

## Els agressius químics. De l'entorn de treball a la contaminació del medi

Jacint Corbella

### Introducció

La durada màxima de la vida de les espècies està fixada per mecanismes que coneixem molt poc encara. En el cas de l'ésser humà, si no hi ha malalties que hi interfereixin, sembla que no sol ser gaire superior als cent anys, o uns cent vint, com s'ha escrit algunes vegades. Habitualment, els éssers humans no solem arribar a aquesta fi de manera *natural* perquè hi ha mecanismes o agressions que hi incideixen.

El mecanismes agressius que malmeten la salut, a més dels fets que encara no coneixem, són bàsicament quatre: biològics, físics, químics i psicològics. Els mecanismes biològics, expressats en forma de malalties infeccioses, han estat la plaga més important per a la humanitat i la causa més freqüent de mort, en forma de grans epidèmies o de malalties endèmiques. Els mecanismes físics, els accidents, les guerres, la mort violenta, han estat i continuen sent una causa important de mort i d'escurçament de la mitjana de vida. Els mecanismes químics, considerats principalment els efectes tòxics, són el nucli d'aquest escrit. Els mecanismes psicològics són una causa freqüent d'infelicitat, i també de patologia, encara que la mortalitat potser sigui més baixa, tot i que cal tenir en compte el suïcidi. Hi ha, a més, uns mecanismes més difícils de classificar, podríem dir-ne socials, com són els deguts a la malnutrició i la fam.

Històricament, els més importants han estat els agressius biològics, la malaltia i la mort per agents infecciosos, des de les grans epidèmies de pesta amb un percentatge important de la població de l'època afectada, fins a les gastroenteritis infantils, encara ben actuals. Encara avui ocupen un primer lloc, en una visió global dels riscs de la població del planeta. Els agents físics són també ben actuals, des de les guerres fins als accidents de trànsit, passant per les grans catàstrofes naturals.

## Els agressius químics

Hi ha unes formes de patologia causades principalment per la presència de substàncies que interfereixen alguns mecanismes químics i bioquímics, normals dels organismes vius. Són els tòxics, i tenen una història llarga, tot i que evidentment han tingut una importància menor que la dels dos primers mecanismes descrits (biològics i físics).

Els tòxics tenen una fama considerable com a agents de patologia, però sembla clar que no han estat, ni són encara avui, si més no de manera visible, en un primer pla pel que fa al perill per a la salut dels humans, tot i que ja se'n comença a valorar el risc per a les altres espècies, siguin animals o vegetals. Avui se situen en un primer pla de l'actualitat, però no encara de la patologia, per mitjà del concepte de *contaminació del medi*. Des d'aquest punt de vista, els contaminants químics passen a tenir una repercussió extraordinària, múltiple, i la sensació de risc, de perill, per a l'espècie és important. La importància que els tòxics han tingut al llarg del temps ha passat per diverses etapes, que val la pena de repassar.

## Els primers tòxics. Intoxicacions intencionades

Des dels temps més antics, pràcticament des del Renaixement (al voltant de l'any 1500), els tòxics suposaven un risc numèricament reduït, però espantaven molt. Es tractava d'unes poques substàncies, relativament conegudes, que s'administraven de manera intencionada en dosis molt altes, amb la finalitat d'emmetzinar. Solien ser d'origen mineral o vegetal. Les més conegudes són l'arsènic i la cicuta. Podien ser un risc social, polític o familiar, però sanitàriament eren un problema petit. També hi havia les intoxicacions accidentals per plantes, com ara l'acònit, o per alguns bolets, en llistes curtes i erudites. També eren perilloses les lesions per picades o mossegades d'animals, sobretot en algunes zones de clima càlid, com per exemple les mossegades de serps o les picades d'escorpi. Algunes han creat no tan sols por sinó, fins i tot, terror en les poblacions exposades. Recordem, i no és pas una anècdota de passada, que la por d'algun d'aquests animals, o si més no el fet de tenir-los molt presents, ha dut, en etapes molt anteriors a l'aparició de l'escriptura, a considerar-los, i a incloure'ls, en els símbols del cel, les constel·lacions. Així, tenim la constel·lació de l'escorpi (potser més recordada com a signe del zodíac), visible en el nostre medi les nits d'estiu, amb un estel vermell molt brillant, Antares. Aquesta referència serveix per a cons-

tatar la distància entre el fet aïllat, encara que no fos infreqüent, i la repercussió sobre la població i la possible importància sanitària.

Les intoxicacions intencionades amb verins formen part de la realitat i de les llegendes històriques, avui encara ben actuals. Però solen ser més un problema social (polític, familiar) que no pas sanitari. Surten a la premsa i en els mitjans de comunicació, però no com un problema de salut pública.

A partir del Renaixement, apareixen diversos fenòmens que modifiquen una mica la situació, però no de fons. El descobriment de noves terres va portar al coneixement de nous elements de risc, principalment plantes d'origen americà. La introducció de la impremta va fer que es facilités la difusió dels coneixements i de la cultura. Hi havia més tòxics, se'n sabien més coses, però el problema va augmentar poc.

### **Un primer creixement. El progrés de la química. La detecció de substàncies. La síntesi**

Els primers canvis importants en el risc dels agressius químics es van esdevenir amb el fenomen de la Il·lustració i el desenvolupament de la química, sobretot entorn del 1800, any que va ser un punt d'inflexió important. Els coneixements teòrics de la química van avançar. Es van millorar les possibilitats d'anàlisi i, més endavant, també les de síntesi, amb la qual cosa es pot detectar la presència de substàncies que abans se sospitava que hi eren, però que no es podia, o no se sabia, demostrar. Fou el cas de l'arsènic, emprat amb una certa freqüència en emmetzinaments intencionats, amb finalitat homicida. Els efectes eren segurs en una dosi molt baixa i no se'n podia demostrar la presència. La possibilitat de detectar-lo amb l'assaig de Marsh a partir del 1836, va fer canviar el panorama de les intoxicacions criminals.

El progrés en la síntesi va permetre introduir productes nous, i el catàleg dels possibles agressius químics es va ampliar de manera molt clara. Hi havia, doncs, més substàncies i es podien detectar més bé. Però el problema va créixer de manera col·lateral. La indústria química es desenvolupava, calia fer grans fàbriques i tenir una mà d'obra numèricament important. La indústria i les ciutats industrials van créixer. Hi havia molta gent exposada a les substàncies, a vegades a temperatures altes, com les que hi havia a les fundicions. Va començar a haver-hi de manera àmplia patologies degudes a les condicions de treball. No totes aquestes patologies eren degudes a productes químics, ja que els accidents hi van tenir un paper encara més important. I és així que va començar a desenvolupar-se el que aleshores es deia *higiene industrial*, que després es

va dir *toxicologia industrial o laboral*, i ara és l'especialitat de medicina del treball. El panorama canvia, però aquesta situació, que ja és important, només és una etapa fins al que passarà en el nostre temps.

Hem vist una primera etapa, des del 1500 fins al 1800, el segle XIX, en què el nombre de substàncies era baix, la dosi era alta, es parlava d'emmetzinament i tenia més interès la toxicologia criminal. També cal dir que l'exposició era esporàdica, una picada d'escorpí o una copa de vi emmetzinada eren un fet aïllat, espars. Hi havia sovint, i ja n'hi havia prou, un sol acte agressiu.

### L'exposició en la indústria. Malalties pel treball

Amb la nova situació alguns aspectes varien. L'exposició és continuada, dia a dia, a la feina. La dosi és petita, tot i que els efectes acumulatius acaben provocant una patologia, ja que el risc no és pel fet d'estar-hi exposat una vegada, sinó per treballar-hi de manera continuada, moltes hores cada dia. L'exposició també és a una o a més substàncies, encara que les interaccions són poc conegudes. A més, el nombre d'afectats és molt alt perquè la població que treballa en la indústria és molt gran. Recordem també el treball de dones i nens, que són molt més sensibles a l'exposició. Tot i la importància, ja al segle XIX, d'aquesta patologia laboral, no era ni de bon tros en un primer pla perquè les grans patologies infeccioses, les epidèmies i l'endèmia de la tuberculosi o de la sífilis eren molt més visibles. Tanmateix, ja hi ha estudiosos del tema, metges preocupats per la clínica, i també pels problemes socials.

La medicina del treball es va anar desenvolupant de manera lenta. La pressió social era petita en relació amb les resistències de molts sectors de la societat que preferien el benefici econòmic d'alguns a la salut d'altres. Cal recordar que els accidents continuaven en un pla encara més destacat, i el primer concepte d'*higiene industrial* no va prosperar perquè les condicions polítiques no ho van facilitar. Malgrat les resistències, es van anar desenvolupant actituds preventives. Des de les primeres mesures de ventilació dels locals de les fàbriques, fins a la detecció de la presència d'alguns tòxics a l'aire del lloc de treball, i, més endavant, la de metabòlits dels tòxics en l'orina dels treballadors.

El coneixement que el fenol (hidroxibenzen) és un derivat que es troba en una quantitat més elevada en l'orina de treballadors exposats al benzè (i a molts hidrocarburs aromàtics) va ser fonamental, per si mateix i, a més, perquè va fer possible detectar un risc tòxic mitjançant una anàlisi d'orina. La via de la prevenció ha estat

important, bàsica, per a evitar grans patologies, si més no en els països que han arribat a un cert grau de desenvolupament sanitari, fet que inclou solament una petita part de la població mundial que està exposada directament al risc dels tòxics a la feina. En la major part de països, el tema és encara llunyà i pot afectar-los més per la via de la contaminació que no pel risc laboral estrictament.

Aquí podríem concloure aquesta etapa: en el medi laboral hi ha un contacte continuat amb dosis relativament petites, però de manera seguida i, per tant, acumulant efectes, amb agressius químics, deguts principalment a les característiques del procés industrial. La relativa lentitud del procés patològic fa que sigui possible aplicar mesures de detecció precoç i de prevenció. Els resultats són bons, però molt inferiors als que podrien ser i haurien de ser. Però també cal dir que han aparegut moltes patologies noves, abans desconegudes, per causa de l'exposició a agressius químics en el medi laboral. Han aparegut, han emergit, tot i que comparativament no gaire, un conjunt de noves patologies. Són trastorns ben visibles, amb una clínica, uns efectes i una mortalitat a vegades importants. Per això ja hi ha tota una llarga llista de malalties professionals.

### **El pas dels tòxics al medi**

En una etapa posterior, els productes tòxics procedents de la indústria química no solament fan mal als que treballen en la indústria, a les fàbriques, sinó que van més enllà, passen al medi. De les malalties pel treball a les malalties per la contaminació. De la toxicologia industrial a la toxicologia metaindustrial.

Amb el temps el panorama ha canviat, i de manera diferent segons el grau d'industrialització de cada país, encara que al final les repercussions són a tot el planeta, i totes les espècies.

El pas de tòxics d'origen industrial, és a dir, principalment productes químics, s'ha anat estenent. Primer el risc era a l'interior dels locals industrials, on els nivells dels productes tòxics anaven augmentant. Això era particularment visible en el cas dels dissolvents, productes bastant volàtils, els vapors dels quals n'augmentaven les concentracions. A més, n'hi havia molts que tenien alguna olor característica, eren aromàtics, i això en facilitava la percepció. La via d'entrada més important era la respiratòria. El segon gran grup de risc és el dels metalls. Alguns són més perillosos, sobretot si tenen punts de fusió relativament baixos, i es treballa amb temperatures altes, cosa que facilita l'emissió de vapors. Cal destacar el plom al segle XIX i la pri-

mera meitat del xx, en el cas de les impremtes (malalties dels tipògrafs) i també entre les persones que treballaven amb mercuri, que per si mateix ja és líquid.

En una altra etapa, les mateixes substàncies van passar a l'exterior de les indústries. La ventilació de les naus de les fàbriques ha fet que moltes substàncies passin a l'exterior, de manera que n'augmenti la presència, amb la contaminació consegüent, en alguns barris de les grans ciutats industrials. A Barcelona, els districtes de Sants i del Poble Nou estaven més contaminats que els de Sant Gervasi i Sarrià. Se sabia que alguns aspectes de la patologia i la mortalitat delmaven més els barris contaminats, però hi havia factors molt diversos (l'estat de nutrició, l'amuntegament, l'habitatge en condicions més precàries) que feien difícil valorar l'efecte real de la contaminació química.

En els últims temps, els tòxics són presents a l'aigua i a l'atmosfera, ja tenen una difusió universal, i afecten pràcticament tot el món. Això és més visible amb els productes que són més persistents, com és el cas dels metalls o de compostos orgànics molt estables, com ara alguns organoclorats. El plom és un dels grans contaminants de l'aire, fet que ha portat a prendre mesures per a reduir-ne la presència en la gasolina. El mercuri es troba en quantitats mesurables amb tècniques fàcils a l'aigua i en els productes de consum procedents del medi aquàtic, és a dir, el peix. El mateix passa amb alguns pesticides organoclorats.

Aquesta presència ubíqua és en quantitats extremament baixes. Per conèixer-la i valorar-la ha calgut introduir noves unitats de mesura. El que abans es mesurava en grams, o en mil·ligrams, ara s'ha de calcular en unitats més petites, introduint-hi nous prefixos que, baixant de tres en tres a partir del gram, són: *mil·li-*, *micro-*, *nano-*, *pico-*, *femto-* i *atto-*. Per ara no cal baixar més, però ja se sol parlar, encara que no de manera gaire habitual, de femtograms, àdhuc de la «química del femtogram». També s'utilitza aquesta unitat en alguna mesura de temps (femtosegons). Posar *femto-* al davant és el mateix que posar 10 elevat a menys 15 ( $10^{-15}$ ).

D'altra banda, la situació afecta tots els éssers vius, animals i vegetals, i pot tenir conseqüències difícils de preveure, sobretot si aquesta línia progressa i no es detura.

### Com s'han de valorar aquestes dades

És un tema prou complex, perquè es pot interpretar des de punts de vista bastant, o molt, diferents, fins i tot oposats. Un exemple ens permet explicar-ho. Si es detecta una quantitat d'hexaclorobenzè (HCB), que té efectes cancerígens, en ppb (parts per

bilio) en greix humà, i ens pregunten si ens hem de preocupar, podem respondre que «no gaire». Hi ha molts altres punts que són més motiu de preocupació sanitària. I, de fet, menjar truita amb HCB és una constant sempre que estigui feta amb ous dels nostres mercats. No deixem de menjar una truita amb patates o un ou ferrat pel fet de trobar-hi HCB, ni DDE, per exemple. Però si la pregunta ens la fan al revés: podem estar tranquils? O, més concretament: em pot assegurar que no hi ha cap perill, que no augmenta el risc de càncer? La resposta ha de ser negativa. Mentre hi hagi substàncies cancerígenes en el medi, i al mateix temps un increment de les patologies tumorals malignes, no podem pas assegurar que no hi ha cap relació. Si més no, en l'estat actual de coneixements, o de *desconeixements* sobre molts aspectes de l'etiologia de la patologia tumoral.

### **A qui afecta aquest risc? A tota la població**

Hi ha un canvi radical en la manera de veure les coses. Pel que fa a molts dels agressius externs, els episodis d'exposició són puntuals, a vegades repetits, i afecten només les persones exposades. Ara bé, cal ser conscients que el risc dels productes químics que contaminen de manera habitual el medi ja és constant, i que ja són moltes les substàncies, detectables en quantitats molt petites, que afecten tota la població; és a dir, a tothom, siguin vells o joves, sans o malalts, nens en creixement o dones gestants.

Aquesta consideració és important, tot i que no és el mateix que estigui exposada a vapors de diòxid de sofre, en un episodi de contaminació urbana, una persona jove i sana que una altra amb una patologia respiratòria crònica greu. Els estudis de Londres cap als anys cinquanta del segle passat van deixar-ho prou clar.

Un altre punt que cal considerar és que l'exposició no és en un temps curt, sinó durant tota la vida, si les circumstàncies socials i polítiques no canvien molt. I per ara tendim a anar cap a pitjor, és a dir, la contaminació augmenta.

Només apuntem aquí el tema de les interaccions, tot i que és més ampli, i cal tractar-lo amb molt més coneixement del que tenim fins ara. Se sap molt poc de les interaccions entre tòxics, en part per manca d'estudis, i en bona part perquè les dosis són molt petites, i les substàncies que interactuen són moltes, però entre dir que no en sabem prou i dir que com que no està demostrat no hi ha efectes, hi ha una distància que caldria ser molt agosarat per a donar per bona.

Fins aquí hem fet unes consideracions de caràcter general que ens situen en el problema. Ara hem de veure quina és la realitat d'aquest risc i d'aquest mal.

## El pas a la patologia

Què veuen els metges? Quina patologia, quines manifestacions clíniques posen en alerta els metges que veuen malalts? Fem aquesta diferència, i insistim en el fet de veure malalts, perquè l'existència d'un risc ens obliga a intentar detectar-lo i, si ho aconseguim, a establir mesures de prevenció. Això és el que s'ha aconseguit en bona part en el camp de la medicina del treball i, en aquest sentit, els especialistes en aquesta branca no han de veure malalts sinó que han d'evitar que la població exposada es posi malalta.

Així, per exemple, han de detectar la presència de metabòlits en l'orina, utilitzant tècniques d'ara —que de ben segur també variaran— abans d'haver de visitar treballadors amb una patologia ja establerta. Per a dir-ho en termes que ja són una mica clàssics i antiquats pel que fa al nostre medi, s'ha de detectar la presència de fenol a l'orina abans d'arribar a diagnosticar una aplàsia medul·lar per benzol.

En el cas de la contaminació, el problema és molt més difícil, i ha estat en el camp de la patologia respiratòria on s'han establert les primeres evidències, sigui en el cas dels processos irritants o dels tumorals. Ja s'ha indicat, de passada, com es van correlacionar, cap a mitjan segle xx, a Londres els episodis de *smog*, de contaminació de l'aire, amb l'augment de la patologia bronquial i respiratòria baixa, de les bronquitis i pneumònies, és a dir l'augment de la morbiditat i de la mortalitat. Després es va valorar la presència i el paper del diòxid de sofre, el SO<sub>2</sub>, com a element més visible. També del triòxid, SO<sub>3</sub>, en proporcions bastant menors, en una relació 1/80. I encara altres òxids, com ara els de nitrogen, i més substàncies, amb les quals no cal allargar la llista, entre altres coses perquè és un capítol bastant incomplet dels nostres coneixements.

Un altre punt, també referit a patologia respiratòria, ha estat la línia d'estudi que ha permès relacionar l'hàbit de fumar amb l'increment de la patologia pulmonar tumoral. Després ja es va veure el paper dels hidrocarburs aromàtics, com són el benzopirè i el dibenzantrazè, entre altres.

Tampoc cal oblidar els episodis per via digestiva, alguns dels quals per contaminació alimentària.

## L'enfocament d'una patologia nova o previsible

La visió dels metges *clínic*s, és a dir, els que veuen malalts i han de curar-los, sol ser esbiaixada. És una forma de patologia que no veuen gaire sovint, que en tot cas és poc



freqüent a la clínica i, per tant, no hi dediquen gaire atenció. És un tema que al metge pràctic, en la realitat d'avui en el nostre medi, no l'afecta gaire, si més no de manera conscient.

Fent un petit incís, cal considerar molt el grau de desenvolupament sanitari i industrial, i per tant, econòmic, de cada país. En els més pobres o subdesenvolupats, on encara hi ha poca indústria, el tema no és prioritari. En els molt desenvolupats, on les idees i els mitjans de prevenció són una realitat social, s'hi dedica atenció però se sol evitar la gran patologia. El tema és més important en les zones on la industrialització predomina molt sobre la prevenció. Allà és on té un paper més important, decisiu a vegades, la medicina del treball. Però ja hem apuntat que hi ha un altre aspecte: la contaminació global del planeta, i això sí que pot afectar tota la població.

La qüestió es podria quedar aquí, però no es pot obviar el problema de la contaminació. Moltes substàncies, agressius químics, que tenen un cert paper en la indústria ja passen al medi ambient, en quantitats petites, però prou per a ser detectades i ser possibles causes de problemes. Aleshores, cal considerar diversos punts, principalment els següents.

Es coneixen substàncies que s'utilitzen en la indústria i que en el medi laboral poden ser causa de patologia professional, que sovint, i en les mesures de prevenció, no es tenen en compte. Hi ha, doncs, un risc localitzat en el medi laboral, on aquests productes poden ser-hi en concentracions relativament elevades. S'han instaurat mesures de control, s'han fixat uns nivells màxims acceptables, principalment a l'aire; per tant, hi ha una població exposada, la que treballa, que ja disposa de mesures de protecció, que solen ser d'una considerable eficàcia, de manera que s'evita la patologia visible. Els metges del treball no han de veure malalts, sinó que han de controlar el risc abans que aparegui la patologia. Un bon especialista en la prevenció del saturnisme, en una indústria de risc, no hauria d'arribar a veure ni un sol malalt, sinó que hauria de valorar les taxes màximes en medi ambient, principalment els TLV, i en l'anàlisi de paràmetres bioquímics de risc, específics en cada producte.

Moltes d'aquestes substàncies passen al medi ambient, a l'aire i a les aigües residuals, en principi en nivells molt baixos, però detectables amb tècniques de precisió i sovint, fins i tot, amb tècniques rutinàries. Sabem que productes que en la indústria fan mal, és a dir, són acceptats com a causa de patologia, es troben en el medi, tot i que en quantitats molt inferiors. Hi són, però cal canviar el prefix de mesura. Per exemple, de *mil·li-* o *micro-* fins a *nano-* o *pico-*. Sembla que el risc és, doncs, molt inferior, però afecta una quantitat molt més gran de persones, a vegades tota la població, incloent-hi la que és més sensible, que ja té patologia prèvia, i les dones gestants —amb un risc embriotòxic, poc

conegut, però que no podem pas dir que a vegades sigui nul—, tot i que encara no hi ha senyals clínics d'alarma. Aquesta situació pot afectar totes les espècies animals i vegetals; l'*Homo sapiens* és un més dels candidats a tenir la patologia d'aquest origen.

Pel que fa a la recerca científica, la major part de treballs que es publiquen sobre els efectes tòxics de les substàncies són de l'àmbit experimental. La toxicologia experimental és avui de primer ordre en la producció científica d'aquesta branca de la ciència. No són estudis de patologia humana, sinó que solen ser sobre efectes molt especialitzats en el camp de la bioquímica i la genètica, com ara les alteracions d'activitats enzimàtiques i, en els últims anys, en el camp molt fèrtil actualment de les alteracions de l'ADN i la transmissió de possibles malformacions.

La toxicologia experimental de la reproducció és un camp amb una gran activitat perquè la gran quantitat d'espècies amb què es treballa, i la possibilitat d'una àmplia varietat de dosis, fins a arribar a trobar efectes negatius, fa que sigui una mena de treball amb resultats gairebé sempre segurs, depenent de la dosi i de la via d'entrada. Pràcticament sempre es treballa molt lluny dels límits de la patologia humana, el marge de seguretat és enorme, però del que es tracta és de saber si, per una circumstància accidental imprevista, hi ha una certa població exposada a dosis altíssimes, si hi ha risc o no, i quina mena de risc és: cancerigen, sobre la reproducció, sobre diverses funcions biològiques, com ara hemàtiques, hepàtiques, renals i endocrines, entre altres.

Finalment, cal preguntar-se si aquestes substàncies són només en el medi o passen a l'interior de l'organisme dels éssers vius. En el cas de les persones, algunes ja les tenim a dins. Però, quines són? En quines quantitats o nivells? Ens hem de preocupar? Això correspon al concepte d'*impregnació*. Sabem que hi ha substàncies que ja les tenim a dins, i no haurien de ser-hi. Quin mal fan? Encara no? Quins són els límits? Quan ens n'hauem de preocupar? Hi ha moltes més preguntes que respostes, i les respostes possibles sovint no són pas positives ni tranquil·litzadores.

En resum: el metge clínic en pot tenir un coneixement teòric, però el problema no li és accessible en el treball pràctic. El risc encara és lluny de la clínica diària identificable. No hi ha malaltia. Però pot haver-hi una pregunta «mal intencionada». De moltes de les patologies que vostè veu, i intenta curar, sap quina n'és la causa? De les malalties tumorals que tenim, i que van en augment, en coneix alguna causa determinant? Pot excloure'n el risc químic? La resposta en l'estat actual de coneixements és que no, que sovint no ho sabem.

Ara bé, en algun cas sí que en sabem alguna cosa. Per exemple, en el càncer de pulmó i l'efecte dels productes que es troben en els fums, els HPA. Una de les primeres descripcions d'una patologia tumoral de la qual es va conèixer la causa, o se'n va

sospitar, relacionant les lesions clíniques i l'ocupació del malalt, va ser precisament en el cas de productes de la combustió, el sutge, en el càncer de la pell de l'escrot dels escuraxemeneies, cap al 1775, per Percival Pott. Després, en la mateixa línia de l'agressiu químic, hi ha hagut el càncer de pulmó i altres manifestacions tumorals, per les quals s'ha arribat a fer-ne prevenció, amb les campanyes contra el fet de fumar, les anomenades «campanyes contra el tabac».

Són aquests els únics causants de tumors? Evidentment que no. La rica patologia experimental fa que la llista de possibles carcinògens sigui llarga, tot i les mesures de cautela que es prenen per posar un producte a la llista. Per exemple, i amb una pregunta aparentment innocent, hi ha alguna relació entre l'augment evident de la patologia tumoral del pàncrees i l'augment de la contaminació, encara que no en sabem els productes concrets en aquest cas? Seria molt difícil atrevir-se a dir que no, que no hi ha cap relació. La resposta correcta és «no ho sabem», o «encara no ho sabem».

### **Alguns episodis concrets. Malalties causades per la contaminació**

No es tracta pas de fer-ne una llista llarga. De fet, hi ha diferències segons el punt de vista que s'adopti. En l'àmbit experimental, com ja s'ha dit, la patologia és molt àmplia, en els diversos òrgans i sistemes, i en les diverses espècies. La toxicologia experimental ens en forneix moltes dades, però està allunyada de la realitat de la patologia clínica humana. Ens informa d'un risc que per ara no tenim gaire a prop, si més no en la immensa majoria de casos. El pas a la patologia humana el trobem en dos àmbits, que ja són importants. En primer lloc, el de l'exposició continuada en el medi laboral. En sabem el risc, però també hi ha episodis de patologia. En això es basa precisament l'especialitat de medicina del treball. Hi ha una clínica coneguda des de fa molts anys, ja al segle XIX, al començament de la industrialització. Ara l'important és que no s'arribi a aquesta clínica, que es detectin abans els primers indicis, tant en anàlisis bioquímiques, com és el cas dels metabòlits, com detectant la presència d'agents tòxics en l'aire, o en l'aigua, fet que informa del començament del risc, o estudiant possibles predisposicions genètiques, com és el cas de l'estudi dels enzims que intervenen en la metabolització dels tòxics. Els primers estudis realment importants en aquest àmbit han estat amb relació als hidrocarburs, principalment el benzè, i substàncies que en contenen.

De les patologies d'origen químic causades pel treball se'n té un bon coneixement, s'han elaborat llistes, bastant llargues, de possibles agents tòxics, dels quals es co-

neixen episodis de patologia humana. És un catàleg variat, ampli i en creixement, també variant, i amb una doble tendència de signes oposats: molts més coneixements pel que fa al risc, més actituds positives pel que fa a la prevenció i, en canvi, menys coneixement clínic perquè són malalties que, com s'ha dit i repetit moltes vegades, no s'han de veure sinó que s'han d'evitar. En aquest començament del segle XXI, l'Estat espanyol, que ja tenia una llista correcta, l'ha adaptat a les normes europees. Els elements causants pertanyen principalment a dos grans grups: metalls i hidrocarburs. I entre les patologies clàssiques recordem ara, només a tall d'exemple, les grans patologies dels miners, com ara el saturnisme o les malalties degudes a l'exposició al plom; l'hydrargirisme, ja clàssic, i mortal en pocs anys, a les mines de mercuri; la silicosi, per la pols de pedra, de molts miners; el càncer de l'escrot dels escuraxemeneies, descrits ja al segle XVIII per Percival Pott; la necrosi dels maxil·lars, dels treballadors de les fàbriques de mistos, per fosforisme, al segle XIX, i moltes més. Com ja s'ha dit, la patologia laboral no s'ha de veure, no ha d'arribar a la clínica, sinó que s'ha de detectar des del començament del risc, i s'ha d'evitar. Moltes d'aquestes patologies han arribat als textos clàssics de l'especialitat de medicina del treball (Hunter, 1985; Lauwerys, 1999).

I, en segon lloc, la contaminació. Els accidents aguts i, fins i tot, les exposicions continuades, desconegudes al començament, poden anar configurant un catàleg de malalties que per ara no són en un primer pla, però en molts casos només és qüestió de temps i de millora dels coneixements. Es farà referència a alguns exemples dels quals ja es tenen coneixements fonamentats i pels quals s'ha pres una certa consciència del risc.

## Metalls contaminants

### *Mercuri*

Hi ha hagut episodis greus de contaminació que han arribat per via alimentària. Un cas va ser la presència, aleshores no sospitada, de nivells alts de mercuri en el peix, sobretot en el peix que consumien, de manera habitual, famílies de pescadors en llocs que estaven molt contaminats, fet que aleshores encara no se sabia. Així, doncs, es va descriure la malaltia de Minamata, entre pescadors d'aquesta localitat japonesa, cap al 1956, i que després va tenir un brot semblant, a Niigata, també al Japó, el 1965. Un altre brot, per la mateixa causa, de formes orgàniques de mercuri, probablement amb xifres inferiors d'afectats, va aparèixer a la conca del riu Tapajós, a la conca alta de

l'Amazones, en familiars de buscadors d'or en aigües fluvials, que empraven el mercuri per amalgamar i separar l'or (Passos i Mergler, 2008). Entre aquest cas i el mercuri que trobem habitualment a la tonyina, i altres peixos, àdhuc els de platja, la diferència és més de proporció, de quantitat, perquè en tots dos casos el mercuri s'ingereix igualment (Schuhmacher *et al.*, 1994; Storelli i Marcotrigiano, 2000). Aquesta és una de les raons per les quals cal reciclar les piles que contenen mercuri. Actualment, es parla molt sobre el risc del mercuri i des de punts de vista ben diferents.

### *Cadmi*

Hi hagué un episodi important, també al Japó, de contaminació per cadmi en les aigües que regaven camps d'arròs, i es va descriure una nova patologia, que després es va poder controlar, i que rebé el nom de malaltia d'Itai-Itai. El risc del cadmi, mostrat en treballs experimentals, continua present, com ara en aliments de consum a Catalunya (Bosque *et al.*, 1990). També es tracta d'una qüestió de proporcions. D'altra banda, la impregnació humana per cadmi és constant, però petita. La valoració conjunta de metalls en la dieta ha estat objecte de diversos treballs, per exemple a Tarragona (Llobet *et al.*, 1998) i al mar del Nord (Schrey *et al.*, 2000).

### *Plom*

El cas del plom ha tingut molta més repercussió. Hi havia el saturnisme laboral clàssic, però la utilització d'alguns derivats orgànics de plom, principalment el tetraetil de plom, com a additiu de la benzina, ha fet que els nivells de plom en l'aire fossin alts, mesurables, i que es detectés el risc del pas a les persones. Es diposita principalment en teixits durs, com són els ossos i les dents, i sabem que avui tota la població del nostre entorn té nivells de plom detectables, en ppm (parts per milió), principalment a l'esmalt. Aquí els estudis epidemiològics humans ja són clars (Luna, 1989; Orbáiz, 1997). Les coses s'han complicat quan s'ha relacionat aquest nivell alt de plom amb possibles patologies del sistema nerviós, amb retard escolar en els nens, amb la disminució d'atenció i amb l'augment d'agressivitat. És un camp ben obert d'estudi, ja en l'aspecte humà. Hi ha sensibilització social i des de fa alguns anys s'han pres mesures per a reduir o suprimir la presència de plom a les gasolines, que semblen efectives (Rodamilans *et al.*, 1996; Schuhmacher *et al.*, 1996). S'ha escrit bastant sobre el risc del plom en les pintures, àdhuc les de les parets de les cases, entre els nens, tema que continua sent actual, sigui a la Xina (Lin *et al.*, 2009), als EUA o en altres llocs, en què també s'inclou el mercuri (Mielke i Gonzales, 2008).

### *Altres metalls*

Un altre metall que ha causat preocupació és l'alumini. Es va veure que alguns casos de deteriorament ràpid en malalts sotmesos a hemodiàlisi era possible atribuir-los a la presència de nivells alts d'alumini en l'aigua que s'emprava en el procés terapèutic. Als anys vuitanta del segle passat hi va haver un *boom* de sensibilització en aquest camp i, un cop conegut el risc, la patologia pràcticament va desaparèixer. Ara bé, l'alumini és un dels elements més freqüents a l'escorça de la Terra i a l'aigua, i hi ha certa sensibilització pel que fa al deteriorament de la població.

Potser també cal considerar el possible risc del cobalt, amb alguna patologia humana coneguda, i l'exposició en l'àmbit laboral (Torra *et al.*, 2005). En una circumstància diferent, amb un perfil genètic més conegut, s'ha descrit també l'acumulació de coure com una causa de patologia, sobretot del fetge i del sistema nerviós central, com són la malaltia de Wilson i la de Menkes, però queden fora de la contaminació.

### **Compostos orgànics. Hidrocarburs**

Si el que s'ha explicat fins ara poden semblar patologies llunyanes, quan entrem en el camp dels hidrocarburs, el tema ens és més proper. La presència de derivats *d'hidrocarburs policíclics aromàtics (HPA)*, és a dir, amb diversos nuclis benzènics, principalment els que en tenen cinc, en els productes de la combustió, s'ha convertit en un problema sanitari de primer ordre. Es troben en les combustions, en els fums i en els residus que es dipositen, com per exemple el sutge. N'hi ha en totes les combustions, però han començat a preocupar a gran escala quan s'han detectat en el fum de les cigarretes i s'ha vist que l'hàbit de fumar tenia una relació directa amb l'increment de processos tumorals malignes, principalment, el càncer de pulmó. És en la base de la lluita contra el tabaquisme, que és un dels grans problemes sanitaris de la nostra societat. Probablement aquest ha estat el primer dels grans senyals d'alarma respecte del risc dels agressius químics. Era conegut des del segle XVIII (Pott), però la demostració epidemiològica i la sensibilització social no van arribar fins al segle XX. El coneixement del risc en els fumadors passius, també del perill per la via d'entrada digestiva (ingesta de fumats), han acabat de sensibilitzar la població. Així, s'ha arribat fins a aquells titulars de diari que alertaven de la presència de cancerígens en el fum del *botafumeiro*.

Un altre grup, extraordinàriament important, són els *derivats clorats d'hidrocarburs cíclics*. El més conegut ha estat el *DDT*, que es va començar a utilitzar en la dècada de

1940, i que s'ha prohibit, però encara és ben present en tots nosaltres. Després, i entre els derivats clorats, n'hi ha molts que han resultat més perillosos en el catàleg dels agressius químics. Es coneixen brots, amb risc humà, per *hexaclorobenzè*, i el greu episodi del Kurdistan dels anys 1950-1960. La utilització com a plaguicides en fou la causa. També hi ha els *bifenils policlorats (PCB)*, amb impregnació humana (Gómez-Catalán, 1995). Lentament s'ha forjat una consciència ecologista a causa, evidentment, del coneixement d'aquestes formes de risc. El tema va començar a ser preocupant quan es van veure efectes en els estrògens (*estrogen-like*), amb el risc de patologia tumoral, per ara més coneguda en dones, com és el càncer de mama. Són, doncs, temes primordials en la sensibilització de la població. Remetem, pel que fa a la impregnació en població catalana, als estudis de Camps *et al.* (1989) i de Gómez-Catalán *et al.* (1995).

Després el tema s'ha anat estenent, i han passat gairebé a dominar-lo els derivats amb estructura de *dioxines*, amb alguns episodis de patologia humana que han tingut un gran ressò, tant pels accidents tòxics industrials (Seveso) com per la utilització en guerres (Vietnam), o pel pas al medi en la destrucció de residus (problemes amb incineradores), i també s'ha vist en combustions espontànies. Últimament, els treballs experimentals sobre el tema són abundants, la persistència en el medi és en quantitats ínfimes, però se n'han detectat en productes alimentaris (crisi dels pollastres a Bèlgica).

Igualment, s'ha passat a considerar la patologia a causa d'altres compostos semblants, com ara els dibenzofurans (Aoki *et al.*, 2001) i s'ha escrit molt sobre el tema. Després ha seguit l'interès per derivats amb estructura semblant, però amb un altre halogen, que abans es valorava poc, el brom. Els *bifenils polibromats*, i compostos semblants, han passat a tenir certa actualitat (De Wit *et al.*, 2002), també en l'entorn laboral (Hagmar *et al.*, 2000), i fins i tot l'acumulació en teixits humans, sobretot els rics en greixos, com són el teixit adipós i el fetge, en població humana a Suècia (Meipronite *et al.*, 2001).

Una revisió global sobre el risc de les dioxines va ser feta per Hays *et al.* (2003). I el tema sembla que queda obert. Just a final del segle XX, el 1999, hi hagué un episodi d'alarma perquè es van trobar residus de dioxines en teixits de pollastres destinats al consum, a Bèlgica (Van Larebeke *et al.*, 2001).

La presència en la llet humana ha estat objecte de l'atenció de bastants analistes i, des de fa anys, persisteix en diversos països, com ara a Rússia (Tsydenova *et al.*, 2007) i a la costa est dels EUA (Johnson-Restrepo *et al.*, 2007).

Una tendència que ha crescut molt ha estat l'anàlisi de la presència en aliments de consum, en molts països del món. A Catalunya, el grup de Reus dirigit per Josep

L. Domingo, que ja havia treballat amb els metalls, ha estat capdavanter, amb treballs en les diverses línies de compostos orgànics (Domingo *et al.*, 1999; Domingo, *et al.*, 2002; Bocio *et al.*, 2003). També el grup del Clínic de Barcelona que treballa amb DDT (Huguet *et al.*, 1981), hexaclorobenzè, en llet i en residus humans (To-Figueras *et al.*, 2000) i altres. Igualment en l'estudi de la dieta mediterrània (Bascompta *et al.*, 2002). També hi ha un estudi de l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària, dirigit per Eduard Mata (2005).

Entre les aportacions cal considerar les anàlisis freqüents en diversos aliments i dietes, com és el treball capdavanter de Kumpulainen *et al.*, a Finlàndia (1998); els de Wu *et al.*, a la Xina (2002); l'estudi en el peix de piscifactoria (Hites *et al.*, 2004); en aigües obertes de grans llacs (Kannan *et al.*, 2000), i sobre la presència en teixits, en quantitats baixes, en peixos de riu, els treballs del grup liderat per D. Barceló a les conques del Llobregat i de l'Ebre (Labandeira *et al.*, 2007; Raldúa *et al.*, 2008; Hildebrandt *et al.*, 2009).

Un tema més variat, amb un grau de sensibilització global, però potser menys definit, és el del risc alimentari, com ara per additius, sobretot hormonals, que suscitaven malifiança en una part de la població, en bona part per desconeixement. El tema del clenbuterol ha estat recurrent, tot i que no sembla el punt principal de preocupació. Hi ha hagut baralles comercials, com ara la prohibició d'importar carn, d'uns països als altres, i àdhuc entre la Unió Europea i els Estats Units, que poden haver creat certa confusió i que, en tot cas, no ajuden a crear confiança entre els consumidors. Aquell acudit d'El Roto a *El País*, en què es veu una nevera amb el rètol «Peligro alimentos» ho representa molt bé. Deixem de banda el risc de l'adulteració intencionada, fraudulenta, d'alguns aliments, i també el risc puntual de contaminació microbiana. A Catalunya hi ha hagut diversos episodis que han arribat fins i tot a la premsa. El risc del clenbuterol, tot i que sembla controlable, a vegades no ho és, com passa quan s'utilitza com a adulterant de l'heroïna (Wingert *et al.*, 2008), fet que ha portat a la descripció d'una nova síndrome clínica amb patologia neuromuscular (Manini *et al.*, 2008).

De tot el que hem dit fins ara, se'n desprèn que el paper dels agressius químics com a causa de patologia humana, i sobretot de risc conegut, s'ha incrementat en els últims anys, ha creat una base de coneixements en el camp de la medicina; una necessitat social en l'àmbit de la detecció precoç i el control veterinari; una preocupació sanitària en alguns casos concrets, i una sensibilització de la població que ha portat a moviments ideològics en creixement, com és l'ecològic.



## A tall de resum

Els compostos químics aliens a la composició biològica del cos humà, o en quantitats molt més altes, defineixen el grup dels agressius químics, i tenen una consideració creixent com a possibles agents etiològics d'algunes patologies. En alguns casos està ben establerta, com ara en les malalties professionals que tracta l'especialitat de medicina del treball. Altres vegades, en concentracions molt baixes, el seu paper no és tan demostrat o determinant.

Moltes d'aquestes substàncies han passat al medi ambient (aire, aigua, aliments) en quantitats importants i ja són detectables, fins i tot amb tècniques d'anàlisi rutinàries. Poden passar al cos humà i acumular-s'hi, i ja s'han descrit nombroses patologies per aquestes causes, com per exemple de tipus tumoral (càncer de l'escrot en escuraxemenies, al segle XVIII), per altres contactes laborals (saturisme) i per ingesta (malaltia de Minamata per mercuri; malaltia d'Itai-Itai, per cadmi; malaltia de Yusho per bifenils policlorats, i altres sense denominació específica).

El tema, que en principi estava relativament deixat de banda, ha passat a un pla més visible quan han augmentat els estudis sobre la composició i les alteracions del medi, i la repercussió sobre la salut dels éssers vius. Ha passat de ser un tema inicialment mèdic a ser també un tema bàsicament biològic i ecològic.

Ara s'està en la fase de la detecció de quantitats molt petites de contaminants en el medi; de l'estudi de la presència en els teixits dels éssers vius, sobretot de l'ésser humà (impregnació) i de l'estudi de la patologia experimental, més que no pas dels mecanismes d'acció.

Tot això ha dut a una considerable sensibilització social, més manifesta entre la població i els mitjans de comunicació que en el poder públic. En tot cas, cal considerar que l'increment de substàncies contaminants en el medi, i l'acumulació en l'organisme és un perill creixent per a la salut de tothom. I més si tenim en compte que en moltes patologies greus els determinants etiològics no es coneixen amb precisió.

Les dades de la patologia experimental, principalment en el cas de la reproducció i dels tumors, aconsellen un control estricte d'aquesta mena de risc per agents químics.

Per totes aquestes raons el poder públic ha de prendre les mesures necessàries per reduir i controlar aquestes formes de risc per a la salut de la població.

## Referències bibliogràfiques

- AOKI, Y. «Polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and polychlorinated dibenzofurans as endocrine disrupters. What we have learned from Yusho disease». *Environ. Res.*, vol. 86 (2001), p. 2-11.
- BASCOMPTA, O.; MONTAÑA, M. J.; MARTÍ R.; BROTO-PUIG, P.; COMELLAS, L.; DIAZ-FERRERO, J.; LARENA, M. C. «Levels of persistent organic pollutants (PCDD/F and dioxin-like PCB) in food from the Mediterranean diet». *Organohalogen. Compd.*, vol. 57 (2002), p. 149-151.
- BOCIO, A.; LLOBET, J. M.; DOMINGO, J. L.; CORBELLA, J.; TEIXIDÓ, A.; CASAS, C. «Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Foodstuffs Human Exposure through the Diet». *J. Agric. Food. Chem.*, vol. 51 (2003), p. 3191-3195.
- BOSQUE, M. A.; SCHUHMACHER, M.; DOMINGO, J. L.; LLOBET, J. M. «Concentrations of lead and cadmium in edible vegetables from Tarragona province, Spain». *The Science of the Total Environment*, vol. 95 (1990), p. 61-67.
- CAMPS, M.; PLANAS, J.; GÓMEZ, J.; SABROSO, M.; TO, J.; CORBELLA, J. «Organochlorine residues in human adipose tissues in Spain: study of an agrarian area». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 2 (1989), p. 195-201.
- DE WIT, C. A. «An overview of brominated flame retardants in the environment». *Chemosphere*, vol. 46 (2002), p. 583-624.
- DOMINGO, J. L.; AGRAMUNT M. C.; NADAL, M.; SCHUHMACHER, M.; CORBELLA, J. «Health risk assessment of PCDD/PCDF exposure for the population living in the vicinity of a municipal waste incinerator». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 43 (2002), p. 461-465.
- DOMINGO, J. L.; SCHUHMACHER, M.; GRANERO, S.; LLOBET, J. M. «PCDDs and PCDFs in food samples from Catalonia, Spain. As assessment of dietary intake». *Chemosphere*, vol. 38 (1999), p. 3517-3528.
- GÓMEZ-CATALÁN, J.; LEZAUN, M.; TO-FIGUERAS, J.; CORBELLA, J. «Organochlorine residues in the adipose tissue of the population of Navarra (Spain)». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 54 (1995), p. 534-540.
- HAGMAR, L.; SJÖDIN, A.; HÖGLUND, P.; THURESSON, K.; RYLANDER, L.; BERGMAN, A. «Biological half-lives of polybrominated diphenyl ethers and tetrabromobisphenyl A in exposed workers». *Organohalogen. Compd.*, vol. 47 (2000), p. 198-201.
- HAYS, S. M.; AYLWARD, L. L. «Dioxin risks in perspective: past, present and future». *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 37 (2003), p. 202-217.
- HILDEBRANDT, A.; LACORTE, S.; BARCELÓ, D. «Occurrence and fate of organochlorinated

- pesticides and PAH in agricultural soils from the Ebro River basin». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 57 (2009), p. 247-255.
- HITES, R. A.; FORAN, J. A.; CARPENTER, D. O.; HAMILTON, M. C.; KNUTH, B. A.; SCHWAGER, S. J. «Global assessment of organic contaminants in farmed salmon». *Science*, vol. 303, (2004), p. 226-229.
- HUGUET, E.; TO, J.; FARALDO, A.; PAZOS, M. R.; CORBELLA, J. «Presencia de plaguicidas organoclorados en vegetales en nuestro medio». *Anal. Med.* [Barcelona], vol. 67 (1981), p. 854-860.
- HUNTER, D. *Enfermedades laborales*. Barcelona: JIMS, 1985.
- JOHNSON-RESTREPO, B.; ADDINK, R.; WONG, C.; ARCARO, K.; KANNAN, K. «Polybrominated diphenyl ethers and organochlorine pesticides in human breast milk from Massachusetts, USA». *J. Environ. Monit.*, vol. 9 (2007), p. 1205-1212.
- KANNAN, K.; YAMASHITA, N.; IMAGAWA, T.; DECOEN, W.; KHIM, Y. S.; DAR, R. M.; SUMMER, C. L.; GIESY, J. P. «Polychlorinated naphthalenes and polychlorinated biphenyls in fishes from Michigan waters including the Great Lakes». *J. of Environmental Science and Technology*, vol. 34 (2000), p. 566-572.
- KUMPULAINEN, J. «Low levels of contaminants in Finnish foods and diets». *Annales Agriculturae Fenniae*, vol. 27 (1988), p. 219-229.
- LABANDEIRA, A.; ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D. «Congener distribution of polybrominated diphenyl ethers in feral carp (*Cyprinus carpio*) from the Llobregat River (Spain)». *Environ. Pollut.*, vol. 146 (2007), p. 188-195.
- LAUWERYS, Robert R. *Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles*. 4a. ed. París: Masson, 1999.
- LIN, G. Z.; PENG, R. F.; CHEN, Q.; WU, Z. G.; DU, L. «Lead in housing paints: an exposure source still not taken seriously for children lead poisoning in China». *Environ. Res.*, vol. 109 (2009), p. 1-5.
- LLOBET, J. M.; GRANERO, S.; SCHUHMACHER, M.; CORBELLA, J.; DOMINGO, J. L. «Biological monitoring of environmental pollution and human exposure to metals in Tarragona, Spain, IV. Estimation of the dietary intake». *J. of Trace Elements and Electrolytes*, vol. 15 (1998), p. 136-141.
- LUNA, M. *Aportación al conocimiento de las piezas dentarias como órgano de depósito de metales*. Tesi. Barcelona: UB, 1989.
- MANINI, A.; LABINSON, R. M.; KIRrane, B.; HOFFMAN, R. S.; RAO, S.; STAJIC, M.; NELSON, L. S. «A novel neuromuscular syndrome associated with clembuterol-tainted heroin». *Clin. Toxicol.*, vol. 46 (2008), p. 1088-1092.
- MATA, E. [dir.]. *Contaminants químics, estudi de dieta total a Catalunya*. Barcelona: Agència Catalana de Seguretat Alimentària, 2005.

- MEIPRONITE GUVENIUS, D.; BERGMAN, A.; NOREN, K. «Polybrominated diphenyl ethers in Swedish human liver and adipose tissue». *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 40, (2001), p. 564-570.
- MIELKE, H. W.; GONZALES C. «Mercury (Hg) and lead (Pb) in interior and exterior New Orleans house paint films». *Chemosphere*, vol. 72 (2008), p. 882-885.
- ORBÁIZ, B. *Contribución al conocimiento de la impregnación humana por plomo en la población navarra. Depósito en piezas dentaria*. Tesi. Barcelona: UB, 1997.
- PASSOS, C.; MERGLER, D. «Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon. A review». *Cad. Saúde Pública*, vol. 24, supl. 4 (2008), p. s503-s520.
- RALDÚA, D.; PADRÓS, F.; SOLÉ, M.; ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D.; RIVA, M. C.; BARATA, C. «First evidence of polybrominated diphenyl ether (flame retardants) effects in feral barbel from the Ebro River basin (NE. Spain)». *Chemosphere*, vol. 73 (2008), p. 56-64.
- RODAMILANS, M.; TORRA, M.; TO-FIGUERAS, J.; CORBELLA, J.; LÓPEZ, B.; SÁNCHEZ, C.; MAZ-ZARA, R. «Effect of the reduction of petrol lead on blood lead levels of the population of the Barcelona (Spain)». *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 56 (1996), p. 717-721.
- SCHREY, P.; WITTSIEPE, J.; BUDDE, U.; HEINHOW, B.; IDEL, H.; WILHELM, M. «Dietary intake of lead, cadmium, copper and zinc by children from the German North Sea Island Amrum». *Intern. J. of Hygiene and Environmental Health*, vol. 203 (2000), p. 1-9.
- SCHUHMACHER, M.; BATISTA, J.; BOSQUE, M. A.; DOMINGO, J. L.; CORBELLA, J. «Mercury concentrations in marine species from the coastal area of Tarragona, province, Spain. Dietary intake of mercury through fish and seafood consumption». *Sci. Total Environ.*, vol. 156 (1994), p. 269-273.
- SCHUHMACHER, M.; HERNÁNDEZ, M.; DOMINGO, J. L.; FERNÁNDEZ-BALLART, J. D.; LLOBET, J. M.; CORBELLA, J. «A longitudinal study of the lead mobilization during pregnancy: concentrations in maternal and umbilical cord blood». *Trace Elem. Electrol.*, vol. 13 (1996), p. 177-181.
- STORELLI, M. M.; MARCOTRIGIANO, G. O. «Fish for human consumption: risk of contamination by mercury». *J. of Food Additives and Contaminants*, vol. 17 (2000), p. 1007-1011.
- TO-FIGUERAS, J.; BARROT, C.; SALA, M.; OTERO, R.; SILVA M.; OZALLA, M. D.; HERRERO, C.; CORBELLA, J.; GRIMALT, J.; SUNYER, J. «Excretion of hexachlorobenzene and metabolites in feces in highly exposed human population». *Environ. Health Perspect.*, vol. 108 (2002), p. 595-598.
- TORRA M.; FERNÁNDEZ, J.; RODAMILANS, M.; NAVARRO, A. M.; CORBELLA, J. «Biological monitoring of cobalt exposure results in a non-exposed population and on workers of a heard metal manufacture». *Trace Elem. Electrol.*, vol. 22 (2005), p. 174-177.

- TSYDENOVA, O. V.; SUDARYANTO, A.; KAJIWARA, N.; KUNISUE, T.; BATOEV, V. B.; TANABE, S. «Organohalogen compounds in human breast milk from Republic of Buryatia, Russia», *Environ. Pollut.*, vol. 146 (2007), p. 225-232.
- VAN LAREBEKE, N.; HENS, L.; SCHEPENS, P.; COVACI, A.; BAEYENS, J.; EVERAERT, K.; BERNHEIM, J. L.; VLIETINK, R.; DE POORTER, G. «The Belgian PCB and dioxin incident of January-June 1999 exposure data and potential impact on health» *Environ. Health Perspect.*, vol. 109 (2001), p. 265-273.
- WINGERT, W. E.; MUNDY, L. A.; NELSON, L.; WONG, S. C.; CURTIS, J. «Detection of clem-buterol in heroin users in twelve postmortem cases at the Philadelphia medical examiners's office». *J. Anal. Toxicol.*, vol. 32 (2008), p. 522-528.
- WU, Y.; LI J.; ZHAO, Y.; CHEN, Z.; LI, W.; CHEN, J. «Dietary intake of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) in population from China». *Organohalogen. Compd.*, vol. 57 (2002), p. 221-223.