que s'han iniciat de forma abrupta o insidiosa en relació amb l'exposició ocupacional, ambiental o accidental.<sup>51</sup> Encara que sigui difícil establir l'impacte global sobre la salut de l'exposició a plaguicides o dissolvents, està ben establerta la relació amb diversos tipus de càncer, malformacions congènites, disrupció endocrina i neurotoxicitat.<sup>52</sup>

# Taula 1

## EFFECTES D'ALGUNS COMPOSTOS TÒXICS PERSISTENTS (CTP) SOBRE LA SALUT DE LES PERSONES

COMPOST	EFFECTES
ARSÈNIC	Risc càncer (pulmó i bufeta orina), nàusees, afectació a la pell (irritació i dermatitis), problemes cardiovasculars (hipertensió, arítmies), increment avortaments, baix pes en néixer
BENZÈ	Increment risc de leucèmia, efectes genotòxics, anèmia, gastritis, efectes neurològics
CADMI	Possible cancerigen
CLORDÀ I HEPTACLOR	Possibles cancerígens, immunosupressors, disruptors endocrins
ALDRÍN, DIELDRINA I ENDRINA	Possibles cancerígens, possibles disruptors endocrins
DDT I ANÀLEGS	Possibles cancerígens, asma, baix pes en néixer, baixa talla dels individus, efectes neurològics, disruptors endocrins
DIOXINES I FURANS	Cancerígens, cloracnè, disruptors endocrins, endometriosis i problemes fertilitat, trastorns del desenvolupament, immunosupressors, alteracions del fetge i dels ronyons
LINDÀ	Possible cancerigen neurotòxic i estrès oxidant
PLOM	Efectes neurològics, anèmia, hipertensió, avortaments, menor qualitat de l'esperma, possible cancerigen
MERCURI	Canvis de personalitat, falta de coordinació muscular, mort neuronal, tremolors, pèrdua de memòria, disfunció renal, afectació del desenvolupament neuroconductual dels infants
PCB (BIFENIL POLICLORAT)	Cancerígens, disruptors endocrins, cloracnè, trastorns del desenvolupament
HAP (HIDROCARBURS POLICÍCLIC AROMÀTICS)	Possibles cancerígens
PBDE (DIFENILETERPOLIBROMAT)	Possibles cancerígens
BISFENOL A	Disruptor endocrí

Font: Nuestra contaminación Interna. M. Porta i cols. Los libros de la catarata, 2009<sup>53</sup>. Adaptat de l'ASPB (Agència de Salut Pública de Barcelona) i l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).



Actualment s'està fent gran quantitat de recerca per trobar possibles biomarcadors per detectar carcinògens<sup>54</sup> i que puguin avaluar la dosi-resposta a dosis baixes.

A la **Taula 1** es presenten els efectes d'alguns compostos Tòxics Persistents (CTP) sobre la salut de les persones.

## 6.6. La salut reproductiva i la disrupció endocrina

La revisió publicada el 2006 per Bretveld i col·laboradors demostra l'efecte de l'exposició a disruptors endocrins i les alteracions del sistema reproductiu de les dones<sup>55</sup> (tot i que per als homes també tinguin conseqüències.) La disrupció es pot presentar en totes les fases de la regulació hormonal: en la síntesi, en l'alliberament i emmagatzematge, en el transport i eliminació, en el reconeixement de l'hormona i el receptor i el seu acoblament, en l'activació hormonal postreceptor, en la funció tiroïdal i en el sistema nerviós central.

L'aplicació d'insecticides als llocs de treball sense seguir normes clares de prevenció ha tingut conseqüències molt greus per a la salut de dones i homes. Les dosis baixes i repetides han produït una afectació neurològica, amb la presència inicial d'un estat de confusió mental, mal de cap frontal, pèrdua de rapidesa de resposta, pèrdua de memòria i de capacitat de concentració, rampes i parestèsies en extremitats superiors i inferiors, pèrdua de força muscular i sensació de fatiga.

Aquests símptomes es van presentar immediatament després de les exposicions i van empitjorar progressivament en les persones que havien estat exposades. Aquesta síndrome ha estat descrita ja a la literatura com a afectació crònica del sistema nerviós central induït per organofosforats (COPIND). A més, van presentar alteracions immunològiques<sup>56</sup> com un increment dels autoanticossos, especialment dels an-

titiroidals. L'hipotiroïdisme s'ha desenvolupat en un 73% de les persones afectades i l'hipertiroïdisme en un 5%, xifres tres vegades superiors a les de la població normal. A més, alteracions del cicle menstrual amb increment de metrorràgies i cicles menstruals curts. Es va observar també l'increment de la secreció d'hormona de creixement (GH), dues o tres vegades per sobre dels valors normals, però sense arribar a xifres compatibles amb les observades en l'acromegàlia. L'exploració de la hipòfisi va assenyalar un increment de la mida en un 30% de casos.

Les persones que van continuar treballant, encara que estiguessin exposades a dosis baixes, van tenir afectació més greu i crònica del sistema nerviós central i han acabat en un 70% de casos afectades de fibromiàlgia. Precisament, els treballs de Pall<sup>57</sup> (2004), Bell<sup>58</sup> (1998 i 2003) i Slotkoff assenyalen la possibilitat que un 70% de casos de fibromiàlgia<sup>59</sup> estiguin causats per l'exposició a substàncies químiques als llocs de treball (insecticides, solvents i altres) que sovint s'associen a la hipersensibilitat química múltiple.

La sensibilitat química múltiple, la fibromiàlgia i la síndrome de fatiga crònica es presenten juntes amb freqüència, com ja s'havia observat entre els veterans de la guerra del Golf. Entre ells els que van presentar síndrome de fatiga crònica presentaren també sensibilitat química en un 42% de casos i fibromiàlgia en un 6%<sup>60</sup> (Pollet et al 1999). La comorbiditat dels tres problemes varia d'un 30 a un 88%, segons estudis.<sup>61</sup> Actualment, aquesta comorbiditat ja està sent diagnosticada com a síndrome de sensibilització central.

## 6.7. Riscos ambientals i càncer de mama

Una revisió de la literatura científica<sup>62</sup> mostra que diversos factors ambientals estan implicats en l'augment del risc de càncer de mama, incloent-hi hormones i

disruptors endocrins, productes químics orgànics i subproductes de la combustió dels vehicles i de la indústria i radiacions ionitzants i no ionitzants.

## 6.8. Xenoestrògens com a disruptors endocrins

La possibilitat que la bioacumulació dels estrògens ambientals (xenoestrògens) pugui ser causa de càncer de mama ja va ser plantejada per estudis epidemiològics sobre exposicions ocupacionals o ambientals.<sup>63</sup> Els xenoestrògens poden ser la causa de la creixent i elevada incidència de càncer de mama amb receptors androgènics positius.<sup>64</sup>

Un estudi realitzat al Canadà<sup>65</sup> relaciona la presència de dioxines ambientals i dimetilsulfat amb l'aparició de càncer de mama, en relació amb la distància a les indústries que emeten les dioxines, i la susceptibilitat és més gran com menor és l'edat de les dones. La susceptibilitat augmenta en menors de 30 anys.

La probabilitat que un efecte advers a partir d'una exposició precoç, intermitent i simultània a dioxines i dimetilsulfat es manifesti com a càncer de mama després d'un període de latència de 26 anys com a mínim, està en funció de l'edat de la primera exposició, el tipus de font d'emissió i la distància de la font emissora (**Taula 2**).

# Taula 2

## SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES AMB EFECTES DE DISRUPCIÓ ENDOCRINA

<i>Alguns plaguicides i herbicides</i>	<i>Atrazina, diclorodifenildicloroetilè (producte de descomposició del DDT), dieldrín, DDT (prohibit, però encara al medi), endosulfan, heptaclor, lindà, metoxiclor, hexaclorobenzè (HCB) (fungicida).</i>
<i>Befinils policlorats (PCB)</i>	<i>Utilitzats en construcció, transformadors elèctrics, olis industrials, adhesius, lubricants, pintures. Prohibits a Europa, però persistents al medi.</i>
<i>Dioxines i furans</i>	<i>Són productes no intencionals, derivats de combustió de carbó, derivats del petroli, biomassa, incineració de residus urbans, materials clorats en fabricació de paper i altres. La principal via d'absorció són els aliments.</i>
<i>Bisfenol A (BPA)</i>	<i>Com a antioxidant en la fabricació de plàstics i resines, contenidors d'aigua i aliments, biberons, segelladors dentals.</i>
<i>Parabens (diversos)</i>	<i>Utilitzats com a antioxidants i conservants en cosmètica (sabons líquids, cremes, desodorants, etc).</i>
<i>Alquifenols</i>	<i>Utilitzats en plàstics, pintures, detergents, material tèxtil. Absorció per via respiratòria, digestiva i cutània.</i>
<i>Filtres solars</i>	<i>Benzofenona i càmor de metilbenzilidèn (4-MBC) en locions i bloquejadors solars.</i>
<i>Ftalats</i>	<i>En fabricació de plàstics (PVC).</i>
<i>Pastilla contraceptiva oral</i>	<i>Etinilestradiol, és també un xenoestrogen.</i>
<i>Altres</i>	<i>Hidroxianisol butilad (BHA) conservant alimentari, nonilfenol (sulfactant emulsionant, detergents, pesticida), fenosulfotiazina (tint vermell).</i>

Font: Health and Environmental Alliance [www.env-health.org](http://www.env-health.org) i IV Conferència sobre Disruptores Endocrinos. Quadern CAPS núm. 29 [www.caps.cat/publicacions](http://www.caps.cat/publicacions).

Dins de l'Estratègia Comunitària sobre disrupció endocrina s'enumeren una sèrie d'agents químics amb riscos potencials per a la salut humana, tòxics per als quals s'exigeixen estudis i avaluacions amb metodologia especial. Algunes de les possibles alteracions endocrines estan subjectes a regulació legal i actualment estan restringides, són dins de llistes de substàncies prioritàries o són agents químics amb propostes de rescissió, però altres agents químics no estan regulats i un gran nombre d'altres agents químics ni tan sols han estat estudiats (per aquest efecte). Els tipus de substàncies llistades per la Comunitat Europea (CE) són: un gran nombre de plaguicides, metalls, subproductes d'incineració (residus), diferents hormones naturals o idèntiques a les naturals i altres substàncies d'ús industrial. En relació amb els plaguicides, cal comentar que no sols s'utilitzen en agricultura amb un ús fitosanitari sinó també en cases, jardins i zones públiques. Ja fa uns anys que hi ha més dades sobre l'impacte d'aquestes exposicions en patologia humana.

A la llista de valors límits per a l'exposició professional ja existeix l'anotació "ae" (alterador endocrí) associada a diferents agents químics. Els valors límits assignats a aquests agents que porta aquesta anotació "ae" no s'han establert per prevenir els possibles efectes d'alteració endocrina, la qual cosa justifica una vigilància mèdica adequada.<sup>66,67,68,69,70</sup>

## 6.9. Organoclorats, dioxines i PCB

Els productes organoclorats i altres substàncies (vegeu **Taula 1**) tenen una llarga vida mitjana que pot arribar als 40 anys en el cos humà, especialment al teixit adipós, el sèrum i la llet. El DDT i el seu metabòlit, el DDE, tendeix a persistir molt més temps al cos i aquests insecticides presenten propietats estrogèniques i actuen al cos com a disruptors endocrins. El DDT va ser prohibit el 1972, i a Espanya el 1977, però el seu ús no va acabar fins anys més tard, i encara s'utilitza en països africans.

El 1995, Leon Bradlow<sup>71</sup> va publicar que molts productes organoclorats com el DDT, l'atrazina, l'hexaclorur de benzè, els PCB i l'endosulfan I i II estimulaven la producció d'un metabòlit dels estrògens, la 16 alfa hidroxiestrona, que és un potent agent que produeix tumors i altera gens.

Estudis del grup de Nicolás Olea a Granada han assenyalat la relació entre organoclorats i càncer de mama.<sup>72</sup> Examinant l'efecte combinat dels estrògens ambientals mesurats com a sobrecàrrega total efectiva d'estrògens (TEXB-alfa) van demostrar un increment del risc de càncer de mama entre les dones més primes, especialment en el grup de dones després de la menopausa, amb nivells més elevats de plaguicides, especialment l'aldrín i el lindà.

## 6.10. Metalls pesants i càncer de mama

Estudis experimentals amb línies cel·lulars de càncer de mama MCF-7 han demostrat la capacitat d'alguns metalls divalents d'activar el receptor estrogènic alfa i estimular la proliferació cel·lular. Els metalls que ho poden fer són: cadmi, coure, cobalt, níquel, plom, mercuri, estany i crom.<sup>73,74</sup> Alguns aminoàcids s'han mostrat com a mediadors dels efectes dels metalls activant el receptor mitjançant la formació d'un complex dins del domini de captació de l'estrogen dins dels receptors. El cadmi actua en el cos humà com si fos un potent estrogen<sup>75,76</sup> i fa proliferar els conductes galactòfors i els alvèols.

Un estudi epidemiològic ha demostrat que les dones amb un nivell de cadmi en orina ajustat a la creatinina de més de 0,58 micrograms/g tenen dues vegades més risc de patir càncer de mama que les que tenien uns nivells inferiors a 0,26 micrograms/g.<sup>77</sup> S'ha trobat una diferència significativa entre concentracions sèriques de cadmi entre les dones amb teixit mamari normal i entre les que tenen càncer de mama.<sup>78,79</sup>

## RECOMANACIONS DE BONES PRÀCTIQUES SOBRE CONTAMINACIÓ QUÍMICA

- Per reduir la contaminació química cal estar convençuts del problema i aplicar el concepte de producció neta. Enfront del risc de compostos tòxics s'han de trobar alternatives de productes i processos sostenibles i saludables.
- De fet, els riscos químics en el medi laboral estan íntimament lligats als riscos ambientals i de salut pública; per això, calen estratègies de prevenció, salut pública i ambiental integrades.
- Caldria revisar el registre de malalties professionals i reconèixer tots els danys químics, fins ara poc reconeguts a l'Estat espanyol.
- Per a aquesta tasca, cal implicar activament la ciutadania, els tècnics, els sindicats i els empresaris.
- És necessari donar molta informació a la ciutadania sobre els riscos dels productes d'utilització quotidiana a la llar (neteja, desinfectants, insecticides, cosmètics, desodorants, additius, etc.) i obligar els fabricants a informar a l'etiquetatge dels productes dels compostos que poden ser perillosos per a la salut i el medi.
- Caldria incorporar la utilització de biomarcadors d'exposició, com a sistema de vigilància general o de grups de població específics (per exemple, criatures i embarassades).
- En les avaluacions d'impacte ambiental i als informes de noves activitats s'ha de incorporar sistemàticament les avaluacions de risc per a la salut; en el cas de no existir evidència científica suficient, però amb sospita fundada (predicció teòrica, toxicològica, etc.), caldrà aplicar el principi de precaució.
- Proposem continuar limitant la utilització d'insecticides i herbicides a l'agricultura, estimular la producció i el consum d'agricultura ecològica, i controlar la presència de parabens i altres tòxics als cosmètics i altres productes de la llar.
- Recomanem que els nous riscos per a la salut ambiental siguin incorporats a la formació dels professionals sanitaris i, especialment, als professionals d'atenció primària i als especialistes en ginecologia.
- Hi ha evidències que part de les persones afectades per fibromiàlgia, fatiga crònica i totes les que pateixen sensibilitat química múltiple han estat exposades a productes químics, insecticides, dissolvents, bifenils policlorats o altres productes orgànics persistents que alteren la salut de les persones per afectació del sistema nerviós central, disrupció endocrina i per alteració de la funció energètica de les mitocòndries.
- També hi ha evidències que la diabetis tipus II i l'obesitat tenen relació amb l'exposició a disruptors endocrins, fins i tot des de la vida fetal. Proposem que a Catalunya es compleixin els acords del Conveni d'Estocolm per a l'eradicació dels productes orgànics persistents i que s'extremi la vigilància dels nivells de disruptors endocrins a aliments, aigua i aire.
- Caldria incorporar a la història clínica dels pacients la història laboral, ambiental, domèstica i radiològica per poder tractar correctament patologies concretes i investigar-les.

# Les radiacions no ionitzants i la salut (telefonía mòbil, Wi-Fi i altres tecnologies)

## 7

L'ambient s'omple de radiacions que, segons l'opinió de molts científics (i el ferm suport de tota la indústria de les telecomunicacions), no són nocives per a la nostra salut, ni per a la resta d'organismes i el planeta. No obstant això, cada vegada hi ha més casos de l'anomenada "electrosensibilitat", i diversos autors i estudis es reafirmen en la convicció dels efectes perjudicials per als humans i alerten especialment en el cas dels infants.

Entre tal diversitat d'opinions, recentment l'Organització Mundial de la Salut (OMS) ha classificat els camps electromagnètics produïts pels telèfons mòbils com a "possiblement carcinogènics per als humans", però no revisa l'actual normativa. Malgrat tot, alguns països ja han reduït els valors límits d'exposició a aquest tipus d'ones electromagnètiques per sota dels que recomana l'OMS i fins i tot han rectificat i es disposen a desinstal·lar les xarxes Wi-Fi de les escoles i a allunyar-ne les antenes de telèfon. Al 23 Congrés Mundial d'Epidemiologia Ambiental, que ha tingut lloc a Barcelona al setembre de 2011, es reconeix que els mòbils poden produir càncer al cervell en nens i nenes, i es recomana l'ús d'auriculars o altaveus i l'ús de missatges de text.

### 7.1. Conceptes bàsics

La radiació electromagnètica és una forma d'energia provinent de la interacció entre partícules carregades elèctricament. Es propaga en forma d'ona i defineix una àrea anomenada camp electromagnètic. Les persones ens trobem sotmeses de manera natural a aquests

tipus de camps, però també de manera artificial a causa de tots els dispositius elèctrics.

Hi ha dos tipus de radiacions:

- **Radiacions ionitzants:** són capaces d'excitar els electrons i fer-los abandonar l'àtom. És ben conegut que aquestes poden comportar greus conseqüències per a les cèl·lules, com és el cas dels raigs X, els radionucleïds o les radiacions nuclears.
- **Radiacions no ionitzants:** no són capaces de trencar els enllaços químics, són ones de freqüències més baixes i tenen menys contingut energètic. En aquest espectre s'inclouen els raigs ultraviolats, la llum visible, les microones, la radiofreqüència i les freqüències extremament baixes (Extremely Low Frequency (ELF)). Les fonts més importants d'aquest tipus de radiació són els telèfons mòbils i sense fils, les antenes de telefonía, les xarxes Wi-Fi, les línies elèctriques, les ones de ràdio i la TV i els electrodomèstics. L'impacte sobre la salut de les radiacions no ionitzants és el que genera tota aquesta controvèrsia.

La freqüència de les radiacions electromagnètiques, mesurada en hertz (Hz), s'utilitza com a referència per avaluar les possibles repercussions sobre la salut. Els camps elèctrics es mesuren en volts per metre (V/m) i els camps magnètics en tesles (T).

### 7.2. Riscos i efectes sobre la salut

Les radiacions no ionitzants tenen un efecte tèrmic que eleva la temperatura dels teixits i un efecte no tèrmic que

podria produir danys cel·lulars a llarg termini. L'estudi en humans és força complicat per la gran quantitat de factors que poden intervenir-hi, per raons ètiques i per la latència de determinats efectes, però alguns fets, com els efectes descrits en animals, ens poden servir d'alerta. Un exemple és la desaparició de les abelles dels ambients "contaminats electromagnèticament" (s'està estudiant a Àustria, l'Índia o Alemanya). En tots els casos sembla que les microones alteren el seu sistema d'orientació i augmenten el seu estrès i agressivitat. Aquests fets, si bé no es poden traslladar a l'esser humà, tenen repercussió en l'àmbit ecològic i poden servir per dubtar de la seva innocuïtat.

### 7.3. Efectes relacionats amb el càncer

El 2001 la IARC (International Agency for Research on Cancer) va declarar els ELF com a possiblement carcinogènics<sup>80</sup> i, el 2011, l'OMS ha fet el mateix per als camps produïts pels telèfons mòbils. Aquest fet es defensa des de fa anys amb estudis que demostren que les radiacions de radiofreqüència no són innòcues en animals modificats genèticament i, entre altres patologies, produeixen diversos tipus de càncers, com ara limfomes i leucèmies<sup>81</sup> o tumors cerebrals.<sup>82</sup> Ja el 1985 se n'havia detectat un increment en els treballadors exposats a aquests tipus de camps.<sup>83</sup>

Els estudis actuals sobre els efectes del telèfon mòbil (i el telèfon fix sense fil)<sup>84,85</sup> indiquen que l'ús prolongat durant deu anys o més pot incrementar el risc de tumors cerebrals (gliomes i neuromes de l'acústic). Hi ha discrepància sobre la rotunditat amb la qual es pot fer aquesta afirmació, així que mentre uns ho exposen com una evidència<sup>86</sup> i donen xifres que indiquen que el risc es multiplica per dos,<sup>87</sup> altres ho fan amb més precaució, explicant la necessitat de més

estudis<sup>88,89,90</sup> i altres fins i tot neguen haver trobat evidències per al neuroma de l'acústic.<sup>91</sup> Alguns afegeixen que el risc de patir tumors s'incrementa segons el temps de latència i l'acumulació d'hores d'ús.<sup>92</sup> Altres afegeixen la possibilitat d'induir meningioma,<sup>93</sup> tot i que també expressen la necessitat de més estudis.

Un fet en el qual els científics semblen estar més d'acord és la relació entre el costat on es fa servir el telèfon amb el costat on apareixen els tumors,<sup>94,95</sup> i fins i tot asseguren que el risc és més alt si el telèfon s'ha utilitzat només en un dels dos costats del cap.<sup>96</sup>

Altres estudis relacionats amb la situació d'estacions base de telefonia mòbil (antenes) afirmen que les persones que resideixen diversos anys a prop d'alguna d'aquestes antenes tenen un risc 4,15 vegades superior d'incrementar la incidència de càncer<sup>97</sup> i que l'exposició a ELF per part de dones en el seu lloc de treball pot ser un factor de risc de patir càncer de mama (exposició a llarg termini a 1 mT i superiors).<sup>98</sup>

Els motius biològics pels quals les ones electromagnètiques poden induir càncer també estan en estudi. Alguns autors proposen que l'alteració de l'ió calci degut a l'exposició a radiofreqüència podria activar els oncògens,<sup>99</sup> tot i que també expliquen que cal una predisposició genètica. Altres diuen que l'exposició crònica a les ones dels telèfons mòbils pot trencar l'ADN de les cèl·lules<sup>100</sup> i actuar com una antena fractal (per al rang d'ELF i radiofreqüència).<sup>101</sup>

Mentre alguns estudis en rates no troben relació entre el càncer de mama i l'exposició a telèfons mòbils<sup>102,103,104</sup> ni a camps electromagnètics,<sup>105</sup> altres afirmen que l'exposició prolongada a ELF sí que augmenta el risc, fet que podria estar relacionat amb un descens dels nivells de melatonina.<sup>106</sup>

Un estudi amb ratolins modificats genèticament demostra que aquests posseeixen una major predisposició a desenvolupar limfomes quan són irradiats,<sup>107</sup> com també ho demostren estudis histopatològics.<sup>108</sup>

## 7.4. Efectes sobre el sistema nerviós i endocrí

Els camps electromagnètics emesos pels telèfons mòbils poden afectar l'activitat elèctrica del cervell.<sup>109</sup> La majoria dels estudis només observen els efectes a curt termini; per tant, les conseqüències a llarg termini de les exposicions no són prou conegudes, però segons alguns estudis hi ha evidències per relacionar llargues exposicions a camps magnètics i malalties neurodegeneratives, com l'Alzheimer,<sup>110</sup> ja que en el cas concret de les antenes de telefonia mòbil se sap que permeten l'acumulació de molècules tòxiques al cervell.<sup>111</sup> També podria existir una relació entre l'exposició a camps electromagnètics i l'esclerosi lateral amiotròfica.<sup>112</sup>

Les radiofreqüències incideixen sobre els receptors cerebrals i podrien causar depressió i manca de memòria, així com alteració dels períodes de son i vigília,<sup>113</sup> a més d'alterar les diferents fases del son,<sup>114</sup> alteracions que podrien estar relacionades amb una disminució de melatonina. Aquesta hormona també podria tenir relació amb la detecció d'un increment de suïcidis en treballadors exposats a ELF, però calen més estudis.<sup>115</sup>

## 7.5. Efectes en l'àmbit cel·lular

Nivells molt baixos d'ELF i radiofreqüència poden causar la producció de proteïnes de l'estrès i estrès oxidatiu en cèl·lules cultivades in vitro (fins i tot en nivells per sota dels límits de seguretat actuals).<sup>116</sup> Això significa que la cèl·lula reconeix aquestes exposicions com a nocives. Si

incrementa l'energia de radiofreqüència es trenquen les cadenes d'ADN<sup>117</sup> i això pot pertorbar la recombinació de la freqüència de reparació de l'ADN.<sup>118</sup>

Per altra banda, un estudi in vivo en humans conclou que l'exposició a radiació de mòbils podria afectar l'expressió de proteïnes de la pell.<sup>119</sup>

## 7.6. Electrosensibilitat o síndrome microones

Hi ha persones que per proximitat amb les antenes de telefonia o altres camps electromagnètics presenten una simptomatologia que es denomina electrosensibilitat o "síndrome microones"; pateixen cefalees, insomni, vertigen, alteracions visuals i de la marxa, desordres de la pell, tendència depressiva, fatiga crònica, al·lèrgies, dificultat de concentració i pèrdua de gana. Alguns símptomes poden ser deguts al fet que l'excés d'ions positius en l'aire que respirem (en gran part conseqüència de l'exposició continuada a radiacions electromagnètiques) pot alterar l'equilibri elèctric de la sang.<sup>120</sup>

Aquests casos, que no són fàcils de diagnosticar (pels falsos positius, casos psicològics i els efectes nocebo), han de servir d'alerta a la resta de la població, ja que estan fent d'organismes sentinella. El nombre de casos creix (així com el nombre de persones exposades a l'electropol·lució o electrosmog) i, per primer cop, el jutjat Social número 24 de Madrid ha declarat la incapacitat permanent d'una professora per aquest motiu. Suècia ja fa temps que accepta aquesta patologia com a discapacitat.

## 7.7. Efectes sobre el sistema reproductor

En el cas de les dones, les microones de baixa freqüència poden malmetre l'ADN

mitocondrial dels fol·licles dels ovaris, de manera que les mutacions poden passar a la descendència.<sup>121</sup>

En el cas dels homes, els mòbils podrien afectar negativament la qualitat de l'esperma ja que poden disminuir la motilitat, la morfologia, la viabilitat i el nombre d'espermatozous<sup>122</sup> i provocar carcinogènesi testicular i infertilitat,<sup>123</sup> malgrat que altres articles no troben dades consistents que permetin establir una relació causal.<sup>124</sup>

## 7.8. Efectes sobre el sistema immunològic

Existeixen evidències substancials que les ELF i la radiofreqüència poden causar reaccions inflamatòries, al·lèrgia i canvis en la funció immune.<sup>125</sup> Un altre estudi que valorava extraccions de sang d'una població situada a sota d'una línia de tensió de 50kV va trobar que hi havia paràmetres immunològics anormals.<sup>126</sup> En treballs in vitro s'ha demostrat que les cèl·lules del sistema immunològic poden resultar danyades i les defenses alterades quan són irradiades.<sup>127</sup> També s'han observat danys en l'ADN dels limfòcits i la presència de micronuclis que es tradueixen en lesions als cromosomes.<sup>128</sup>

## 7.9. Efectes sobre el sistema cardiovascular i hematopoètic

S'han trobat alteracions en l'hemograma de persones que viuen prop d'antenes repetidores: disminució dels glòbuls vermells o blancs, augment de limfòcits, irregularitat en VGM (talla dels glòbuls vermells) i taxa d'hemoglobina inferior a la normal.<sup>129</sup>

Per altra banda, hi ha estudis que demostren que l'exposició a la freqüència d'ones emeses pels telèfons mòbils incrementa el flux sanguini cerebral (del còrtex

dorsolateral i prefrontal),<sup>130</sup> suprimeix el metabolisme de la glucosa a nivell local al cervell<sup>131</sup> i pot alterar la permeabilitat de la barrera hematoencefàlica.<sup>132</sup>

A més, les ones electromagnètiques podrien disparar l'índex glucèmic en diabetis de tipus I (diabetis voluble).<sup>133</sup>

## 7.10. Efectes en nens i nenes

Un dels efectes sobre el qual sembla haver-hi més consens és el fet que l'exposició a ELF pot causar leucèmia infantil.<sup>134</sup> Un estudi demostra que l'exposició residencial a camps magnètics iguals o superiors a 0,4µT incrementa un 100% el risc de desenvolupar leucèmies agudes infantils, respecte a exposicions menors a 0,1µT.<sup>135</sup> En nens diagnosticats de leucèmia, els que estan més exposats tenen pitjors resultats.<sup>136</sup> A més, hi ha evidències que altres càncers infantils poden ser causats per l'exposició a ELF.<sup>137</sup>

En relació amb el sistema nerviós dels infants, els camps electromagnètics dels mòbils tenen efecte sobre les respostes cerebrals mentre desenvolupen processos cognitius.<sup>138</sup>

Perquè els infants no estiguin exposats a radiacions constants i pels efectes que aquesta contaminació pot estar causant, a Lió s'han desmantellat les antenes de telefonia d'una escola on hi havia un alt índex de leucèmia i alguns països procuren canviar el Wi-Fi per cable als centres educatius.

Pel que fa al telèfon mòbil, un estudi indica que el seu ús (o el del telèfon sense fil) incrementa el risc de glioma en tota la població, però afegeix que aquest risc és més elevat en individus que comencen a usar el telèfon abans dels vint anys.<sup>139</sup> A més, segons els neurocirurgians australians Khurana i Teo, el risc de contreure un tumor cerebral després de deu anys



d'ús del mòbil es multiplica per dos en la població general, i per cinc en nens que comencen a utilitzar-lo abans dels vint anys.

Un altre punt de molta importància és l'efecte durant la gestació. En aquest sentit, un estudi relaciona l'exposició a camps electromagnètics de les mares embarassades amb una major incidència d'asma en els seus fills.<sup>140</sup> A més, s'ha associat l'exposició prenatal a telèfons mòbils amb alteracions del comportament com la hiperactivitat o els desordres emocionals.<sup>141,142</sup>

## 7.11. Altres efectes

La lipoatròfia semicircular consisteix en una disminució del greix de les cuixes (i a vegades també de l'avantbraç) relacionada amb una sensació de fatiga i associada al cablejat elèctric en oficines. Afecta sobretot dones i és reversible. Tot i que encara se n'estan estudiant les causes, tenen a veure amb un entorn laboral amb baixa humitat relativa, amb taules amb estructures metàl·liques, i sense preses a terra, la qual cosa afavoreix les descàrregues electrostàtiques. Els hà-

bits posturals també podrien tenir-hi influència. A Catalunya, està reconegut com a accident laboral dels treballadors d'oficina.

## 7.12. Límits d'exposició

Un dels temes més controvertits pel que fa a l'efecte dels camps electromagnètics són els nivells màxims d'exposició recomanats per evitar problemes de salut. Els límits oficials tenen en compte només els efectes tèrmics dels camps electromagnètics que provoquen un escalfament dels teixits. Alguns científics consideren insuficients aquests nivells ja que els possibles efectes no tèrmics (que no han pogut ser del tot demostrats) es podrien donar amb intensitats més baixes i tampoc consideren els efectes a llarg termini.

No existeix una unificació de criteris en l'àmbit internacional respecte a la contaminació per radiacions electromagnètiques. Actualment els límits recomanats més acceptats són els publicats el 1998 per la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), una organització no governamental reconeguda per l'OMS.

## RECOMANACIONS DE BONES PRÀCTIQUES SOBRE RADIACIONS NO IONITZANTS

Sobre la base dels estudis realitzats fins ara pel que fa a l'impacte sobre la salut de les radiacions electromagnètiques, pel maig de 2011 l'Assemblea Parlamentària del Consell Europeu va fer, entre d'altres, les següents recomanacions al seus Estats membres:<sup>143</sup>

- Reduir al màxim l'exposició a camps electromagnètics.
- Reconsiderar els nivells de la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) i aplicar els nivells més baixos per cobrir els efectes tèrmics i no tèrmics i el seu impacte sobre la salut.
- Realitzar campanyes d'informació adreçades sobretot a nens i joves.
- Protegir els electrosensibles i crear zones lliures de radiacions en la mesura del possible.
- Fer atenció amb els telèfons sense fil i els monitors de nadons.
- Regular l'ús del mòbil a l'escola i apostar per la connexió a Internet amb cable.
- Acordar nous emplaçaments d'antenes de telefonia entre governs, residents i associacions.

### **Wi-Fi**

- Substituir les xarxes Wi-Fi per cables de fibra òptica.
- Evitar les àrees amb Wi-Fi.
- Tenir-lo apagat quan no se'n faci ús.

### **Telèfon mòbil i sense fil**

- Usar-lo el mínim possible i utilitzar línies de cable sempre que sigui possible.
- No utilitzar el mòbil com a despertador.
- Apagar el mòbil quan no se'n fa ús.
- No acostar el mòbil a l'orella fins que s'hagi establert la comunicació, ja que en el moment d'establir connexió emet amb més força.
- Utilitzar auriculars, funció altaveu o mans lliures quan es parla pel mòbil.
- No portar el mòbil a la butxaca dels pantalons.
- No parlar pel mòbil sempre pel mateix costat del cap.
- Modular l'amplitud de la freqüència del mòbil.
- Escriure un SMS en lloc de trucar, si és possible.

### **Antenes de telefonia**

- Compartir una mateixa antena entre diverses operadores de telefonia.
- Augmentar-ne la distància respecte als habitatges.
- No situar-les a menys de 300 metres d'escoles i hospitals.

### **Aparells elèctrics**

- Evitar situar la torre de l'ordinador i sistemes d'alimentació sota les cames.
- Utilitzar pantalles de televisió i d'ordinadors de LCD i evitar-ne les de plasma.
- Mantenir el dormitori lliure d'aparells elèctrics.
- Desendollar els aparells elèctrics quan no se'n faci ús.

## 8.1. Aplicacions mèdiques de les radiacions

Les radiacions són utilitzades en medicina per algunes de les seves propietats, en processos de diagnòstic per la imatge (radiologia i medicina nuclear) o en teràpies oncològiques (radioteràpia).

A l'igual que en molts procediments sanitaris, les radiacions poden ser beneficioses alhora que comporten riscos per a la salut, i per això s'han d'utilitzar amb precaució i amb una clara necessitat clínica. Tant les radiacions amb totes les diverses tècniques (radiografia, TAC, PET, mamografia, intervencionista, etc.) com les tècniques que utilitzen isòtops radioactius, són radiacions ionitzants. Això vol dir que actuen sobre l'ADN cel·lular trencant les cadenes cromosòmiques o modificant els components cel·lulars per ionització. Si aquestes lesions són importants i no poden ser reparades pels processos fisiològics de l'organisme, poden produir mutacions i aberracions cromosòmiques, leucèmies i altres càncers; si la cèl·lula afectada és reproductiva poden tenir efectes genètics.

Quan encara no es coneixien aquests efectes, varen morir de càncer o anèmia aplàstica moltes persones investigadores i treballadores que utilitzaven aquestes tecnologies: W.R. Roentge, descobridor dels RX va morir de càncer el 1923; Maria Skolodowska (Madame Curie) el 1934, i la seva filla, Irène Joliot-Curie, el 1956, d'anèmia aplàstica.

Per la perillositat d'aquests procediments s'han legislat dosis màximes anuals per a la població general i dosis màximes per

al personal exposat laboralment, que, a més, és controlat mitjançant dosímetres de radiació rebuda.

## 8.2. Hi ha diversos tipus de radiacions ionitzants

- **Les radiacions alfa ( $\alpha$ )**, que són partícules radiants emeses pel nucli molt energètiques (dos neutrons i dos protons), tenen molt poca penetració en els teixits biològics, la seva perillositat és la radiació interna en el teixit o òrgan on es fixen, que produeix el dany cel·lular per proximitat.

- **Les radiacions beta ( $\beta$ )** —electrons negatius emesos pel nucli— amb més capacitat de penetració.

- **La radiació gamma ( $\gamma$ )** i els raigs X amb molta capacitat de penetració, no més són frenades per barreres de plom; aquesta penetració, que traspasa el cos humà, és aprofitada en radiologia per quedar registrada en una placa i, des de l'exterior, es detecta la radiació gamma de l'activitat d'isòtop radioactiu que s'ha fixat en un determinat òrgan o teixit. Aquests isòtops, amb vides mitjanes molt curtes (hores o dies), s'eliminen per l'orina del pacient.

## 8.3. Medició de les dosis efectives de radiació

La unitat de medició de la dosi efectiva és el milisievert (mSv). Els diversos teixits i òrgans tenen sensibilitats diverses a les radiacions, i els nens i les embarassades són persones amb les quals s'han d'aplicar aquestes tècniques amb més precaució. Els límits legals actuals de dosi efectiva màxima en un any per a la població

general (sense incloure les radiacions naturals ni les mèdiques) és d'1 mSv/any i fins a 50 mSv/any per al personal professionalment exposat (al 1925 es va posar el primer límit a 500 mSv/any, l'any 1934 les regulacions internacionals deien 300 mSv/any i, actualment, el límit màxim per als treballadors està fixat en 100mSv acumulats durant 5 anys, amb un màxim de 50 mSv/any, en un d'aquests cinc anys).

#### 8.4. Exposició a la radiació natural

Tots els essers vius estem exposats a radiacions que vénen de fons naturals: raigs còsmics (més intensos en altures, com viatges en avió), radioactivitat dels terrenys i dels materials de construcció, potassi natural i altres radionúclids (com el poloni al tabac), el gas radó en espais tancats, etc. La dosi anual mitjana d'origen natural a Espanya està avaluada entre 0,6 i 1,2 mSv/any segons les zones. En aquest sentit és interessant comparar les dosis efectives de diversos procediments mèdics amb l'exposició de fons natural (**Taules 3·I i 3·II**) i el risc relatiu de generar un càncer. El risc de càncer que descriu el quadre esmentat està descrit com a baix: d'1/10.000 a 1/1.000, i com a moderat: d'1/1.000 a 1/500.

#### 8.5. La informació i la seguretat del pacient, tan importants com l'ajuda al diagnòstic

La decisió de realitzar un examen que comporta radiacions ha de ser conjunta metge-pacient; evidentment, ha de ser clínicament pertinent i s'han d'haver avaluat les circumstàncies individuals de cada pacient: embarassades, dones que donen lactància (alguns isòtops radioactius de les gammagrafies s'eliminen per la llet), nens i nenes en creixement i, molt important, la història de radiacions anteriors.

Aquests antecedents de radiacions anteriors seran molt importants sobretot si s'han d'indicar exploracions de dosis altes, com TAC, utilització de substàncies de contrast, etc., o seguiments prolongats radiològics de determinades patologies. Aquests antecedents es poden tenir en compte a l'hora de prescriure una exploració radiològica o una alternativa (si és possible), com la Ressonància Nuclear Magnètica (RNM) o els ultrasons (ecografies), que no comporten riscos d'irradiació.

Per això serà útil la utilització del **carnet d'història radiològica** de cada pacient, com proposen les Societats Americanes de Radiologia citades a les **Taules 3·I i 3·II**.

# Taula 3 (I)

**RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA (RSNA)  
I AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (ACR)**  
[www.RadiologyInfor.org](http://www.RadiologyInfor.org)

PER AQUEST PROCEDIMENT:	*LA DOSI APROXIMADA DE RADIACIÓ EFECTIVA ÉS:	COMPARABLE AMB LA RADIACIÓ NATURAL DE FONTS DURANT:	**RISC ADDICIONAL DE PER VIDA DE CÀNCER FATAL DEGUT A L'EXAMEN
<b>Regió abdominal:</b>			
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) – Abdomen i pelvis	15 mSv	5 anys	Baix
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) - Abdomen i pelvis, repetit amb i sense material de contrast	30 mSv	10 anys	Moderat
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) - Colonografia	10 mSv	3 anys	Baix
Pielograma intravenós (PIV)	3 mSv	1 any	Baix
Radiografia (raigs X) - Tracte Digestiu Inferior	8 mSv	3 anys	Baix
Radiografia (raigs X) - Tracte Digestiu Superior	6 mSv	2 anys	Baix
<b>Ossos:</b>			
Radiografia (raigs X) – Columna	1,5 mSv	6 mesos	Molt baix
Radiografia (raigs X) - Extremitats	0,001 mSv	3 hores	Insignificant
<b>Sistema Nerviós Central:</b>			
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) - Cap	2 mSv	8 mesos	Molt baix
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) – Cap, repetit amb i sense material de contrast	4 mSv	16 mesos	Baix
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) – Columna	6 mSv	2 anys	Baix

# Taula 3 (II)

PER AQUEST PROCEDIMENT:	*LA DOSI APROXIMADA DE RADIACIÓ EFECTIVA ÉS:	COMPARABLE AMB LA RADIACIÓ NATURAL DE FONTS DURANT:	**RISC ADDICIONAL DE PER VIDA DE CÀNCER FATAL DEGUT A L'EXAMEN
<b>Tòrax:</b>			
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) – Tòrax	7 mSv	2 anys	Baix
Tomografia Axial Computaritzada (TAC) - Tòrax Dosi Baixa	1.5 mSv	6 mesos	Molt baix
Radiografia (raigs X) – Tòrax	0.1 mSv	10 dies	Mínim
<b>Dental:</b>			
Raigs X intraorals	0,005 mSv	1 dia	Insignificat
<b>Cor:</b>			
Angiografia Coronària per Tomografia Computada (ATC)	16 mSv	5 anys	Baix
TAC Cardíac per Quantificar Calci	3 mSv	1 any	Baix
<b>Exàmens en homes:</b>			
Densitometria òssia (DXA)	0,001 mSv	3 hores	Insignificat
<b>Exàmens en dones:</b>			
Densitometria òssia (DXA)	0,001 mSv	3 hores	Insignificat
Mamografia	0,4 mSv	7 setmanes	Molt baix

*Nota per a pacients pediàtrics: Els pacients pediàtrics varien en la mida. Les dosis administrades a pacients pediàtrics variaran significativament de les que s'administren a adults.*

*\* Les dosis efectives són valors típics per a un adult de mida mitjana. La dosi real pot variar substancialment, depenent de la mida d'una persona com també de les diferències de pràctiques durant la presa d'imatges.*

*\*\* Llegenda:*

NIVELL DE RISC	RISC ADDICIONAL APROXIMAT DE CÀNCER FATAL PER L'EXAMEN PER A UN ADULT:
Insignificat:	menys d'1 en 1.000.000
Mínim:	1 en 1.000.000 a 1 en 100.000
Molt baix	1 en 100.000 a 1 en 10.000
Baix:	1 en 10.000 a 1 en 1.000
Moderat:	1 en 1.000 a 1 en 500

[www.RadiologyInfor.org](http://www.RadiologyInfor.org)

1. Cal fer visible l'epidèmia causada per la contaminació per poder fer-hi front.
2. Pel fet que els determinants ambientals de la salut tenen causes econòmiques i socials, són necessàries mesures polítiques col·lectives i són les Administracions públiques les que s'han de fer responsables de la salut ambiental.
3. És necessari un organisme que integri i coordini tots els serveis de diversos Departaments a Catalunya amb competències ambientals i les seves influències sobre la salut, sota la tutela de l'Agència de Salut Pública.
4. A més d'aclarir competències i responsabilitats, així com dotar els diferents nivells d'Administració pública dels recursos necessaris per dur a terme les funcions de prevenció i protecció de la salut, caldrà també un lideratge polític fort, amb el suport de la ciutadania.
5. Cal impulsar decididament la formació en la creixent importància dels determinants ambientals de la salut dels professionals sanitaris que exerceixen en l'atenció directa als pacients, per dotar-los dels coneixements emergents i que puguin exercir la professió amb principis de bona praxi.
6. Cal incorporar a la pràctica clínica diària (antecedents, història clínica, recerca, etc.), a més dels riscos en hàbits i pautes de conducta individual, els riscos ambientals per a la salut.
7. Cal fomentar d'una manera reglada la informació, la participació i la implicació de la ciutadania en les decisions sobre medi ambient sostenible i saludable. Un instrument per treballar amb aquest objectiu poden ser els Consells de Salut de participació.

- <sup>1</sup> Porta M, Ballester F, Gasull M, Bosch M, Puigdomenech E, López MJ. Nuestra contaminación interna. Los libros de la Catarata. 2009.
- <sup>2</sup> A New Perspective on the Health of Canadians. M. Lalonde. Ministerio de Salud del Canadá. 1974.
- <sup>3</sup> Segura A. La salud y la enfermedad. Determinantes y consecuencias. En: Hernández-Aguado A et al (Eds). Manual de Epidemiología y Salud Pública para grados en ciencias de la salud. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2011; 3-6.
- <sup>4</sup> Acheson D. Independent Inquiry into Inequalities in Health Report, 1998.
- <sup>5</sup> Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote equity in health. Copenhagen: World Health Organisation, 1991.
- <sup>6</sup> OMS 2009 (A62/UR/8) Reduir les inequitats sanitàries actuant sobre els determinants socials de la salut. Document de la Comissió: A62/9 de 2008.
- <sup>7</sup> Martí-Valls J, Sancho N, Mestres C, Homs M. El Medi Ambient i la Salut: Qualitat de l'aire, contaminació química, soroll i radiacions. Anàlisi de legislació i experiències de bones pràctiques. Ed. CAPS I CADS, setembre 2010. (www.caps.cat).
- <sup>8</sup> Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. Lancet 2002;360:1233-42.
- <sup>9</sup> WHO 2001. Quantification of Health Effects of Exposure to Air Pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (EUR/01/50266342).
- <sup>10</sup> WHO 2003. Health aspects of air pollution which particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen (EUR/03/5042688).
- <sup>11</sup> WHO 2006. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution, 2006. European Centre for Environment and Health Bonn Office; 2006.
- <sup>12</sup> IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC 978052170596-7 Paperback; 2007.
- <sup>13</sup> Querol X. Calidad del aire, partículas en suspensión y metales. Rev Esp Salud Pública 2008;82:447-54.
- <sup>14</sup> Sunyer J. Contaminación atmosférica y mortalidad. Med Clin (Barc) 2002;119:453-4.
- <sup>15</sup> Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zefer SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities 1987-1994. N Engl J Med 2000;343:1798-9.
- <sup>16</sup> Katsouyanni K, Toulami G, Samoli E et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA project. Epidemiology 2001;12:521-31.
- <sup>17</sup> Ballester F, Saez M, Pérez-Hoyos S, et al. The EMECAM project: a multicentre study on air pollution and mortality in Spain: combined results for particulates and for sulfur dioxide. Occup Environ Med 2002;59:300-8.
- <sup>18</sup> Dockery DW, Pope CA, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. N Engl J Med 1993;32:1753-9.
- <sup>19</sup> Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, et al. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in non-smokers. Am J Respir Crit Care Med 1999;159:372-82.
- <sup>20</sup> Sunyer J, Schwartz J, Tobias A, et al. Patients with chronic obstructive pulmonary disease are at increased risk of death associated with urban particle air pollution. Am J Epidemiol 2000;151:50-6.
- <sup>21</sup> Pope AC, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002;287:1132-41.
- <sup>22</sup> Gauderman W, McConnell R, Gilliland F, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. Am J Respir Crit Care Med 2001;162:1383-90.
- <sup>23</sup> Pérez L, Sunyer J, Künzli N. Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona Metropolitan Area (Spain). Gac Sanit 2009;23:287-94.
- <sup>24</sup> WHO. World Health Organization. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. 2005.
- <sup>25</sup> Pope CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine-Particulate air pollution and life expectancy in the United States. N Engl J Med. 2009;360:376-86.
- <sup>26</sup> Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zefer SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. N Engl J Med. 2000;343:1798-9.
- <sup>27</sup> Medina S, et al. Apheis: public health impact of PM10 in 19 European cities. J Epidemiol Community Health 2004;58:831-6.
- <sup>28</sup> Alonso E, Martínez T, Cambra K, et al. Evaluación en cinco ciudades españolas del impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas. Proyecto Europeo APHEIS. Rev Esp Salud Pública 2005;79.
- <sup>29</sup> Mailing BJ, Ostro BD. Coarse particles and mortality: evidence from a multicity study in California. Occup Environ Med 2009;66:832-839.
- <sup>30</sup> Salomon S, Qin D, Manning M. Editores. Intergovernment Panel on Climate Change. 2007. Nova York: Cambridge University Press; 2007.
- <sup>31</sup> 2n Informe del Grup d'Experts sobre el Canvi Climàtic a Catalunya (GECCC) CADS. Generalitat de Catalunya. www15.gencat.cat/cads.
- <sup>32</sup> Costello A, Abbas M, Allen A, et al. Managing the health effects of climate change. Lancet 2009;373:1693-733.
- <sup>33</sup> Campbell D, Corvalan C, Neira M. Global climate change: implications for international public health policy. Bull World Health Organ. 2007;85:235-7.
- <sup>34</sup> Sunyer J. Promoción de la salud frente al cambio climático. Gac Sanit 2010;24:101-2.
- <sup>35</sup> Robine JM, Cheung SLK, Le Roy S, et al. Death toll exceeded 70.000 in Europe during the summer of 2003. C R Biol 2008;331:171-8.
- <sup>36</sup> Informe del Grup d'Estudis del GAPS del Col·legi de Metges de Barcelona sobre EL MEDI AMBIENT I LA SALUT. Editorial Laia, Barcelona 1981. R Saiegh.
- <sup>37</sup> WHO EU. Health and Environment in Europe: Progress assessment. OMS 2010.
- <sup>38</sup> Antó JM. Es necesario cambiar el actual modelo de protección de la salud ante los riesgos ambientales. Quadern CAPS; n. 29, 2000, Barcelona.
- <sup>39</sup> Endocrine Reviews 2012 (first published ahead of print). March 14 (edvr.endojournals.org).
- <sup>40</sup> Porta M, Puigdomènech E, Ballester F. Nuestra contaminación interna. Los libros de la Catarata. 2009.
- <sup>41</sup> López L, Baselga M, Brossa J, et al. Plaguicidas de uso ambiental: un riesgo poco conocido de accidentes por plaguicidas en la provincia de Barcelona 1994-99. Quadern CAPS núm. 29, 2000, Barcelona.
- <sup>42</sup> Obiols J, López F. Nota Técnica de Prevención número 595. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación. Plaguicidas: riesgos en las aplicaciones en interior de locales.
- <sup>43</sup> Obiols J. Nota Técnica de Prevención número 557. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación. Intolerancia Ambiental Idiopática (IAI): Sensibilidad Química Múltiple (SQM) y fenómenos asociados.
- <sup>44</sup> Prüss-Ustún A, et al. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. Environmental Health 2011; 10(9): 1-15.
- <sup>45</sup> Valls-Llobet C. Mujeres, Salud y Poder. 2009. Editorial Cátedra.
- <sup>46</sup> Documento de Consenso sobre Sensibilidad Química Múltiple. Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Observatorio de Salud de las Mujeres. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. 2011.
- <sup>47</sup> Nogué S, Alarcón M, Martínez JM, Delclós J, Rovira E, Fernández J. Multiple chemical sensitivity: epidemiological, clinical and prognostic differences between occupational and non-occupational cases. Med Clin (Barc) 2010 Jun 12;135(2):52-8.
- <sup>48</sup> Valls-Llobet C. Salut i influències químiques des del medi ambient. Quadern CAPS. 2008.
- <sup>49</sup> Crain A, et al. Female reproductive disorders: the roles of endocrine-disrupting compounds and developmental timing. Fertility and Sterility 2008;90(4):911-40.
- <sup>50</sup> Toppari J. Is semen quality declining? Andrologia 1996;28:307-8.
- <sup>51</sup> Prüss-Ustún A, et al. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. Environmental Health 2011;10(9):1-15.
- <sup>52</sup> Valls-Llobet C. Mujeres, Salud y Poder. 2009. Editorial Cátedra.
- <sup>53</sup> Porta M, Ballester F, Gasull M, Bosch de Basea M, Puigdomènech E, López-Espinosa MJ. Los compuestos tóxicos persistentes: una introducción. En: Porta M, Puigdomènech E, Ballester F, eds. Nuestra contaminación interna. Concentración de compuesto tóxicos persistentes en la población española. Editorial Catarata, 2009; 30-1.
- <sup>54</sup> Farmer PB, Singh R. Use of DNA adducts to identify human health



- risk from exposure to hazard due environmental pollutants: the increasing role of mass spectrometry in assessing biologically effective doses of genotoxic carcinogens. *Mutat Res*. 2008 Jul-Aug; 659(1-2):68-76.
- <sup>55</sup> Bretveld R, Zielhuis GA, Roeleveld N. Time to pregnancy among female greenhouse workers. *Scand J Work Environ Health* 2006;32(5):359-67.
- <sup>56</sup> Thrasher JD, Heuser G, Broughton A. Immunological abnormalities in humans chronically exposed to Vallschloropyrifos. *Arch Environ Health*. 2002;57(3):181-7.
- <sup>57</sup> Pall ML, Anderson JH. The vanilloid receptor as a putative target of diverse chemicals in multiple chemical sensitivity. *Arch Environ Health* 2004;59(7):363-75. Review.
- <sup>58</sup> Bell IR, Baldwin CM, Schawartz GE. Illness from low levels of environmental chemicals: relevance to chronic fatigue syndrome and fibromyalgia. *Am J Med* 1998;105(3A):74S-82S.
- <sup>59</sup> Soltkoff A, Radulovic D, Clauw D. The relationship between fibromyalgia and the multiple chemical sensitivity syndrome. *Scand J Rheumatol* 1997;26:364-7. Secretion by cadmium in male rats. *BioMetals* 1998;11:183-8.
- <sup>60</sup> Pollet N, Schmidt HA, Gawantka V, Niehrs C, Vingron M. In silico analysis of gene expression patterns during early development of *Xenopus laevis*. *Pac Symp Biocomput*. 2000:443-54.
- <sup>61</sup> Buchwald D, Garrity D. Comparison of patients with chronic fatigue syndrome, fibromyalgia and multiple chemical sensitivities. *Arch Intern Med* 1994b;154:2049-53.
- <sup>62</sup> Gray J, Evans N, Taylor B, Rizzo J, Walker M State of the evidence: the connection between breast cancer and the environment. *Int J Occup Environ Health*. 2009 Jan-Mar;15(1):43-78.
- <sup>63</sup> Unger M, Kiaer H, Blichert-Toft M, Olsen J, Clausen J. Organochlorine compounds in human breast fat from deceased with and without breast cancer and in a biopsy material from newly diagnosed patients undergoing breast surgery. *Environ Res* 1984;34: 24-8.
- <sup>64</sup> Dey S, Soliman AS, Merajver SD. Xenoestrogens may be the cause of high and increasing rates of hormone receptor positive breast cancer in the world. *Med Hypotheses*. 2009 Jun;72(6):652-6.
- <sup>65</sup> Argo J. Chronic diseases and early exposure to airborne mixtures: Part III. Potential origin of pre-menopausal breast cancers. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2009 Apr 1.
- <sup>66</sup> Aplicación de la estrategia comunitaria en materia de alteradores endocinos-substancias de las que se sospecha interfieren en los sistemas hormonales de seres humanos y animales-COM. Comunicación de la comisión al consejo y al parlamento europeo 1999; 706 final. Bruselas 17.12. 1999.
- <sup>67</sup> Aplicación de la estrategia comunitaria en materia de alteradores endocinos-substancias de las que se sospecha interfieren en los sistemas hormonales de seres humanos y animales-COM. Comunicación de la comisión al consejo y al parlamento europeo 2001; 262 final. Bruselas 14.06. 2001.
- <sup>68</sup> Obiols J. Alteradores endocinos: aspectos generales, estrategia comunitaria. Agencias. Nota Técnica de Prevención. Número 757. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación.
- <sup>69</sup> Mniff W, Ibn Hadj A, Bouaziz A, Bartegui A, Thomas O, Roig B. Effect of endocrine Disruptor Pesticides. A review *Int J Environ Res Public Health* 2911;8:2265-302.
- <sup>70</sup> Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2012. Ministerio de Trabajo, Empleo y Ocupación.
- <sup>71</sup> Bradlow HL, Hershcopf RJ, Martucci CP, Fishman J. Estradiol 16 alpha-hydroxylation in the mouse correlates with mammary tumor incidence and presence of murine mammary tumor virus: a possible model for the hormonal etiology of breast cancer in humans. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1985Sep;82(18):6295-9.
- <sup>72</sup> Ibarluzea JM, Fernández M, Santa-Marina L, Olea-Serrano M, Rivas AM, Aurrekoetxea J, Expósito J, Lorenzo M, Torné J, Villalobos M, Pedraza V, Sasco AJ, Olea N. Breast cancer risk and the combined effect of environmental estrogens. *Cancer Causes and Control*. 2004.15: 591-600.
- <sup>73</sup> García-Morales P, et al. Effect of Cadmium on estrogen receptor levels and Estrogen-induced Responses in Human Breast Cancer Cells. *J. Biol. Chem.* García-Morales et al. 269 (24): 16896. (5798K).
- <sup>74</sup> Martin MB, Reiter R, Pham T, Avellanet YR, Camara J, Lahm M, et al. Estrogen-like activity of metals in MCF-7 breast cancer cells. *Endocrinol* 2003;144:2425-36.
- <sup>75</sup> Johnson MD, Kenney N, Stoica A, Hilakivi-Clarke L, Singh B, Chepko G, et al. Cadmium mimics the in vivo effects of estrogen in the uterus and mammary gland. *Nat Med* 2003.
- <sup>76</sup> Silva E, López-Espinosa MJ, Molina-Molina MJ, Fernández M, Olea N, Kortenkamp A. Lack of activity of cadmium in in vitro estrogenicity assays. *Toxicol Appl Pharmacol* 2006;216:20-8.
- <sup>77</sup> McElroy JA, Shafer MM, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Newcomb PA. Cadmium exposure and breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 2006;98:869-73.
- <sup>78</sup> Ionescu JG, Novotny J, Stejskal V, Latsch A, Blaurock-Busch E, Eisenmann-Klein M. Increased levels of transition metals in breast cancer tissue. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27 (Suppl 1):36-9.
- <sup>79</sup> Strumylait L, Boguševičius A, Abdachmanovas O, Baranauskienė D, Kregždys R, Pranys D, et al. Cadmium concentration in biological media of breast cancer patients. *Breast Cancer Res Treat* 2010; DOI 10.1007/s10549-010-1007-8. Epub 2010 Jul 6.
- <sup>80</sup> IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Non-Ionizing Radiation. 2002;80.
- <sup>81</sup> Anghileri LJ, et al. Radiofrequency-induced carcinogenesis: cellular calcium homeostasis changes as a triggering factor. *Int J Radiat Biol* 2005;81(3):205-9.
- <sup>82</sup> Kheifets LI, et al. Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis. *Journal of Occupational & Environmental Medicine* 1997;39(11):1074-91.
- <sup>83</sup> Milham S Jr. Mortality in workers exposed to electromagnetic fields. *Environ Health Perspectives* 1985 octubre, 62: 297-300.
- <sup>84</sup> The INTERPHONE Study Group, Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol* 2011;35(5):453-64.
- <sup>85</sup> Hardell L, et al. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *International Journal of Oncology* 2011; 38: 1465-74.
- <sup>86</sup> Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years *Occup Environ Med* 2007; 64:626-32 doi: 10.1136/oem.2006.029751.
- <sup>87</sup> Levis AG, et al. Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies - how do they arise? *Environmental Health* 2011, 10:59.
- <sup>88</sup> The INTERPHONE Study Group, Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol*. 2011 Oct;35(5):453-64. Epub 2011 Aug 23.
- <sup>89</sup> Seung-Kwon, et al. Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis *J Clin Oncol*. 2009 Nov 20;27(33):5565-72. Epub 2009 Oct 13.
- <sup>90</sup> Han YY. Cell phone use and acoustic neuroma: the need for standardized questionnaires and access to industry data *Surg Neurol* 2009;72(3):216-22; discussion 222. Epub 2009 Mar 27.
- <sup>91</sup> The INTERPHONE Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol* 2011;35(5):453-64. Epub 2011 Aug 23.1.
- <sup>92</sup> Hardell L, et al. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol*. 2011 May;38(5):1465-74. doi: 10.3892/ijo.2011.947. Epub 2011 Feb 17.
- <sup>93</sup> Cardis E. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries *Occup Environ Med*. 2011;68(9):631-40. Epub 2011 Jun 9.
- <sup>94</sup> Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years *Occup Environ Med*. 2007;64(9):626-32. Epub 2007 Apr 4.
- <sup>95</sup> Khurana V, et al. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data *Surg Neurol* 2009;72(3):205-14; discussion 214-5. Epub 2009 Mar 27.
- <sup>96</sup> Hardell L, et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or = 10 years, *Occup Environ Med* 2007;64(9):626-32. Epub 2007 Apr 4.
- <sup>97</sup> Wolf and Wolf Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station, *International Journal of Cancer Prevention* 2004 Vol.1 num 2.
- <sup>98</sup> Erren TC. A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men. *Bioelectromagnetics*. 2001;Suppl 5:S105-19.
- <sup>99</sup> Anghileri LJ, et al. Evaluation of health risk caused by radiofrequency accelerated carcinogenesis: the importance of processes driven by calcium ion signal, *Eur J Cancer Prev*. 2006 Jun;15(3):191-5.
- <sup>100</sup> Wittman S. Le progrès 2008; Dec 18. www.next-up.org
- <sup>101</sup> Blank M, et al. DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol* 2011;87(4):409-15. Epub 2011 Feb 28.
- <sup>102</sup> Shen YH, et al. Effects of mobile-phone microwave on dimethylbenz (a) anthracene induced mammary carcinoma development in rats. *Zhonghua Yu Fang*

- Yi Xue Za Zhi. 2006;40(3):164-7.
- <sup>103</sup> Bartsch H, et al. Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Neuro Endocrinol Lett.* 2010;31(4):457-73.
- <sup>104</sup> Ki-Bum K, et al. Two-Dimensional Electrophoretic Analysis of Radio Frequency Radiation-Exposed MCF7 Breast Cancer Cells. *J Radiat Res* 2010;51(2):205-13.
- <sup>105</sup> Chen C, Ma X, Zhong M, Yu Z. Extremely low-frequency electromagnetic fields exposure and female breast cancer risk: a meta-analysis based on 24,338 cases and 60,628 controls. *Breast Cancer Res Treat.* 2010 Sep;123(2):569-76. Epub 2010 Feb 10.
- <sup>106</sup> Davanipour Z, Sobel E. Long-term exposure to magnetic fields and the risks of Alzheimer's disease and breast cancer: Further biological research. *Pathophysiology.* 2009 Aug;16(2-3):149-56. Epub 2009 Mar 10.
- <sup>107</sup> Repacholi MH, Basten A, GebSKI V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res.* 1997 May;147(5):631-40.
- <sup>108</sup> Mayayo E. Riscos per la salut de les radiacions no ionitzants. *Quadern CAPS temàtic* 2008; pàg. 26.
- <sup>109</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 9:4.
- <sup>110</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 12:17.
- <sup>111</sup> Sandrine Wittman, investigadora en cancerologia de Lyon. *Le progrès.* 2008 Dec 18. www.next-up.org
- <sup>112</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 17:8.
- <sup>113</sup> Huber R, Schuderer J, Graf T, Jütz K, Borbély AA, Kuster N, Achermann P. Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: Estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate. *Bioelectromagnetics.* 2003 May;24(4):262-76.
- <sup>114</sup> Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. *Bioelectromagnetics.* 2011 Jan;32(1):4-14.
- <sup>115</sup> Van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D. Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study. *West J Med* 2000;173(2):94-100.
- <sup>116</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields. 2007 Aug; Section 1:17.
- <sup>117</sup> Blank M, Goodman R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology.* 2009 Aug;16(2-3):71-8. Epub 2009 Mar 5.
- <sup>118</sup> Sykes PJ, McCallum BD, Bangay MJ, Hooker AM, Morley AA. Effect of exposure to 900 MHz radiofrequency radiation on intrachromosomal recombination in pKZ1 mice. *Radiat Res.* 2001 Nov;156(5 Pt 1):495-502.
- <sup>119</sup> Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. *BMC Genomics.* 2008 Feb 11;9:77.
- <sup>120</sup> Muro AF. Cómo contrarrestar la contaminación electromagnética del organismo. *Discovery Salud* 2010;128.
- <sup>121</sup> Barrie Trower al reportatge Nueva denuncia del peligro de los móviles, antenas de telefonía, Wi-Fi y otros dispositivos. *Discovery Salud.* 2010 Oct;131.
- <sup>122</sup> Jurewicz J, Hanke W, Radwan M, Bonde JP. Environmental factors and semen quality. *Int J Occup Med Environ Health.* 2009;22(4):305-29. Review.
- <sup>123</sup> Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod Biol Endocrinol.* 2009 Oct 22;7:114. Review.
- <sup>124</sup> Hardell L, Mild KH, Carlberg M, Söderqvist F. Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World J Surg Oncol.* 2006 Oct 11;4:74.
- <sup>125</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:18.
- <sup>126</sup> Bruno C. A cross sectional investigation on the health status in a population exposed to 50Hz magnetic fields in a district of Rome: hematological and immunological parameters. Conferència del Congrés ISEE Barcelona setembre 2011.
- <sup>127</sup> Stankiewicz W, Dabrowski MP, Kubacki R, Sobiczewska E, Szmi-gielski S. Immunotropic influence of 900 MHz microwave GSM signal on human blood immune cells activated in vitro. *Electromagn Biol Med.* 2006;25(1):45-51.
- <sup>128</sup> Tice RR, Hook GG, Donner M, McRee DI, Guy AW. Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. *Bioelectromagnetics.* 2002 Feb;23(2):113-26.
- <sup>129</sup> Next-up organisation. CEM et altération Numération Formule Sanguine. www.next-up.org.
- <sup>130</sup> Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. *Eur J Neurosci.* 2005 Feb;21(4):1000-6.
- <sup>131</sup> Kwon MS, Vorobyev V, Kännälä S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, Johansson J, Teräs M, Lindholm H, Alanko T, Hämäläinen H. GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* 2011;DOI:10.1038/jcbfm.2011.128.
- <sup>132</sup> Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology.* 2009 Aug;16(2-3):103-12. Epub 2009 Apr 2.
- <sup>133</sup> Havas M. Electromagnetic hypersensitivity: biological effects of dirty electricity with emphasis on diabetes and multiple sclerosis. *Electromagn Biol Med.* 2006;25(4):259-68. Review.
- <sup>134</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:8.
- <sup>135</sup> Ferris J. Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas. *Rev Esp pediatr* 2010;66(3):151-61.
- <sup>136</sup> Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. *Br J Cancer.* 2006 Jan 16;94(1):161-4. Erratum in: *Br J Cancer.* 2006 Mar 27;94(6):940.
- <sup>137</sup> BiolInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields, 2007 Aug; Section 1:8.
- <sup>138</sup> Krause CM, Björnberg CH, Pesonen M, Hulten A, Liesivuori T, Koivisto M, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task. *Int J Radiat Biol.* 2006 Jun;82(6):443-50.
- <sup>139</sup> Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol.* 2011 May;38(5):1465-74.
- <sup>140</sup> Li DK, Chen H, Odouli R. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011 Oct;165(10):945-50. Epub 2011 Aug 1.
- <sup>141</sup> Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology.* 2008 Jul;19(4):523-9.
- <sup>142</sup> Ferris J, Ortega JA, Soldin OP, Navarro EA, Garcia J, Fuster JL. Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas. *Rev Esp Pediatr* 2010;66(3):151-61.
- <sup>143</sup> Resolució 1815 de l'Assemblea Parlamentària del Consell Europeu. The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. Maig 2011.

# Números publicats



*Els Quaderns de la Bona Praxi és una publicació que es pot accedir a través de la web dels col·legis de metges de Catalunya com un servei gratuït als professionals per promoure les bones pràctiques. Es disposen d'exemplars en paper amb un cost de 15 € per metges col·legiats al COMB i 20 € per no col·legiats.*

*Els interessats cal que enviïn una sol·licitud a [cecfmc@comb.cat](mailto:cecfmc@comb.cat).*

# Quaderns de la Bona Praxi

COL·LEGI  
OFICIAL  DE METGES  
DE BARCELONA  
CENTRE D'ESTUDIS COL·LEGIALS

Passeig de la Bonanova, 47. 08017 Barcelona.  
<http://cec.comb.cat>