

## PRESENTAZIONE

La Rete Nazionale Rifiuti Zero in collaborazione con il Comitato Ambiente e Salute di Galliciano (Lucca), e con Ambiente e Futuro (Lucca), curando la traduzione di ampi stralci del 4° Rapporto della Società Britannica di Medicina Ecologica riguardante gli effetti sulla salute umana degli inceneritori di rifiuti intende mettere a disposizione di tutte le realtà che in Italia si battono contro il “Partito Trasversale dell’incenerimento” un aggiornatissimo strumento scientifico.

La presente traduzione curata da Nadia Simonini con la collaborazione di Rossano Ercolini raccoglie in modo molto comprensibile i più aggiornati risultati della ricerca sugli effetti sanitari derivanti dalla combustione dei rifiuti. In particolare dallo studio risulta demolita la convinzione secondo la quale gli inceneritori moderni sarebbero poco pericolosi. Al contrario, confermando peraltro analoghe conclusioni dei ricercatori italiani dell’Università di Modena, Reggio Emilia Dr.ssa Gatti e Dr. Montanari emerge che gli inceneritori di ultima generazione con le loro alte temperature nei forni contribuiscono grandemente alla immissione nell’ambiente di polveri finissime (PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>1</sub>) che costituiscono un rischio sanitario ben più grave delle ormai “conosciute” polveri PM<sub>10</sub>. Infatti queste “nanopolveri” sfuggendo ai filtri dell’inceneritore non vengono nemmeno rilevate dagli attuali sistemi di monitoraggio delle emissioni degli inceneritori e per di più non sono nemmeno “contemplate” dai limiti di legge a cui gli impianti devono sottostare.

Inoltre, altro aspetto che segnala quanto gli inceneritori non rispettino il Principio di Precauzione è rappresentato dal fatto che a fronte di emissioni cancerogene “identificate” da tempo dai ricercatori (diossine, furani, metalli pesanti) gli inceneritori emettono centinaia di sostanze di cui è sconosciuto l’impatto sulla salute umana, così come risultano non ancora indagati gli effetti sinergici (la combinazione) dei vari inquinanti. In questo quadro il Rapporto definisce l’incenerimento dei rifiuti un attacco al diritto alla vita.

Il Rapporto della Società Britannica di Medicina Ecologica pubblicato nel dicembre 2005 rappresenta uno strumento importante per coloro che sono impegnati a contrastare la proliferazione degli inceneritori (il testo è scaricabile dal sito web: <http://ambientefuturo.interfree.it>) o che più semplicemente vogliono farsi un’idea indipendente sui rischi connessi ai moderni inceneritori.

# GLI EFFETTI SULLA SALUTE DEGLI INCENERITORI DI RIFIUTI

4° Rapporto della Società Britannica di Medicina Ecologica

Moderatori: Dr. Jeremy Thompson e Dr Honor Anthony

## Prefazione

Del Prof. C.V. Howard. MB. ChB. PhD. FRCPath

Dobbiamo congratularci con gli autori per aver scritto questo rapporto. Il lettore si renderà presto conto che per giungere ad una comprensione dei vari aspetti dei problemi di salute associati con l'incenerimento è essenziale conoscere un ampio numero di discipline che vanno dalla fisica degli aerosol agli interferenti endocrini, fino al trasporto a lunga distanza degli inquinanti. Nella maggior parte delle scuole mediche, fino ad oggi, di routine non viene insegnato praticamente niente per fornire al laureato in medicina gli strumenti per accostarsi a questi problemi. Questo deve cambiare. Abbiamo bisogno di medici professionisti che abbiano ricevuto un'educazione sulle conseguenze per la salute associate all'attuale degrado ambientale.

Non esistono certezze che inchiodino all'incenerimento specifici effetti per la salute: questo risulta chiaro nel rapporto. Tuttavia, questo è in gran parte dovuto alla complessa esposizione a molte influenze a cui è sottoposta la razza umana. Il fatto che le "prove" di causa ed effetto siano così difficili da ottenere è la difesa principale usata da coloro che preferiscono lo *status quo*. Tuttavia il peso delle evidenze raccolte in questo rapporto è sufficiente, nell'opinione degli autori, per chiedere la progressiva dismissione dell'incenerimento come modo di trattare i nostri rifiuti. Io concordo.

C'è anche la questione della sostenibilità. I rifiuti distrutti in un inceneritore verranno rimpiazzati. Questo richiederà nuove materie prime, e nuove lavorazioni, trasporti, imballaggi ecc. ecc. Invece la riduzione, il ri-utilizzo, e il riciclo rappresentano una strategia vincente. E' stato dimostrato in varie città che si possono realizzare livelli elevati di diversione dei rifiuti (> 60%) in modo relativamente veloce. Quando questo accade, non resta molto da bruciare, ma un certo numero di prodotti saranno problematici, ad esempio il PVC. L'incenerimento, con il suo approccio a valle (*del problema*), dà il messaggio: "Nessun problema, noi abbiamo una soluzione per smaltire il tuo prodotto, continua le tue faccende al solito" Ciò che dovrebbe realizzarsi è una "soluzione a monte". La società dovrebbe poter dire "Il tuo prodotto non è sostenibile ed è un pericolo per la salute – smetti di produrlo".

L'incenerimento distrugge la responsabilità e ciò incoraggia le industrie a continuare a fare prodotti che portano a rifiuti tossici problematici. Una volta che il rifiuto è stato ridotto in cenere, chi può dire chi ha fatto che cosa? Negli ultimi 150 anni c'è stata una progressiva "tossificazione" del flusso dei rifiuti con metalli pesanti, radionuclidi, e molecole organiche alogenate sintetiche. E' ora di incominciare a invertire questo trend. E questo non verrà realizzato se continuiamo a incenerire i rifiuti.

Vyvyan Howard

Dicembre 2005

Professore di Bioimaging, Centro per le Bioscienze Molecolari  
Università di Ulster, Cromore Road, Coleraine, Co.Londonderry BT52 1SA

## INDICE

### Riassunto

1. Introduzione
  2. Emissioni da Inceneritori e da altre fonti di Combustione
    - 2.1 Polveri
    - 2.2 Metalli Pesanti
    - 2.3 Ossidi di Azoto
    - 2.4 Inquinanti Organici
  3. Gli Effetti sulla Salute degli Inquinanti
    - 3.1 Polveri
    - 3.2 Metalli Pesanti
    - 3.3 Ossidi di Azoto e Ozono
    - 3.4 Veleni organici
    - 3.5 Effetti sul materiale genetico
    - 3.6 Effetti sul sistema immunitario
    - 3.7 Effetti sinergici
  4. Aumentata morbilità e mortalità vicino a Inceneritori
    - 4.1 Cancro
    - 4.2 Difetti alla nascita
    - 4.3 Ischemie cardiache
    - 4.4 Commento
  5. Incidenza delle Malattie e Inquinamento
    - 5.1 Cancro
    - 5.2 Malattie Neurologiche
    - 5.3 Malattie mentali
    - 5.4 Violenza e crimine
  6. Gruppi ad Alto Rischio
    - 6.1 Il feto
    - 6.2 Il neonato in allattamento
    - 6.3 Bambini
    - 6.4 Persone con elevata sensibilità a sostanze chimiche
  7. Errori del Passato e il Principio di Precauzione
    - 7.1 Il Principio di Precauzione
    - 7.2 Imparare dagli errori del passato
  8. Tecnologie Alternative per i rifiuti
    - 8.1 Trattamento Meccanico Biologico
    - 8.2 Metodi di gassificazione
    - 8.3 Riciclo
  9. Altre Considerazione Importanti
    - 9.1 I costi dell'incenerimento
    - 9.2 Il problema delle ceneri
    - 9.3 Radioattività
    - 9.4 La diffusione degli Inquinanti
  10. Cementifici
  11. Monitoraggio
  12. Valutazione del Rischio
  13. Diritti Pubblici e Trattati Internazionali
  14. Raccomandazioni
- Bibliografia

## RIASSUNTO

- Studi su vasta scala hanno dimostrato che presso gli inceneritori di rifiuti urbani ci sono tassi più elevati di cancro negli adulti e nei bambini e anche difetti alla nascita: i risultati sono in accordo con (*l'ipotesi*) che le associazioni siano causali. Questa interpretazione è sostenuta da un certo numero di studi epidemiologici più piccoli, che suggeriscono che la varietà di malattie prodotte dall'incenerimento possa essere molto più ampia.
- Le emissioni degli inceneritori sono una fonte importante di polveri fini, di metalli tossici e di più di 200 sostanze chimiche organiche, tra le quali sostanze cancerogene, mutagene ed interferenti endocrini. Le emissioni contengono anche altri composti non identificati, il cui potenziale per provocare danni è ignoto, come una volta accadeva con le diossine. Poiché la natura dei rifiuti cambia continuamente, così cambia anche la natura chimica delle emissioni degli inceneritori e quindi anche il potenziale per produrre effetti avversi sulla salute.
- Le attuali misure di sicurezza sono progettate per evitare effetti tossici acuti nelle immediate vicinanze dell'inceneritore, ma ignorano il fatto che molti di questi inquinanti si accumulano negli organismi, possono entrare nella catena alimentare e possono causare malattie croniche nel tempo e in un'area geografica molto più ampia. Non sono stati effettuati tentativi ufficiali per valutare gli effetti delle emissioni sulla salute a lungo termine.
- Gli inceneritori producono ceneri pesanti e ceneri leggere (*o volanti*) che rappresentano il 30 – 50% in volume dei rifiuti originali (se compattati) e che vanno trasportate alle discariche. I dispositivi per l'abbattimento (*degli inquinanti*) negli inceneritori moderni, in particolare quelli per le diossine e i metalli pesanti, semplicemente trasferiscono il carico inquinante dalle emissioni in atmosfera alle ceneri leggere. Queste ceneri volanti sono leggere, facilmente trasportate dal vento e in gran parte con dimensione delle particelle minima. Costituiscono un pericolo per la salute considerevole e poco conosciuto.
- Due grossi studi di coorte in America hanno mostrato che l'inquinamento atmosferico dovuto alle polveri fini (PM<sub>2,5</sub>) causa aumenti nella mortalità per tutte le cause, in quella per malattie cardiache e in quella per tumori polmonari, dopo correzione per altri fattori. Le polveri fini sono prodotte principalmente da processi di combustione e vengono prodotte in grandi quantità dagli inceneritori.
- In uno degli studi di coorte, le cardiopatie ischemiche erano responsabili di quasi un quarto delle morti ed erano fortemente correlate con il livello di polveri fini PM<sub>2,5</sub>. Un aumento di 24,5 mcg/m<sup>3</sup> nell'inquinamento da polveri PM<sub>2,5</sub> era associato con un aumento del 31% nella mortalità per cause cardiopolmonari. E' stato anche dimostrato che aumenti a breve termine nelle polveri fini, come accade nella direzione del vento dagli inceneritori, causano aumenti significativi negli infarti del miocardio.
- Livelli più elevati di polveri fini sono stati associati con un aumento della prevalenza dell'asma e di COPD (malattia da ostruzione polmonare cronica).
- Le polveri fini formate negli inceneritori in presenza di metalli tossici e di tossine organiche (comprese quelle conosciute come cancerogene) assorbono questi inquinanti e li trasportano nel flusso sanguigno e all'interno delle cellule del corpo.
- I metalli pesanti si accumulano nell'organismo e sono stati implicati in una serie di problemi emotivi e comportamentali nei bambini, compreso l'autismo, la dislessia, il disturbo da iperattività e deficit di attenzione (ADHD), difficoltà nell'apprendimento e delinquenza, e in problemi negli adulti, compresa violenza, demenza, depressione e morbo di Parkinson. Questi metalli sono universalmente presenti nelle emissioni di inceneritori e sono presenti in alte concentrazioni nelle ceneri leggere.
- La suscettibilità agli inquinanti chimici varia in base a fattori genetici e acquisiti, con l'impatto massimo sul feto. Un'esposizione acuta può portare alla sensibilizzazione di alcuni individui, lasciandoli con una sensibilità a dosi basse di sostanza chimica per tutta la vita.

- Poche combinazioni chimiche sono state esaminate per la loro tossicità, anche se quando questi test sono stati effettuati, sono stati dimostrati effetti sinergici nella maggioranza dei casi. Tale sinergia potrebbe fortemente aumentare la tossicità degli inquinanti emessi, ma questo pericolo non è stato valutato.
- Sia il cancro che l'asma sono aumentate inesorabilmente con l'industrializzazione e si è dimostrato che i tassi di cancro sono correlati geograficamente sia con impianti di trattamento di rifiuti tossici, sia con la presenza di industrie chimiche, indicando una necessità urgente di ridurre la nostra esposizione.
- Gli inceneritori che bruciano materiale radioattivo produrranno polveri radioattive. Questo materiale è cancerogeno e non sono stati effettuati studi per valutare il pericolo per la salute di queste emissioni radioattive.
- E' noto che alcuni inquinanti chimici come gli idrocarburi poliaromatici (IPA) e i metalli pesanti provocano cambiamenti genetici. Ciò costituisce un rischio non solo per le generazioni presenti, ma anche per quelle future.
- Il controllo degli inceneritori è stato insoddisfacente per la mancanza di rigore, per i monitoraggi poco frequenti, per il basso numero di composti misurati, per i livelli giudicati accettabili e per l'assenza di monitoraggio biologico. L'approvazione di nuovi impianti è dipesa da dati di modellistica, che si suppone siano misure scientifiche di sicurezza, anche se il metodo usato ha un'accuratezza di non più del 30% e ignora l'importante problema delle polveri secondarie.
- Si asserisce che le moderne procedure di abbattimento (*degli inquinanti*) rendono sicure le emissioni degli inceneritori, ma questo è impossibile da stabilire. Inoltre, due delle emissioni più pericolose – le polveri fini e i metalli pesanti – sono relativamente resistenti alla rimozione.
- Non è possibile stabilire in anticipo la sicurezza di nuove installazioni di inceneritori e, sebbene sospetti di effetti avversi sul feto e sul neonato potrebbero sorgere entro pochi anni con un rigoroso monitoraggio indipendente della salute, questo tipo di monitoraggio non è stato messo in essere, e a breve termine non raggiungerebbe la significatività statistica per le singole installazioni. Altri effetti, quali i tumori nell'adulto potrebbero essere differiti per almeno da dieci a venti anni. Quindi qui sarebbe appropriato applicare il principio di precauzione
- Oggi i rifiuti possono essere trattati con metodi alternativi, che eviterebbero i principali pericoli per la salute dell'incenerimento, produrrebbero più energia e sarebbero di gran lunga più economici in termini reali, se si tenesse conto dei costi per la salute.
- Attualmente gli inceneritori contravvengono ai diritti umani basilari, come enunciato dalla Commissione delle Nazioni Unite per i Diritti Umani, in particolare al Diritto alla Vita nella Convenzione per i Diritti Umani Europea, ma anche nella Convenzione di Stoccolma e nella Legge di Protezione Ambientale del 1990. Il feto, il neonato e il bambino sono quelli più a rischio per le emissioni degli inceneritori: quindi si ignorano e si violano i loro diritti, il che non è in armonia con il concetto di una società giusta. Non lo è nemmeno l'attuale politica di collocare gli inceneritori in zone povere, dove i loro effetti sulla salute saranno massimi: questo richiede un'urgente revisione.
- La rassegna della letteratura ci porta all'opinione che nuovi impianti che emettono quantità sostanziali di polveri fini, di metalli pesanti volatili e di inquinanti organici pericolosi non dovrebbero essere approvati e che andrebbero prese misure urgenti per ridurre le emissioni degli impianti che bruciano rifiuti attualmente in funzione e per effettuare un rigoroso monitoraggio biologico finché potranno essere dismessi e sostituiti con metodi più sicuri di smaltimento dei rifiuti. Si dovrebbero anche fare degli sforzi vigorosi per ridurre la quantità dei rifiuti prodotti, in quanto attualmente non esiste una soluzione totalmente soddisfacente per il loro smaltimento.

## **1. Introduzione**

Sono in aumento sia la quantità dei rifiuti, sia la loro potenziale tossicità. I siti disponibili per discariche si stanno esaurendo e sempre più l'incenerimento viene visto come una soluzione per il problema dei rifiuti. Questo rapporto esamina la letteratura riguardante gli effetti sulla salute degli inceneritori.

Gli inceneritori producono inquinamento in due modi. In primo luogo emettono centinaia di inquinanti in atmosfera. Sebbene un po' di attenzione sia stata rivolta alle *concentrazioni* delle più importanti sostanze chimiche emesse, nel tentativo di evitare gli effetti tossici acuti locali, questo è solo parte del problema. Molte di queste sostanze chimiche sono sia tossiche che bio-accumulabili, con il tempo, si accumulano nel corpo umano in modo insidioso, con il rischio di effetti cronici con esposizioni molto più basse. Si sa poco dei rischi di molti di questi inquinanti, in particolar modo delle loro combinazioni. Inoltre gli inceneritori convertono parte dei rifiuti in cenere e parte di questa cenere conterrà elevate concentrazioni di sostanze tossiche come le diossine e i metalli pesanti, creando un grave problema di inquinamento per le generazioni future. Si è già dimostrato che gli inquinanti in discarica filtrano giù e inquinano le fonti delle acque. E' anche importante notare che l'incenerimento non risolve il problema delle discariche dati i grossi volumi di cenere che vengono prodotti.

Gli studi su popolazioni esposte a emissioni di inceneritori o sulle esposizioni professionali di lavoratori presso inceneritori ( vedi sezione 4) sono relativamente pochi, ma la maggior parte mostra livelli più alti di quanto atteso di cancro e di difetti alla nascita nella popolazione locale, e un aumento nelle cardiopatie ischemiche è stato trovato nei lavoratori presso inceneritori. Questi risultati turbano, ma, presi da soli, potrebbero servire solo a mettere la comunità scientifica sull'avviso riguardo ai possibili pericoli, se non per due fatti. Il primo è la difficoltà riconosciuta nello stabilire oltre ogni dubbio gli effetti cronici associati con una esposizione ambientale di qualsiasi tipo. Il secondo è il volume di evidenze che collega gli effetti sulla salute con l'esposizione ai singoli prodotti della combustione, che vengono, come è noto, emessi dagli inceneritori e da altri processi di combustione.

Lo scopo di questo rapporto è di considerare tutte le evidenze per arrivare ad un'opinione equilibrata sui pericoli futuri che sarebbero associati con la prossima generazione di inceneritori per rifiuti. Ci sono buone ragioni per aver intrapreso questa rassegna. La storia della scienza mostra che spesso ci vogliono decenni per identificare gli effetti sulla salute di esposizioni tossiche, ma con il senno del poi, spesso erano presenti dei segnali precoci che erano stati negletti. E' raro che gli effetti di esposizioni ambientali siano previsti in anticipo. Ad esempio, non è stato previsto che la generazione più vecchia di inceneritori nel Regno Unito sarebbe risultata essere una fonte importante di contaminazione delle forniture di cibo con diossine. Nel valutare le evidenze guarderemo anche ai dati di alcune altre aree che riteniamo pertinenti, comprese la ricerca sull'aumentata vulnerabilità del feto alle esposizioni tossiche, e il rischio di effetti sinergici tra sostanze chimiche, i rischi più elevati per le persone più sensibili all'inquinamento chimico, le difficoltà nella valutazione del pericolo, i problemi del monitoraggio e i costi per la salute dell'incenerimento.

## **2. Le emissioni da Inceneritori e da altre Fonti di Combustione**

L'esatta composizione delle emissioni da inceneritori varierà con il tipo di rifiuto che viene bruciato in un dato momento, con l'efficienza dell'impianto e con le misure di controllo dell'inquinamento poste in essere. Sono poche le evidenze dettagliate disponibili. Nell'inceneritore per rifiuti urbani entra una grande quantità di rifiuti contaminata da metalli pesanti e da sostanze chimiche organiche fatte dall'uomo. Durante l'incenerimento si possono creare delle forme più tossiche di alcune di queste sostanze. I tre costituenti più importanti delle emissioni, dal punto di vista degli effetti sulla salute, sono le polveri, i metalli pesanti ed i prodotti della combustione di sostanze chimiche fatte dall'uomo; quest'ultime due possono essere adsorbite sulle polveri più fini, rendendole particolarmente pericolose. L'ampia serie di sostanze chimiche che vengono, come è noto, prodotte dalla combustione comprende il biossido di zolfo, gli ossidi dell'azoto, più di cento composti organici volatili (COV), le diossine, gli idrocarburi poliaromatici (IPA), i policlorobifenili (PCB) e i furani.

## 2.1 Polveri

Le polveri sono minuscole particelle nell'aria che vengono classificate in base alla dimensione. I  $PM_{10}$  hanno un diametro di meno di 10 micron, mentre quello delle polveri fini ( $PM_{2,5}$ ) è meno di 2,5 micron e quello delle polveri ultrafini ( $PM_1$ ) meno di 1 micron. Gli inceneritori producono quantità enormi di polveri fini e ultrafini. Agli inceneritori è consentito emettere polveri a un tasso di  $10 \text{ mg/m}^3$  di emissione gassosa. I filtri a manica comunemente usati agiscono come un setaccio, lasciando in realtà passare le polveri più fini e bloccando le polveri più grossolane, meno pericolose. Solo dal 5 – 30% delle  $PM_{2,5}$  verrà rimosso da questi filtri e praticamente niente delle  $PM_1$ . Infatti le polveri emesse dagli inceneritori sono perlopiù quelle più pericolose ultrafini (1). L'efficacia dei filtri a manica è minima nel rimuovere le particelle più piccole, specie quelle tra 0,2 e 0,3 micron, che avranno un considerevole impatto sulla salute. Gli effetti sulla salute sono determinati dal numero e dalla dimensione delle particelle e non dal peso. Le misure della distribuzione della dimensione delle particelle *in base al peso* daranno una falsa impressione di sicurezza per via del peso più elevato delle polveri più grossolane. I dispositivi per far calare l'inquinamento, installati per ridurre le emissioni di ossidi di azoto, possono effettivamente aumentare le emissioni delle polveri  $PM_{2,5}$  (2). L'ammoniaca usata in questo processo reagisce con l'acido solforoso che si forma quando si combinano vapore acqueo e biossido di zolfo mentre salgono su per il camino, portando alla produzione di particelle secondarie. Queste polveri secondarie si formano dopo i filtri e vengono emesse senza subire abbattimento: possono facilmente raddoppiare il volume totale di polveri emesse (3). Gli attuali metodi di modellistica non tengono conto delle polveri secondarie (vedi sezione 12). Studi hanno dimostrato che i metalli tossici si accumulano sulle particelle più piccole (4) e che il 95% degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono associati con le polveri fini ( $PM_3$  e meno) (5-7). Gli IPA sono tossici e cancerogeni ed è stato stimato che essi aumentano il rischio di cancro al polmone di 7,8 volte (8).

## 2.2 Metalli Pesanti

Gli inceneritori possono emettere  $10 \text{ mg/m}^3$  di polveri e  $1 \text{ mg/m}^3$  di metalli. I limiti significano poco, poiché, anche entro questi limiti, la quantità totale di polveri e metalli emessa varierà con il volume per secondo delle emissioni prodotte dall'inceneritore e questo può variare enormemente. Un'ulteriore preoccupazione è che per legge non ci sono standard sulla qualità dell'aria nell'ambiente per i metalli pesanti, tranne che per il piombo, il che significa che i livelli dei metalli pesanti nell'aria circostante non richiedono monitoraggio.

Gli inceneritori possono emettere una proporzione di metalli rispetto alle polveri molto alta e molto più alta di quella che si trova nelle emissioni da automobili. Alle alte temperature che si trovano negli inceneritori, i metalli vengono rilasciati dai rifiuti metallici, dalle plastiche e da molte altre sostanze. Molti dei metalli pesanti emessi, come il cadmio, sono tossici a

concentrazioni molto basse. L'adesione selettiva dei metalli pesanti alle particelle più piccole emesse dagli inceneritori (4) aumenta la tossicità di queste polveri. Questo fatto probabilmente rende le polveri da inceneritori più pericolose di quelle da altre fonti come ad esempio le automobili.

### **2.3 Ossidi di Azoto**

La rimozione dell'ossido di azoto da parte degli inceneritori ha un'efficacia di circa il 60% soltanto. Poi l'ossido di azoto viene convertito a biossido di azoto per formare lo smog e le piogge acide. La luce del sole agisce sugli ossidi nitrosi e sui composti organici volatili (COV) per produrre un altro inquinante, l'**ozono**.

### **2.4 Inquinanti Organici**

Gli inceneritori emettono un'ampia serie di inquinanti organici. Tra questi gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici), i PCB (policlorobifenili), le diossine, i furani, gli ftalati, i chetoni, le aldeidi, gli acidi organici e gli alcheni.

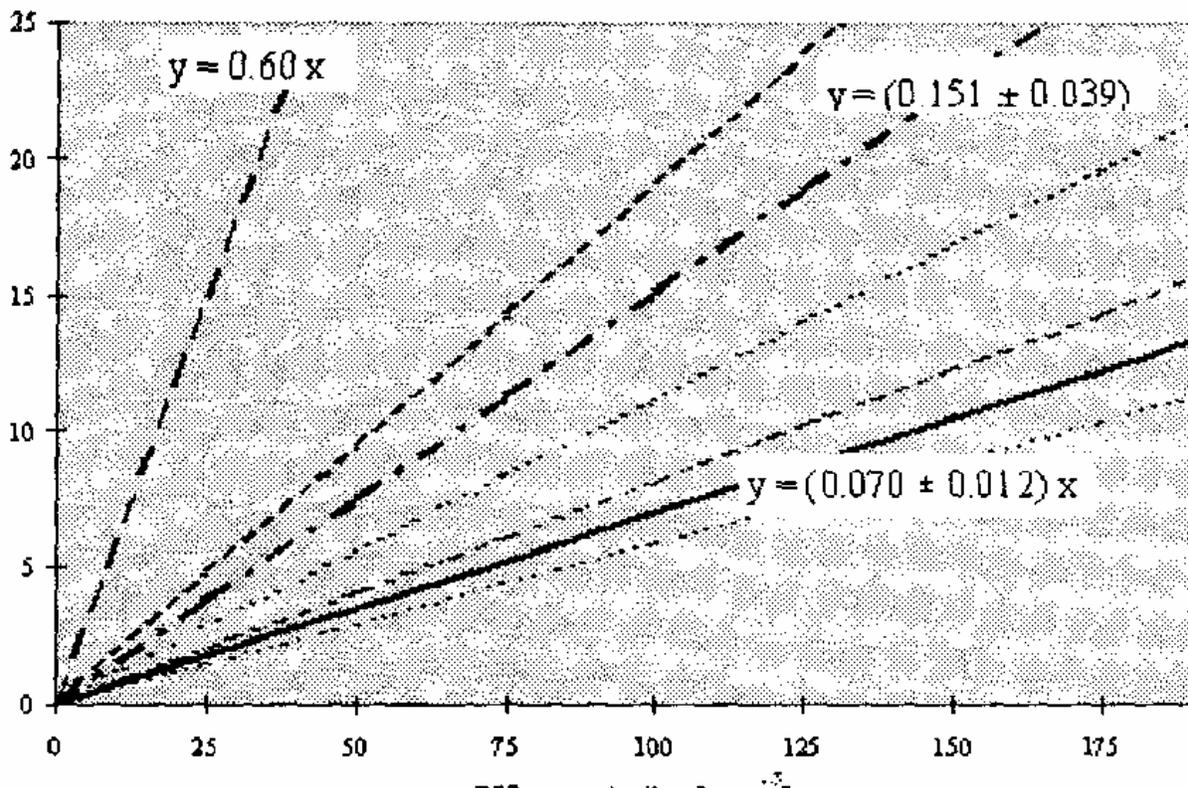
I rifiuti che vengono bruciati oggi sono notevolmente diversi da quelli bruciati in passato, con un carico più elevato di metalli pesanti e di plastiche che può produrre problemi di salute e ambientali con un potenziale molto maggiore. Un esempio di questo è il PVC che è più del 90% cloro organico. E' stato ampiamente usato per porte e finestre e con una vita attesa di 40 anni, probabilmente apparirà in quantità crescenti nel flusso dei rifiuti. Questo potrebbe facilmente aumentare il cloro organico nel flusso dei rifiuti a oltre l'1%, il che significherebbe, secondo la Direttiva Europea sui Rifiuti che i rifiuti andrebbero considerati pericolosi.

E' noto che molti di questi composti sono non solo tossici, ma si accumulano negli organismi e sono persistenti. Tra questi sono inclusi composti che agiscono sul sistema immunitario (9), che si legano ai cromosomi (10), che interferiscono nella regolazione ormonale (11), che innescano il cancro (12), che alterano il comportamento (13), e che abbassano l'intelligenza (14). E' preoccupante che i dati sulla tossicità di molte di queste sostanze siano molto limitati (15). La natura mutevole dei rifiuti significa che è probabile che nuove sostanze vengano emesse e create. Ad esempio i difenil eteri polibromurati (DEPB) sono presenti in molti articoli elettrici e sempre più finiscono nei rifiuti inceneriti. E' stato dimostrato che agiscono sullo sviluppo del cervello e sulla ghiandola tiroidea, causando difetti nel comportamento e nell'apprendimento in animali (16, 17).

## **3. Effetti sulla Salute degli Inquinanti**

### **3.1 Polveri**

Un'ampia e articolata mole di dati di letteratura ha messo in evidenza i pericoli delle polveri per la salute. Vari studi hanno confermato che *più è piccola la dimensione delle particelle, più sono pericolosi gli effetti sulla salute*. (18, 21). I dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) mostrati nel grafico qui sotto, illustrano con chiarezza che le polveri PM<sub>2,5</sub> hanno un effetto maggiore sulla mortalità giornaliera delle PM<sub>10</sub> più grandi (18).



**Figura 1 Aumento nella mortalità giornaliera in funzione della concentrazione dei PM (riprodotto da (18), Figura 3.6)**

In ascissa: concentrazione dei PM (microgrammi/m<sup>3</sup>)

In ordinata: aumento percento nella mortalità giornaliera

Dove c'è  $y = (0,070 \pm 0,012)$  =: Media dei PM<sub>10</sub>

Linee tratteggiate: limite di confidenza superiore e inferiore

Dove c'è  $y = (0,151 \pm 0,039)$  = media PM<sub>2,5</sub>

Dove c'è  $y = 0,60x$  = media per il solfato

Le particelle più piccole non vengono filtrate dal naso e dai bronchioli e la loro dimensione minuscola consente loro di essere respirate in profondità nei polmoni e di essere adsorbite direttamente nel flusso sanguigno dove possono persistere per ore (22). A questo punto possono attraversare la parete cellulare e arrivare al nucleo della cellula, agendo sul DNA della cellula. L'organizzazione Mondiale della Sanità dichiara che non c'è un livello di PM<sub>2,5</sub> sicuro ed effetti sulla salute sono stati osservati a concentrazioni sorprendentemente basse senza soglia (23,24). Le particelle più piccole, in particolar modo le polveri ultrafini (PM<sub>1</sub>) hanno una reattività chimica elevata, il che è una proprietà della loro piccola dimensione ed elevata area superficiale (25). Un ulteriore pericolo delle particelle più piccole è che ce ne sono migliaia di più per unità di peso. Negli inceneritori i metalli pesanti, le diossine e altre sostanze chimiche possono aderire alla loro superficie (26), aumentando la loro tossicità. Il nostro organismo non possiede meccanismi efficienti per liberare la parte più profonda dei polmoni, poiché solo una minuscola frazione delle polveri naturali è così piccola.

Dato che gli inceneritori in effetti sono dei generatori di polveri e producono prevalentemente le particelle più piccole che hanno l'effetto più grande sulla mortalità, è chiaro che gli inceneritori hanno un considerevole potenziale letale.

**a) Studi Epidemiologici sugli Inquinanti Particellari**

Le polveri fini sono state associate sia con malattie respiratorie, sia cardiovascolari (27) e con il cancro del polmone (19,28)

Due ampi studi di coorte negli USA mostrano una mortalità crescente con livelli crescenti di inquinamento da PM<sub>2,5</sub>. Nello Studio delle Sei Città pubblicato nel 1993 (19) 8.111 individui furono seguiti per 14 -16 anni (1974 – 1991), coinvolgendo un totale di 111.076 persone l'anno, per esaminare l'effetto dell'inquinamento dell'aria, tenendo conto dell'abitudine al fumo e di altri fattori individuali. Come era atteso, il fattore di rischio più grande era il fumo (il rapporto del tasso di mortalità dopo correzione era 1,59), ma, dopo aver tenuto conto dei fattori individuali, i tassi di mortalità mostrarono delle associazioni altamente significative ( $p < 0,005$ ) con i livelli di polveri fini e di particelle di solfato nelle città, con la città più inquinata che aveva un tasso di mortalità per tutte le cause dopo correzione di 1,26 rispetto alla città meno inquinata. Ciò andava messo in relazione con una differenza nelle PM<sub>2,5</sub> di 18,6 mcg/m<sup>3</sup>: la mortalità cardiopolmonare era aumentata del 37% e anche la mortalità per cancro del polmone era più alta del 37%.

Nello studio della American Cancer Society (ACS) (20), 552.138 adulti (provenienti dallo studio Prevenzione del Cancro II) furono seguiti dal 1982 al 1989 e le morti furono analizzate rispetto alle concentrazioni medie di inquinamento atmosferico da solfato nel 1980 e alla mediana della concentrazione delle polveri fini dal 1979 – 1983, ottenendo entrambi i dati per l'area di residenza di ciascun partecipante dai dati dell'Agenzia di Protezione Ambientale (EPA). Di nuovo, la correlazione più forte era quella tra cancro al polmone e l'abitudine al fumo (rapporto di rischio di mortalità dopo correzione 9,73), ma entrambe le misure di inquinamento mostrarono un'associazione altamente significativa con la mortalità per tutte le cause e con la mortalità cardiopolmonare; i solfati erano anche associati con il cancro al polmone. Dopo correzione per l'abitudine al fumo e altre variabili, l'inquinamento più elevato per polveri fini era associato con un aumento del 17% nella mortalità per tutte le cause e un aumento del 31% per mortalità cardiopolmonare con una differenza nei PM<sub>2,5</sub> di 24,5 mcg/m<sup>3</sup>. Questi risultati sono altamente significativi e portarono l'EPA a porre limiti di regolazione sui PM<sub>2,5</sub>, istituendo gli Standard Nazionali per la Qualità dell'Aria Ambientale nel 1997. Questi regolamenti furono contestati dall'industria, ma alla fine furono mantenuti dalla Suprema Corte degli Stati Uniti (29) dopo che i dati di tutti gli studi furono sottoposti a un intenso esame critico, compresa un'ampia revisione indipendente e una nuova analisi dei dati originali (30).

Basandosi sulla mortalità e sugli effetti acuti e cronici sulla salute, si è stimato che i benefici per la salute con l'istituzione di questi nuovi regolamenti sia annualmente di \$32 miliardi (31), e un rapporto del settembre 2003 dell'Ufficio di Direzione e Bilancio della Casa Bianca ha calcolato che i benefici espressi come riduzioni nelle ospedalizzazioni, nelle morti premature e nelle giornate di lavoro perse, siano da \$120 a \$193 miliardi per gli ultimi dieci anni (vedi Sezione 9.1). Poiché questo studio ha preso in considerazione solo tre indicatori di salute, è probabile che sottostimi i veri benefici.

Segue da questi dati che gli inceneritori e tutte le altre fonti importanti di polveri PM<sub>2,5</sub> produrranno sostanziali costi per la salute oltre che una crescente mortalità.

**b) Ulteriori Studi**

Un'analisi pubblicata nel 2002 sui partecipanti allo studio Prevenzione del Cancro II ha collegato i fattori individuali, le esposizioni all'inquinamento e i dati di mortalità per circa 500.000 adulti, come riferito nello studio dell'American Cancer Society (ACS) citato prima,

proseguendo il follow –up (*periodo in cui vengono seguiti i pazienti*) fino al 1998 (28). Il rapporto raddoppiò il periodo di follow –up e riferì un numero triplo di morti, una serie più ampia di fattori individuali e più dati sull'inquinamento, concentrandosi sulle polveri fini. L'abitudine al fumo rimane il fattore più fortemente associato con la mortalità, ma l'inquinamento da polveri fini rimaneva associata in modo significativo con la mortalità per tutte le cause e cardiopolmonare, con RR medi dopo correzione di 1,06 e 1,09. Inoltre dopo il periodo di follow – up più lungo, le polveri fini erano associate in modo significativo con la mortalità per cancro al polmone, con un RR dopo correzione di 1,14. Gli autori riferirono che l'esposizione ad un livello più elevato di PM<sub>2,5</sub> di 10 mcg/m<sup>3</sup> era associato con un aumento del 14% nel cancro al polmone e un aumento del 9% nelle malattie cardiopolmonari (28).

### **c) Malattie Cardiovascolari**

I ricercatori furono sorpresi nello scoprire che l'aumentata mortalità cardiopolmonare associata con inquinamento da polveri era principalmente dovuta alle malattie cardiovascolari. Questo fu riscontrato sia nello Studio delle Sei Città, sia in quello dell'ACS quando i dati furono ri – analizzati (30). Quando le cause di morte nello Studio per la Prevenzione del Cancro II furono esaminate in maggior dettaglio (32) alla ricerca di indizi per possibili meccanismi patofisiologici, il legame era più forte con le cardiopatie ischemiche: un aumento di 10 mcg/m<sup>3</sup> nei PM<sub>2,5</sub> era associato con un aumento del 18% nelle morti per cardiopatie ischemiche (del 22% in coloro che non avevano mai fumato).

L'infarto acuto del miocardio cresceva durante episodi di alto inquinamento da polveri, raddoppiando quando i livelli di PM<sub>2,5</sub> erano più alti di 20 – 25 mcg/m<sup>3</sup> (33). Le polveri aumentavano anche la mortalità per ictus (34, 35). In uno studio si concludeva che l'11% degli ictus poteva essere attribuito a inquinamento dell'aria all'aperto (36). Gli episodi di aumentato inquinamento da polveri aumentavano anche i ricoveri per malattie di cuore (37). Aumentavano anche la mortalità per diabete (27) e i ricoveri per malattie di cuore nei diabetici (38) e questi casi erano il doppio dei ricoveri per coronaropatia nei non-diabetici, suggerendo che i diabetici erano particolarmente vulnerabili all'effetto dell'inquinamento da polveri (38). Livelli più elevati di polveri sono stati associati con aritmie che minacciano la vita (39), con ischemie indotte dall'esercizio fisico (40), con un eccesso di mortalità da insufficienza cardiaca (35, 41) e con la malattia trombotica (35)

### **d) Effetti sui Bambini e sul Feto**

Le polveri trasportano varie sostanze chimiche, compresi gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA) all'interno del corpo umano. Frederica Pereira del Columbia Centre per la Salute Ambientale dei Bambini ha trovato che il feto è dieci volte più vulnerabile ai danni di queste sostanze (42). Ha anche trovato che le polveri PM<sub>2,5</sub> hanno un effetto avverso sul feto in sviluppo con riduzioni significative nel peso, nella lunghezza e nella circonferenza della testa e ha reiterato l'importanza di ridurre le concentrazioni di polveri fini nell'ambiente (43). Inoltre, ulteriori studi hanno mostrato un effetto avverso sullo sviluppo del feto ai livelli che si trovano oggi nelle città come New York (44). Si è scoperto che l'inquinamento dell'aria produce mutazioni genetiche irreversibili nei topi. I ricercatori hanno invece trovato che se i topi respiravano aria privata delle polveri mediante filtrazione sviluppavano solo livelli di fondo di mutazioni genetiche, cosa che confermava che le polveri erano causative (45). L'Organizzazione Mondiale di Sanità, alla quarta Conferenza Ministeriale sulla Salute e l'Ambiente nel giugno del 2004, annunciò che tra l'1,8 e il 6,4% delle morti nel gruppo di età tra 0 e 4 anni poteva essere attribuito a inquinamento dell'aria (46).

### **e) Episodi Respiratori Acuti**

L'elevato inquinamento da polveri dell'aria è stato associato con aumentati ricoveri ospedalieri per asma (24) e per malattia da ostruzione polmonare cronica, con aumenti nei sintomi

respiratori (48, 49), con un'incidenza più elevata di asma (50), con ridotta immunità (51, 52), con tassi più elevati di infezioni dell'orecchio, del naso e della gola (50), con assenze dalla scuola di bambini per malattie respiratorie (53, 54) e con declini nella funzione respiratoria (55 – 57). Una triste nota a quanto detto sopra è che i bambini che fanno più sport all'aria aperta hanno declini nella funzione respiratoria maggiori (57). Facciamo un cattivo servizio ai nostri bambini se non possono fare attività salutari senza danneggiare la loro salute.

#### **f) Mortalità da Inquinamento da Polveri**

Episodi di aumentato inquinamento da polveri sono stati associati con aumentata mortalità cardiovascolare (19, 20, 27, 28, 35, 41, 58) e aumentata mortalità per malattie respiratorie (41, 42). Circa 150 studi sulle successioni nel tempo effettuati in tutto il mondo hanno evidenziato degli aumenti transitori nella mortalità con aumenti nelle polveri. Studi di coorte hanno dimostrato un effetto a lungo termine sulla mortalità (19, 20,28) (vedi sezione 3.1°).

E' possibile quantificare questa mortalità? Si è stimato che la mortalità risulta essere aumentata di circa uno 0,5 – 1% per ogni aumento di 10 mcg/m<sup>3</sup> dei PM<sub>10</sub> (59) per le esposizioni acute e di un 3,5% per le esposizioni croniche (31). Per i PM<sub>2,5</sub> l'aumento nella mortalità è molto maggiore, specialmente per la mortalità cardiopolmonare (vedi Tabella)

**Tabella 1. Mortalità Cardiopolmonare (c/p) e inquinamento da Polveri Fini**

Studio	Bibliografia e anno	N° partecipanti	Follow-up	Eccesso dopo correzione di mortalità c/p	Differenza nei PM <sub>2,5</sub> espressa in mcg/m <sup>3</sup>	Eccesso di mortalità c/p dopo correzione, per un aumento di 10 mcg/m <sup>3</sup>
Sei Città	19 1993	8.111	1974 -1991	37%	18,6	19,8%
ACS Prevenzione Cancro II	20 1995	552.138	1982-1989	31%	24,5	12,7%
Prevenzione Cancro II	28 2002	500.000	1982-1998	9%	10	9%

Quando i dati dello Studio delle Sei Città e quello della ACS furono sottoposti a revisione e ri-analisi (vedi Sezione 3.1°) le morti cardiopolmonari furono divise in polmonari e cardiovascolari (30). Inaspettatamente la maggior parte delle morti in eccesso dovute alle polveri era stata da cause cardiovascolari. Questo era chiaro in ciascuna delle analisi eseguite, dando risultati per l'aumento nella mortalità cardiovascolare nello Studio delle Sei Città tra 35% e 44% per un differenza di 18,6 mcg/m<sup>3</sup> nei PM<sub>2,5</sub> e tra 33% e 47% per 24,5 mcg/m<sup>3</sup> nello studio dell'ACS. Questo era in ciascun caso molto più alto dell'aumento nelle morti per cause respiratorie del 7%. Più tardi si scoprì che nei dati dell'ACS l'eccesso di morti cardiovascolari era principalmente dovuto ad un aumento del 18% nelle morti per ischemie cardiache per ogni aumento di 10 mcg/m<sup>3</sup> nei PM<sub>2,5</sub> (32). Gli inceneritori emettono selettivamente le particelle più piccole e quindi ci si aspetta che abbiano un grosso impatto sulla mortalità cardiopolmonare, specie su quella cardiovascolare. Questo fino ad ora non è stato studiato direttamente.

#### **g) Valutazione da parte della WHO e Altre Autorità**

Basandoci sulle Linee Guida per la Qualità dell'Aria dell'Organizzazione Mondiale di Sanità (WHO) (60) abbiamo stimato che un aumento di  $1 \text{ mcg/m}^3$  nelle polveri  $\text{PM}_{2,5}$  (una stima molto conservativa del livello di aumento che ci si potrebbe attendere intorno agli inceneritori) porterebbe a un'attesa di vita ridotta di 40 giorni per persona nell'arco di 15 anni (questo è uguale ad una riduzione di attesa di vita di 1,1 anni per ciascun aumento di  $10 \text{ mcg/m}^3$  delle polveri  $\text{PM}_{2,5}$ ). Sebbene questo risultato appaia piccolo, gli autori notano che le implicazioni per la salute pubblica sono grandi e che l'effetto su una tipica popolazione circostante di 250.000 persone porterebbe ad una perdita di 27.500 anni di vita nell'arco di 15 anni. Questa cifra dà un'indicazione della probabile perdita di vita dovuta a qualsiasi fonte importante di polveri  $\text{PM}_{2,5}$ . Inoltre, gli inceneritori funzionano per periodi molto più lunghi dei 15 anni citati qui. Da notare che la perdita di vita stimata qui è dovuta soltanto alle polveri e non a altre sostanze tossiche.

Tra le dichiarazioni da parte di ricercatori importanti ci sono le seguenti: “ *la grandezza dell'associazione tra polveri fini e mortalità suggerisce che il controllo delle polveri fini porterebbe a salvare migliaia di morti precoci ogni anno*” (Schwartz) (59) e “ *ci sono prove coerenti che le polveri fini sono associate con mortalità aumentata per tutte le cause, cardiaca e respiratoria. Questi risultati rinforzano la richiesta di controllare i livelli di polveri respiratorie nell'aria all'aperto*” (58).

#### **h) Riassunto**

Per riassumere, ci sono adesso robuste prove scientifiche sui pericoli per la salute delle polveri  $\text{PM}_{2,5}$  e sui sostanziali costi per la salute coinvolti. Per queste ragioni è impossibile giustificare un aumento ulteriore di queste polveri, con la costruzione di inceneritori o di altre fonti importanti di polveri  $\text{PM}_{2,5}$ . I dati indicano chiaramente che si dovrebbe tentare di ridurre i livelli di queste polveri in ogni caso possibile. Tuttavia, i  $\text{PM}_{2,5}$  non sono l'unica ragione per preoccuparsi degli inceneritori. Ci sono altri pericoli.

### **3.2 Metalli Pesanti**

Pope ha riferito che i ricoveri ospedalieri dei bambini con malattie respiratorie nella Valle dell'Utah diminuirono in modo drammatico quando un acciaieria rimase chiusa per un anno a seguito di uno sciopero. L'analisi dell'inquinamento dell'aria mostrava che quel anno il contenuto in metallo delle polveri era più basso e che il tipo di infiammazione trovato nei polmoni quando l'acciaieria funzionava poteva essere riprodotto nel tessuto polmonare sia del ratto che umano, usando inquinanti dell'aria del tipo emesso dall'acciaieria (61, 62). Questa è un'illustrazione molto chiara dei pericoli dell'inquinamento dell'aria con metalli pesanti. Si è dimostrato che l'esposizione a metalli inalati, simili al tipo prodotto dagli inceneritori ha un ruolo da intermediario nel danno cardiopolmonare nei ratti (63) e si sa che piccole quantità di metalli (< 1%) nelle polveri causano tossicità polmonare (64).

Le emissioni e le ceneri degli inceneritori contengono oltre 35 metalli (65). Parecchi sono cancerogeni noti o sospettati. I metalli tossici si accumulano nell'organismo con l'aumento dell'età (66). Respirare aria che contiene metalli tossici porta al bioaccumulo nel corpo umano. E qui possono restare per anni; il cadmio ha un'emivita di 30 anni. L'incenerimento aumenta il carico di metalli tossici e può portare a ulteriori danni per la salute.

Il mercurio è un gas alle temperature dell'incenerimento e non può essere rimosso dai filtri. Gli inceneritori sono stati una fonte importante di emissione di mercurio nell'ambiente. In teoria il mercurio può essere rimosso usando carbone attivo, ma in pratica è difficile da controllare e anche quando è efficace il mercurio finisce nelle ceneri leggere che vanno in discarica. Il mercurio è uno dei più pericolosi metalli pesanti. E' neurotossico ed è stato implicato nell'Alzheimer (67 – 69), nelle difficoltà dell'apprendimento e nell'iperattività (70, 71).

L'inalazione di metalli pesanti quali nichel, berillio, cromo, cadmio e arsenico aumenta il rischio di cancro al polmone (12). L'esposizione cumulativa al cadmio è stata correlata con il cancro al polmone (72). Prove di sostegno vengono da Blot e Fraumeni che hanno trovato un eccesso di cancro polmonare nelle contee degli Stati Uniti dove c'erano fonderie e raffinerie di metalli non ferrosi (73). Il cadmio inalato correla anche con le cardiopatie ischemiche (74).

Quindi, quali sono i pericoli causati dai metalli tossici che si accumulano nell'organismo? Sono stati implicati in una serie di problemi emotivi e comportamentali compreso autismo (75), dislessia (76), comportamento impulsivo (77), disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD) (78, 79), come pure nelle difficoltà dell'apprendimento (14, 70, 80-83), nell'intelligenza più bassa (79) e nella delinquenza (84,79), sebbene non tutti gli studi arrivino a livelli di significatività standard. Molti di questi problemi furono notati nello studio della popolazione intorno all'inceneritore Sint Niklaas (85). Si è dimostrato che vengono colpiti anche gli adulti esposti, che mostrano livelli più alti di violenza (13, 86), demenza (87-93) e depressione rispetto agli individui non esposti. La tossicità dei metalli pesanti è stata anche implicata nel Morbo di Parkinson (94).

I metalli pesanti emessi dagli inceneritori di solito vengono controllati al camino a intervalli da 3 a 12 mesi: chiaramente questo non è adeguato per sostanze con questo grado di tossicità.

### 3.3 Ossidi di Azoto e Ozono

Il biossido di azoto è un altro inquinante prodotto dagli inceneritori. Causa una serie di effetti, principalmente sui polmoni, ma anche su milza, fegato e sangue in studi animali. Sono stati notati sia effetti reversibili che irreversibili sul polmone. Si stima che nei bambini di età compresa fra i 5 e 12 anni ci sia un aumento del 20% nei sintomi respiratori per ogni aumento di  $28 \text{ mcg/m}^3$  nel biossido di azoto. Studi in Giappone hanno mostrato un'incidenza più elevata di asma con livelli crescenti di  $\text{NO}_2$  e che esso ( $\text{NO}_2$ ) aumenta in sinergia con i tassi di mortalità per cancro del polmone (40). E' stato anche riferito che aiuta la diffusione dei tumori (95, 96). Aumenti nel  $\text{NO}_2$  sono stati associati con aumenti nei ricoveri per COPD (malattia da ostruzione polmonare cronica), con asma nei bambini e con le malattie di cuore in persone oltre i 65 anni (18). Altri studi hanno mostrato aumenti nei ricoveri per asma (98) e mortalità crescente con livelli crescenti di  $\text{NO}_2$  (99).

Livelli crescenti di ozono hanno portato ad aumenti nei ricoveri ospedalieri, nell'asma e nell'infiammazione respiratoria e risulta ridotta l'immunità (100) Livelli più alti sono stati associati in modo significativo con aumentata mortalità (101) e con malattie cardiovascolari. Sia l'ozono che il biossido di azoto sono associati con ricoveri crescenti per COPD (malattia da ostruzione polmonare cronica) (97).

Venendo alle emissioni di inceneritori gli effetti sulla salute degli ossidi nitrosi probabilmente aumentano gli effetti negativi sulla salute delle polveri e dei metalli.

### 3.4 Veleni Organici

Gli inceneritori emettono centinaia di composti chimici. Tra questi una moltitudine di sostanze chimiche prodotte dalla combustione della plastica e sostanze analoghe, che comprendono gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), i ritardanti di fiamma bromurati, i policlorobifenili (PCB), le diossine, i policlorodibenzofurani (furani). Queste sostanze sono lipofile e si accumulano nei tessuti grassi, rimanendo attive negli organismi viventi e nell'ambiente per molti anni. Sono state associate con pubertà precoce (102), endometriosi (103), cancro del seno (104,105), ridotto conteggio spermatico (106) e altri disturbi dei tessuti riproduttivi maschili (107), cancro del testicolo (108) e interferenza con la tiroide (11). Si è asserito che circa il 10% delle sostanze chimiche prodotte dall'uomo sono cancerogene (vedi Sezione 5.1) e molte sono adesso riconosciute come interferenti endocrini. Molti di questi effetti sulla salute non erano

stati anticipati e vengono riconosciuti soltanto adesso. Non esistono dati sulla sicurezza di molti dei composti emessi dagli inceneritori.

Gli IPA sono un esempio di veleno organico. Sebbene i livelli di emissione siano piccoli, queste sostanze sono tossiche a parti per bilione o persino a parti per trilione (65) rispetto a parti per milione per molti altri inquinanti. Possono causare cancro, cambiamenti immunitari, danni al polmone e al fegato, sviluppo cognitivo e motorio ritardato, diminuito peso alla nascita e ridotto tasso di crescita (65).

### **3.5 Effetti sul Materiale Genetico**

Sia i metalli pesanti, sia molte sostanze chimiche formano legami covalenti con il DNA chiamati addotti di DNA. Questo può aumentare il rischio di cancro attivando oncogeni e bloccando geni anti-tumore. Ciò solleva una preoccupazione molto grave. La preoccupazione è che con l'emissione di sostanze chimiche nell'ambiente possiamo avvelenare non solo questa generazione, ma anche quella futura. La cancerogenesi dovuta a sostanze chimiche che si possono passare attraverso parecchie generazioni non è soltanto un orribile scenario, ma è stato dimostrato in animali (109, 110). Le emissioni degli inceneritori aumenterebbero enormemente questo rischio.

Gli addotti di DNA con gli IPA aumentano con l'esposizione all'inquinamento e pazienti con cancro al polmone hanno alti livelli di addotti (vedi il seguito). Questa è una dimostrazione di come gli inquinanti alterano i geni e predispongono al cancro. Altre sostanze chimiche come il vinil cloruro interferiscono con la riparazione del DNA e ancora altre come i clori organici sono promotori del cancro.

### **3.6 Effetti sul Sistema Immunitario**

Iniziando verso la fine degli anni '80, una serie di drammatiche epidemie marine uccise migliaia di delfini, foche e focene. Si scoprì che molte erano state attaccate da un virus tipo cimurro. Le autopsie degli animali morti mostrarono sistemi immunitari indeboliti ed elevati livelli di inquinanti, compresi i PCB e sostanze chimiche sintetiche. Un virologo, Albert Osterhaus e i suoi collaboratori dimostrarono che quando le foche venivano alimentate con pesce contaminato contenente cloro organico (che tuttavia veniva considerato adatto per il consumo umano) svilupparono una soppressione immunitaria ed erano incapaci di combattere i virus (111-113). Le loro cellule killer naturali erano dal 20 al 50% sotto il normale e la risposta delle loro cellule T era scesa del 20-60%. La soppressione immunitaria era dovuta a sostanze chimiche simili alle diossine, ai PCB e a sostanze chimiche sintetiche. Un immunologo, Gareth Lahvis trovò che l'immunità dei delfini negli Stati Uniti calava, mentre i PCB e il DDT aumentavano nel loro sangue (114). Il sistema immunitario risultava al massimo della vulnerabilità durante lo sviluppo prenatale. Questo dimostra che il sistema immunitario può essere danneggiato dall'esposizione a sostanze chimiche sintetiche e che abbiamo gravemente sottostimato i pericoli di queste sostanze chimiche. Esperimenti negli animali hanno dimostrato immunotossicità con metalli pesanti, pesticidi con cloro organico, e sostanze aromatiche alogenate (115) e dati su esposizioni accidentali di persone hanno mostrato immunotossicità con PCB, diossine e aldicarb. Infatti sono stati scritti volumi interi sull'immunotossicità (116). Da notare che questi sono il tipo di inquinanti emessi dagli inceneritori. In quattro diverse popolazioni esposte si è dimostrato che le tossine ambientali diminuiscono i rapporti dei helper-soppressori dei linfociti T (117). L'esposizione al biossido di azoto porta a risposte allergiche ed immunitarie anormalmente elevate. Le stesse polveri PM<sub>2,5</sub> possono causare effetti mutageni e citotossici e le particelle più piccole causano gli effetti più grandi (118).

Riassumendo, ci sono prove che un gran numero di inquinanti emessi dagli inceneritori possono causare danni al sistema immunitario (119). Come viene dimostrato nella prossima sezione la combinazione di questi probabilmente avrà un effetto persino più potente e dannoso di qualsiasi inquinante da solo.

### **3.7 Effetti Sinergici**

Vari studi hanno dimostrato che una combinazione di sostanze può causare tossicità anche quando le singole sostanze chimiche sono a livelli normalmente ritenuti sicuri. Il rapporto “Impatto dell’Uomo sull’Ambiente Globale” del Massachusetts Institute of Technology asseriva che “gli effetti sinergici tra gli inquinanti chimici sono più spesso presenti che assenti”(120). I test sono stati minimi e la maggior parte degli effetti sinergici probabilmente restano sconosciuti. Il tossicologo Dr. Vyvyan Howard ha calcolato che per esaminare solo le 1000 più comuni sostanze chimiche tossiche in combinazioni uniche di tre richiederebbe 166 milioni di esperimenti diversi e questo senza tener conto delle dosi variabili(121).

Sinergia è stata dimostrata quando vengono combinate sostanze chimiche organiche con metalli pesanti (122, 123), con combinazioni di pesticidi (124,125) e con additivi alimentari (126). Quest’ultimo studio è particolarmente preoccupante. I ratti alimentati con un additivo erano illesi. Quelli alimentati con due svilupparono una serie di sintomi, mentre quelli alimentati con tutti e tre morirono tutti entro due settimane. In questo caso pare che le sostanze chimiche abbiano amplificato l’una la tossicità dell’altra in modo logaritmico. In un esperimento recente, alcuni scienziati hanno dato agli animali dosi di una miscela di 16 pesticidi con cloro organico, piombo e cadmio a “livelli sicuri” e hanno trovato che svilupparono risposte immunitarie danneggiate, funzione tiroidea alterata e alterato sviluppo del cervello (127). Un altro studio del 1996, pubblicato su Science, riferiva dei pericoli di combinazioni di pesticidi e della loro capacità di imitare gli estrogeni. Osservarono che le combinazioni potevano aumentare la tossicità da 500 a 1000 volte (128). Il livello di preoccupazione riguardo alla molteplicità degli inquinanti emessi nell’aria dagli inceneritori è aumentato dal fatto che nessuno ha idea di che danni possano causare queste combinazioni di sostanze chimiche.

La popolazione che abita intorno ad un inceneritore viene esposta a cancerogeni chimici multipli, ai PM<sub>2,5</sub>, a metalli pesanti cancerogeni (in particolare al cadmio) e in alcuni casi a particelle radioattive, che tutti notoriamente aumentano il cancro al polmone. Si è dimostrato che anche il biossido di azoto aumenta il cancro al polmone sinergicamente. Quando tutti questi inquinanti si combinano, è probabile che gli effetti siano più potenti e infatti si è dimostrato un aumento nell’incidenza di cancro polmonare intorno agli inceneritori (vedi Sezione 4.1).

Il potenziale che hanno gli inquinanti multipli di causare effetti gravi sulla salute è illustrato dai risultati di uno studio chiave su ratti esposti a polvere, terreno e aria da una discarica. Entro due giorni dall’esposizione questi animali svilupparono cambiamenti anormali nel fegato, nella tiroide e negli organi riproduttivi (129). Sebbene non sempre gli effetti negli animali imitano quelli nell’uomo, gli autori conclusero che gli attuali metodi di calcolo dei rischi per la salute sottostimano gli effetti biologici. Questo ha ovvia attinenza con i pericoli dovuti all’esposizione di persone agli inquinanti multipli dagli inceneritori.

## **4. Aumentata Morbilità e Mortalità vicino a Inceneritori**

### **4.1 Cancro**

L’effetto di inceneritori sulla salute delle popolazioni circostanti è stato esaminato in un certo numero di studi, concentrati principalmente sull’incidenza del cancro. Nella maggior parte degli studi, gli inceneritori erano situati vicino ad altre fonti di inquinamento e spesso in zone di deprivazione, entrambi fattori che probabilmente confondono i risultati, poiché entrambi sono associati con incidenza più elevate di cancro. Lo studio di un inceneritore che bruciava 55.000 ton di rifiuti l’anno e che era stato costruito nel 1977 nel mezzo di una zona residenziale di una città di 140.000 abitanti, senza industrie pesanti (Sint Niklaas) è scientificamente insoddisfacente perché non furono resi disponibili i finanziamenti per lo studio dei controlli

(85). Tuttavia i ricercatori fecero una mappa di un cluster (= *grappolo*) convincente di 38 morti per cancro nelle immediate vicinanze dell'inceneritore e nella stessa direzione del vento, e quest'area mostrò anche alte concentrazioni di diossina in campioni di terreno, quando furono esaminati nel 1992. Notarono che l'SMR per il cancro per questa città per il periodo 1994-1996 (statistiche nazionali) era elevato (112,08 per i maschi e 105,32 per le femmine), a sostegno della natura genuina dei loro risultati.

Nel 1996 Elliott e collaboratori pubblicarono uno studio importante (130), nel quale confrontavano con il numero di casi atteso, i numeri di casi di cancro registrati entro 3 km ed entro 7,5 km dai 72 inceneritori di rifiuti urbani nel Regno Unito. Lo studio coinvolgeva dati su oltre 14 milioni di persone per un periodo fino a 13 anni. I numeri attesi furono calcolati dai registri nazionali, corretti per disoccupazione, sovraffollamento e classe sociale. Non si tenne alcun conto dei venti prevalenti, o di differenze tra inceneritori. Prima studiarono un campione di 20 siti di inceneritori, successivamente replicarono l'analisi con altri 52. Se i risultati di due gruppi come questi concordano, i dati vengono rafforzati. In ciascun gruppo c'era un eccesso di tumori totali vicino agli inceneritori e separatamente, eccessi di cancri dello stomaco, colon retto, fegato e polmone, ma non di leucemie. Il primo gruppo aveva rapporti di mortalità per tumori totali dopo correzione di 1,08 entro 3 km e di 1,05 entro 7,5 km; per il secondo gruppo si aveva 1,04 e 1,02. Tali rischi, che rappresentano un rischio aggiuntivo del 8% e del 5% per il primo gruppo e del 4% e del 2% per il secondo sembrano piccoli, ma rappresentano un totale di oltre 11.000 morti per cancro in più vicino agli inceneritori ed erano altamente significativi ( $p < 0,001$  per ciascuno).

Per ciascuno dei principali siti di cancro gli eccessi erano più elevati per coloro che abitavano entro 3 km che per coloro che abitavano entro 7,5 km (130,131), suggerendo che gli inceneritori avevano causato l'eccesso. Gli autori dubitavano di questo e attribuirono i risultati a fattori di confondimento ulteriori, nonostante il fatto che avessero già effettuato una correzione (possibilmente un'eccessiva correzione) per disoccupazione, sovraffollamento e classe sociale, il che dava una parziale correzione anche all'inquinamento. Inoltre l'effetto sulle persone che abitavano nella direzione del vento sarebbe sostanzialmente più elevato di quello che viene mostrato in questo studio, poiché il vero numero delle persone influenzate era diluito da coloro che abitavano alla stessa distanza, ma lontani dal pennacchio di vento proveniente dall'inceneritore.

Knox e collaboratori considerarono i dati di 22.458 bambini che erano morti per cancro tra il 1953 e il 1980 nel Regno Unito (132). Per ciascun bambino, confrontarono la distanza degli indirizzi di nascita e di morte dalla fonte più vicina di inquinamento e trovarono una simmetria coerente: erano di più i bambini che si erano allontanati dal pericolo più vicino, di quelli che si erano avvicinati (132). Dedussero che l'eccesso di migrazioni via dal pericolo (dopo aver tenuto conto dei fattori sociali) era una prova che i bambini erano stati attaccati dall'inquinamento che causava cancro prima o poco dopo la nascita.

Successivamente applicarono lo stesso metodo al gruppo di inceneritori studiato da Elliott e collaboratori e di nuovo mostrarono la stessa asimmetria negli indirizzi di nascita e di morte dei bambini, indicando che gli inceneritori avevano posto un rischio di cancro per i bambini (133). Dei 9.224 bambini per i quali avevano trovato indirizzi di nascita e di morte accurati, 4.385 bambini avevano traslocato di almeno 0,1 km. Significativamente, più bambini erano migrati via dagli inceneritori piuttosto che verso. Per tutti coloro che avevano almeno un indirizzo entro 3 km da un inceneritore, il rapporto era di 1,27. Quando l'analisi fu limitata ai bambini con un indirizzo entro un raggio di 5 km dall'inceneritore più vicino e l'altro indirizzo fuori da questo raggio il rapporto era di 2,01: questo indicava un raddoppiamento del rischio di cancro. Entrambi questi risultati erano altamente significativi ( $p < 0,001$  per ciascuno). L'eccesso si era solo verificato durante il periodo di funzionamento di ciascun inceneritore e fu anche notato intorno a inceneritori per rifiuti ospedalieri, ma non intorno a siti di discariche. Queste sono

evidenze forti che le emissioni degli inceneritori avevano contribuito alle morti per cancro dei bambini.

Biggeri e collaboratori nel 1996 hanno confrontato 755 morti per cancro al polmone a Trieste con controlli, in relazione all'abitudine al fumo, alla probabile esposizione professionale a cancerogeni e all'inquinamento dell'aria (misurato più vicino alle loro abitazioni) e alla distanza delle loro case da ciascuno dei quattro siti inquinanti. Il centro della città aveva un rischio di cancro al polmone, ma la correlazione più forte era con l'inceneritore dove trovarono un eccesso di 6,7 di cancro al polmone dopo aver tenuto conto di fattori di rischio individuali (134).

Usando una statistica a scansione spaziale, Viel e collaboratori nel 2000 esaminarono l'incidenza di sarcoma dei tessuti molli e del linfoma non-Hodgkin usando dati del Registro Francese per il Cancro, in due aree vicino ad un inceneritore con alte emissioni di diossina (135). Trovarono clusters (*grappoli*) altamente significativi di sarcoma dei tessuti molli (RR = 1,44) e di linfomi non-Hodgkin (RR = 1,27) ma nessun grappolo di morbo di Hodgkin (usato come controllo negativo). Questo studio era interessante in quanto era progettato per guardare in modo focalizzato all'area intorno all'inceneritore e per controllare l'associazione cercando relazioni spazio tempo, che dovrebbero essere presenti se la relazione è causale. Inoltre cercarono altri grappoli in modo non focalizzato nell'area più ampia che conteneva altre aree di deprivazione. Entrambe le prime due analisi risultarono positive vicino all'inceneritore – dimostrando che era probabile una relazione causale – e poiché non furono trovati altri clusters conclusero che la deprivazione potesse essere praticamente esclusa come fattore.

Secondo Ohta e collaboratori, il Giappone ha costruito il 73% di tutti gli inceneritori di rifiuti urbani nel mondo ed entro il 1977 erano diventati molto preoccupati riguardo ai loro effetti sulla salute: nel villaggio di Shintone, 42% di tutte le morti tra il 1985-1995 nell'area fino a 1,2 km in direzione del vento rispetto all'inceneritore (costruito nel 1971) erano dovute a cancro, rispetto al 20% a distanza maggiore e al 25% globalmente nella prefettura locale (136). I loro dati sulla contaminazione del suolo rinforzarono l'importanza di considerare la direzione del vento nella valutazione degli effetti sulla salute degli inceneritori.

Nel 1989 Gustavsson ha riferito di un aumento di due volte nel cancro al polmone in lavoratori presso un inceneritore in Svezia rispetto al tasso atteso locale (137). Nel 1993 riferì di un aumento di 1,5 volte nel cancro dell'esofago in lavoratori coinvolti in processi di combustione, compresi quelli che lavoravano in inceneritori (138).

## 4.2 Difetti alla nascita

Ci sono cinque rapporti di aumenti nelle anomalie congenite intorno agli inceneritori. A Sint Niklaas i ricercatori notarono difetti alla nascita multipli in direzione del vento rispetto all'inceneritore (85). Vicino ad un inceneritore a Zeeburg, Amsterdam (139) risultarono più che raddoppiati i difetti orofacciali e altri difetti della linea mediana. La maggior parte di questi neonati deformi era nato in un'area corrispondente al flusso del vento dall'inceneritore, tra gli altri difetti c'erano l'ipospadia e la spina bifida. Nella zona di Neerland in Belgio, si è trovato un aumento del 26% nelle anomalie congenite in un'area situata tra due inceneritori (140). Uno studio sugli inceneritori in Francia ha trovato difetti cromosomici e altre anomalie importanti (schisi facciale, megacolon, displasie renali) (141). Un recente studio britannico ha esaminato le nascite in Cumbria tra il 1956 e il 1993 e ha riferito di un aumento nei difetti alla nascita letali vicino a inceneritori dopo correzione per anno di nascita, classe sociale, ordine di nascita e nascite multiple. L'odds ratio (*il rapporto di probabilità*) per la spina bifida era di 1,17 e quello per i difetti cardiaci 1,12. E' anche risultato un rischio aumentato di nati morti e di anencefalia vicino ai crematori (142). Lo studio sottolineava che le cifre per i difetti alla nascita probabilmente sono delle sottostime sostanziali, poiché non includono gli aborti spontanei o terapeutici, entrambi aumentati da anomalie fetali.

Inoltre, parecchi studi hanno notato un aumento dei difetti alla nascita vicino a siti di rifiuti, in particolar modo vicino a siti di rifiuti pericolosi. Il quadro delle anomalie era simile al quadro trovato presso gli inceneritori, con i difetti del tubo neurale spesso riscontrati come anomalie più frequenti, seguiti dai difetti cardiaci (143-146). Le sostanze chimiche dannose sono normalmente immagazzinate nei tessuti grassi: nel feto le sostanze grasse sono scarse o nulle tranne per il cervello e il tessuto nervoso, il che può spiegare il quadro dei danni. Una rassegna su questa materia asseriva *“il peso dell’evidenza indica un’associazione tra prossimità della residenza a siti di rifiuti pericolosi ed esiti riproduttivi avversi.”* (147)

### **4.3 Cardiopatie Ischemiche**

Gustavsson trovò un eccesso di cardiopatie ischemiche (137) nei lavoratori presso inceneritori che erano stati più a lungo esposti. Non abbiamo trovato studi epidemiologici sulle malattie cardiovascolari nelle vicinanze di inceneritori, ma considerate le ricerche sulle polveri (vedi sezione 3.1), queste dovrebbero essere investigate.

### **4.4 Commento**

Gli autori di alcuni di questi rapporti non ritenevano di avere sufficienti ragioni per concludere che gli effetti sulla salute vicino agli inceneritori fossero causati dall’inquinamento degli inceneritori. Tuttavia, statisticamente i loro risultati erano altamente significativi e prendendo gli studi nel loro complesso è difficile credere che tutti i loro risultati potessero essere dovuti a variabili di confondimento non riconosciute. Questo è ancora meno probabile quando si considera la natura degli inquinanti emessi dagli inceneritori e l’evidenza scientifica sugli effetti sulla salute di quei composti (vedi sezione 2 e 3). Anche la concordanza riguardo all’aumentata incidenza di cancro nelle aree locali dove si era dimostrato maggior inquinamento indica un’associazione causale, sebbene questa (*concordanza*) non implichi necessariamente che l’inquinante misurato abbia contribuito all’aumento.

E’ possibile che i rischi siano stati sottostimati negli studi. Il periodo di follow-up, 13 anni, del grosso studio britannico era probabilmente troppo corto: a Sint Niklaas i casi di cancro negli adulti sembrava aumentare dai 13 anni in poi (sebbene i cancri nei bambini si verificassero prima), e in Giappone, Ohta notò che il cancro causava il 42% di tutte le morti nella direzione del vento rispetto all’inceneritore dai 14 ai 24 anni da quando era entrato in funzione (136). I rischi trovati erano più alti negli studi in cui si teneva conto della direzione dei venti prevalenti, possibilmente perché altrove c’era la diluizione dovuta alle persone relativamente non esposte.

Gli studi in questa rassegna si riferiscono agli inceneritori più vecchi: gli inceneritori più nuovi possono avere filtri migliori, ma le polveri fini e i metalli sono rimossi in maniera incompleta. Poiché alcuni di questi inquinanti, in particolar modo le polveri fini non sembrano avere una soglia sicura, è chiaramente non corretto asserire che gli inceneritori sono sicuri. Un pericolo aggiuntivo degli inceneritori moderni viene dalla quantità maggiore di ceneri leggere tossiche che producono, facilmente trasportate dal vento. Persino se gli inceneritori fossero attrezzati con filtri perfetti, la loro dimensione enorme e la tendenza a guastarsi fanno sì che il rischio di intermittenti livelli elevati di inquinamento siano un vera preoccupazione.

Tenendo conto di questi risultati e della difficoltà nell’identificare le cause del cancro e di altre malattie croniche, desta notevole preoccupazione il fatto che gli inceneritori siano stati introdotti senza un sistema di vasta portata per studiare i loro effetti sulla salute e che ulteriori inceneritori vengano progettati senza monitoraggio di vasta portata o delle emissioni, o della salute delle popolazioni locali.

## **5. Incidenza delle Malattie e Inquinamento**

## 5.1 Cancro

Gli studi che mettono gli inceneritori in relazione con il cancro non vanno visti singolarmente. E' importante ottenere un quadro globale e considerare altri studi che mettono gli inquinanti in relazione con il cancro. E ciò ha anche un altro aspetto. Molti tipi di cancro, compresi quelli del polmone, del pancreas e dello stomaco hanno una prognosi molto sfavorevole e la nostra unica speranza sta nella prevenzione. Prevenzione significa ridurre la nostra esposizione alle sostanze cancerogene e dovremmo afferrare ogni opportunità per fare questo.

Il cancro ha mostrato un crescita inesorabile nel corso dell'ultimo secolo, e sta agendo su persone più giovani. La crescita è stata graduale, costante e reale. L'incidenza del cancro è cresciuta del 1% all'anno, con un aumento standardizzato per età nella mortalità del 43% tra il 1959 e il 1988 (148). Espresso in altri termini, la probabilità di morire di cancro al volgere del secolo era di 1 su 33. Ora è di 1 su 4. I dati dell'Organizzazione Mondiale di Sanità hanno dimostrato che l'80% dei cancri sono dovuti ad influenze ambientali (149) ed evidenze da studi sulle migrazioni confermano che è l'ambiente piuttosto che i geni che determina il rischio di cancro (149).

Molte persone hanno notato che il cancro è cresciuto in parallelo con l'aumento nelle sostanze chimiche sintetiche. Queste sostanze chimiche sono raddoppiate in quantità ogni 7-8 anni con un incremento di 100 volte nell'arco delle ultime due generazioni (150). Molte prove convergenti mettono in relazione le sostanze chimiche con la crescita inesorabile del cancro.

### a) Collegamenti tra l'esposizione agli inquinanti e il cancro nell'uomo

- Il cancro è più comune nei paesi industrializzati con il 50% dei casi nel 20% industrializzato del mondo (151) e l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha notato che l'incidenza del cancro aumenta con il Prodotto Nazionale Lordo di un paese.
- C'è la stessa correlazione all'interno dei paesi. La mortalità più elevata negli USA si ha nelle aree con attività industrializzata più elevata. Negli Stati Uniti c'è anche una correlazione tra incidenza del cancro e numero di siti di rifiuti nella contea (152,153). Nelle contee con impianti per trattare rifiuti tossici, il cancro del seno è quattro volte di più (154). Il cancro è anche più comune nelle contee con industrie chimiche (155). L'Accesso ai Dati Pubblici negli USA mostra una correlazione stretta tra mortalità per cancro e contaminazione ambientale (156).
- Numerosi studi hanno mostrato un'incidenza più elevata di cancro sia nei lavoratori dell'industria, sia nelle popolazioni che abitano in aree inquinate (157,158).
- Uno dei tre cancri in crescita più rapida, il linfoma non-Hodgkin, è stato chiaramente messo in relazione con l'esposizione a certe sostanze chimiche (ad esempio gli erbicidi fenossidici e i clorofenoli) (159,160).

### b) Collegamenti tra l'esposizione agli inquinanti e il cancro negli animali

Tre decenni di studi sui cancri negli animali selvatici hanno dimostrato che sono intimamente associati con la contaminazione ambientale. Questo è particolarmente importante poiché gli animali non fumano, non bevono, non mangiano cibi spazzatura (*dannosi*) e non possono essere accusati di vivere in aree deprivate. Questo rinforza la connessione, da lungo tempo sospettata tra inquinamento ambientale e cancro. In uno studio recente sull'insorgenza di cancro del fegato in 16 diverse specie di pesci a 25 siti diversi, i cancri erano sempre

associati con contaminazione ambientale (161). Si è osservato che i cani hanno tassi più elevati di cancro della vescica nelle contee industrializzate degli USA (162). Non è concepibile che per noi sia diverso. Inoltre i tassi di cancro scendono rapidamente quando gli inquinanti vengono rimossi, dimostrando l'importanza critica di un ambiente non contaminato per la buona salute (163).

**c) Grossi aumenti nel cancro in certi tessuti**

In alcuni tessuti direttamente esposti all'ambiente, il polmone e la pelle, si sono verificati aumenti con crescita ripida nel cancro. Ma alcuni degli aumenti più ripidi si sono verificati in parti del corpo che hanno un alto contenuto di grasso. Questo include i tumori del cervello, seno, midollo osseo e fegato. Di nuovo questo indica sostanze chimiche tossiche che vengono immagazzinate prevalentemente nei tessuti grassi.

**d) Mutazione Genetica**

E' noto che molte sostanze chimiche si legano al DNA, causando una modificazione genetica sotto forma di addotti di DNA. Le ricerche di un'epidemiologa molecolare, la dr.ssa Frederica Perera del Columbia Centre per la Salute Ambientale dei Bambini hanno dimostrato delle associazioni coerenti tra l'esposizione all'inquinamento e la formazione di addotti da una parte e formazione di addotti e rischio di cancro dall'altra (164,165). Perera trovò livelli di addotti di DNA con idrocarburi policiclici aromatici da due a tre volte più alti in persone in zone inquinate e trovò anche livelli più elevati di addotti nelle persone con cancro al polmone che in quelle senza. Le madri esposte ad inquinamento formano addotti di DNA, ma i loro neonati hanno livelli ancora più alti di addotti, mettendoli a rischio aumentato di cancro dalla nascita (42).

**e) Cancro e inquinamento ambientale**

Parecchi studi hanno già fornito prove dirette del collegamento tra inquinamento ambientale e cancro. Tra questi lo Studio di Long Island che mostra una relazione tra sostanze cancerogene trasportate in aria e cancro del seno (166,167) e lo Studio Upper Cape che dimostra che il tetracloroetilene nell'acqua era associato con tassi elevati di parecchi tipi di cancro (168-170). Val la pena notare che le investigazioni iniziali erano state negative in entrambi i luoghi e le dimostrazioni si ottennero solo dopo studi dettagliati e sofisticati di scienziati provenienti da molti campi. Numerosi altri studi hanno evidenziato collegamenti tra il cancro e sostanze chimiche: tra questi associazioni tra COV nell'acqua e aumenti di leucemia nel New Jersey (171), aumenti nei linfomi nelle contee dell'Iowa dove l'acqua potabile era contaminata da dieldrin (172), livelli elevati di leucemia in bambini a Woburn, Massachusetts, in coincidenza con un periodo noto di contaminazione dell'acqua con solventi clorurati (173), un grappolo di casi di cancro in relazione al consumo di acqua di fiume contaminata da sostanze chimiche industriali e dell'agricoltura a Bynum, North Carolina (174) e tassi elevati di linfoma non-Hodgkin, dove c'era acqua contaminata con clorofenoli in Finlandia (175).

**f) Diffusione del cancro e inquinanti**

Gli inquinanti trasportati in aria non solo influenzano la probabilità di contrarre il cancro, ma possono anche influenzare la probabilità che il cancro si diffonda. Studi in animali dimostrano che l'inalazione di biossido di azoto a livelli ambientali o di aria urbana inquinata facilitano le metastasi delle cellule cancerose trasportate dal sangue (95).

**l) Livelli di cancerogeni nel corpo**

La realtà riguardo alla maggior parte delle sostanze chimiche è che i loro rischi sono largamente ignoti. Questo è particolarmente vero a proposito di sostanze chimiche nuove sul

mercato. Ciò che sappiamo è che circa dal 5 al 10% sono probabili cancerogeni. L'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro nel 1993 esaminò 1000 sostanze chimiche e trovò che 110 erano cancerogeni probabili (176). Il National Toxicity Program esaminò 400 sostanze chimiche nel 1995 e trovò che dal 5 al 10% erano cancerogene (177). Solo 200 delle 75.000 sostanze chimiche sintetiche che esistono vengono regolate come cancerogene, mentre, sulla base di questo dato, ci potremmo aspettare che tra 3.000 e 7.500 potrebbero essere cancerogene. Ancora meno conosciamo il potenziale cancerogeno di combinazioni di sostanze chimiche tossiche, ma le evidenze che abbiamo in effetti suggeriscono che le combinazioni possano essere più pericolose e tuttavia questo è ciò a cui di routine siamo esposti.

Sebbene non siano disponibili i dati del Regno Unito, sappiamo che 2,26 miliardi di libbre (*NdT: libbra = c.ca 0,454 kg*) di sostanze chimiche tossiche sono state emesse negli USA nel 1994; circa 177 milioni di libbre di queste saranno state sostanze cancerogene sospettate. Ma cosa accade a tutte queste sostanze chimiche? La realtà è che molto di questo inquinamento chimico finisce dentro di noi. Le evidenze di ciò sono come segue:-

In uno studio, risultò che un gruppo di americani di mezza età avevano nei loro organismi 177 residui di cloro organico (178, 179). In un recente studio della Scuola di Medicina Mount Sinai sono state misurate sostanze chimiche nel sangue e nelle urine di volontari sani ed è stata trovata una media di 52 sostanze cancerogene, 62 sostanze chimiche tossiche per il cervello e il sistema nervoso e 55 sostanze chimiche associate con difetti alla nascita (180). Gli autori fanno notare che queste erano sostanze chimiche che potevano essere misurate e che ce ne sono molte altre che non si poteva, facendo sì che ci fosse una considerevole sottostima. Uno studio di inquinanti nel liquido amniotico trovò livelli rilevabili di PCB e di pesticidi a livelli equivalenti a quelli degli ormoni sessuali del feto stesso (181). Ciò che questo dimostra è che ciò che mettiamo fuori nel mondo prima o dopo ci torna indietro e verrà immagazzinato nei nostri corpi. Questo effetto è lento, insidioso e reale. Consentire alle sostanze cancerogene e a quelle velenose di entrare in questo modo nei nostri corpi è una scommessa con la nostra salute.

Gli inceneritori emettono sostanze cancerogene. E' noto che le polveri stesse sono cancerogene, molti metalli pesanti sono cancerogeni noti o sospettati, fino al 10% degli inquinanti chimici sono cancerogeni e ci sono evidenze abbondanti che le sostanze cancerogene sono molto più pericolose in combinazione che singolarmente.

Il buon senso ci dice che è temerario continuare a immettere ancora altre sostanze cancerogene nell'aria, in un periodo in cui il cancro sta costantemente crescendo. Studi recenti suggeriscono che dobbiamo già far fronte a 65 sostanze cancerogene nel cibo, 40 nell'acqua e 60 nell'aria che respiriamo (182). Non dovrebbero proprio essere là. Certamente non vanno aumentate. Se vogliamo seriamente prevenire il cancro è di somma importanza far rapidamente diminuire i livelli di tutte le sostanze cancerogene a cui siamo esposti.

## **5.2 Malattie Neurologiche**

La maggior parte dei composti tossici vengono accumulati nei tessuti grassi e tra questi c'è il cervello – il che rende il cervello un organo bersaglio chiave per gli inquinanti. Ora ci sono prove forti che i metalli pesanti e altri composti quali i PCB e le diossine causano difetti cognitivi, problemi nell'apprendimento e disturbi comportamentali nei bambini e questi effetti avvengono a livelli precedentemente ritenuti sicuri (183). E' inconcepibile che questi stessi inquinanti non abbiano impatto sulla funzione del cervello adulto.

Grande preoccupazione desta la crisi che si sta sviluppando di morbo di Alzheimer che adesso colpisce 4,5 milioni di pazienti negli USA e 500.000 nel Regno Unito. Questa è una malattia che non era mai stata diagnosticata fino al 1907 e che al 1948 aveva raggiunto solo i 150 casi nel Regno Unito. Agli attuali tassi di incremento le cifre raddoppieranno

entro il 2030. Queste statistiche sono allarmanti, ma vanno viste come parte di un trend globale di malattie neurologiche in aumento. Uno studio recente ha notato sostanziali aumenti nelle malattie neurologiche nelle ultime due decadi, insieme ad una loro insorgenza più precoce. Tra queste malattie ci sono il morbo di Alzheimer, il morbo di Parkinson e la malattia del motoneurone (*NdT: sclerosi laterale amiotrofica*) (184). L'incremento nel morbo di Alzheimer è stato trovato in quasi tutti i paesi sviluppati, gli aumenti variano da paese a paese dal 20% (che è stato definito sostanziale) al 1200%. La pubblicazione suggeriva che probabilmente la responsabilità era di fattori ambientali.

E' da notare che l'aumento di queste malattie nelle persone più anziane si è verificato allo stesso tempo in cui si sono osservati grossi aumenti in altre malattie che colpiscono il cervello (compreso ADHD [*disturbo da iperattività e deficit di attenzione*], autismo, difficoltà nell'apprendimento), anche all'altro estremo della scala dell'età, aumenti dell'ordine del 200-1700%, (185). E' molto probabile che queste malattie abbiano dei fattori eziologici in comune..

E' noto che l'esposizione a metalli pesanti è correlata sia con il morbo di Parkinson (94,186), sia con quello di Alzheimer (67,68,88-92). Queste due malattie sono aumentate drammaticamente nell'arco degli ultimi 30 anni. Inoltre, abbiamo già notato che il corpo di una persona media contiene almeno 62 sostanze chimiche che sono molto tossiche per cervello e sistema nervoso (180). E' cruciale cercare ogni modo possibile per prevenire l'Alzheimer per via dei suoi enormi costi per badare a questi pazienti (le cifre per gli USA sono di \$ 60 miliardi annualmente) e per via degli effetti disastrosi sia sui pazienti sia su chi si prende cura di loro.

Sebbene sia probabile che molteplici fattori siano implicati nelle sue cause, ci sono prove di un collegamento con l'esposizione a metalli pesanti ed è quindi imperativo ridurre la nostra esposizione a questi metalli tossici e ad altre sostanze chimiche neurotossiche con tutti i mezzi possibili. L'aumentare deliberatamente la nostra esposizione a queste sostanze inquinanti, in un periodo in cui queste malattie stanno mostrando degli enormi incrementi, mostra una preoccupante mancanza di preveggenza.

## **5.2 Malattie Mentali**

Molti inquinanti passano direttamente dal naso al cervello dove agiscono sulla funzione cerebrale. L'inquinamento dell'aria è correlato con ricoveri per sindrome cerebrale organica, schizofrenia, disturbi affettivi importanti, neurosi, disturbo comportamentale dell'infanzia e dell'adolescenza, disturbi della personalità e alcolismo (8187). Si sono notati degli aumenti nel numero totale di visite presso l'emergenza psichiatrica e nella schizofrenia (188). Anche la depressione è stata messa in relazione con gli inquinanti inalati (189, 190). Chiaramente avviene qualcosa di molto profondo quando inquiniamo l'aria.

## **5.3 Violenza e Crimine**

Un numero crescente di studi, tra cui studi su assassini (191), studi di casi-controlli e di correlazione (13,86,192,193) e studi in prospettiva (84,194) hanno mostrato collegamenti tra violenza e metalli pesanti, tra i quali piombo, cadmio e manganese. La maggior parte degli studi ha investigato il piombo. Violenza e crimine sono stati associati sia con livelli corporei di piombo aumentati, sia con livelli aumentati di piombo nell'aria. Ad esempio, Denno (195) ha trovato che l'esposizione precoce al piombo era uno dei fattori predittivi più importanti di problemi disciplinari dalle età di 13 a 14 anni, di delinquenza da 7 a 17 anni e di infrazioni criminali nell'adulto, dai 18 ai 22 anni. Stretesky ha trovato un'associazione tra livelli di piombo nell'aria e i tassi di omicidi nelle contee degli USA (196). E' interessante che i livelli di piombo nell'aria siano un fattore predittivo molto più forte sia di crimini violenti, sia di crimini contro la proprietà della disoccupazione, che spesso è stata considerata una causa importante di criminalità (197). Il meccanismo probabile è che queste sostanze alterano neurotrasmettitori

quali la dopamina e la serotonina e riducono il controllo degli impulsi. Questa mole crescente di letteratura dovrebbe agire come avvertimento riguardo ai pericoli di consentire l'emissione di metalli pesanti nell'ambiente. Il crimine, specie il crimine violento, può avere un effetto drammatico sulla qualità della vita delle persone. Dobbiamo considerare l'effetto degli inceneritori, non solo sulla salute, ma sull'educazione e sulla qualità della vita, compreso l'impatto di violenza e crimine.

## **6. Gruppi ad Alto Rischio**

### **6.1 Il Feto**

Il bambino non ancora nato è il membro più vulnerabile della popolazione umana. Il feto è suscettibile in modo senza uguali al danno tossico ed esposizioni precoci possono avere conseguenze che cambiano la vita. Perché è così vulnerabile il feto? Ci sono due ragioni principali. In primo luogo la maggior parte di queste sostanze chimiche sono solubili nei grassi. Il feto praticamente non ha accumuli protettivi di grasso fino a gravidanza inoltrata, quindi le sostanze chimiche vengono accumulate nell'unico tessuto grasso che ha, cioè il sistema nervoso e in particolar modo il cervello. In secondo luogo, molti inquinanti vengono attivamente trasportati attraverso la placenta dalla madre al feto. Questo accade per i metalli pesanti che il corpo confonde con minerali essenziali. Questo è particolarmente critico per il mercurio là dove un decimo delle donne hanno già accumuli di mercurio nei loro corpi che possono condurre a problemi di sviluppo neurologico nel neonato (198). Altri fattori che aumentano la suscettibilità del feto sono i tassi più elevati di proliferazione cellulare, una competenza immunologia più bassa e una diminuita capacità di detossificare le sostanze cancerogene e di riparare il DNA (199).

Gli attuali limiti di sicurezza non tengono conto di questo rischio aumentato per il feto. Solo il 7% delle sostanze chimiche a volume (*di produzione*) elevato sono state esaminate per la loro tossicità sullo sviluppo neurologico (200) e molti pochi inquinanti sono stati testati per teratogenicità.

Durante una finestra di tempo ristretta, nelle prime 12 settimane in utero, sul corpo del feto agiscono minuscole quantità di ormoni misurati in parti per trilione. Minuscole quantità di sostanze chimiche possono sconvolgere questo equilibrio delicato. Oggigiorno è generalmente accettato che sostanze chimiche che non sono tossiche per l'adulto possono avere effetti devastanti sul neonato. Porterfield ha dimostrato che piccole quantità di sostanze chimiche quali le diossine e i PCB, possono influenzare gli ormoni tiroidei e lo sviluppo neurologico a dosi che non sono normalmente considerate tossiche (11). Una singola esposizione è sufficiente e il momento in cui accade è critico (201). Piccole dosi di sostanze chimiche estrogeniche possono alterare lo sviluppo sessuale del cervello ed il sistema endocrino (202).

Si stima che il 5% dei neonati negli USA sia stato esposto a inquinanti sufficienti per alterare lo sviluppo neurologico (203). Si è anche dimostrato che l'esposizione a sostanze chimiche estrogeniche agisce sull'immunità, riduce la risposta immunitaria ai vaccini ed è associata con un'elevata incidenza di infezioni respiratorie ricorrenti e infezioni dell'orecchio medio (204). La quantità di sostanze chimiche che il neonato introduce è in relazione con i contaminanti persistenti totali che si sono accumulati nel grasso della madre nel corso della sua vita (205). Questi aumenteranno nelle zone intorno agli inceneritori. L'esposizione ad inquinamento da polveri fini durante la gravidanza può avere un effetto avverso sul feto in sviluppo e condurre ad una crescita fetale danneggiata. (166).

Nel luglio del 2005, in uno studio innovativo (206), alcuni ricercatori di due importanti laboratori negli USA esaminarono il carico corporeo nel feto. Trovarono una media di 200 sostanze chimiche industriali e inquinanti (su 413 esaminati) nel sangue del cordone ombelicale di 10 neonati scelti a caso. Tra queste sostanze ce ne erano 180 che erano cancerogene, 217 che erano tossiche per il cervello e il sistema nervoso e 208 che causano difetti alla nascita e

sviluppo anormale negli animali. In una dichiarazione, scienziati e pediatri affermarono che il rapporto sollevava questioni di sostanziale importanza per la salute pubblica, rivelava buchi aperti nella rete di sicurezza del governo e indicava la necessità di riforme importanti nelle leggi della nazione che mirano a proteggere il pubblico dalle esposizioni chimiche.

Due mesi più tardi, scienziati dell'Università di Groningen pubblicarono i risultati di uno studio europeo, commissionato dal WWF e da Greenpeace sul carico corporeo fetale. Avevano effettuato dei test per la presenza di 35 sostanze chimiche nel cordone ombelicale di neonati (207). Furono trovate almeno cinque sostanze chimiche pericolose in tutti i neonati e alcuni avevano fino a 14 composti diversi. Il rapporto dubitava della saggezza di consentire al feto di essere esposto ad una miscela complessa di sostanze chimiche persistenti, che si bioaccumulano e che sono biologicamente attive nella fase più critica della vita.

Gli inceneritori possono solo avere l'effetto di aumentare il carico del corpo fetale e quindi il loro uso è un passo indietro per la società. L'applicazione del principio di precauzione è particolarmente importante nelle questioni che riguardano il feto, il neonato e il bambino.

## **6.2 Il Bambino in Allattamento**

E' una grave preoccupazione che il latte materno, forse il dono più grande di una madre per la salute futura del suo bambino, sia ora diventato il cibo più contaminato sul pianeta dal punto di vista degli inquinanti organici persistenti (208). Negli USA, studi sul latte umano hanno rivelato il fatto preoccupante che il 90% dei campioni conteneva 350 sostanze chimiche. La cifra era più alta nelle zone industrializzate, mostrando che l'inalazione di queste sostanze tossiche è un fattore importante (209). La dose tossica assunta dal bambino in allattamento è 50 volte più alta di quella assunta da un adulto (210).

L'inceneritore aggiungerebbe al carico totale di sostanze chimiche nel grasso della madre e quelle tossine che la madre ha accumulato nel corso della vita verranno a quel punto trasferite al corpicino del neonato attraverso il latte. Sei mesi di allattamento trasferiscono al bambino il 20% del cloro organico accumulato dalla madre nel corso della sua vita (211). A partire dal 1979 un campione di latte materno su quattro è stato trovato sopra il limite legale imposto per i PCB negli alimenti commerciali per animali (205) ed è noto che questi danneggiano lo sviluppo intellettuale (212-214). La contaminazione del latte materno negli animali con inquinanti organici persistenti (POPs) ha consistentemente mostrato problemi strutturali, comportamentali e funzionali nella prole (215). Ad esempio, nelle scimmie è stato dimostrato che fa diminuire la loro capacità di apprendimento (216-218). I difenil eteri polibromurati (DEPB) sono sostanze chimiche tossiche che raddoppiano nel latte materno ogni cinque anni e stanno rapidamente aumentando anche nei rifiuti con cui si alimentano gli inceneritori, poiché adesso sono presenti in molte comuni merci elettriche ed elettroniche. I DEPB causano cancro, difetti alla nascita, disfunzione tiroidea e soppressione immunitaria (219, 220). E' davvero tragico che uno dei pochi modi per rimuovere questi contaminanti dal corpo della madre sia l'allattamento.

## **6.3 Bambini**

Le esposizioni a sostanze tossiche e cancerogene precocemente nella vita, comprese le esposizioni prenatali, conducono al cancro con maggiore probabilità delle esposizioni simili che avvengono più tardi (221-223). Alla Prima Conferenza Scientifica Internazionale sulla Leucemia nell'Infanzia, che si è tenuta nel settembre 2004, il Professor Alan Preece ha suggerito che inquinanti che attraversavano la placenta danneggiavano il sistema immunitario e potevano essere messi in relazione con i tassi in aumento di leucemia, che veniva iniziata in utero. Questo tema è stato ampliato dal Professor George Knox nel suo studio recente, che ha trovato che i bambini nati in "punti caldi per l'inquinamento" avevano da due a quattro volte più probabilità di morire di cancro infantile. I "punti caldi" comprendevano siti di combustione industriale e siti con livelli più alti di polveri, COV, biossido di azoto, diossine e benz(a)pireni – in altre parole, proprio quello che si potrebbe trovare intorno ad un inceneritore. Disse che, nella

maggior parte dei casi, la madre aveva inalato queste sostanze tossiche e le aveva passate al feto attraverso la placenta (224). Questo è sostenuto da studi animali che hanno già confermato che il cancro può essere iniziato dando sostanze cancerogene prima del concepimento, nell'utero o direttamente al neonato (225, 226).

I sistemi in via di sviluppo sono molto delicati e in molti casi non sono in grado di riparare i danni fatti da veleni ambientali (227). In uno studio si è trovata una differenza connessa all'età nella neurotossicità di tutte tranne due delle 31 sostanze studiate: tra queste c'erano metalli pesanti, pesticidi e altre sostanze chimiche (228). I bambini non sono solo un gruppo vulnerabile, ma gli attuali abitanti di una fase di sviluppo attraverso la quale devono passare tutte le generazioni future. Questo fatto viene riconosciuto in un passaggio della Legge sulla Protezione della Qualità del Cibo negli USA. Richiede che gli standard per i pesticidi siano basati principalmente su considerazioni sulla salute e che gli standard siano posti a livelli tali da proteggere la salute dei bambini e dei neonati.

Disturbi dello sviluppo, compresi l'autismo e la sindrome da deficit di attenzione sono diffusi e colpiscono 3-8% dei bambini. L'Accademia Nazionale delle Scienze degli USA, nel luglio 2000 ha concluso che 3% di tutti i disturbi dello sviluppo sono una diretta conseguenza di esposizioni ambientali tossiche e un altro 25% è il risultato di interazioni tra esposizioni tossiche e suscettibilità individuale. Le cause comprendono piombo, mercurio, PCB, alcuni pesticidi ed altri veleni neurologici ambientali (229). Queste sono esattamente le sostanze chimiche emesse dagli inceneritori.

Lo studio all'inceneritore Sint Niklaas ha trovato una molteplicità di problemi nei bambini, compresi difetti nell'apprendimento, iperattività, autismo, ritardo mentale e allergie (85) e questo è esattamente ciò che si poteva prevedere da ricerche già effettuate sugli effetti sulla salute dei metalli pesanti, PCB e diossine sia nei bambini, sia negli animali.

Dobbiamo anche tener conto della tossicità subclinica. Il lavoro pionieristico di Herbert Needleman mostrava che il piombo poteva causare diminuzione dell'intelligenza e alterazioni del comportamento in assenza di segni clinicamente visibili di tossicità (82). E' stato dimostrato che lo stesso avviene con i PCB e con il metil mercurio (71). Questi effetti sono tanto più probabili quando i bambini vengono esposti a inquinanti multipli, particolarmente i metalli pesanti, che si troveranno nel cocktail di sostanze chimiche emesse dagli inceneritori.

Sebbene questo abbia delle implicazioni di scarsa importanza per un individuo, può avere delle grosse implicazioni per una popolazione. Ad esempio un calo di 5 punti del QI nella popolazione riduce del 50% il numero dei bambini dotati (QI sopra 120) e aumenta del 50% il numero di quelli con QI borderline (*al limite inferiore, alla lettera alla linea di confine*) (sotto 80) (230). Questo può avere conseguenze profonde per una società, specialmente se il calo in QI è accompagnato da cambiamenti comportamentali.

#### **6.4 Persone ad Elevata Sensibilità Chimica**

Nel loro libro, Esposizioni Chimiche, Livelli Bassi e Poste Alte dei professori Ashford e Miller (117), gli autori notarono che una proporzione della popolazione reagisce alle sostanze chimiche e agli inquinanti a parecchi ordini di grandezza più in basso di quello che è normalmente ritenuto essere tossico. Ad esempio la ricerca ha scoperto individui che reagiscono a livelli di tossine precedentemente considerati sicuri. Due esempi sono il benzene (232) e il piombo (83). E' stato dimostrato che nel metabolismo dell'IPA cancerogeno benz(a)pirene c'è una differenza di dieci volte tra diversi individui (233).

Ashford e Miller notarono anche che sia in studi di tossicologia che di epidemiologia si è riconosciuto che le sostanze chimiche sono dannose a dosi sempre più basse e che un numero crescente di persone sta avendo problemi. Si è trovato che una percentuale significativa della popolazione reagisce in questo modo (dal 15 al 30% in parecchie indagini, con un 5% che hanno sintomi quotidiani) (117). Ricerche hanno mostrato che le risposte alle polveri nell'aria variano da 150 a 450 volte (234). Friedman ha dichiarato che il regolamento ambientale

richiede la protezione di questi individui sensibili (235). Questo evidenzia i pericoli degli inceneritori che emettono una moltitudine di composti chimici. La sensibilità chimica tipicamente viene innescata da una esposizione acuta dopodichè i sintomi iniziano a manifestarsi a livelli molto bassi di esposizione (117). I guasti sono anche troppo comuni negli inceneritori moderni, portando a rilasci di inquinanti a livelli che mettono in pericolo la salute – dando un rischio molto alto di sensibilizzazione a lungo termine. Certi individui suscettibili saranno fortemente colpiti da questi inquinanti e questi effetti saranno difficili da prevedere. Inoltre le persone colpite in questo modo sono estremamente difficili da curare.

## **7. Errori del Passato e il Principio di Precauzione**

### **7.1 Il Principio di Precauzione**

Il Principio di Precauzione è stato ora introdotto nelle leggi nazionali e internazionali, compresa quella dell'Unione Europea (236). Questo principio comporta che di fronte a conoscenze incerte circa i rischi di esposizioni ambientali si agisca. Questo significa che andrebbero presi provvedimenti per la salute pubblica in risposta a evidenze limitate, ma plausibili e credibili di probabile e sostanziale danno (237). Nel caso degli inceneritori una recente rassegna sugli effetti sulla salute ha trovato che due terzi degli studi trovavano un'associazione positiva esposizione-malattia per il cancro (mortalità, incidenza e prevalenza) (238) e che alcuni studi indicavano un'associazione positiva con le malformazioni congenite. Da questo e dalle prove presentate qui risulta assolutamente chiaro che la costruzione di inceneritori per rifiuti urbani viola il Principio di Precauzione e forse la Legge Europea.

### **7.2 Imparare dagli Errori del Passato**

Molto spesso si è scoperto che ciò che non sapevamo riguardo alle sostanze chimiche è risultato essere di gran lunga più importante di ciò che sapevamo. Poiché gli inceneritori producono centinaia di sostanze chimiche, compresi composti nuovi, ci possiamo aspettare molte spiacevoli sorprese future. Ecco alcuni esempi dal passato:

- **I Clorofluorocarboni (CFCs)** queste sostanze chimiche furono propagandate come le sostanze chimiche più sicure mai inventate quando furono sintetizzate per la prima volta nel 1928. Thomas Midgeley ricevette per la sua scoperta la ricompensa più alta dall'industria chimica. Il sospetto cadde su di loro dopo che erano state 40 anni sul mercato. Stavano producendo buchi nello strato di ozono e questo superava lo scenario del caso peggiore previsto dagli scienziati.
- **Policlorobifenili (PCB)** queste sostanze chimiche furono introdotte nel 1929. Test di tossicità eseguiti a quel tempo non mostrarono effetti pericolosi. Sono stati sul mercato per 36 anni prima che sorgessero domande. A quel punto erano nei grassi corporei di ogni creatura vivente del pianeta e iniziarono a emergere prove dei loro effetti di interferenti del sistema endocrino.
- **Pesticidi** Tra i primi pesticidi c'erano dei composti arsenicali, ma questi uccidevano gli agricoltori oltre agli animali infestanti. Furono sostituiti dal DDT. Paul Muller ebbe il Premio Nobel per questa scoperta, poiché fu considerata una pietra miliare nel progresso umano. Ma il DDT portava la morte in un'altra maniera e passarono altre due decadi prima che venisse bandito. A quel punto arrivarono sul mercato pesticidi meno persistenti, ma avevano ancora un altro problema non previsto – erano interferenti del sistema endocrino.
- **Tributil stagno (TBT)** Nei primi anni settanta, gli scienziati notarono che si stavano verificando danni irreversibili al sistema riproduttivo dei pesci, specialmente molluschi bivalvi, gamberetti, ostriche, sogliole di Dover e salmoni. Prima che si scoprisse la causa, passarono 11 anni e si trovò che era il tributil stagno, una sostanza chimica aggiunta alle vernici per impedire ai cirripedi di crescere. Incredibilmente i danni si

verificavano alla concentrazione di appena cinque parti per trilione. E' noto che entro la fine degli anni ottanta erano state danneggiate più di cento specie di pesci.

Questo quadro di disastri non previsti e di lunghi intervalli di latenza prima della loro scoperta caratterizza la storia di molte sostanze chimiche tossiche e giustifica una grande cautela nell'uso di nuovi composti. Negli studi su animali spesso si sottostimano gli effetti neurotossici unicamente umani sul comportamento, linguaggio e pensiero. Nel caso del piombo, mercurio e dei PCB i livelli di esposizione necessari perché questi effetti si manifestino sono stati sottostimati di un fattore da 100 a 10.000 (239). Per citare Grandjean (237) *“Le esperienze del passato mostrano le conseguenze costose quando si ignorano gli avvertimenti precoci circa i pericoli ambientali. Oggi la necessità di applicare il Principio di Precauzione è anche più grande di prima”*.

## **8. Tecnologie Alternative per i Rifiuti**

La strategia ideale per i rifiuti non dovrebbe produrre emissioni tossiche, sottoprodotti tossici o residui che richiedono la collocazione in discarica (rifiuti zero), dovrebbe avere un buon recupero dei materiali ed essere capace di trattare tutti i tipi di rifiuto. Questo può sembrare un compito difficile, ma oggi è possibile arrivare molto vicini a questo traguardo.

Quando si chiarisce questo obiettivo, allora l'incenerimento diventa una scelta scadente. Le emissioni in aria potenzialmente pericolose, l'alto volume di cenere che richiede la messa in discarica e la natura molto tossica delle ceneri leggere la escluderebbero. Analogamente la pirolisi produce sottoprodotti tossici ed è meglio evitarla.

### **8.1 Trattamento Meccanico Biologico (TMB)**

Questo trattamento viene usato diffusamente in Germania, Italia e Austria, è stato in funzione per oltre 10 anni e deve essere introdotto nel Regno Unito. Il procedimento coinvolge una fase meccanica nella quale i rifiuti vengono triturati in frammenti e poi separati facendoli passare attraverso vagli di varie misure e davanti a magneti. Questo procedimento separerà i rifiuti in frazioni che possono essere usate per diversi scopi. Ad esempio i metalli, i minerali e le plastiche dure possono allora essere riciclate. Si potranno recuperare anche la carta, i tessuti e il legname. A questo punto la materia organica può essere degradata mediante compostaggio – questo è il trattamento biologico. Si può fare questo esponendo i rifiuti all'ossigeno atmosferico, oppure li possiamo degradare in assenza di ossigeno (digestione anaerobica). A quel punto, i rifiuti residui possono essere collocati in discarica. Questo procedimento è praticamente privo di inquinanti, a meno che i pellet residui non vengano bruciati con tutti i rischi che ciò comporta. Con il TMB la maggior parte dei traguardi originali viene in parte raggiunto. Fa difetto solo per due punti. Il primo è che c'è una certa quantità di residuo che richiede la messa in discarica – questo è un punto di secondaria importanza, ma il secondo è più grave: il TMB non è in grado di far fronte a tutti i tipi di rifiuti, poiché non è adatto per i rifiuti pericolosi. Questo è importante poiché la quantità di rifiuti pericolosi probabilmente aumenterà. Quindi il TMB dovrà essere parte di un sistema.

Da evidenziare che attualmente il problema più grosso con le discariche non è la mancanza di spazio, ma l'emissione di gas metano dai siti delle discariche che contribuisce ai gas serra. Questo non sarebbe un problema con il TMB poiché la materia organica è stata rimossa dal residuo.

### **8.2 ...**

### **8.3 Riciclo**

Attualmente il Regno Unito ricicla circa il 18% dei propri rifiuti. Molti altri paesi riciclano una proporzione molto più alta dei loro rifiuti con la Norvegia, l'Austria e l'Olanda che sono sopra il 40% e la Svizzera sopra il 50%.

Potremmo aumentare il riciclaggio enormemente. In America molte città hanno raggiunto livelli elevati di riciclaggio, le cifre sono 50% a Seattle, 45% per lo Stato del New Jersey e 70% a Edmonton, Canada. Nelle Fiandre in Belgio hanno ridotto i loro rifiuti del 59% e Canberra del 56%.

Con il riciclaggio c'è un'efficienza energetica di gran lunga superiore. Due studi americani mostrano che il riciclaggio recupera da 3 a 5 volte più energia degli inceneritori.

Tuttavia, una delle lezioni più importanti da imparare è che dobbiamo in primo luogo produrre meno rifiuti.

## **9. Altre Considerazioni Importanti**

### **9.1 I costi dell'incenerimento**

Il costo dell'incenerimento è enorme. Un recente rapporto della Commissione Europea suggeriva che per ogni tonnellata di rifiuti che veniva bruciata, ci sarebbero tra £21 e £126 di danni per la salute e per l'ambiente. Questo significa che un inceneritore da 400.000 ton l'anno costerebbe al contribuente tra £ 9.000.000 e £ 57.000.000 all'anno (240). Un altro rapporto suggeriva che un inceneritore di questa dimensione costerebbe € 48.000.000 in danni per la salute (240). E tuttavia i metodi quali la gassificazione al plasma e il trattamento meccanico biologico (TMB) con bassi costi ambientali e per la salute (vedi sezione 8) non ricevono abbastanza considerazione nel Regno Unito. Il TMB è relativamente economico, ma la gassificazione al plasma è più costosa da installare. Tuttavia se la gassificazione al plasma venisse combinata con il TMB o metodi analoghi, avrebbe un costo equivalente all'incenerimento a 10 anni, per via dell'elettricità in più prodotta e da allora in poi sarebbe più lucrosa. Tuttavia se si tiene conto dei costi per la salute la gassificazione al plasma sarebbe molto più economica. Non ha senso logico usare un metodo di smaltimento dei rifiuti che ha un costo totale in grande eccesso a quello di altri metodi. *I costi umani e per la salute devono far parte dell'equazione.*

Il rapporto Okopol della CE del 1999 (241) mostrava che per ogni sterlina spesa nell'abbattimento dell'inquinamento, si risparmiavano £6 in costi di cure per la salute e £4 in costi per la Previdenza Sociale. Un rapporto dell'Agenzia per la Protezione Ambientale americana di nuovo ha dimostrato che ogni dollaro speso nell'abbattimento fa risparmiare 10 dollari in costi per la salute. Inoltre uno studio della Casa Bianca effettuato dall'Ufficio di Direzione e Bilancio nel 2003 concludeva che l'imposizione di regolamenti sull'aria pulita portava a riduzioni nei ricoveri, nelle visite al pronto soccorso, nelle morti premature e nei giorni di lavoro persi, il che aveva portato ad un risparmio da \$120 a \$193 miliardi tra l'ottobre 1992 e il settembre 2002. Questa è certamente una sottostima poiché non venivano considerati altri risparmi per la salute quali i costi per le ricette e i costi per le cure di base. Pochi provvedimenti darebbero oggi un così drammatico beneficio per la salute e un così grande risparmio in costi per la salute (242).

Il WWF ha esaminato tre condizioni: il ritardo mentale, la paralisi cerebrale e l'autismo per valutare l'impatto dell'inquinamento chimico e ha calcolato che il costo delle sostanze chimiche tossiche sullo sviluppo del cervello del bambino è di circa £ 1 bilione all'anno (243).

### **9.2 Il Problema delle Ceneri**

L'incenerimento dei rifiuti produce una grossa quantità di ceneri, che arrivano al 30% del volume dei rifiuti originali. Queste ceneri occuperebbero il 40-50% del volume di quei rifiuti, se quei rifiuti fossero stati compattati. In altre parole l'incenerimento non è una soluzione al problema della mancanza di siti di discariche. Questo è importante poiché solo pochi siti saranno disponibili per discariche dopo il 2011, quindi è chiaro che l'incenerimento non risolverà il problema delle discariche. Scarsa attenzione è stata rivolta a questo aspetto, si stipulano ancora contratti da 20 o 30 anni con i gestori di inceneritori, creando dei problemi per

il futuro. Gli inceneritori producono due tipi di ceneri, quelle pesanti e quelle leggere (talvolta chiamate residui del controllo dell'inquinamento dell'aria [APC]). Quest'ultime sono altamente tossiche poiché cariche di metalli pesanti e di diossine.

C'è un problema di fondo con gli inceneritori moderni. Meno inquinamento dell'aria producono, più tossiche sono le ceneri. I vecchi inceneritori emettevano grossi volumi di diossine. Queste sono state significativamente ridotte nelle emissioni gassose, ma sono fortemente aumentate nelle ceneri leggere, insieme ai metalli pesanti e ad altre sostanze chimiche tossiche. Un inceneritore che brucia 400.000 ton di rifiuti all'anno e che funziona per 25 anni produrrebbe approssimativamente mezzo milione di tonnellate di ceneri leggere altamente tossiche (3). Non è stato trovato alcun metodo adeguato per smaltire le ceneri leggere. Attualmente vengono messe in discariche speciali e questo richiede lunghi viaggi su strada, sempre con la possibilità di incidenti. La Commissione UE ha dichiarato che la percolazione dai siti di discariche potrà essere una delle più importanti fonti di diossine nel futuro. Questi inquinanti ed altri potrebbero percolare nelle falde acquifere, da dove la rimozione sarebbe quasi impossibile.

Nonostante i pesanti rischi per la salute associati con le ceneri leggere, la regolamentazione è insufficiente. A Byker ceneri tossiche cariche di diossine furono sparse su appezzamenti di terreni, lungo strade percorribili a cavallo e lungo sentieri per sei anni.

### **9.3 Radioattività**

L'incenerimento dei rifiuti radioattivi avviene presso oltre 30 siti nel Regno Unito. Questo è considerato troppo pericoloso da molti paesi. I sistemi di abbattimento degli inceneritori non sono attrezzati per rimuovere il materiale radioattivo ed esperienze precedenti suggeriscono che la maggior parte dei rifiuti radioattivi passerà direttamente attraverso il sistema di abbattimento dell'inceneritore andando nell'aria circostante sotto forma di polveri. Il resto renderà altamente tossiche le ceneri leggere. Il materiale radioattivo emesso verrà respirato dalle persone della zona, passando nei loro polmoni, circolazione e cellule. In effetti riceveranno una dose di radioattività. Il rischio di questa politica è evidente. Non esiste un livello sicuro di polveri  $PM_{2,5}$  radioattive. Aumenti nell'incidenza di leucemie e cancro intorno a siti che emettono materiale radioattivo sono ben documentati. A Seascale un'inchiesta sulla salute pubblica trovò che i bambini avevano una probabilità più di dieci volte maggiore di prendere la leucemia e tre volte maggiore di prendere il cancro (244, 245). L'incidenza delle leucemie nei bambini residenti entro 5 km dalle installazioni nucleari di Krummel e di Goesthact in Germania è molto più alta che nella Germania nel suo complesso. Significativamente, i primi casi di leucemia apparvero solo cinque anni dopo che Krummel era stata avviata. A Dounreay ci fu un aumento di sei volte nella leucemia dei bambini (246) e anche ad Aldermaston ci fu un aumento nelle leucemie nei bambini sotto i cinque anni (247). Negli anni ottanta furono trovati tassi di leucemia con crescita ripide in cinque città vicine, intorno all'impianto nucleare Pilgrim nel Massachusetts. Si pensò che fossero in relazione con delle emissioni radioattive dall'impianto nucleare Pilgrim avvenute dieci anni prima, quando c'era stato un problema con una barra di combustibile. "I dati meteorologici dimostrarono che, paragonati a coloro che avevano avuto il potenziale più basso di esposizione, gli individui con il più elevato potenziale di esposizione alle emissioni Pilgrim avevano quasi quattro volte il rischio di leucemia" (248, 249).

Il peso dell'evidenza suggerisce fortemente che la radioattività trasportata in aria è un potente cancerogeno e che probabilmente è estremamente pericolosa. E' avventato combinarla con un cocktail di altre sostanze cancerogene.

### **9.4 Diffusione degli Inquinanti**

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, un ramo dell'Accademia Nazionale delle Scienze che fu fondato per consigliare il governo degli Stati Uniti, ha concluso che gli inceneritori non influenzano solo la salute dei lavoratori e delle popolazioni locali. Riferirono che anche le

popolazioni che abitavano a maggiore distanza sono probabilmente esposte agli inquinanti degli inceneritori. Dichiararono: *“Inquinanti persistenti nell’aria, come le diossine, i furani e il mercurio possono essere dispersi sopra ampie regioni - ben oltre le aree locali e persino i paesi dai quali le fonti emanano. Il cibo contaminato da un impianto di incenerimento può essere consumato da gente locale vicina all’impianto o lontana da esso. In questo modo, un deposito locale su cibo potrebbe dare origine a una certa quantità di esposizione di popolazione a grandi distanze, per via del trasporto del cibo ai mercati. Tuttavia, le popolazioni distanti saranno probabilmente più esposte a causa del trasporto a lunga distanza degli inquinanti e del deposito diffuso di basso livello sulle coltivazioni di cibo in località remote dall’impianto di incenerimento”* (250).

Più avanti commentarono che il carico in incremento di tutti gli inceneritori merita seria considerazione oltre il livello locale. Questo ha ovvia attinenza all’attuale politica di promozione degli inceneritori nel Regno Unito. Un punto importante è che le polveri tossiche più piccole, che tipicamente portano legate una maggior quantità di sostanze chimiche tossiche e cancerogene, viaggeranno a maggior distanza (251).

La maggior parte degli inquinanti chimici sono lipofili e quindi non vengono lavati via facilmente dalla pioggia quando si depositano. Quando si depositano sulle coltivazioni entrano nella catena alimentare dove bio – accumulano. Si è già ammesso che la maggior parte delle diossine oggi nel cibo nel Regno Unito proviene dagli inceneritori della generazione più vecchia. Tutte le sostanze chimiche in grado di entrare nella catena alimentare prima o poi raggiungeranno la loro più alta concentrazione nel feto o nel bambino in allattamento

Un esempio sorprendente delle conseguenze impreviste e tragiche dell’emissione di inquinanti nell’aria è stato visto a Nunavut, nel nord estremo del Canada nelle Regioni Polari. Le madri Inuit qui hanno un livello di diossine nel loro latte doppio delle canadesi che abitano nel Sud, sebbene non abbiano alcuna fonte di diossina entro 300 km. Al centro di Biologia dei Sistemi Naturali nel Queen’s College, New York, il Dr. Commoner e il suo gruppo hanno usato un programma per computer per seguire le tracce delle emissioni da 44.000 fonti di diossina nel Nord America. Questo sistema combinava i dati sulle emissioni tossiche e quelli degli archivi meteorologici. Tra i maggiori contribuenti all’inquinamento di Nunavut c’erano tre inceneritori di rifiuti urbani negli Stati Uniti (252, 253).

## **10.Cementifici**

Sebbene questo rapporto si occupi principalmente di inceneritori, è utile confrontare gli inceneritori con i forni da cemento. Entrambi producono emissioni tossiche di un tipo simile e una gran parte di questo rapporto è attinente a entrambi. I forni da cemento convertono il calcare macinato, lo schisto o l’argilla in cemento. Hanno bisogno di grosse quantità di combustibile per produrre le alte temperature necessarie e questo si presta all’uso di combustibili non tradizionali quali le gomme d’auto, il combustibile derivato dai rifiuti, e i rifiuti industriali e pericolosi chiamati in modo vario Cemfuel, combustibile liquido secondario (CLS) e combustibile liquido riciclato (CLR).

Tuttavia i controlli sull’inquinamento e sulla progettazione sono significativamente più deboli di quelli per gli inceneritori di rifiuti pericolosi. I forni da cemento producono un certo numero di emissioni tossiche, tra le quali mercurio, manganese, bario, piombo, acido solforico, stireni, diossine e 1,3 butadiene.

Il trattamento termico dei rifiuti pericolosi è sempre un’attività altamente pericolosa ed è necessario usare proprio la migliore tecnologia disponibile. In realtà i forni da cemento vengono usati per bruciare rifiuti pericolosi a buon mercato. Purtroppo i rifiuti pericolosi tipicamente trovano la via dei metodi di smaltimento più economici e meno regolati, in pratica quelli che creano il massimo dei rischi per la salute e per l’ambiente.

La tecnologia dei forni da cemento è rimasta praticamente immutata dall'inizio del ventesimo secolo. Possono soltanto essere riattati o ammodernati in una misura minima per migliorare l'efficienza e la distruzione dei rifiuti tossici.

Il limite posto per il peso di polveri emesso dagli inceneritori è di  $10 \text{ mg/m}^3$ . Tuttavia i forni da cemento possono emettere fino a  $50 \text{ mg/m}^3$ . Questo sarebbe eccessivo di per se stesso, ma i volumi delle emissioni dai forni da cemento possono arrivare a essere cinque volte maggiori di quelli degli inceneritori. Quindi, alcuni cementifici possono produrre emissioni di polveri e di altre sostanze tossiche che superano di 20 volte quelle degli inceneritori. Peggio ancora hanno sistemi di abbattimento più scarsi e di solito sono privi di carbone attivo necessario per ridurre le emissioni di metalli e diossine.

Sono quindi capaci di conseguenze estremamente serie per la salute. Incredibilmente alcuni di questi cementifici sono stati collocati nel mezzo di città dove ci si può aspettare che abbiano un effetto importante sulla popolazione locale. Il fatto che siano anche solo permessi è straordinario, poiché il massimo impatto sarà sui membri più vulnerabili della società, e in particolare sui bambini non ancora nati.

## 11. Controlli

Al cuore dei problemi dell'incenerimento c'è la natura insoddisfacente del controllo di queste installazioni, insoddisfacente nel modo in cui viene fatto, per i composti che vengono controllati, per i livelli ritenuti accettabili e per la mancanza di monitoraggio sui carichi corporei della popolazione locale.

- Si misurano molti pochi inquinanti

Delle centinaia di sostanze chimiche emesse da un inceneritore se ne misura solo una minuscola proporzione. Solo mezza dozzina di queste vengono misurate continuamente al camino e circa un'altra mezza dozzina vengono misurate occasionalmente (di solito ogni 6 mesi per il primo anno e una volta l'anno successivamente) mediante controlli casuali - tra questi i metalli pesanti e le diossine. Questo è chiaramente insoddisfacente e poiché i gestori degli impianti vengono avvertiti in anticipo della visita, viene data loro un'opportunità di cambiare bruciando rifiuti più puliti, non rappresentativi del rischio tossico.

- Oltre ai controlli al camino, è richiesto il controllo degli inquinanti nell'aria circostante.

Normalmente questo viene fatto dall'Amministrazione locale. Tuttavia, anche questo è insoddisfacente. Ad esempio il controllo di livelli sicuri di polveri richiederebbe almeno 24 punti di monitoraggio posti in luoghi strategici intorno all'inceneritore (assumendo che il vento sia distribuito in modo uguale) per realizzare un tasso di campionamento del 25%, che è il minimo che può essere considerato accettabile. Oggi, tipicamente ci sono meno di tre punti di monitoraggio intorno alla maggior parte degli inceneritori. La misurazione dei metalli pesanti nell'aria circostante, con l'eccezione del piombo, non è nemmeno richiesta.

- La misura delle concentrazioni degli inquinanti al camino a un punto nel tempo, praticamente non dà alcuna informazione riguardo alla quantità totale di inquinanti ai quali la popolazione locale è esposta.

I controlli attuali non ci dicono nulla riguardo ai carichi corporei degli inquinanti. Anche se sono presenti in quantità basse, la maggior parte degli inquinanti emessi dagli inceneritori si accumulerà lentamente nelle persone nelle vicinanze. La tossicità cronica è un rischio ogni volta che gli inquinanti si accumulano più velocemente di quanto vengono eliminati: in particolare, questo è il caso dei metalli pesanti e degli inquinanti organici persistenti (POPs). Per alcuni inquinanti i tassi di escrezione sono molto bassi, ad esempio, l'emivita del cadmio nel corpo è di 30 anni e per i PCB è di 75 anni e anche senza ulteriori esposizioni ci vorrebbe molto di più per eliminare il cadmio o i PCB dal corpo umano.

- Non c'è stato alcun tentativo di misurare gli effetti sulla salute di questo accumulo.

Per fare questo, sarebbe necessario controllare le concentrazioni di sostanze chimiche tossiche nei corpi delle persone mano a mano che queste si accumulano nel tempo, e gli effetti sulla loro salute. Sebbene ci siano delle variazioni da individuo a individuo nella suscettibilità, è probabile che l'accumulo tossico si verifichi in quasi tutti quelli esposti alle emissioni degli inceneritori, più velocemente in alcuni rispetto ad altri e più velocemente per alcuni inquinanti rispetto ad altri. Quindi la misura dei carichi corporei è una parte essenziale dei controlli.

- I livelli di sicurezza spesso fanno assegnamento su studi sugli animali che sottostimano il rischio.

Gli studi su animali comunemente sottostimano la vulnerabilità umana, a causa dell'ovvia difficoltà nel testare i deficit cognitivi, comportamentali e di linguaggio e condizioni come la stanchezza. Nel caso del piombo, del mercurio e dei PCB gli studi sugli animali hanno sottostimato l'effetto neurotossico sugli esseri umani di un fattore da 100 a 10.000 volte (239).

- Il livelli di sicurezza si applicano solo agli adulti.

I livelli medi e i controlli casuali ignorano le esposizioni in momenti critici. Il tempo dell'esposizione è spesso più importante della concentrazione. E' noto che le esposizioni a momenti critici durante la crescita fetale o nell'infanzia producono effetti più seri di esposizioni simili nell'adulto e che questo danno può essere permanente. Questo è ben conosciuto specialmente per piombo, mercurio e PCB.

- In nessun caso si è dimostrato che i limiti di sicurezza proteggono contro i danni al feto.

Da studi su animali e sull'uomo sappiamo che le tossine hanno il loro impatto più grande sul feto e sul bambino giovane, ma di questo non si tiene conto nella legislazione attuale e così i membri più vulnerabili della comunità probabilmente sono quelli che sopportano l'urto del carico tossico.

- Si ignora la tossicità a bassi livelli

Studi a dosaggi bassi spesso evidenziano effetti tossici a livelli molto più bassi del livello con "nessun effetto" negli studi a dosaggi alti. Un esempio di questo è il bisfenolo A, che è un plasticizzante. Gli studi hanno mostrato effetti sulla salute a livelli 2.500 volte più bassi del più basso effetto osservato dall'EPA americana, con esiti avversi tra cui comportamento aggressivo, pubertà precoce e crescita anormale del seno (180). Il perclorato produce cambiamenti nella dimensione di parti del cervello a 0,01 mg/kg/giorno, ma non a 30 mg (180). Si trovò che l'aldicarb sopprimeva il sistema immunitario di più a 1 ppb che a 1000 ppb. Anche altre sostanze chimiche producono a dosi basse effetti diversi da quello che fanno a dosi alte. Questo dimostra quanto poco sappiamo dei pericoli di esporre la gente a inquinamento chimico.

- I controlli non sono adeguati

Dieci inceneritori nel Regno Unito hanno commesso in due anni 553 infrazioni relative all'inquinamento, come documentato da Greenpeace nella "Rassegna sulle prestazioni di inceneritori per rifiuti urbani nel Regno Unito". Questo curriculum spaventoso portò ad una singola azione legale da parte dell'Agenzia per l'Ambiente. Chiaramente questo dà alle compagnie dei rifiuti la luce verde per ignorare i regolamenti e inquinare quanto vogliono. Questo dato era basato su una auto - valutazione delle compagnie coinvolte. Quando un gruppo ambientalista investigò su un inceneritore ad Indianapolis la situazione risultò di gran lunga peggiore. Trovarono che aveva violato le sue autorizzazioni 6.000 in due anni ed aggirato i propri sistemi di controlli dell'inquinamento dell'aria 18 volte. In effetti, la sicurezza pubblica dipende da come viene gestito l'inceneritore e le evidenze suggeriscono che spesso viene gestito male.

## 12. Valutazione del Rischio

Razionalmente ci potremmo aspettare che quando viene presa la decisione di costruire un inceneritore, tutte le suddette informazioni vengano prese in considerazione. Purtroppo questo non necessariamente si verifica. Ai Dirigenti della Salute Pubblica, che di solito hanno scarse conoscenze sulla salute ambientale, viene chiesto di scrivere un IPPC, un Rapporto sulla Richiesta di Controllo e di Prevenzione dell'Inquinamento Integrate e di dare la loro opinione sui rischi per la

salute derivanti dall'inceneritore proposto. Tipicamente questa decisione viene basata su un metodo inesatto chiamato valutazione del rischio. Quei Dirigenti tendono a fare affidamento quasi esclusivamente su questo tipo di valutazione e spesso hanno scarsa comprensione dei suoi limiti.

La valutazione del rischio è un metodo che è stato sviluppato nel campo dell'ingegneria, ma è del tutto insufficiente nella valutazione delle complessità della salute umana. Tipicamente implica la stima del rischio per la salute di appena 20 delle centinaia di diversi inquinanti emessi dagli inceneritori.

C'è una serie di problemi con questo tipo di valutazione, la mancanza di dati accurati sugli inquinanti, la mancanza di dati tossicologici sulla maggioranza delle sostanze chimiche, il fatto che una proporzione crescente di persone reagisce a bassi livelli di sostanze chimiche, il fatto che nel mondo reale gli inquinanti si presentano come miscele e possono avere effetti dannosi sinergici, il fatto che il feto e il bambino in allattamento introducono 50 volte più inquinanti degli adulti relativamente al loro peso, e il fatto che praticamente non ci sono dati tossicologici sugli effetti di questi inquinanti o sul feto o sul neonato.

Ulteriori problemi sono che molti inquinanti non hanno soglie sicure, quindi non ci può essere livello sicuro. In effetti alcuni inquinanti sono più pericolosi a concentrazioni basse che alle alte (vedi sezione 11). Infatti è impossibile valutare il rischio quando gli effetti tossici del 88-90% delle sostanze chimiche e degli inquinanti sono sconosciuti (254), particolarmente in relazione con difetti alla nascita e di sviluppo. Questo tipo di valutazione contiene un giudizio di valore su quale sia un livello accettabile di rischio (255). Ad esempio qual è un numero accettabile di difetti alla nascita e per chi è accettabile?

La valutazione del rischio di solito riguarda la modellistica – che usa una stima dei dati sull'esposizione, piuttosto che i dati reali sull'esposizione, per valutare gli impatti degli inquinanti e la loro probabile distribuzione. Tipicamente questi rapporti sono prodotti dall'inquinatore. Sfortunatamente la modellistica ha un limite di confidenza del 30% - questo significa che questa tecnica ha solo una probabilità del 30% di predire accuratamente le concentrazioni dei livelli di inquinanti sul terreno – in altre parole è meno accurata che lanciare una moneta. Modelli diversi danno risultati molto diversi.

Inoltre, gli attuali metodi di modellistica sottostimano gravemente i livelli di inquinanti. In particolare, la modellistica non tiene quasi mai conto delle polveri secondarie formate mentre i prodotti della combustione salgono su per il camino. Queste particelle secondarie possono facilmente arrivare a raddoppiare il volume totale delle polveri (vedi sezione 2.1).

La modellistica produce l'illusione della conoscenza scientifica e una certezza che è totalmente ingiustificata, poiché la modellistica stessa si basa su una sostanziale incertezza scientifica e su dati scientifici limitati. Produce una massa di dati matematici complessi, il che implica una precisione non giustificata, e per le persone che non hanno familiarità con la matematica è difficile sbrogliare le inesattezze. Viene spesso trattata da coloro che predispongono i regolamenti e dai Direttori della Salute Pubblica come se fosse una valutazione accurata (256). Nonostante le sue gravi limitazioni viene ampiamente usata.

Queste valutazioni dei rischi hanno quasi sempre concluso che gli inceneritori sono sicuri, il che contrasta apertamente con i dati epidemiologici che mostrano il contrario. Contrasta anche con la storia dell'uso delle sostanze chimiche. Quest'ultima è costellata di esempi di sostanze chimiche inizialmente ritenute sicure, che avevano, si è scoperto più tardi, effetti devastanti e non previsti, spesso oltre lo scenario del caso peggiore (ad esempio, DDT, PCB, CFC) (vedi sezione 7.2)

### **13. Diritti Pubblici e Trattati Internazionali**

Nel 2001 la Commissione delle Nazioni Unite per i Diritti Umani dichiarò che “ognuno ha il diritto di vivere in un mondo libero dall'inquinamento tossico e dalla degradazione ambientale”. Non è morale che delle persone debbano morire per le emissioni da inceneritori quando sono disponibili alternative sicure e per questa ragione l'incenerimento viola l'Articolo 2 della Convenzione Europea per i Diritti Umani, il Diritto alla Vita.

La Convenzione di Stoccolma del 2001, su cui si sono accordati oltre 100 paesi, compresa la Gran Bretagna, impegna i firmatari a eliminare gli inquinanti organici persistenti, compresi i PCB, le diossine ed i furani. Identifica gli inceneritori come fonti primarie di questi inquinanti. L'incenerimento è una violazione della Convenzione di Stoccolma. E' anche una violazione della Legge sulla Protezione Ambientale del 1990, che afferma che il Regno Unito deve impedire alle emissioni di danneggiare la salute umana.

#### **14. Conclusioni**

- 1) Studi epidemiologici su vasta scala hanno evidenziato tassi più elevati di *cancro* negli adulti e nei bambini e *difetti alla nascita* intorno agli inceneritori. Studi più piccoli e una grossa mole di ricerche attinenti sostengono questi risultati, indicano una relazione causale e suggeriscono che possa essere implicata una serie molto più ampia di malattie.
- 2) Ricerche recenti hanno confermato che l'inquinamento da polveri, specialmente quello da polveri fini (PM<sub>2,5</sub>) che è tipico delle emissioni degli inceneritori, è un importante contribuente alle *malattie cardiache*, al *cancro del polmone* e a una gamma di altre malattie e causa un *aumento lineare nella mortalità*. In realtà gli inceneritori sono produttori di polveri ed il loro uso non può essere giustificato ora che risulta chiaro quanto siano tossiche e cancerogene le polveri fini.
- 3) Tra gli altri inquinanti emessi dagli inceneritori ci sono i metalli pesanti e una ampia varietà di sostanze chimiche organiche. Queste sostanze comprendono sostanze cancerogene note, interferenti endocrini e sostanze che possono legarsi ai geni, alterare il comportamento, danneggiare il sistema immunitario e diminuire l'intelligenza. I pericoli che pongono sono lampanti. Alcuni di questi composti sono stati rilevati a centinaia di migliaia di chilometri dalla loro fonte.
- 4) Pericoli ulteriori provengono dalle particelle radioattive emesse da inceneritori autorizzati a trattare rifiuti pericolosi.
- 5) L'incenerimento riduce il volume dei rifiuti di soltanto il 30-50% e dà origine a grosse quantità di ceneri leggere altamente tossiche (residui del controllo dell'inquinamento dell'aria) che pongono importanti rischi a lungo termine per la salute. Non esistono metodi adeguati per lo smaltimento di queste ceneri.
- 6) La preoccupazione più grande proviene dagli effetti *a lungo termine* delle emissioni degli inceneritori sull'embrione in via di sviluppo e sul neonato e dalla reale possibilità che si verifichino modificazioni genetiche che vengano passate alle generazioni successive. Nei molto giovani, in particolare nei feti è documentata una vulnerabilità molto maggiore alle tossine che causa cancro, aborti spontanei, difetti alla nascita o danni conoscitivi permanenti. Recentemente, due studi hanno trovato un carico corporeo di inquinanti che era alto in modo preoccupante nel sangue del cordone ombelicale di neonati
- 7) L'incenerimento dei rifiuti è proibitivamente *costoso* quando si tiene conto dei costi per la salute. Le cifre della Commissione CE indicano che un singolo inceneritore potrebbe costare al contribuente fino a 50 milioni di sterline l'anno. Recenti dati americani hanno mostrato che il controllo rigoroso dell'inquinamento dell'aria ha fatto risparmiare decine di miliardi di dollari l'anno in costi per la salute.
- 8) L'incenerimento dei rifiuti è ingiusto perché il suo massimo impatto tossico è sui membri più vulnerabili della nostra società, i bambini non ancora nati, i bambini, i poveri e quelli con elevata sensibilità alle sostanze chimiche. Contravviene alla Commissione delle Nazioni Unite sui Diritti Umani, alla Convenzione Europea per i Diritti Umani, ai Diritti Umani Europei (il Diritto alla Vita) e alla Convenzione di Stoccolma e viola la Legge sulla Protezione Ambientale del 1990 che afferma che il Regno Unito deve impedire alle emissioni di danneggiare la salute umana.

#### **15. Raccomandazioni**

- 1) Si dovrebbero usare i metodi più sicuri per lo smaltimento dei rifiuti
- 2) Nelle decisioni sulle strategie di smaltimento dei rifiuti, si dovrebbe abitualmente tener conto dei costi per la salute.
- 3) L'attuale metodo limitato di valutazione dei rischi in base al quale viene giudicata la sicurezza degli impianti proposti non è adeguato, non ci si può fare affidamento e dovrebbe essere rivisto.
- 4) E' di importanza critica affrontare i problemi sia della quantità, sia della natura dei rifiuti prodotti, e l'enfasi andrebbe messa sulla riduzione della produzione di rifiuti e sul riciclo.
- 5) Negli ultimi dieci anni sono diventate chiare le gravi conseguenze sulla salute dell'inquinamento da polveri fini; gli inceneritori sono una fonte importante di queste e nella nostra opinione ben ponderata l'incenerimento è l'opzione meno preferita per smaltire i rifiuti. Tenendo conto di tutte le informazioni disponibili, comprese le ricerche che dimostrano che non esistono livelli sicuri di polveri fini, abbiamo ragione di credere che la prossima generazione di inceneritori non sia sostanzialmente più sicura di quelle precedenti
- 6) Adesso sono disponibili metodi alternativi di gran lunga più sicuri, tra cui il riciclo, il trattamento meccanico biologico, la gassificazione al plasma; alla lunga una combinazione di questi metodi sarebbe più sicura, produrrebbe più energia e sarebbe più economica dell'incenerimento e qualora si tenesse conto dei costi per la salute, sarebbe molto più economica. Andrebbero usati questi metodi più moderni.
- 7) E' particolarmente importante che gli inceneritori non vengano collocati in zone povere o in zone con alti tassi di mortalità dove il loro impatto sulla salute probabilmente sarebbe massimo. Questo può solo aggiungere alle ineguaglianze nella salute. [N.B. attualmente 9 su 14 inceneritori sono stati costruiti nel 20% più deprivato dei rioni (257)].
- 8) Questo rapporto delinea le molte deficienze delle attuali procedure di controllo. Noi raccomandiamo l'introduzione di un sistema più severo e di più vasta portata per il controllo di tutti gli impianti che bruciano rifiuti, guidato da un organismo totalmente indipendente, comprese visite casuali non annunciate; il monitoraggio dovrebbe comprendere:
  - a) un numero più elevato di punti di controllo intorno agli inceneritori per misurare le polveri ed i metalli pesanti
  - b) un controllo periodico del contenuto della polvere nelle case della zona
  - c) un controllo periodico dei metalli pesanti e delle diossine nelle ceneri leggere.
  - d) Un programma per il monitoraggio dei carichi corporei di alcuni inquinanti chiave negli abitanti locali
- 9) Raccomandiamo che non vengano più costruiti inceneritori..

References:

- 1) EC (1998) Proposal for a Council Directive on the incineration of waste. Brussels 07.10.1998 COM (1999) 558final. 98/0289 (SYN).
- 2) Howard C V (2000) *In* Health Impacts of Waste Management Policies. Hippocrates Foundation, Kos, Greece 12-14 Nov 1998. Academic Publishers.
- 3) Personal communication, Peter Rossington BSc (Hon), MRSC, Chemical Consultant. 2005.
- 4) Espinosa AJ, Rodriguez MT, Barragan de la Rosa FJ et al. Size distribution of metals in urban aerosols in Seville (Spain). *Atmos Environ* 2001; 35: 2595-2601.
- 5) Baek SO, Field RA, Goldstone ME et al. A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate and behaviour. *Water, Air Soil Pollution*, 1991; 60: 279-300.
- 6) Pistikopoulos P, Mascelet P, Mouvier G. A receptor model adapted to reactive species – polycyclic aromatic hydrocarbons - evaluation of source contributions in an open urban site. *Atmos Environ AGen* 1990; 24: 1189-97.
- 7) Venkataraman C, Friedlander SK. Source resolution of fine particulate polycyclic aromatic hydrocarbons – using a receptor model modified for reactivity. *J Air Waste Management*; 1994; 44: 1103-08.
- 8) Zmirou D, Mascelet P, Boudet C, Dechenaux J. Personal exposure to atmospheric polycyclic hydrocarbons in a general adult population and lung cancer assessment. *J Occup Environ Med* 2000; 42(2): 121-6.
- 9) Kerkvliet NI. Immunotoxicology of dioxins and related compounds. *In* Schechter, Dioxins and Health p 199-225.
- 10) Whyatt RM, Santella RM, Jedrychowski W et al. Relationship between ambient air pollution and DNA damage in Polish mothers and newborns. *Environ Health Perspect*, 1998; 106 Suppl 3: 821-6
- 11) Porterfield SP. Vulnerability of the developing brain to thyroid abnormalities and environmental insults to the thyroid system. *Environ Health Perspect* 1994; 102 Supp 2: 125-30.
- 12) Peters JM, Thomas D, Falk H et al. Contribution of metals to respiratory cancer. *Environ Health Perspect* 1986;70: 71-83.

- 13) Gottscalk LA, Rebello T, Buchsbaum MS et al. Abnormalities in hair trace elements as indicators of aberrant behaviour. *Comp Psychiatry* 1991; 32 (3): 229-37.
  - 14) Tong S, Baghurst P, McMichael A et al. Lifetime exposure to environmental lead and children's intelligence at 11 – 13 years: the Port Pirie Cohort Study. *BMJ* 1996; 312 (7046): 1569-75.
  - 15) Sedman RM, Esparza JR. Evaluation of the public health risks associated with semivolatile metal and dioxin emissions from hazardous waste incinerators. *Environ Health Perspect* 1991; 94: 181-7.
  - 16) Ericksson P, Jakobsson E, Fredriksson A. Brominated flame retardants: A novel class of developmental neurotoxicants in our environment? *Environ Health Perspect*, 2001; 109(1): 903-908.
  - 17) Olsson P-E, Borg B, Brunstrom B, Hakansson H, Klasson-Wehler E. Endocrine disrupting substances. ISBN 91-620-4859-7, Swedish EPA, Stockholm 1998.
  - 18) WHO Air Quality Guidelines, 1999, Chapter 3.
  - 19) Dockery DW, Pope Ca 3<sup>rd</sup>, Xu X et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Eng J Med* 1993; 329(24): 1753-9.
  - 20) Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151 (3 pt 1): 669-74.
  - 21) de Hartog JJ, Hoek G, Peters A, et al. Effects of fine and ultrafine particles on cardiorespiratory symptoms in elderly subjects with coronary heart disease: the ULTRA Study. *Am J Epidemiology* 2003; 157(7): 613-23.
  - 22) Nemmar A, Hoet PH, Vanquickenborne B et al. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation* 2002; 105(4): 411-4.
  - 23) Maynard RL, Howard CV, *Air Pollution and Health*, London: Academic Press 1999: 673-705.
  - 24) Ponka A, Virtanen M. Asthma and air pollution in Helsinki. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50 Suppl 1: s59-62.
  - 25) *Particulate Matter: Properties and Effects upon Health*, BIOS Scientific Publishers Ltd, Oxford p 63-84.
  - 26) *Airborne Particulate Matter in the United Kingdom. Third Report of the Quality of Air Review Group (QUARG) May 1996*, ISBN 0 9520771 3 2.
  - 27) Goldberg MS, Burnett RT, Bailar JC et al. The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Quebec. 2. Cause-specific mortality. *Environ Res* 2001; 86(1): 26-36.
  - 28) Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287(9): 1132-41.
  - 29) Whitman v American Trucking Assoc Inc 532 US 457 (2001).
  - 30) Re-analysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society Study of Particulate Air Pollution and Mortality: Special Report. Cambridge, Mass: Health Effects Institute July 2000, led Dr Daniel Kreweski.
- 42
- 31) Ostro B, Chestnut L. Assessing the benefits of reducing particulate matter and pollution in the United States. *Environ Res* 1998; 76(2): 94-106.
  - 32) Pope CA, Burnett RT, Thurston GD et al. Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution: Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease. *Circulation* 2004; 109: 71-77.
  - 33) Peters A, Dockery DW, Muller JE et al. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation* 2001; 103 (23): 2810-5.
  - 34) Hong YC, Lee JT, Kim H, Kwon HJ. Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality. *Stroke* 2002; 33(9): 2165-9.
  - 35) Hoek G, Brunekreef B, Fischer P et al. The association between air pollution and heart failure, arrhythmia, embolism, thrombosis and other cardiovascular causes of death in a time series. *Epidemiology* 2001; 12(3): 355-7.
  - 36) Maheswaran R, Haining RP, Brindley P et al. Outdoor air pollution and Stroke in Sheffield, United Kingdom, Small-Area Geographical Study. *Stroke* 2005; 36(2): 239-43.
  - 37) Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight US counties. *Epidemiology* 1999; 10(1): 17-22.
  - 38) Zanobetti A, Schwartz J. Cardiovascular damage by airborne particles: are diabetics more susceptible? *Epidemiology* 2002; 13(5): 588-92.
  - 39) Peters A, Liu E, Verrier RL et al. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiology* 2000; 11(1): 11-7.
  - 40) Pekkanen J, Peters A, Hoek G, et al. Particulate air pollution and risk of ST segment depression during submaximal exercise tests among subjects with coronary heart disease: the Exposure and Risk Assessment for Fine and Ultrafine Particles in Ambient Air (ULTRA) study. *Circulation* 2002; 106: 933-38.

- 41) Goldberg MS, Burnett RT, Bailar JC 3rd et al. Identification of persons with cardiorespiratory conditions who are at risk of dying from the acute effects of ambient air particles. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Supp 4: 487-94.
- 42) Perera FP, Tang D, Tu YH et al. Biomarkers in maternal and newborn blood indicate heightened fetal susceptibility to procarcinogenic DNA damage. *Environ Health Perspect* 2004; 112(10): 1133-6.
- 43) Jedrychowski W, Bendkowska I, Flak E et al. Estimated risk for altered fetal growth resulting from exposure to fine particles during pregnancy: an epidemiologic prospective cohort study in Poland. *Environ Health Perspect* 2004; 112(14): 1398-1402.
- 44) Perera FP, Rauh V, Whyatt RM et al. Molecular evidence of an interaction between prenatal environmental exposures and birth outcomes in a multiethnic population. *Environ Health Perspect* 2004; 112(5): 626-30.
- 45) Somers CM, McCarry BE, Malek F et al. Reduction of particulate air pollution lowers the risk of heritable mutations in mice. *Science* 2004; 304(5673): 1008-10.
- 46) Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe (no authors listed). *Child Care Health Dev* 2004; 30(6): 731-732.
- 47) Morgan G, Corbett S, Wlodarczyk J. Air pollution and hospital admissions in Sydney, Australia, 1990-1994. *Am J Public Health* 1998; 88(12): 1761-60.
- 48) Vichit-Vadakan N, Ostro BD, Chestnut LG et al. Air pollution and respiratory symptoms: result from three panel studies in Bangkok, Thailand. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Supp3: 381-7.
- 49) Dockery DW, Speizer FE, Stram DO et al. Effects of inhalable particles on respiratory health of children. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139(3): 587-94.
- 50) Brauer M, Hoek G Van Vliet P et al. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166(8): 1092-8.
- 51) Seaton A, MacNee W, Donaldson K et al. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet* 1995; 345(8943): 176-8.
- 52) Boezen HM, van der Zee SC, Postma DS et al. Effects of ambient air pollution on upper and lower respiratory symptoms and peak expiratory flow in children. *Lancet* 1999; 353 (9156): 874-8.
- 53) Gilliland FD, Berhane K, Rappaport EB et al. The effects of ambient air pollution on school absenteeism due to respiratory illness. *Epidemiology* 2001; 12(1): 43-54.
- 54) Peters A, Dockery DW, Heinrich J, Wichmann HE. Short term effects of particulate air pollution on respiratory morbidity in asthmatic children. *Eur Respir J* 1997; 10(4): 872-9.
- 55) Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F et al. Association between air pollution and lung function growth in Southern Californian children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162 (4 Pt 1); 1383-90.
- 56) Brunekreef B, Hoek G. The relationship between low-level air pollution and short-term changes in lung function in Dutch children. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1993; 3 Suppl 1: 117-28.
- 43
- 57) Gauderman WJ, Gilliland GF, Vora H, et al. Association between air pollution and lung function growth in Southern Californian children: results from a second cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166(1): 76-84.
- 58) Samet JM, Dominici F, Curriero FC et al. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities 1987-1994. *N Eng J Med* 2000; 343(24): 1742-9.
- 59) Schwartz J, Laden F, Zanobetti A. The concentration-response relation between PM<sub>2.5</sub> and daily deaths. *Environ Health Perspect* 2002; 110(10): 1025-9.
- 60) Air Quality Guidelines for Europe, Section 7.3 p19, Second Edition, World Regional Publications, Regional European Series No 91, World Health Organisation, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- 61) Proceedings of the Third Colloquium on Particulate Air Pollution and Human Health 6-8 June 1999, Durham, North Carolina, Irvine, CA: Air Pollution Effects Laboratory, University of California, 1999, 11/23.
- 62) Pope CA 3rd. Respiratory disease associated with community air pollution and a steel mill, Utah Valley. *Am J Public Health*, 1989, 79(5): 623-8.
- 63) Costa DL, Dreher KL. Bioavailable transition metals in particulate matter mediate cardiopulmonary injury in healthy and compromised animal models. *Environ Health Perspect* 1997;105 (suppl 5): 1053-60.
- 64) Dye JA, Lehmann JR, McGee JK et al. Acute pulmonary toxicity of particulate matter filter extracts in rats: Coherence with epidemiologic studies in Utah Valley. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Suppl 3: 395-403.
- 65) Rowat SC. Incinerator toxic emissions: a brief summary of human health effects with a note on regulatory control. *Med Hypotheses* 1999; 52(5): 389-96.

- 66) Casdorph R, Walker M. Toxic Metal Syndrome, New York: Avery Publishing Group 1995.
- 67) Ehmann WD, Markesbery WR, Alauddin M et al. Brain trace elements in Alzheimer's disease. *Neurotoxicology* 1986; 7 (1): 195-206.
- 68) Thompson CM, Markesbery WR, Ehmann WD et al. Regional trace-element studies in Alzheimer's disease. *Neurotoxicology* 1988; 9(1): 1-7.
- 69) Wenstrup D, Ehmann WD, Markesbery WR. Trace element imbalances in isolated subcellular fractions of Alzheimer's disease brains. *Brain Res* 1990; 533(1): 125-31.
- 70) Schettler T. Toxic threats to neurological development of children. *Environ Health Perspect* 2001; 109 (Suppl 6): 813-6.
- 71) Grandjean P, Weihe P, White RF et al. Cognitive deficit in 7-year old children with prenatal exposure to methyl mercury. *Neurotoxicol Teratol* 1997; 19(6): 417-28.
- 72) Thun MJ, Schnorr TM, Smith AB, et al. Mortality among a cohort of US cadmium production workers – an update. *J Natl Cancer Inst* 1985; 74(2): 325-33.
- 73) Blot WJ, Fraumeni JF Jnr. Arsenical air pollution and lung cancer. *Lancet* 1975; 2 (7926):142-4.
- 74) Severs R, Whitehead L, Lane R. Air quality correlates of chronic disease mortality: Harris County, Texas 1969-71. *Tex Rep Biol Med* 1978; 36: 169-84.
- 75) Wecker L, Miller SB, Cochran SR et al. Trace element concentration in hair from Autistic Children. *J Ment Defic Res* 1985; 29 (pt 1): 15-22.
- 76) Capel ID, Pinnock MH, Dorrell HM, et al. Comparison of concentrations of some trace, bulk, and toxic metals in the hair of normal and dyslexic children. *Clinic Chem* 1981; 27(6): 879-81.
- 77) Brockel BJ, Cory-Slechta DA. Lead, attention, and impulsive behaviour: changes in a fixed waiting-for-reward paradigm. *Pharmacol Biochem Behav* 1998; 60(2): 545-52.
- 78) David OJ, Hoffman SP, Sverd J, et al. Lead and hyperactivity: Behavioural response to chelation. *Am J Psych* 1976; 133(10): 1155-8.
- 79) Masters RD. Biology and politics: linking nature with nurture. *Ann Rev Polit Sci* 2001; 4: 345-65.
- 80) Leviton A, Bellinger D, Allred EN et al. Pre and postnatal low-level lead exposure and children's dysfunction in school. *Environ Res* 1993; 60(1): 30-43.
- 81) Eppright TD, Sanfacon JA, Horwitz FA. Attention deficit hyperactivity disorder, infantile autism and elevated blood lead: a possible relationship. *Mol Med* 1996; 93(3): 136-8.
- 82) Needleman HL, Gunnoe C, Leviton A et al. Deficits in psychologic and classroom performance in children with elevated dentine lead levels. *N Eng J Med* 1994; 331(13): 689-95.
- 83) Bellinger D, Leviton A, Waternaux C, et al. Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development. *N Eng J Med* 1987; 316 (17): 1037-43.
- 84) Needleman HL, Riess JA, Tobin MJ, et al. Bone lead levels and delinquent behaviour. *JAMA* 1996; 275 (5); 363-9.
- 85) Mispelstraat: Living under the smoke of a waste incinerator. Report on the health impact of the MIWA waste incinerator in Sint Niklaas, Belgium. [www.milieugezondheid](http://www.milieugezondheid).
- 86) Schauss AG. Comparative hair-mineral analysis results of 21 elements in a random selected behaviourally "normal" 19-59 year old population and violent adult criminal offenders. *Int J Biosoc Res* 1981; 1: 21-41.
- 44
- 87) Bowdler NC, Beasley DS, Fritze EC et al. Behavioural effects of aluminium ingestion on animal and human subjects. *Pharmacol Biochem Behav* 1979; 10(4): 502-12.
- 88) Trapp GA, Miner GH, Zimmerman RL et al. Aluminium levels in the brain in Alzheimer's disease. *Biol Psychiatry* 1978; 13(6): 709-18.
- 89) Multhaup G. Amyloid precursor protein, copper and Alzheimer's disease. *Biomed Pharmacother* 1997; 51(3): 105-11.
- 90) Zapatero MD, Garcia de Jalon A, Pascual F, et al. Serum aluminium levels in Alzheimer's disease and other senile dementias. *Biol Trace Elem Res* 1995; 47 (1-3): 235-40.
- 91) Martyn CN, Barker DJ, Osmond C et al. Geographical relationship between Alzheimer's disease and aluminium in drinking water. *Lancet* 1989; 1(8763): 59-62.
- 92) Crapper DR, Krishnan SS, Dalton AJ et al. Brain aluminium distribution in Alzheimer's disease and experimental neurofibrillary degeneration. *Science* 1973; 180(85): 511-3.
- 93) Neri LC, Hewitt D. Alzheimer's disease and drinking water. *Lancet* 1991; 338 (8763): 390.
- 94) Zayed J, Ducic S, Campanella G, et al. Environmental factors in the etiology of Parkinson's disease. *Can J Neurol Sci* 1990; 17(3): 286-91.
- 95) Richters A, Richters V. A new relationship between air pollutant inhalation and cancer. *Arch Environ Health* 1983; 38(2): 69-75.
- 96) Ruaslahti E. How cancer spreads. *Scientific American* Sept 1996: 72-77.
- 97) Andersen HR, Spix C, Medina S, et al. Air pollution and daily admissions for chronic obstructive

- pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. *Eur Resp J* 1997; 10(5): 1064-71.
- 98) Sunyer J, Spix C, Quenel P, et al. Urban air pollution and emergency admissions for asthma in four European cities: the APHEA Project. *Thorax* 1997; 52(9): 760-5.
- 99) Ostro BD, Broadwin R, Lipsett MJ. Coarse and fine particles and daily mortality in the Coachella Valley, California: a follow-up study. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 2000; 10(5): 412-9.
- 100) Breslin K. The impact of ozone. *Env Health Perspectives* 1995; 103(7-8): 660-4.
- 101) Hoek G, Schwartz JD, Groot B, Eilers P. Effects of ambient particulate matter and ozone on daily mortality in Rotterdam, The Netherlands. *Arch Environ Health* 1997; 52(6): 455-63.
- 102) Den Hond E, Roels HA, Hoppenbrouwers K et al. Sexual maturation in relationship to polychlorinated aromatic hydrocarbons: Shape and Skakkebaek's hypothesis revisited. *Environ Health Perspect* 2002; 110(8): 771-6.
- 103) Eskenazi B, Mocarelli P, Warner M et al. Serum dioxin concentrations and endometriosis: a cohort study in Seveso, Italy. *Environ Health Perspect* 2002; 110(7): 629-34.
- 104) Wolff MS, Weston A. Breast cancer risk and environmental exposures. *Environ Health Perspect* 1997; 105(Suppl 4): 891-6.
- 105) Hoyer AP, Granjean P, Jorgensen T et al. Organochlorine exposure and the risk of breast cancer. *Lancet* 1998; 352 (9143): 1816-20.
- 106) Oliva A, Spira A, Multigner L et al. Contribution of environmental factors to the risk of male infertility. *Hum Reprod* 2001; 16(8): 1768-76.
- 107) Sultan C, Balaguer P, Terouanne B et al. Environmental xenoestrogens, antiandrogens and disorders of male sexual differentiation. *Mol Cell Endocrinol* 2001; 178 (1-2): 99-105.
- 108) Hardell L, van Bavel B, Lindstrom G et al. Increased concentrations of polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene and chlordanes in mothers of men with testicular cancer. *Environ Health Perspect* 2003; 111 (7): 930-4.
- 109) Tomatis L. *Transplacental Carcinogenesis*. Lyon, International Agency for Research on Cancer, IARC Scientific Publications No 4 pp100-111.
- 110) Tomatis L, Goodall CM. The occurrence of tumours in F1, F2 and F3 descendants of pregnant mice injected with 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Int J Cancer* 1969; 4(2): 219-25.
- 111) Ross P, de Swart, Visser I, et al. Relative immunocompetence of the newborn harbor seal, *Phoca vitulina*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 1994; 42(3-4): 331-48.
- 112) Ross P, de Swart R, Reijnders P, et al. Contaminant-related suppression of delayed-type hypersensitivity and antibody responses in harbor seals fed herring from the Baltic Sea. *Env Health Perspect* 1995; 103 (2): 162-7.
- 113) De Swart R. *Impaired immunity in seals exposed to bioaccumulated environmental contaminants*, PhD Thesis, Erasmus University, Rotterdam, Netherlands, 1995.
- 114) Lahvis G, Wells RS, Kuehl DW et al. Decreased lymphocyte response in free-ranging bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) are associated with increased concentration of PCBs and DDT in peripheral blood. *Env Health Perspect* 1995; 103(4): 67-72.
- 115) Cone JE, Harrison R, Reiter R. Patients with multiple chemical sensitivities: clinical diagnostic subsets among an occupational health clinic population. *In* Cullen M (ed) *Workers with Multiple Chemical Sensitivities, Occupational Medicine: State of the Art Review* 1987; 2(4):721-738 .
- 45
- 116) Sharma R. *Immunological Considerations in Toxicology*, Vols 1 and 2 (1981), CRC Press, Boca Raton, FL.
- 117) Ashford N, Miller C. *Chemical Exposures: Low Levels and High Stakes*. John Wiley & Sons 1998.
- 118) Massolo L, Muller A, Tueros M, et al. Assessment of mutagenicity and toxicity of different-size fractions of air particles from La Plata, Argentina, and Leipzig, Germany. *Environ Toxicol* 2002; 17 (3): 219-31.
- 119) Hillam RP, Bice DE, Hahn FF, Scnizelein CT. Effects of acute nitrogen dioxide exposure on cellular immunity after lung immunization. *Environ Res* 1983; 31(1): 201-11.
- 120) Carroll Wilson. *Man's Global Impact on the Environment: A Study of Critical Environmental Problems*, MIT Press, Cambridge, Mass 1971.
- 121) Mokhiber R. *The Ecologist* 1998; 28(2): 57-8.
- 122) Harrison PT, Heath JC. Apparent synergy in lung carcinogenesis: interactions between Nnitrosheptamethyleneimine, particulate cadmium and crocidolite asbestos fibres in rats. *Carcinogenesis* 1986; 7(11): 1903-8.
- 123) Wade MG, Foster WG, Younglai EV, et al. Effects of subchronic exposure to a complex mixture of persistent contaminants in male rats: systemic, immune and reproductive effects. *Toxicol Sci* 2002;

67(1): 131-43.

124) Soto AM, Chung KL, Sonnenschein C. The pesticides endosulphan, toxaphene and dieldrin have estrogenic effects on human estrogen-sensitive cells. *Environ Health Perspect* 1994; 102(4): 380-3.

125) Abou-Donia MB, Wilmarth KR, Jensen KF et al. Neurotoxicity resulting from co-exposure to pyridostigmine bromide, DEET and permethrin: Implications of Gulf War chemical exposures. *J Toxicol Env Health* 1996; 48(1): 35-56.

126) Ershoff BH. Synergistic toxicity of food additives in rats fed a diet low in dietary fibre. *J Food Sci* 1976; 41: 949-51.

127) Wade MG, Parent S, Finnson KW, et al. Thyroid Toxicity due to a subchronic exposure to a complex mixture of 16 organochlorines, lead, and cadmium. *Toxicol Sci* 2002; 67(2): 207-18.

128) Arnold SF, Klotz DM, Collins BM, et al. Synergistic activation of estrogen receptors with combinations of environmental chemicals. *Science* 1996; 272 (5267): 1489-92.

129) Li MH, Hansen LG. Enzyme induction and acute endocrine effects in prepubertal female rats receiving environmental PCB/PCDF/PCDD mixtures. *Environ Health Perspect* 1996; 104(7): 712-22.

130) Elliot P, Shaddick G, Kleinschmidt I et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Brit J Cancer* 1996; 73(5): 702-10.

131) Elliot P, Eaton N, Shaddick G et al. Cancer incidence near municipal waste incinerators in Great Britain. Part 2: Histopathological and case note review of primary liver cancer cases. *British J Cancer* 2000; 82(5): 1103-6.

132) Knox EG, Gilman EA. Migration patterns of children with cancer in Britain. *J Epidemiology & Community Health* 1998; 52(11): 716-26.

133) Knox EG. Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *Int J Epidemiology* 2000; 29 (3): 391-7.

134) Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, et al. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: Spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect* 1996; 104 (7): 750-4.

135) Viel JF, Arveux P, Baverel J, et al. Soft tissue sarcoma and non Hodgkin's lymphoma clusters around municipal solid waste incinerators with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiology* 2000; 152(1): 13-19.

136) Ohta S, Kuriyama S, Nakao et al. Levels of PCDDs, PCDFs and non-ortho coplanar PCBs in soil collected from high cancer-causing area close to batch-type municipal solid waste incinerator in Japan. *Organohalogen Compounds* 1997; 32: 155-60.

137) Gustavsson P. Mortality among workers at a municipal waste incinerator. *Am J Ind Med* 1989; 15(3): 245-53.

138) Gustavsson P, Evanoff B, Hogstedt C. Increased risk of esophageal cancer among workers exposed to combustion products. *Archives Environ Med* 1993; 48(4): 243-5.

139) ten Tusscher GW, Stam GA, Koppe JG. Open chemical combusting resulting in a localised increased incidence of orofacial clefts. *Chemosphere* 2000; 40(9-11): 1263-70.

140) Van Lorebeke N. Health effects of a household waste incinerator near Wilrijk, Belgium. *In Health Impacts of Waste Management Policies*, Hippocrates Foundation, Kos, Greece, 2000.

141) Cordier S, Chevrier C, Robert-Gnansia E et al. Risk of congenital anomalies in the vicinity of municipal solid waste incinerators. *Occup Environ Med* 2004; 61(1): 8-15.

142) Dummer TJ, Dickinson HO, Parker L. Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, North-west England, 1956-93. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57 (6): 456-61.

143) Dolk H, Vrijheld M, Armstrong B et al. Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study. *Lancet*, 1998; 352(9126): 423-7.

46

144) Elliot P, Briggs D, Morris S et al. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *BMJ*, 2001; 323(7309): 363-8.

145) Croen LA, Shaw GM, Sanbonmatsu L et al. Maternal residential proximity to hazardous waste sites and risk for selected congenital malformations. *Epidemiology* 1997; 8(4): 347-54.

146) Orr M, Bove F, Kaye W et al. Elevated birth defects in racial or ethnic minority children of women living near hazardous waste sites. *Int J Hyg Environ Health*, 2002; 205(1-2): 19-27.

147) Johnson BL. A review of the effects of the effects of hazardous waste on reproductive health. *Am J of Obstetrics and Gynecology* 1999; 181: S12-S16.

148) NCI, 1991: "Cancer Statistics Review 1973-88", NIH Publications No 91-2789.

149) Tomatis L, *Cancer, Causes, Occurrence and Control*, IARC Scientific publications 100, (Lyon, France, IARC 1996) 21.

150) *Graphs of chemical production: From International Trade Commission*, Washington DC.

151) Davies DL, Hoel D, Foxj, Lopez A. International trends in cancer mortality in France, West Germany, Italy, Japan, England and Wales and the USA. *Lancet* 1990; 336 (8713): 474-81.

- 152) Pickle LW, Mason TJ, Fraumeni JF Jr. The new United States Cancer Atlas. Recent Results Cancer Res, 1989; 114: 196-207.
- 153) Najem GR, Louria DB, Lavenhar MA et al. Clusters of cancer mortality in New Jersey municipalities, with special reference to chemical toxic waste disposal sites and *per capita* income. Int J Epidemiol 1985; 14(4): 528-37.
- 154) Najem GR, Greer W. Female reproductive organs and breast cancer mortality in New Jersey Counties and the relationship with certain environmental variables. Prev Med 1985; 14(5): 620-35.
- 155) Hoover R, Fraumeni JF Jr. Cancer mortality in US counties with chemical industries. Environ Res 1975; 9(2): 196-207.
- 156) Goldman BA. The Truth About Where You Live: An Atlas for Action on Toxins and Mortality. New York: Random House 1991.
- 157) Zahm SH, Blair A. Cancer among migrant and seasonal farmers: an epidemiologic review and research agenda. Am J of Ind Med 1993; 24(6): 753-66.
- 158) Tornling G, Gustavsson P, Hogstedt C. Mortality and cancer incidence among Stockholm fire fighters. Amer J Industrial Med 1994; 25(2): 219-28.
- 159) Zahm SH, Weisenburger DD, Babbitt PA et al. A case control study of non-Hodgkin's Lymphoma and the Herbicide 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in Eastern Nebraska. Epidemiology 1990; 1(5): 349-56.
- 160) Hardell L, Eriksson M, Lenner P et al. Malignant lymphoma and exposure to chemicals, especially organic solvents, chlorophenols and phenoxy acids: a case control study. Brit J Cancer 1981; 43(2): 169-76.
- 161) Harshbarger JC and Clark JB. Epizootiology of neoplasms in bony fish of North America. Sci Total Environ 1990; 94(1-2): 1-32.
- 162) Hayes HM Jr, Hoover R, Tarone RE. Bladder cancer in pet dogs: a sentinel for environmental cancer. Am J Epidemiol 1981; 114(2): 229-33.
- 163) Baumann PC, Harshbarger JC. Decline in liver neoplasms in wild brown bullhead catfish after coking plant closes and environmental PAHs plummet. Environ Health Perspect 1995; 103: 168-70.
- 164) Perera F.P, Hemminki K, Gryzbowska E et al. Molecular and Genetic Damage in Humans from Environmental Pollution in Poland. Nature 1992; 360 (6401): 256-58.
- 165) Perera FP, Mooney LA, Stamfer M et al. Associations between carcinogen-DNA damage, glutathione S transferase genotypes, and risk of lung cancer in the prospective Physician's Health Cohort Study. Carcinogenesis 2002; 23(10): 1641-6.
- 166) Lewis-Michl EL, Melius JM, Kallenbach LR et al. Breast cancer risk and residence near industry or traffic in Nassau and Suffolk Counties, Long Island, New York. Arch Environ Health 1996; 51(4): 255-65.
- 167) The Long island Breast Cancer Study Reports 1-3 (1988-90), New York State Department of Health, Department of Community and Preventative Medicine, Nassau County Department of Health and Suffolk County Department of Health Services.
- 168) Aschengrau A, Ozonoff DM. Upper Cape Cancer Incidence Study: Final Report. Boston: Mass. Depts of Public Health and Environment Protection 1991.
- 169) Aschengrau A, Ozonoff D, Paulu C et al. Cancer risk and tetrachloroethylene-containing drinking water in Massachusetts. Arch Environ Health 1995; 48(5): 284-92.
- 170) McKelvey W, Brody JG, Aschengrau A et al. Association between residence on Cape Cod, Massachusetts, and breast cancer. Ann Epidemiol 2004; 14(2): 89-94.
- 171) Fagliano J, Berry M, Boye F et al. Drinking water contamination and the incidence of leukaemia: an ecologic study. Am J Public Health 1990; 80 (10): 1209-12.
- 172) Cantor KP et al., Water Pollution *In* Schottenfeld D and Fraumeni JF Jr (eds.), Cancer Epidemiology and Prevention, 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Oxford Univ Press 1996.
- 47
- 173) Lagakos S.W et al. An analysis of contaminated well water and health effects in Woburn, Massachusetts. J Amer Stat Assoc 1986; 395: 583-96.
- 174) Osborne J.S, Shy CM, Kaplan BH. Epidemiologic analysis of a reported cancer case cluster in a small rural population. Am J Epidemiol 1990; 132 (Supp 1): S87-95.
- 175) Lampi P, Hakulinen T, Luostarinen et al. Cancer incidence following chlorophenol exposure in a community in Southern Finland. Arch Environ Health 1992; 47(3): 167-75.
- 176) IARC Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Suppl 7 (Lyon, France: IARC 1987).
- 177) US.DHHS Seventh Annual Report on Carcinogens, Research Triangle Park, NC:us. Department of Health and Human Services, 1990.
- 178) Holzman D. Banking on tissues. Environ Health Perspect 1996; 104(6): 606-10.
- 179) Moses M, Johnson ES, Anger WK et al. Environmental equity and pesticide exposure. Toxicol

- Ind Health 1993; 9(5): 913-59.
- 180) Body Burden: Executive Summary, 2003, Environmental Working Group, Mount Sinai School of Medicine and Commonweal. [www.ewg.org/reports/bodyburden/](http://www.ewg.org/reports/bodyburden/)
- 181) Foster W, Chan S, Platt L, Hughes C. Detection of endocrine disrupting chemicals in samples of second trimester human amniotic fluid. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85(8): 2954-7.
- 182) Zieger M. Biomarkers: The clues to genetic susceptibility. *Environ Health Perspect* 1994; 102(1): 50-7.
- 183) Rodier PM. Developing brain as a target of toxicity. *Environ Health Perspect* 1995; 103 Suppl 6: 73-6.
- 184) Pritchard C, Baldwin D, Mayers A. Changing patterns of adult neurological deaths (45-74 years) in the major western world countries (1979-1997). *Public Health* 2004; 118(4): 268-83.
- 185) Taylor B, Miller E, Farrington CP et al. Autism and measles, mumps and rubella vaccine: no epidemiological evidence for a causal association. *Lancet* 1999; 353(9169): 2026-9.
- 186) Rybicki RA, Johnson CC, Uman J, Gorrell JM. Parkinson's disease mortality and the industrial use of heavy metals in Michigan. *Mov Disord* 1993; 8(1): 87-92.
- 187) Strahilevitz M, Strahilevitz A, Miller JE. Air pollutants and the admission rate of psychiatric patients. *Am J Psychiatry* 1979; 136(2): 205-7.
- 188) Briere J, Downes A, Spensley J. A summer in the city: urban weather conditions and psychiatric emergency room visits. *J Abnorm Psychol* 1983; 92(1): 77-80.
- 189) Morrow LA, Kamis H, Hodgson MJ. Psychiatric symptomatology in persons with organic solvent exposure. *J Consult Clin Psychol* 1993; 61(1): 171-4.
- 190) Morrow LA, Stein L, Scott A et al. Neuropsychological assessment, depression and past exposure to organic solvents. *Applied Neuropsychol* 2001; 8(2): 65-73.
- 191) Hall RW. A study of mass murder: evidence of underlying cadmium and lead poisoning and brain-involved immunoreactivity. *Int J Biosoc Med Res* 1989; 11: 144-52.
- 192) Marlowe M, Schneider HG, Bliss LB. Hair mineral analysis in emotionally disturbed and violence prone children. *Int J Biosoc Med Res* 1991; 13: 169-79.
- 193) Pihl RO, Ervin F. Lead and cadmium levels in violent criminals. *Psychol Rep* 1990; 66(3Pt 1): 839-44.
- 194) Denno DW. Gender, crime and the criminal law defences. *J Crim Law Criminol* 1994; 85: 80-180.
- 195) Deborah Denno. *Biology and Violence: From Birth to Adulthood*. Cambridge University Press, 1990.
- 196) Stretesky PB, Lynch MJ. The relationship between lead exposure and homicide. *Arch Ped Adolesc Med* 2001; 155(5): 579-82.
- 197) Stretesky PB, Lynch MJ. The relationship between lead and crime. *J Health & Soc Behav* 2004; 45(2): 214-29.
- 198) Centers for Disease Control. Blood and hair mercury levels in young children and women of childbearing age. United States 1999 Morbidity and Mortality Report, 2001; 50: 140-43.
- 199) Anderson LM, Diwan BA, Fear NT, Roman E. Critical windows of exposure for children's health: cancer in human epidemiological studies and neoplasms in experimental animal models. *Environ Health Perspect* 2000; 108 suppl 3: 573-94.
- 200) US Environmental Protection Agency, Office of Pollution Protection and Toxic Substances, Chemical Hazard Data Availability Study: What do we really know about high production volume chemicals? USEPA: Washington DC, 1998.
- 201) Sonnenschein C, Soto AM. An Updated review of environmental estrogen and androgen mimics and antagonists. *J Steroid Biochem Mol Biol* 1998; 65 (1-6): 143-50.
- 202) Markey CM, Coombs MA, Sonnenschein C, Soto AM. Mammalian development in a changing environment: exposure to endocrine disruptors reveals the developmental plasticity of steroid-hormone target organs. *Evol Dev* 2003; 5(1): 67-75.
- 48**
- 203) Tilson HA, Jacobson JL, Rogan WJ. Polychlorinated biphenyls and the developing nervous system: cross species comparisons. *Neurotoxicol Teratol* 1990; 12 (3): 239-48.
- 204) Weisgals-Kuperas N, Patandin S, Berbers GA, et al. Immunological effects of background exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in Dutch preschool children. *Environ Health Perspect* 2000; 108(12): 1203-7.
- 205) Rogan WJ, Gladen BC, McKinney JD, et al. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and dichlorodiphenyldichloroethene (DDE) in human milk: effects of maternal factor and previous lactation. *Am J Public Health* 1986; 76(2): 172-7.
- 206) Body Burden: The Pollution in Newborns: Executive Summary, July 2005, Environmental Working Group, Mount Sinai School of Medicine and Commonweal. [www.ewg.org/reports/](http://www.ewg.org/reports/)

bodyburden2/execsumm.php

- 207) A Present for Life: Hazardous chemicals in umbilical cord blood. WWF/Greenpeace, September 2005. [www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/umbilicalcordreport.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/umbilicalcordreport.pdf)
- 208) Jensen AA, Slorach SA. Assessment of infant intake of chemicals via breast milk *in* Chemical Contaminants in Human Milk. Boca Raton: CRC Press 1991. pp215-22.
- 209) Koopman-Esseboom C, Huisman M, Weisglas-Kuperus N, et al. Dioxin and PCB levels in blood and human milk in relation to living in the Netherlands. *Chemosphere* 1994; 29 (9-11): 2327-38.
- 210) Patandin S, Dagnelie PC, Mulder PG, et al. Dietary exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins from infancy until adulthood: a comparison between breast-feeding, toddler and long-term exposure. *Environ Health Perspect* 1999; 107(1): 45-51.
- 211) Rogan WJ, Bagniewska A, Damstra T. Pollutants in breast milk. *N Engl J Med* 1980; 302(26): 1450-3.
- 212) Jacobson JL, Jacobson SW. Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls and attention at school age. *J Paediatr* 2003; 143(6): 780-8.
- 213) Jacobson JL, Jacobson SW. Association of prenatal exposure to an environmental contaminant with intellectual function in childhood. *J Toxicol Clin Toxicol* 2002; 40(4): 467-75.
- 214) Jacobson JL, Jacobson SW. Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. *N Eng J Med* 1996; 335(11): 783-9.
- 215) Kinbrough RD. Toxicological implications of human milk residues as indicated by toxicological and epidemiological studies *in* Jensen AA & Slorach SA: Chemical Contaminants in Human Milk, 1990 pp271-83.
- 216) Rice DC. Behavioural impairment produced by low-level postnatal PCB exposure in monkeys. *Env Res* 1999; 80(2 Pt 2): S113-S121.
- 217) Rice DC. Effects of postnatal exposure of monkeys to a PCB mixture on spatial discrimination reversal and DRL performance. *Neurotoxicol Teratol* 1998; 20(4): 391-400.
- 218) Rice DC, Hayward S. Effects of postnatal exposure to a PCB mixture in monkeys on non-spatial discrimination reversal and delayed alternation performance. *Neurotoxicology* 1997; 18(2): 479-94.
- 219) Hallgren S, Sinjari T, Hakansson H, Darnerud PO. Effects of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) on thyroid hormone and vitamin A levels in rats and mice. *Arch Toxicol* 2001; 75(4): 200-8.
- 220) Hooper K, McDonald TA. The PBDEs: an emerging environmental challenge and another reason for breast milk monitoring programs. *Env Health Perspect* 2000; 108(5): 387-92.
- 221) Moolgavkar SH, Venzon DJ. Two-event model for carcinogenesis: incidence of curves for childhood and adult tumours. *Maths Biosci* 1979; 47: 55-77.
- 222) Rodier PM. Chronology of neuron development: animal studies and their clinical implications. *Dev Med Child Neurol* 1980; 22(4): 525-45.
- 223) Ekbohm A, Hsieh CC, Lipworth L, et al. Intrauterine environment and breast cancer risk in women: a population-based study. *J Natl Cancer Inst* 1997; 89(1): 71-6.
- 224) Knox EG. Childhood cancers and atmospheric carcinogens. *J Epidemiol Community Health* 2005; 59(2): 101-5.
- 225) Tomatis L. Overview of perinatal and multigeneration carcinogenesis. *ARC Sci Publ* 1989; 96: 1-15.
- 226) Anderson LM, Donovan PJ, Rice JM. Risk assessment for transplacental carcinogenesis. *In* New Approaches in Toxicity Testing and their Application in Human Risk Assessment (ed Li AP). 1985 pp179-202.
- 227) Landrigan PJ, Garg A. Chronic effects of toxic environmental exposures in children's health. *J Toxicol Clinical Toxicol* 2002; 40(4): 449-56.
- 228) Calabrese E.J. Age and Susceptibility to Toxic Substances. New York, John Wiley & Sons 1986.
- 229) National Academy of Sciences. Scientific Frontiers in Developmental Toxicology and Risk Assessment. National Academy Press, Washington DC 2000.
- 230) Jacobson JL, Jacobson SW, Humphrey HE. Effects of *in utero* exposure to polychlorinated biphenyls and related contaminants on cognitive functioning in young children. *J Paediatr* 1990; 116 (1): 38-45.
- 49
- 231) Needleman HL, Leviton A, Bellinger D. Lead-associated intellectual deficit. *N Eng J Med* 1982; 306(6): 367.
- 232) Rinsky RA et al. Benzene and leukemia: an epidemiologic risk assessment. *N Eng J Med* 1987; 316(17): 1044-50.
- 233) Pelkonen O. Comparison of activities of drug-metabolizing enzymes in human fetal and adult livers. *Clinic Pharmacol Ther* 1973; 14(5): 840-6.
- 234) Hattis D, Russ A, Goble R, et al. Human interindividual variability in susceptibility to airborne

- particles. *Risk Anal* 2001; 21(4): 585-99.
- 235) Friedman R. Sensitive Populations and Environmental Standards. The Conservative Foundation, Washington DC (1981).
- 236) European Commission 2000. Communications from the Commission on the Precautionary Principle (COM (2000) 1) Brussels. URL: [http://europa.eu.int/comm/dgs/health\\_consumer/library/pub/pub07\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf) (accessed 30 November 2003).
- 237) Grandjean P, Bailar JC, Gee D, et al. Implications of the precautionary principle in research and policy-making. *Am J Ind Med* 2004; 45(4): 382-5.
- 238) Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of the epidemiological studies. *Ann Ist Super Sanita*, 2004; 40(1): 101-15.
- 239) Rice DC, Evangelista de Duffard AM, Duffard R et al. Lessons for neurotoxicology from selected model compounds SGOMSEC joint report. *Env Health Perspect* 1996; 104 (Supp 2): 205-15.
- 240) Waste Working Group, Friends of the Earth, Ireland and Voice. Submission to the Limerick, Clare, Kerry Regional Waste Plan 2000.
- 241) Wulf-Schnabel J, Lohse J. Economic evaluation of dust abatement techniques in the European Cement Industry. A report produced for the European Commission, May 1999.
- 242) Pianin E. Study finds Net Gain from Pollution rules. *Washington Post*, Sept 27<sup>th</sup>, 2003.
- 243) World Wildlife Fund Report: Compromising Our Children: Chemical Impacts on Children's intelligence and Behaviour, June 2004. [www.wwf.org.uk/chemicals](http://www.wwf.org.uk/chemicals)
- 244) Berd V et al (eds.), *Childhood Cancer and Nuclear Installations* (London, BMJ Publishing Group 1993).
- 245) Gardner MJ. Childhood leukaemia around the Sellafield nuclear plant. *In* P Elliot et al (eds.) *Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small Area Studies*. Oxford, Oxford University Press 1992, pp291-309.
- 246) Heasman MA, Kemp IW, Urquart JD, Black R. Childhood cancer in Northern Scotland. *Lancet* 1986; 1 (8475): 266.
- 247) Roman E, Watson A, Beral V, et al. Case control study of leukemia and Non-Hodgkin lymphoma among children aged 0-4 Years living in West Berkshire and North Hampshire health districts. *BMJ* 1993; 306(6878): 615-21.
- 248) Morris MS, Knorr RS. Adult leukemia and proximity-based surrogates for exposure to Pilgrim plant's nuclear emissions. *Arch Environ Health* 1996; 51(4): 266-74.
- 249) Clapp RW et al. Leukaemia near Massachusetts nuclear power plant. *Lancet* 1987; 2(8571): 1324-5.
- 250) National Research Council (2000): *Waste Incineration and Public Health* ISBN: 0-309-06371-X, Washington DC, National Academy Press.
- 251) Mittal AK, Van Grieken R, Ravindra.. Health risk assessment of urban suspended particulate matter with special reference to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. *Rev Environ Health* 2001; 16 (Pt 3): 169-89.
- 252) Final report to the North American Commission for Environmental Cooperation (Flushing, N.Y.: Centre for the Biology of Natural systems, Queens College, CUNY, 2000).
- 253) Raloff FJ. Even Nunavut gets plenty of dioxin. *Science News* 2000; 158 : 230.
- 254) National Research Council (NRC). *Toxicity Testing: Strategies to Determine Needs and Priorities* (1984), National Academy Press, Washington, D.C.
- 255) Moore CF. *Silent Scourge: Children, Pollution and Why Scientists Disagree*. Oxford University Press, 2003, Oxford.
- 256) Schettler T, Solomon G, Valenti M and Huddle A. *Generations at Risk: Reproductive Health and the Environment*, 1999, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, & London.
- 257) Friends of the Earth Briefing. *Incinerators and Deprivation*, Jan 2004.

50

## **Publications by the British Society for Ecological Medicine**

(under its previous name The British Society for Allergy Environmental and Nutritional Medicine, BSAENM)

**Environmental Medicine in Clinical Practice.** Honor Anthony, Sybil Birtwistle, Keith Eaton and Jonathan Maberly. BSAENM Publications 1997, 483 pages, 242 figures and tables, over 1,000 references. ISBN 0 9523397 2 2. The first comprehensive text for doctors on ecological medicine.

Scientific Reports

**Effective Allergy Practice: A Document on Standards of Care and**

Management for the Allergy Patient. BSAENM Publications 1994. ISBN 09523397 0 6

*and* in the Journal of Nutritional and Environmental Medicine 1995; 5: 79-104.

**Effective Nutritional Medicine:** the application of nutrition to major health problems. BSAENM Publications 1995. ISBN 0 9523397 1 4.

*and* in the Journal of Nutritional and Environmental Medicine 1996; 6: 191-232.

**Multiple Chemical Sensitivity:** Recognition and Management. A document on the health effects of everyday chemical exposures and their implications. BSAENM Publications 2000. ISBN 0 9523397 3 0

*and* in the Journal of Nutritional and Environmental Medicine 2000; 10 39-84.

All available from The British Society for Ecological Medicine, Po Box 7, Knighton, LD7 1WT Phone (premium line) 09063020010, Fax 01547 550339.