

## Indagine sui livelli ematici di piombo nella popolazione spezzina

Roberto NERI e Franco PALMIERI

*Laboratorio Medico-Biotossicologico, Azienda Sanitaria Locale 5, La Spezia*

**Riassunto.** - Sono riportati i risultati del monitoraggio biologico (misura del Pb nel sangue) nella popolazione nella provincia spezzina, ottenuti nel 1992 nella seconda campagna italiana di sorveglianza biologica contro il rischio di saturnismo in attuazione del Decreto del Presidente della Repubblica 496 del 1982 (DPR 496/82). Sono stati esaminati individui non esposti a fonti significative di inquinamento da piombo e l'intero corpo dei vigili urbani municipali in qualità di soggetti sottoposti a traffico autoveicolare. Nei soggetti adulti non esposti i valori mediani della piombemia (PbE) nei maschi e nelle femmine erano rispettivamente di 102,25 µg/l e 69 µg/l. In un gruppo di 74 bambini (45 maschi e 29 femmine) i valori mediani erano 46,5 µg/l nei maschi e 38 µg/l nelle femmine. Nei vigili urbani (55 soggetti) esaminati nel 1990, 1993 e 1996 i valori mediani del PbE sono scesi da 140 µg/l a 85 µg/l e infine a 72 µg/l. Dai dati raccolti si può affermare che, a partire dai primi anni '90, i livelli ambientali di piombo e la sua concentrazione ematica negli abitanti del comprensorio spezzino hanno mostrato una progressiva e significativa diminuzione che può essere messa in relazione con la diminuzione, *ope legis*, della concentrazione di questo metallo nella benzina.

**Parole chiave:** piombo, piombo nel sangue, monitoraggio biologico, popolazione generale, vigili urbani, La Spezia, Italia.

**Summary** (*Evaluation of blood lead levels in the population of La Spezia, Italy*). - The Istituto Superiore di Sanità, according to the Presidential Decree 496 of 1982 (known as DPR 486/82), has promoted, starting from 1992, the second Italian campaign of biological monitoring of the general population against the risk of lead intoxication. Within the framework of this campaign, a total of 927 subjects residing in the city of La Spezia have been examined in 1992. Biological monitoring of lead exposure has been carried out by means of the determination of lead in blood. Both non exposed subjects and all the traffic wardens (*vigili urbani*) of La Spezia - exposed to the combustion of gasoline containing organic lead as antiknock additive - have been examined. Among non occupationally exposed adult subjects, median values for males and females were 102.25 µg/l and 69 µg/l, respectively. In a group of 74 children (45 males and 29 females) median values were 46.5 µg/l in male subjects and 38 µg/l in female subjects. The results obtained for the same group of traffic wardens in 1990 and 1996 are also reported in this paper. Among 55 subjects observed in 1990, 1993 and 1996 median blood lead levels were 140 µg/l, 85 µg/l and 72 µg/l, respectively. The comparison of data obtained starting from 1990 indicate a significant stepwise decline in both environmental lead pollution and blood lead levels of subjects residing in the city of La Spezia. These time trends can be attributed to the decreased concentration of lead in gasoline.

**Key words:** lead, blood lead, biological monitoring, general population, traffic wardens, La Spezia, Italy.

### Introduzione

Il monitoraggio biologico dell'esposizione a piombo si è basato - a partire dalla seconda metà degli anni '70 - e si basa tuttora, fondamentalmente, sul dosaggio dei livelli di piombo nel sangue (PbE). Dati ottenuti in altri paesi industrializzati quali Stati Uniti [1], vari paesi europei [2-4] e Italia [5, 6] hanno dimostrato un progressivo declino nei livelli di PbE. Tale declino è stato attribuito in gran parte alla diminuzione del piombo nelle benzine [1, 4, 5].

La presente ricerca, relativa al monitoraggio biologico dell'esposizione a piombo, si è svolta nella provincia di La Spezia nel corso del 1992 nell'ambito

della seconda campagna di sorveglianza biologica contro il rischio di saturnismo promossa dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) in attuazione del Decreto del Presidente della Repubblica 496 del 1982 (DPR 496/82) [7].

Tenendo conto dei dati storici acquisiti dal nostro laboratorio sono stati misurati i livelli di PbE in un campione di soggetti non esposti a fonti significative di inquinamento da piombo (adulti non esposti) e l'intero corpo dei vigili urbani municipali (vigili urbani) in qualità di soggetti sottoposti a traffico autoveicolare e conseguentemente esposti al piombo proveniente dalla combustione delle benzine. Ad integrazione e completamento del presente lavoro vengono riportati gli interes-

santi risultati del monitoraggio dei vigili urbani a partire dal 1990. Il monitoraggio dell'esposizione a piombo è stato effettuato anche in un campione di bambini di età inferiore a 12 anni.

### Materiali e metodi

Alla ricerca hanno aderito complessivamente, su base volontaria, 927 individui residenti nella città di La Spezia.

Il campione di soggetti adulti non esposti risultava composto di 767 individui (474 maschi e 293 femmine), abitanti dei quartieri sud-orientali della città, area nella quale fu realizzata nei primi anni '80 una analoga indagine da parte dell'Università di Genova, e da donatori di sangue afferenti al Centro Emotrasfusionale dell'Ospedale Civile di La Spezia.

Il campione di soggetti adulti esposti era composto di 86 soggetti (77 maschi e 9 femmine) e risultava costituito per la maggior parte (75 soggetti su un totale di 86) da vigili urbani. Gli altri soggetti risultavano avere le seguenti occupazioni: addetto alle pompe di benzina (n. 3), operaio presso le FFSS (n. 2), operaio in cantiere navale (n. 2), addetto alle saldature (n. 1), esattore pedaggi autostradali (n. 1); demolitore di caldaie (n. 1); operaio di fonderia (n. 1). Eccetto che per il gruppo dei vigili urbani, la esiguità dei soggetti non permetteva una analisi statistica specifica per tipo di occupazione.

Presso un laboratorio di analisi cliniche della Azienda Sanitaria Locale Spezzina è stato valutato anche un campione di 74 bambini (45 maschi e 29 femmine) di età inferiore a 12 anni. I bambini pur essendo sottoposti ad accertamenti diagnostici non presentavano patologie che potessero inficiare i risultati della ricerca.

A tutti gli individui esaminati è stato prelevato un campione di sangue per il dosaggio del PbE (in µg/l) e di altri parametri ematochimici nel plasma, quali: ematocrito (Ht, %); creatinina (mg/l); trigliceridi (mg/dl), colesterolo (mg/dl), HDL-colesterolo (mg/dl), γ-glutamiltanspeptidasi (γ-GT, UI/l). Inoltre, per quanto riguarda i soggetti adulti, è stata misurata la pressione arteriosa sia diastolica che sistolica in posizione seduta. Tutti i soggetti sono stati intervistati sulla base di un questionario standard predisposto dall'ISS al fine di acquisire dati anagrafici ed anamnestici, informazioni sulle caratteristiche ambientali dei luoghi di abitazione e lavoro, su alcune abitudini alimentari e sul consumo di alcol e di fumo. In particolare venivano richieste informazioni su: sesso (maschio, femmina); età (in anni); peso (kg); altezza (m); esposizione attuale o pregressa sul luogo di lavoro (si/no); zona di abitazione (rurale, centrale, periferica); intensità del traffico nella zona di abitazione (scarso,

moderato, intenso); intensità del traffico nella strada di abitazione (scarso, moderato, intenso); piano dell'abitazione di residenza (primo, secondo, terzo o successivi); tipo di acqua bevuta (di rete, pozzo, minerale); consumo di vino (assente, ≤ 0,25l; 0,25-0,5l; 0,5-1l; > 1l); abitudine al fumo (non fumatore, ex fumatore; 1-5 sigarette/die, 6-10 sigarette/die, 11-20 sigarette/die, > 20 sigarette/die); consumo di latte (si/no). Peso (in kg) ed altezza (in m) venivano utilizzate per calcolare l'indice di massa corporea "body mass index" (BMI) secondo la formula:  $BMI = \text{peso}/\text{altezza}^2$ .

L'analisi quantitativa del PbE (µg/l) è stata eseguita sul sangue intero mediante determinazione diretta dell'elemento in spettrofotometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica (ETA-AAS), piastriforma del L'Vov e correzione del fondo con effetto Zeeman longitudinale (Perkin Elmer 4100 ZL) abbinato al protocollo "stabilized temperature platform furnace" (STPF), che prevede l'uso di modificanti di matrice durante la fase di incenerimento.

Il campione di sangue, prelevato con anticoagulante Na-eparina, è stato utilizzato dopo diluizione 1:5 con una soluzione di Triton allo 0,2% in acqua ultrapura (ELGASTAT UHQ II) e aggiunta in fornello di modificante di matrice (miscela di fosfato di ammonio monobasico e nitrato di magnesio). Tutto il materiale utilizzato è stato preventivamente decontaminato con acido nitrico 1% (Suprapur Merk) per 24 ore e risciacquato abbondantemente con acqua deionizzata esente da metallo.

Le prove di cessione eseguite su tutto il materiale di consumo non hanno mostrato rilascio di piombo superiore al limite di rivelabilità. Quest'ultimo, calcolato come tre volte la deviazione standard del bianco reagenti, è risultato pari a 6 µg/l (misure in aree di picco). La massa caratteristica calcolata è risultata mediamente 38 pg. I valori della concentrazione ematica dell'elemento sono stati calcolati come valore medio di due determinazioni consecutive eseguite su due aliquote diverse ma di uguale volume provenienti dallo stesso campione.

L'accuratezza e la precisione delle corse analitiche è stata valutata per mezzo di sangue di controllo a tre livelli di concentrazione nota di elemento (Seronorm Trace Elements, Whole blood I, II, III - Nycomed Pharma AS, Oslo, Norway).

L'accuratezza delle determinazioni quantitative della PbE è stata inoltre verificata attraverso la partecipazione al circuito nazionale di verifica esterna di qualità (Progetto METOS) organizzato dal Laboratorio di Biochimica Clinica dell'ISS [8-10]. Nel periodo dello screening la percentuale di risultati accettabili ottenuti sui campioni di controllo esterno di qualità è stata dell'84% con un errore medio calcolato su tutti i risultati pari al

12,1%. Inoltre, circa il 10% dei campioni relativi ai soggetti esaminati (n. 92) sono stati analizzati anche presso l'ISS. La deviazione percentuale per ogni campione veniva calcolata come:

$$\frac{|\text{risultato del laboratorio} - \text{risultato ISS}|}{\text{risultato ISS}} \times 100$$

e quindi veniva calcolata la deviazione percentuale media. La deviazione percentuale media per tutti i campioni analizzati è risultata pari all'8,2%.

Per alcune analisi statistiche (analisi della varianza, regressione lineare e multipla) i valori della PbE sono stati trasformati in logaritmi per ottenere una variabile che approssimasse una distribuzione normale.

Inoltre per ogni gruppo di soggetti sono state calcolate la media geometrica (MG) e la deviazione standard geometrica (DSG); i limiti superiore ed inferiore dell'intervallo geometrico (int-geo) sono stati calcolati con le seguenti formule:

limite inferiore:  $MG / (DSG^2)$

limite superiore:  $MG \cdot (DSG^2)$

## Risultati

Nel gruppo degli adulti non esposti, composto di 767 soggetti, l'età (media aritmetica  $\pm$  deviazione standard, media  $\pm$  DS) era di  $48 \pm 16,5$  anni (mediana 46 anni). La maggior parte degli individui (n. 465) abitava in zone periferiche con traffico veicolare intenso. Circa la metà di questi risiedeva in zone sottoposte a potenziali sorgenti esterne di piombo (insediamenti industriali, cantieri navali). L'abitudine al fumo veniva rilevata per 181 soggetti mentre 117 erano ex fumatori. La quasi totalità

dei non esposti non aveva l'abitudine al consumo di superalcolici, mentre 412 soggetti bevevano abitualmente vino, in quantità inferiore al mezzo litro giornaliero. La mediana delle PbE era pari a  $89,5 \mu\text{g/l}$  ( $431,9 \text{ nmoli/l}$ ). Le altre statistiche relative alla PbE sono riportate nella Tab. 1. L'età media del campione di sesso maschile (n. 474) è risultata di  $46 \pm 14,6$  anni (mediana 45 anni). La mediana delle concentrazioni di PbE dei maschi era di  $100,25 \mu\text{g/l}$  ( $483,8 \text{ nmoli/l}$ ). L'età media del campione di sesso femminile è risultata di  $50 \pm 18,9$  anni (mediana 50 anni). La mediana delle PbE nelle femmine è risultata di  $69 \mu\text{g/l}$  ( $333,0 \text{ nmoli/l}$ ). Le altre statistiche relative alla PbE per i maschi e le femmine sono riportate in Tab. 1. Nel gruppo dei non esposti, l'analisi della varianza (effettuata tramite test di Fisher, F) ha messo in evidenza degli aumenti significativi della PbE in rapporto all'aumentare dell'età ( $F = 66,56$ ;  $p < 0,00001$ ) al BMI ( $F = 17,46$ ;  $p < 0,00001$ ) al consumo di vino ( $F = 73,04$ ;  $p < 0,00001$ ) al consumo di sigarette ( $F = 9,54$ ;  $p < 0,00001$ ) alla assenza di consumo di latte ( $F = 10,19$ ;  $p < 0,0014$ ) (Tab. 2). Anche le differenze dovute al sesso risultavano significative ( $F = 87,63$ ;  $p < 0,00001$ , con valori più elevati nei maschi) (Tab. 2). Aumenti significativi della PbE erano messi in evidenza anche in rapporto all'Ht ( $F = 39,52$ ;  $p < 0,0001$ ), al colesterolo ( $F = 9,96$ ;  $p < 0,0001$ ) alla creatinina ( $F = 27,21$ ;  $p < 0,0001$ ), ai trigliceridi ( $F = 11,40$ ;  $p < 0,0001$ ), e alle  $\gamma$ -GT ( $F = 72,89$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tab. 3). L'analisi di regressione multipla è stata effettuata con un modello che prevedeva come variabile dipendente la PbE dopo trasformazione logaritmica e come variabili indipendenti età, sesso, BMI, zona di abitazione, intensità traffico zona abitazione, intensità traffico strada abitazione, piano abitazione, abitudine al fumo, consumo di vino e le altre variabili ematochimiche; è stata messa in evidenza una associazione significativa tra il logaritmo naturale della PbE e le

**Tabella 1.** - Livelli di PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) nei vari gruppi di soggetti esaminati a La Spezia nel 1992. Sono riportati il sesso, il numero di soggetti, la PbE e il  $\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$

	Sesso	n.	PbE ( $\mu\text{g/l}$ )		$\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ (Media $\pm$ DS)	MG (DSG)	int-geo	
			(Media $\pm$ DS)	Mediana			Li	Ls
Adulti non esposti	M	474	$116,8 \pm 66,25$	100,25	$4,6294 \pm 0,5029$	102,5 (1,65)	37,5 - 280,1	
	F	293	$83,1 \pm 51,06$	69	$4,2698 \pm 0,5388$	71,5 (1,71)	24,3 - 210,1	
	M + F	767	$103,9 \pm 63,03$	89,5	$4,4920 \pm 0,5454$	89,3 (1,73)	30,0 - 265,8	
Adulti esposti (vigili urbani)	M+F	75	$92,2 \pm 36,28$	85,5	$4,4469 \pm 0,3997$	85,4 (1,49)	38,4 - 189,9	
Bambini	M	45	$51,3 \pm 21,20$	46,5	$3,8721 \pm 0,3474$	48,0 (1,42)	24,0 - 96,2	
	F	29	$43,3 \pm 16,31$	38	$3,7040 \pm 0,3563$	40,6 (1,43)	19,9 - 82,9	
	M+F	74	$48,1 \pm 19,70$	40,5	$3,8065 \pm 0,3580$	45,0 (1,43)	22,0 - 92,1	

DS: deviazione standard; MG: media geometrica; DSG: deviazione standard geometrica; Li: limite inferiore; Ls: limite superiore dell'intervallo geometrico (int-geo).

**Tabella 2.** - Medie aritmetiche e deviazioni standard della PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) prima e dopo trasformazione logaritmica  $\ln[\text{PbE}$  ( $\mu\text{g/l}$ )], nelle categorie di età, sesso, BMI, zona di abitazione, intensità traffico zona di abitazione, intensità traffico strada abitazione, consumo di vino, abitudine al fumo e consumo di latte nel gruppo degli adulti non esposti. Il confronto fra le varie categorie è avvenuto attraverso l'analisi della varianza sui dati trasformati

	n. soggetti	PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) (Media $\pm$ DS)	$\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ (Media $\pm$ DS)	F	p
<i>Età, anni</i>				66,56	< 0,00001
< 35	197	69,9 $\pm$ 37,89	4,115 $\pm$ 0,471		
36-46	189	95,9 $\pm$ 52,05	4,438 $\pm$ 0,493		
47-59	192	123,4 $\pm$ 66,86	4,696 $\pm$ 0,481		
> 59	189	128,8 $\pm$ 71,24	4,731 $\pm$ 0,502		
<i>Sesso</i>				87,63	< 0,00001
maschi	474	116,8 $\pm$ 66,25	4,629 $\pm$ 0,503		
femmine	293	83,1 $\pm$ 51,1	4,270 $\pm$ 0,539		
<i>BMI</i>				17,46	< 0,00001
< 23,67	243	90,9 $\pm$ 61,76	4,335 $\pm$ 0,573		
23,68-26,15	253	110,0 $\pm$ 60,89	4,572 $\pm$ 0,506		
> 26,15	259	111,9 $\pm$ 64,44	4,585 $\pm$ 0,510		
<i>Zona abitazione</i>				1,89	0,1525
rurale	25	83,2 $\pm$ 36,81	4,322 $\pm$ 0,469		
urbana centrale	96	97,4 $\pm$ 52,96	4,443 $\pm$ 0,531		
urbana periferica	645	105,8 $\pm$ 64,99	4,508 $\pm$ 0,574		
<i>Intensità traffico zona abitazione</i>				1,69	0,1861
scarso	84	91,5 $\pm$ 49,48	4,390 $\pm$ 0,501		
moderato	158	107,5 $\pm$ 67,47	4,507 $\pm$ 0,580		
intenso	524	105,0 $\pm$ 63,47	4,505 $\pm$ 0,540		
<i>Intensità traffico strada abitazione</i>				0,51	0,5977
scarso	406	102,5 $\pm$ 63,50	4,475 $\pm$ 0,549		
moderato	197	107,1 $\pm$ 63,24	4,520 $\pm$ 0,577		
intenso	163	104,0 $\pm$ 61,87	4,505 $\pm$ 0,523		
<i>Consumo di vino, litri</i>				73,04	< 0,00001
0	318	77,5 $\pm$ 48,0	4,220 $\pm$ 0,488		
$\leq$ 0,25	246	106,7 $\pm$ 56,0	4,551 $\pm$ 0,493		
$\leq$ 0,5	166	138,5 $\pm$ 72,2	4,818 $\pm$ 0,469		
> 0,5	37	157,0 $\pm$ 65,64	4,979 $\pm$ 0,392		
<i>Abitudine al fumo</i>				9,54	< 0,00001
non fumatori	469	94,6 $\pm$ 56,22	4,403 $\pm$ 0,538		
ex fumatori	117	115,3 $\pm$ 54,16	4,639 $\pm$ 0,476		
0-5 sigarette/die	35	97,1 $\pm$ 77,14	4,373 $\pm$ 0,598		
6-10 sigarette/die	50	116,7 $\pm$ 75,48	4,591 $\pm$ 0,564		
11-20 sigarette/die	80	127,9 $\pm$ 78,30	4,714 $\pm$ 0,510		
> 20 sigarette/die	16	149,9 $\pm$ 86,30	4,870 $\pm$ 0,551		
<i>Consumo di latte</i>				10,19	0,0014
si	473	99,0 $\pm$ 62,33	4,442 $\pm$ 0,540		
no	292	111,7 $\pm$ 63,41	4,571 $\pm$ 0,546		

variabili riportate nella Tab. 4. Il consumo di vino, l'età, il sesso, i livelli di  $\gamma$ -GT, il consumo di sigarette, l'Ht e infine la zona di abitazione, risultavano spiegare rispettivamente il 21,1%, il 13,9%, il 6,2%, il 3,1%, l'1,5% lo 0,9% e lo 0,4% della variabilità totale della PbE.

Il gruppo degli adulti esposti risultava costituito per la maggior parte (75 soggetti su un totale di 86) da vigili urbani. Per quanto riguarda le altre tipologie lavorative, la esiguità dei soggetti non permetteva una analisi statistica specifica per tipo di occupazione. Il valore di PbE

più elevato pari a 536  $\mu\text{g/l}$  veniva osservato in un operaio di una fonderia di piombo. L'analisi statistica per la PbE riportata in Tab. 1 è limitata al gruppo dei vigili urbani. Il gruppo costituito dall'intero corpo dei vigili urbani è stato monitorato più volte a partire dagli anni '80. I livelli ematici di piombo rilevati sui medesimi individui (55 soggetti di cui 5 femmine) in tre diverse occasioni nel 1990, 1993, 1996, con la stessa apparecchiatura (AAS 4100 ZL Perkin Elmer), con lo stesso protocollo operativo e dagli stessi operatori, in un contesto di verifica

**Tabella 3.** - Medie aritmetiche e deviazioni standard (DS) della PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) prima e dopo trasformazione logaritmica  $\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ , nelle categorie (terzili) di ematocrito,  $\gamma$ -GT, creatinina, colesterolo e trigliceridi nel gruppo degli adulti non esposti. Il confronto fra le varie categorie è avvenuto attraverso l'analisi della varianza sui dati trasformati

	n.	PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) (Media $\pm$ DS)	$\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ (Media $\pm$ DS)	F	p
<b>Ematocrito (%)</b>					
< 38	97	74,3 $\pm$ 54,07	4,113 $\pm$ 0,602	39,52	< 0,0001
39-40	128	92,8 $\pm$ 64,84	4,366 $\pm$ 0,543		
> 40	540	111,8 $\pm$ 61,95	4,590 $\pm$ 0,495		
<b><math>\gamma</math>-GT (U/l)</b>					
< 15	277	76,6 $\pm$ 40,93	4,220 $\pm$ 0,482	72,89	< 0,0001
16-26	228	106,4 $\pm$ 57,53	4,546 $\pm$ 0,485		
> 26	249	130,8 $\pm$ 73,61	4,737 $\pm$ 0,525		
<b>Creatinina (mg/dl)</b>					
< 0,93	253	86,0 $\pm$ 55,94	4,291 $\pm$ 0,558	27,21	< 0,0001
0,94-1,10	300	112,9 $\pm$ 63,94	4,587 $\pm$ 0,520		
> 1,10	200	112,6 $\pm$ 65,32	4,596 $\pm$ 0,493		
<b>Colesterolo (mg/dl)</b>					
< 184	255	91,6 $\pm$ 56,25	4,374 $\pm$ 0,518	9,96	< 0,0001
185-219	245	107,5 $\pm$ 65,62	4,524 $\pm$ 0,553		
> 219	258	112,8 $\pm$ 65,34	4,579 $\pm$ 0,545		
<b>Trigliceridi (mg/dl)</b>					
< 80	257	91,7 $\pm$ 56,83	4,365 $\pm$ 0,540	11,40	< 0,0001
81-127	248	108,0 $\pm$ 66,74	4,531 $\pm$ 0,542		
> 127	252	112,5 $\pm$ 63,92	4,584 $\pm$ 0,532		

**Tabella 4.** - Analisi multivariata nel gruppo degli adulti non esposti. L'analisi di regressione multipla è stata effettuata con un modello che prevedeva come variabile dipendente la piombemia, dopo trasformazione logaritmica, e come variabili indipendenti età, sesso, BMI, zona abitazione, intensità traffico zona abitazione, intensità traffico strada abitazione, piano abitazione, abitudine al fumo, consumo di alcol e le variabili ematochimiche (Ht, colesterolo, HDL-colesterolo,  $\gamma$ -GT, trigliceridi). Tutte le variabili entrate nella regressione multipla, tranne il sesso, influenzavano la piombemia in modo positivo

Variabile indipendente	Ordine di entrata	Variazioni nel coefficiente di determinazione ( $R^2$ )	$R^2$	F
Consumo di vino <sup>(a)</sup>	1	0,2112	0,2112	185,58
Età	2	0,3506	0,1394	148,52
Sesso <sup>(b)</sup>	3	0,4131	0,0625	73,54
$\gamma$ -GT	4	0,4437	0,0306	37,97
Abitudine al fumo <sup>(a)</sup>	5	0,4588	0,0151	19,27
Ht	6	0,4681	0,0093	12,07
Zona abitazione <sup>(c)</sup>	7	0,4726	0,0044	5,79

(a) Codificata come variabile categorica, vedi sezione "Materiali e metodi".

(b) Variabile categorica, maschio = 1, femmina = 2.

(c) Variabile categorica, zona rurale = 1, zona centrale = 2, zona periferica = 3.

esterna della qualità [8, 10], hanno mostrato una progressiva e netta flessione soprattutto fra il 1990 e il 1993. La mediana della PbE è scesa da 140  $\mu\text{g/l}$  nel 1990 a 72  $\mu\text{g/l}$  nel 1996 (Tab. 5). L'analisi della varianza con confronti ortogonali ha evidenziato infatti una differenza altamente significativa fra la media dei logaritmi naturali dei valori di PbE riscontrati nel 1990 e le medie relative al 1993 e 1996 ( $F = 76,49$ ;  $p < 0,01$ ) ed una differenza significativa fra la media del 1993 e quella del 1996 ( $F = 6,16$ ;  $p < 0,05$ ).

Nel campione bambini, l'età media è risultata 9,0  $\pm$  3,12 anni (mediana 10 anni). La mediana dei valori di PbE è risultata di 40,5  $\mu\text{g/l}$ . La maggior parte di essi abitava in zona periferica con traffico autostradale scarso (n. 35) o moderato (n. 28) e assenza di sorgenti esterne di piombo (n. 52). L'età media è risultata per i maschi 9,0  $\pm$  3,01 anni (mediana 10 anni) e per le femmine 8,9  $\pm$  3,33 anni (mediana 9 anni). La mediana delle PbE riscontrate nei due sessi sono state 46,5  $\mu\text{g/l}$  nel sesso maschile e 38  $\mu\text{g/l}$  nel sesso femminile. E' stata dimostrata solo una

**Tabella 5.** - Livelli di PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) nei vigili urbani a La Spezia. Sono riportati l'anno di esame, il numero di soggetti esaminati, la mediana, la media aritmetica e la sua deviazione standard (PbE, media  $\pm$  DS), la media e la DS dei logaritmi naturali dei valori di piombemia  $\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ , (media  $\pm$  DS), la media e la DS geometrica ( $\text{MG} \pm \text{DSG}$ ), nonché l'intervallo di confidenza geometrico (int-geo)

Anno	n.	Mediana	PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) (Media $\pm$ DS)	$\ln[\text{PbE}(\mu\text{g/l})]$ (Media $\pm$ DS)	$\text{MG} \pm \text{DSG}$	int-geo <sup>(a)</sup>
1990	55	140	149,7 $\pm$ 49,1	4,9621 $\pm$ 0,3007	142,9 $\pm$ 1,35	78,4 - 260,4
1993	55	85	96,9 $\pm$ 43,7	4,4864 $\pm$ 0,4145	88,8 $\pm$ 1,51	38,9 - 202,5
1996	55	72	81,5 $\pm$ 40,6	4,3000 $\pm$ 0,4412	73,7 $\pm$ 1,55	30,7 - 177,1

(a) int-geo calcolato come:  $\text{MG}/(\text{DSG}^2)$ , limite inferiore;  $\text{MG} \cdot (\text{DSG}^2)$ , limite superiore.

discreta relazione lineare tra i logaritmi naturali dei valori di PbE, il BMI ed il traffico nella strada di abitazione. Queste relazioni sono state confermate dalla regressione lineare multipla dove le variabili BMI e intensità traffico strada abitazione risultavano le sole ad essere correlate alla PbE spiegando, rispettivamente, il 9,4% e il 9,1% della variabilità totale.

### Conclusioni

L'analisi dei dati rilevati nella popolazione oggetto della presente indagine mette in evidenza che il consumo di vino, l'età, il sesso, le  $\gamma$ -GT, il fumo di sigaretta, l'ematocrito e la zona di abitazione, in ordine di significatività, sono i fattori che, oltre al sesso, rendono conto delle variazioni dei livelli ematici di piombo negli individui adulti non esposti professionalmente. Si deve notare come la variabile zona di abitazione spieghi meno dello 0,5% della variabilità totale della PbE.

Solo il campione dei bambini si è mostrato sensibile all'intensità del traffico autoveicolare (intensità traffico strada di abitazione) esibendo una relazione diretta tra questo parametro e i valori di PbE osservati. Ciò è probabilmente imputabile al fatto che il contributo dell'inquinamento ambientale, peraltro non rilevante, si sovrappone nel caso dei bambini a livelli ematici di piombo particolarmente bassi, le cui contenute fluttuazioni non sono mascherate da quelle variabili che condizionano in modo significativo i livelli di PbE nella popolazione adulta (consumo di vino, sesso, età e fumo).

I valori di PbE mostrano in generale un graduale e costante incremento con l'età senza mai raggiungere un punto di equilibrio, profilo caratteristico di popolazioni sottoposte a bassi livelli ambientali di piombo [11].

La distribuzione percentile dei valori di PbE di tutti i gruppi esaminati è risultata, come si evince dalla Tab. 6, rientrare abbondantemente nei limiti fissati dal DPR 486/82 [7].

Il valore medio di PbE rilevato nella presente ricerca risulta nettamente inferiore a quello riscontrato in una analoga indagine effettuata nel 1980 dall'Università di Genova su una popolazione campionaria dei quartieri sud-orientali della città. In tale occasione la media e la DS risultarono essere 177,7  $\pm$  61,0  $\mu\text{g/l}$  per gli adulti e 141,8  $\pm$  35,6  $\mu\text{g/l}$  nei bambini [12] contro gli attuali 103,9  $\pm$  63,0  $\mu\text{g/l}$  e 48,1  $\pm$  19,7  $\mu\text{g/l}$ .

I dati acquisiti nel presente lavoro sono sovrapponibili a quelli rilevati in una ricerca condotta in Liguria nel 1990 su individui sottoposti a traffico autoveicolare intenso nella sede di lavoro (lavoratori autonomi dei centri urbani), per i quali è stato riscontrato un valore medio di PbE pari a 93,9  $\mu\text{g/l}$  con mediana 94  $\mu\text{g/l}$  [13].

Il valore più basso, sia della media che della mediana, rinvenuto nel gruppo degli adulti professionalmente esposti è imputabile presumibilmente alla età media inferiore del gruppo stesso (età non esposti: 48  $\pm$  16,5 anni, età esposti: 40  $\pm$  7,3 anni) e dal fatto che negli individui residenti nei quartieri sudorientali di La Spezia è stato riscontrato un valore medio di PbE leggermente superiore a quello degli altri gruppi campionari considerati separatamente [14].

I risultati di questa ricerca ben si accordano con i dati ambientali che negli anni più recenti hanno fatto registrare nella città di La Spezia una netta diminuzione del valore medio di piombo atmosferico che è passato da 1,306  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 1989 a 0,225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel gennaio 1996 (dati a cura del laboratorio chimico del Presidio Multizonale di Prevenzione, Azienda Sanitaria Locale 5, La Spezia).

**Tabella 6.** - Mediana 90° e 98° percentile dei valori di PbE ( $\mu\text{g/l}$ ) relativi a tutti i gruppi campionari

Limiti DPR 486/82	Percentile		
	50° < 200 $\mu\text{g/l}$	90° < 300 $\mu\text{g/l}$	98° < 350 $\mu\text{g/l}$
Adulti non esposti	89,5	183,0	278,5
Adulti esposti (vigili urbani)	85,5	137,0	197,0
Bambini	40,5	72,5	88,0

La flessione più significativa è stata registrata fra il 1989 e il 1993. Dopo tale data il livello di piombo ambientale si è mantenuto costantemente sui valori attuali. Questo fenomeno è sicuramente ascrivibile all'aggiornamento della normativa italiana in materia di riduzione del piombo nella benzina (Decreto Ministeriale 28/05/88), che ha previsto la riduzione del metallo a 0,15 g/l a partire dal 1 giugno 1991, e all'aumento del consumo di benzina senza piombo, che nel periodo 1991-92, in Liguria è raddoppiato rispetto agli anni precedenti.

Da questo punto di vista è significativo il fatto che in questa ricerca l'intensità del traffico autoveicolare non sia risultata fonte di variabilità dei livelli di PbE negli individui adulti campionati. Anche i dati più recenti acquisiti dal nostro laboratorio sembrano confermare che la causa del fenomeno osservato sia da individuare in tale direzione. Infatti stessi individui appartenenti al corpo dei vigili urbani del Comune di La Spezia, esposti a traffico autoveicolare, monitorati per il piombo ematico con la stessa strumentazione e metodologie analitiche dagli stessi operatori nell'arco di sette anni (1990-96) hanno fatto registrare una progressiva e costante flessione della PbE soprattutto fra 1990 e il 1993. L'analisi della varianza ha infatti mostrato una differenza altamente significativa nei livelli di PbE riscontrati tra il 1990 e il 1993 e ancora significativa, anche se a livelli inferiori, tra il 1993 e il 1996.

Riteniamo di poter affermare che a partire dai primi anni '90 i livelli ambientali di piombo e la sua concentrazione ematica negli individui campionati hanno mostrato, nel comprensorio spezzino una progressiva e significativa flessione che può essere messa in relazione con la diminuzione, *ope legis*, della concentrazione di questo metallo nella benzina.

Lavoro presentato su invito.  
Accettato il 29 luglio 1997.

#### BIBLIOGRAFIA

- PIRKLE, J.M., BRODY, D.J., GUNTER, E.W., KRAMER, R.A., PASCHAL, D.C., FLEGAL, K.M. & MATTE, T.D. 1994. The decline in blood lead levels in the United States. The national health and nutrition examination surveys (NHANES). *JAMA* **272**: 284-291.
- CHRISTENSEN, M.J. & HOLST, E. 1988. Evaluation of blood lead levels in Danes for the period 1976-1987. *Fresenius Z. Anal. Chem.* **332**: 710-713.
- SCHUHMACHER, M., BELLES, M., RICO, A., DOMINGO, J.L. & CORBELLA, J. 1996. Impact of reduction of lead in gasoline on the blood and hair lead levels in the population of Tarragona Province, Spain, 1990-1995. *Sci. Total Environ.* **184**: 203-209.
- WIETLISBACH, V., RICKENBACH, M., BERODE, M. & GUILLEMIN, M. 1995. Time trend and determinants of blood lead levels in a Swiss population over a transition period (1984-1993) from leaded to unleaded gasoline use. *Environ. Res.* **68**: 82-90.
- MORISI, G., MENDITTO, A., CHIODO, F. & SPAGNOLO, A. 1995. Blood lead monitoring in the general Italian population. *Microchem. J.* **51**: 256-265.
- BAVAZZANO, P. & COTTI, G. 1994. Monitoraggio biologico del piombo nello studio dell'inquinamento urbano da traffico autoveicolare. *Epidemiol. Prev.* **18**: 27-34.
- ITALIA. Decreto del Presidente della Repubblica n. 496, 8 giugno 1982. Attuazione della direttiva (CEE) n. 77/312 relativa alla sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo. *GU* n. 212, 4 agosto 1982.
- MORISI, G., PATRIARCA, M., CHIODO, F., MINOPRIO, A. & MENDITTO, A. 1996. Blood lead monitoring in Italy: assessment of the quality of results obtained between 1992 and 1994. *Mikrochim. Acta* **123**: 281-290.
- MENDITTO, A., PATRIARCA, M., CHIODO, F. & MORISI, G. 1996. Blood lead and cadmium determination: results of the Italian external quality assessment scheme. *Mikrochim. Acta* **123**: 291-302.
- MENDITTO, A., PATRIARCA, M., CHIODO, F. & MORISI, G. 1996. The Italian external quality assessment scheme for trace element analysis in body fluids. *Ann. Ist. Super. Sanità* **32**: 261-270.
- SARTOR, F. & RONDIA, D. 1980. Blood lead levels and age: a study in two male urban population not occupationally exposed. *Arch. Environ. Health* **35**: 110-116.
- PERDELLI, F., FRANCO, Y., MARTINO, C., PALMIERI, F. & ORLANDO, P. 1982. Indagine epidemiologica nella popolazione residente nelle vicinanze di una fonderia di piombo. Studio delle variabili piombemia e piomburia. In: *Studio della situazione ambientale nella zona circostante lo stabilimento Pertusola di Pagliari (La Spezia) e relativa indagine epidemiologica sulla popolazione*. Amministrazione comunale, La Spezia. p. 65-127.
- ORLANDO, P., PERDELLI, F., CRISTINA, M.L., OBERTO, C., VIGLIONE, D., PALMIERI, S., VARI, A. & DIBELLO, F. 1994. Blood lead levels in shopkeepers and car traffic pollution in Liguria, Italy. *Eur. J. Epidemiol.* **10**: 381-385.
- NERI, R. & PALMIERI, F. 1993. *Indagine epidemiologica sulla distribuzione del piombo ematico in una popolazione campionaria nei quartieri sud-orientali della Spezia e sua correlazione con i dati ambientali e con i tassi ematici di altre "popolazioni" campionarie locali*. Amministrazione Comunale, La Spezia.