

Esposizione ambientale al piombo nella popolazione dell'area veneziana dal 1976 al 1992

Angelo BORTOLI (a), Michele GEROTTO (a), Maurizio MARCHIORI (a),
Maria PALONTA (a), Attilio TRONCON (a) e Ferdinando CHIODO (b)

(a) *Presidio Multizonale di Prevenzione, Unità Locale Socio Sanitaria Terraferma Veneziana,
Sezione Chimico-Ambientale, Mestre*

(b) *Laboratorio di Biochimica Clinica, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Riassunto. - Vengono riportati i risultati relativi alla piombemia (PbE) ottenuti nella popolazione generale dell'area veneziana, in una serie di indagini eseguite tra il 1976 e il 1992. Un decremento dei livelli di PbE appare evidente e correlato al decremento dei livelli di piombo nella benzina avvenuto tra il 1981 e il 1991. Non è da escludere che le innovazioni tecnologiche e strumentali, lo sviluppo di nuove procedure applicative e la pratica del controllo di qualità, abbiano contribuito, forse anche in modo apprezzabile al decremento osservato.

Parole chiave: piombo, piombo nel sangue, età, sesso, Venezia, Veneto, Italia.

Summary (*Environmental lead exposure in Venetian area population between 1976-1992*). - Blood lead levels observed in the general population of Venice and the surrounding area are reported for the period between 1976 and 1992. A time dependent decrease of blood lead levels is evident and parallels the step wise decrease of lead levels in gasoline which took place between 1981 and 1991. The observed lowering time trend of blood lead levels could possibly be ascribed, perhaps not negligibly, to technological improvements, the development of new analytical procedures and the continuous practice of quality control.

Key words: lead, blood lead, age, sex, Venice, Veneto, Italy.

Introduzione

Negli anni '70 il rischio generalizzato per la salute della popolazione derivante dall'inquinamento da piombo, in forte crescita per il vertiginoso aumento del consumo di benzine contenenti alte percentuali del metallo, si affacciava come uno dei principali problemi ambientali. Una delle prime istituzioni in Italia ad interessarsi della sorveglianza biologica della popolazione generale contro il "rischio di saturnismo" fu il Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi (LPIP) di Venezia iniziando nel proprio ambito territoriale indagini sulla popolazione con criteri metodologici di tipo epidemiologico.

La prima di queste indagini fu effettuata nel 1976 secondo i criteri - riguardanti il campionamento della popolazione, la scelta e il dosaggio degli indicatori di dose e di effetto e i controlli di qualità delle misure - che verranno in seguito perfezionati nella direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (CCE) il 29 marzo 1977 (77/312/CEE) "concernente la sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo" [1].

Puntualmente il LPIP di Venezia, assieme a un esiguo numero di altri enti pubblici (fra cui l'Istituto Superiore di Sanità, ISS) prese parte all'attuazione, a titolo volontario, di questa direttiva non recepita in tempo utile dal governo italiano, eseguendo due indagini, rispettivamente, nel 1979 e nel 1981.

Infine il LPIP - divenuto nel frattempo Presidio Multizonale di Prevenzione (PMP) - di Venezia ha effettuato, nel 1985 e nel 1992, le due indagini in attuazione del DPR 496/82 [2] che recepisce con notevole ritardo la direttiva 77/312/CEE. I risultati di queste due ultime indagini indicheranno come, di pari passo con la diminuita dispersione di piombo nell'ambiente, causa la diminuita concentrazione di Pb nelle benzine (da 0,635 a 0,15 g/l), diminuisca il livello medio di piombemia (PbE) nella popolazione generale tanto da declassare il rischio di contaminazione da piombo a livelli relativamente bassi nella scala degli attuali rischi ambientali da esposizione a sostanze tossiche.

Indagine condotta nel 1976

L'indagine [3] fu effettuata allo scopo di rilevare in modo controllato i livelli di PbE, e dell'enzima acido- δ -aminolevulinico deidratasi (ALA-D), assunti, rispettivamente, come indicatore di dose e indicatore di effetto, in due gruppi di popolazione, l'uno residente nell'area di Venezia - completamente priva di industrie e di traffico veicolare (zona A) - l'altra nell'area di Marghera - zona urbana altamente industrializzata (zona B). Il dosaggio medio annuale di Pb atmosferico, riferito al 1975, risultava nella zona A 0,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e nella zona B 1,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Materiali e metodi

Nella zona A furono presi in esame 88 bambini e 91 adulti, di cui 64 femmine e 27 maschi. Nella zona B furono presi in esame 110 bambini e 59 adulti, di cui 38 femmine e 21 maschi. Tutti gli adulti erano genitori di bambini reclutati.

La popolazione fu arruolata nelle stesse aree dove erano installate le postazioni per il rilevamento del Pb atmosferico.

I campioni di sangue furono divisi in due frazioni raccolte in provette di polietilene contenente, rispettivamente, l'anticoagulante K₃EDTA per la determinazione del Pb, e l'anticoagulante eparina per la determinazione dell'attività ALA-D eritrocitaria.

Le determinazioni dell'attività enzimatica furono eseguite con il metodo europeo standardizzato [4].

Le determinazioni del PbE furono eseguite mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico (AAS) con tecnica di Delves [5] usando uno spettrofotometro Perkin-Elmer mod. 403. Il materiale usato per il prelievo era stato preventivamente esaminato e risultato esente da contaminazione di Pb.

Per quanto riguarda il controllo di qualità, il metodo per la determinazione di PbE con la tecnica di Delves utilizzata in questa indagine fu convalidato confrontando i risultati ottenuti nel LPIP di Venezia analizzando campioni "reali" con i risultati ottenuti sugli stessi campioni presso il laboratorio dell'Health and Safety Executive di Londra, dove le analisi venivano eseguite mediante AAS con la tecnica del *paper punched disc* [6].

Risultati

Nella Tab. 1 sono riportati i valori delle PbE e della attività dell'ALA-D (espressa in $\mu\text{moli ALA}/\text{min}/\text{ml}$ eritrociti = UE/ml). L'intervallo dell'età nei gruppi di bambini e di adulti, in entrambe le zone, era rispettivamente 6-8 anni e 25-45 anni. La media dei valori di PbE nei bambini di Marghera risultò in modo statisticamente

significativo più elevata rispetto a quella dei bambini di Venezia. Ciò può essere spiegato con la maggior esposizione al piombo dei residenti nell'area di Marghera. La mancanza di differenze significative fra i gruppi di adulti residenti nelle due diverse aree si può pensare dovuta alla diversa prevalenza di altri fattori quali l'abitudine al fumo ed il consumo di alcol. La relazione risultante dal confronto delle misure di PbE ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$) ottenute con differenti tecniche nei due laboratori di Venezia (y) e Londra (x) in 370 coppie di campioni, espressa dalla retta di regressione: $y = 4,80 + 0,87x$, (coefficiente di correlazione lineare, $r = 0,89$), risultava soddisfacente e tale da permettere di escludere ragionevolmente errori rilevanti nelle determinazioni analitiche.

Furono poi confrontati i valori trasformati delle attività enzimatiche (\log ALA-D) con i corrispondenti valori delle PbE (Tab. 1). La correlazione risultò significativa ($p < 0,001$) per tutti i gruppi esaminati. I parametri medi della regressione del \log ALA-D (y) verso la PbE (x) per l'intera popolazione: a, media (DS) = 1,837 (0,0399); b, media (DS) = -0,0104 (0,0020); r, media (DS) = 0,800 (0,0448), indicavano l'enzima eritrocitario come buon indicatore di effetto in indagini epidemiologiche su popolazioni non particolarmente esposte, con valori di PbE compresi nell'intervallo 10-60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

Indagini effettuate in attuazione della direttiva 77/312/CEE

Scopo della direttiva 77/312/CEE concernente la sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo era quello di valutare, con procedura comune di sorveglianza biologica negli stati membri, l'esposizione al piombo della popolazione generale e di trarre, dalle informazioni raccolte, elementi utili ai fini della prevenzione.

La direttiva, partendo da considerazioni generali, in ordine alla tutela della salute della popolazione contro il rischio dell'inquinamento ambientale da agenti tossici,

Tabella 1. - Valori medi di PbE ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$) e ALA-D (U/l eritrociti), relative deviazioni standard (DS) ed intervalli rilevati nei gruppi di popolazione individuati in base all'età e al sesso (maschi, M; femmine, F) esaminati nella zona A (Venezia) e B (Marghera) nel 1976

Gruppo	Zona	n.	PbE ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)		ALA-D (UE/ml) ^(a)	
			Media (DS)	Intervallo	Media (DS)	Intervallo
Bambini	A	88	18,0 (6,4)	9 - 33	44,7 (7,5)	29 - 67
Bambini	B	110	20,6 (5,9)	10 - 33	42,5 (8,8)	27 - 63
Adulti F	A	64	25,0 (10,1)	10 - 47	39,0 (10,0)	20 - 69
Adulti F	B	38	22,9 (8,2)	11 - 47	40,4 (11,1)	18 - 66
Adulti M	A	27	34,7 (11,9)	13 - 59	34,4 (10,0)	13 - 51
Adulti M	B	21	33,4 (12,5)	16 - 61	33,7 (10,3)	16 - 52

(a) UE/ml = $\mu\text{moli ALA}/\text{min}/\text{ml}$ eritrociti.

Controllo di qualità

e da considerazioni specifiche in ordine all'importanza che, in questo ambito, era da attribuire al piombo, stabiliva alcuni punti fondamentali per le modalità di attuazione della sorveglianza biologica con procedure comuni e coordinate nei singoli stati membri. In particolare, per quanto riguardava: il campionamento della popolazione; la misura della concentrazione della PbE, quale indicatore di dose per la valutazione dell'esposizione; l'adozione di programmi di controllo di qualità per la determinazione della PbE atti ad assicurare la validità del dato analitico e la confrontabilità dei risultati dei singoli stati; la definizione di valori di PbE di riferimento; l'intervento in casi di superamento di livelli di riferimento.

Non essendo stata, in Italia, recepita in tempi utili la direttiva, il LPIP di Venezia, assieme a un esiguo numero di laboratori di istituzioni pubbliche nazionali, coordinati da un gruppo di lavoro dell'ISS, prese parte volontariamente alle indagini previste dalla direttiva stessa in due fasi successive, rispettivamente, nel 1979 e nel 1981.

Materiali e metodi

Nella prima fase (1979), l'indagine fu condotta sulla popolazione dell'isola di Murano, dove furono arruolati 481 bambini e 444 adulti. Nella seconda fase (1981) l'indagine fu effettuata sulla popolazione di Mestre, dove furono reclutati 72 bambini e 19 adulti. In questa occasione l'indagine fu estesa, al di fuori dell'area veneziana, alla popolazione del comune di Bassano del Grappa (Vicenza), dove furono reclutati 141 adulti e 40 bambini.

Nell'indagine della prima fase, per la determinazione della PbE fu utilizzato sia il metodo AAS con la tecnica di Delves, che il metodo AAS con fornetto di grafite. Nella seconda fase fu utilizzato il metodo AAS con fornetto di grafite.

Per la garanzia della qualità il LPIP di Venezia partecipò al programma di controllo di qualità interno (CQI) ed esterno (CQE) organizzato e gestito, su designazione della Commissione delle Comunità Europee, dal Regional Toxicology Laboratory del Dodley Road Hospital di Birmingham e al controllo incrociato di verifica su campioni reali col laboratorio del Joint Research Center (JRC) di Ispra [7-9].

Risultati della prima fase. - Dei 444 adulti reclutati per l'indagine, 153 risultavano "esposti" in quanto esercitavano un'attività lavorativa compresa in un elenco di professioni, formulato a livello comunitario, che potevano comportare esposizione al piombo [7]. I dati della PbE rilevati nei singoli gruppi dei soggetti esaminati, sono riportati nella Tab. 2. Le indicazioni della direttiva non prevedevano, nell'elaborazione dei risultati relativi alle misure della PbE, la distinzione dei due sessi, fra i quali veniva poi confermata, anche da elaborazioni dei risultati effettuate in alcuni centri italiani separatamente per maschi e femmine, una differenza significativa. Dai dati della tabella non si osserva una differenza significativa fra le PbE dei bambini e quelle degli adulti. Alla luce dei risultati di indagini successive, ciò è da considerare un risultato anomalo.

Dalla valutazione dei risultati del controllo di qualità sembrerebbero esclusi errori analitici sia in base alla conformità dei valori trovati rispetto ai valori attesi ($\mu\text{g/l}$) sia per il CQI (Tab. 3) che per il CQE. In quest'ultimo caso, l'accordo fra i risultati del LPIP di Venezia (y) con le mediane europee (x) per i 27 campioni di controllo è espressa dalla retta di regressione: $y = 3 + 0,97 x$, con $r = 0,99$ ed errore standard della stima dell'intercetta, $es(a) = 23$. Inoltre, l'accordo dei risultati ($\mu\text{g/l}$) ottenuti dal LPIP di Venezia (y) e congiuntamente dal JRC di Ispra (x) nelle

Tabella 2. - Valori della PbE ($\mu\text{g/l}$), media (DS) e mediana (intervallo) rilevati a Venezia (isola di Murano), in vari gruppi individuati in base all'età, al sesso (maschi, M; femmine, F) e all'esposizione professionale (non esposti, NE; esposti E), nella 1^a fase dell'indagine (1979) relativa alla direttiva 77/312/CEE

Gruppo	n.	Età		PbE	
		Media (DS)	Intervallo	Mediana (Intervallo)	Media (DS)
Bambini M	238			150 (80 - 340)	155 (39)
" F	243			140 (80 - 270)	144 (34)
" M+F	481	10,8 (2,41)	3 - 11	150 (80 - 340)	149 (37)
Adulti NE M	67				
" NE F	224				
" NE M+F	291	36 (14,37)	15 - 78	150 (80 - 480)	163 (53,3)
" E M	65				
" E F	88				
" E M+F	153			200 (90 - 630)	206 (80,9)

analisi incrociate di campioni reali, è espressa dalla retta di regressione ottenuta su 80 coppie di valori: $y = 7 + 1,05 x$, ($r = 0,95$, $es(a) = 27,6$).

Risultati della seconda fase. - I dati delle PbE rilevati nella seconda fase dell'indagine [10], relativi a soggetti non esposti professionalmente, sono riportati nella Tab. 4. Ai valori di PbE della popolazione di Mestre, zona ad alta densità di insediamenti industriali, sono stati affiancati i valori rilevati nella popolazione di Bassano del Grappa, cittadina ad economia prevalentemente agricola situata nella provincia di Vicenza, allo scopo di mettere in evidenza le rilevanti differenze fra i valori di PbE riscontrati nei soggetti campionati nelle due diverse popolazioni.

Anche in questo caso, i dati analitici possono essere convalidati in base ai risultati ottenuti sia nel CQI (Tab. 3) che nel CQE [11]. In quest'ultimo caso, l'accordo dei risultati ($\mu\text{g/l}$) del LPIP di Venezia (y) con le mediane europee (x) è espressa dalla regressione, per 34 campioni, $y = 4 + 1,00 x$, ($r = 0,99$, $es(a) = 2,5 \mu\text{g/l}$). I risultati del LPIP di Venezia (y) sono poi convalidati anche dal confronto con il laboratorio JRC di Ispra (x) nell'esame incrociato eseguito su 34 campioni reali di soggetti per mezzo della retta di regressione: $y = 11 + 0,98 x$, ($r = 0,90$, $es(a) = 32 \mu\text{g/l}$) e dal confronto con l'ISS nell'esame

incrociato eseguito in diverse occasioni su campioni reali, che hanno dato origine alle seguenti equazioni di regressione: $y = 44 + 0,83 x$ ($n. = 86$, $r = 0,97$, $es(a) = 26$); $y = 22 + 0,90 x$ ($n. = 100$, $r = 0,97$, $es(a) = 33$); $y = -0,6 + 0,98 x$ ($n. = 50$, $r = 0,94$, $es(a) = 20$).

La presenza di errori sistematici proporzionali e costanti del LPIP rispetto al laboratorio di riferimento è meno importante di quanto possa a prima vista apparire poiché, essendo tali errori di segno opposto, tendono a compensarsi all'interno dell'intervallo delle concentrazioni di interesse.

Indagini relative all'attuazione del DPR 496/82

Prima campagna, 1986

L'indagine condotta dal PMP, già LPIP, di Venezia, era parte del "Programma di sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo" che la regione Veneto organizzò per seguire le disposizioni del DPR 496/82 [12, 13]. Il programma interessò, oltre Venezia, anche le altre provincie della Regione (Belluno, Padova, Verona, Treviso, Rovigo e Vicenza). Nell'area di Verona, le indagini vennero effettuate dal laboratorio del PMP di Verona.

Tabella 3. - Risultati del controllo di qualità interno ottenuti dal Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi di Venezia nelle due fasi dell'indagine della direttiva 77/312/CEE

Campione	Fase	Valore atteso ($\mu\text{g/l}$)	Risultati ($\mu\text{g/l}$)			
			n. campioni	Media (DS)	Mediana	Intervallo
Basso	Prima	70	18	67 (7,71)	70	50 - 80
Medio-alto	Prima	370	18	373 (8,9)	370	360 - 390
Basso	Seconda	70	12	66 (6,9)	70	50 - 80
Medio-alto	Seconda	370	12	357 (13,6)	350	340 - 380

Tabella 4. - Valori della PbE ($\mu\text{g/l}$), media (DS), mediana e intervallo rilevati nel corso della seconda fase (1981) di attuazione della direttiva 77/312 CEE in soggetti residenti a Mestre e Bassano del Grappa divisi in diversi gruppi in base all'età (adulti, A; bambini, B) e al sesso (maschi, M; femmine, F)

Città	PbE				
	Gruppi	n.	Media (DS)	Mediana	Intervallo
Mestre	A M + F	19	164 (57,4)	160	90 - 340
	A M	3		180	150 - 340
	A F	16	153 (41,4)	155	90 - 230
	B M + F	72	137 (32,3)	130	70 - 230
	B M	35	139 (37)	130	70 - 230
	B F	37	134 (27,7)	135	80 - 190
Bassano	A M + F	141	118 (50,8)	110	50 - 360
	A M	47	140 (61,2)	120	60 - 360
	A F	94	108 (40,8)	100	50 - 310
	B M + F	40	94 (31,2)	90	60 - 190
	B M	15	97 (22,3)	100	70 - 140
	B F	25	93 (35,9)	80	60 - 190

Materiali e metodi. - L'indagine interessò ancora la popolazione di Mestre, dove vennero reclutati 462 bambini e 316 adulti. La determinazione della PbE fu eseguita mediante AAS con fornetto di grafite, utilizzando una apparecchiatura Perkin-Elmer, mod. 603 e HGA 600 con campionatore automatico AS40.

Controllo di qualità. - Sia il PMP di Venezia che il PMP di Verona parteciparono al CQI e CQE nell'ambito del Progetto METOS dell'ISS [14-16]. Furono anche eseguite analisi incrociate col laboratorio dell'ISS su determinate aliquote di campioni reali.

Risultati. - Nella Tab. 5 sono riportati i valori delle PbE dei soggetti di Mestre. In particolare, si osserva che i valori delle PbE dei bambini sono ridotti di circa il 40% rispetto ai valori rilevati nell'indagine del 1981 e sono decisamente inferiori ai valori rilevati negli adulti. Nella stessa tabella sono indicate anche le mediane della PbE rilevate sui soggetti dell'intero campione arruolato in tutta la regione Veneto, compresa Mestre. L'intero campione consisteva di 2549 soggetti non professionalmente esposti, di cui 1136 bambini e 1413 adulti. Dal confronto delle mediane dei singoli gruppi esaminati, rispettiva-

mente, a Mestre e in tutta la Regione Veneto, si può affermare che verosimilmente non esistevano differenze rilevanti nelle PbE della popolazione di Mestre rispetto alla popolazione rappresentante tutto il Veneto, sia per quanto riguarda i bambini che gli adulti.

La validità dei risultati della PbE presentati nella Tab. 5 può essere confermata dall'analisi delle rette di regressione ricavate fra i risultati ottenuti dal PMP di Venezia sui campioni di CQE con le mediane dei risultati di tutti i laboratori partecipanti al progetto METOS: $y = -19,14 + 1,0877 x$, (n. = 86; r = 0,9954; es(a) = 10,12 µg/l), e dal confronto fra le coppie di valori ottenuti dalle analisi incrociate di campioni reali del PMP di Venezia e dal laboratorio di riferimento dell'ISS [16, 17]: $y = 24,44 + 0,9168 x$, (n. = 97; r = 0,9313; es(a) = 18,33 µg/l).

Anche il PMP di Verona ottenne ottimi risultati negli esercizi di CQI e CQE del Progetto METOS e nel confronto con l'ISS attraverso analisi incrociate su campioni reali. Inoltre un ottimo accordo fu verificato anche tra i risultati di analisi incrociate su campioni reali del PMP di Verona e il PMP di Venezia.

Seconda campagna, 1992

Materiali e metodi. - L'indagine è stata effettuata nel 1992 sulla popolazione della provincia di Venezia e prevalentemente sulla popolazione del comune di Mestre arruolando un totale di 350 soggetti. Il campione comprende un gruppo di 49 soggetti vigili urbani considerati esposti ed un altro gruppo di gestanti che viene qui considerato a parte.

La determinazione del PbE è stata effettuata mediante AAS utilizzando una apparecchiatura Perkin-Elmer modello 3030Z.

Controllo di qualità. - La valutazione della qualità è stata effettuata seguendo la stessa procedura indicata precedentemente per la prima campagna.

Risultati. - I risultati, media (DS) e mediana (intervallo) delle PbE sono riportati per i singoli gruppi nella Tab. 6. Per tutti i gruppi considerati, è evidente una netta caduta dei livelli di PbE rispetto a quelli riscontrati nella precedente indagine del 1986.

Tabella 5. - Risultati della PbE (µg/l) rilevati, in vari gruppi di soggetti individuati in base al sesso (maschi, M; femmine, F) e all'età, nell'indagine della prima campagna in attuazione del DPR 496/82 nella città di Mestre confrontati con i risultati ottenuti nell'intera Regione Veneto nel 1985-86

Gruppo	n.	Età	PbE	
			Mediana	Media (DS)
Mestre				
Bambini M + F	462	13	82	87,2 (24)
Adulti M	190	50	145	159,0 (61,3)
Adulti F	126	43	91	99,0 (35,4)
Regione Veneto				
Bambini M	571		91	
Bambini F	565		78	
Adulti M	536		143	
Adulti F	877		89	

Tabella 6. - Risultati delle PbE (medie, DS, mediane e intervalli, µg/l) rilevate nella seconda campagna di attuazione del DPR 496/82 nei vari gruppi individuati in base al sesso (maschi, M; femmine, F) e all'età della popolazione della provincia di Venezia. I vigili urbani e le gestanti vengono considerati separatamente dal resto degli adulti (1992-93)

Gruppo	n.	Età		PbE	
		Media (DS)	Mediana (Intervallo)	Media (DS)	Mediana (Intervallo)
Bambini M	68	14	14	53,7 (14,9)	50 (40 - 90)
Bambini F	53	14,0 (0,14)	14 (13 - 14)	45 (7,2)	40 (40 - 70)
Bambini M + F	121	14 (0,09)	14 (13 - 14)	49,4 (13)	40 (40 - 90)
Adulti M	38	23,7 (8,8)	23 (15 - 61)	68,7 (33,5)	60 (40 - 170)
Vigili urbani M	49	41,6 (7,4)	40 (29 - 55)	103,3 (43,8)	100 (40 - 200)
Adulti F	42	24,9 (5,6)	25 (15 - 42)	46,2 (9,4)	40 (40 - 80)
Gestanti	100	30,8 (5,6)	31 (18 - 47)	51,1 (16,8)	45 (40 - 130)

La validità delle misure della PbE è sufficientemente garantita dall'analisi delle rette di regressione ricavate dal confronto dei risultati ottenuti dal PMP di Venezia negli esercizi di CQE contro le mediane generali di tutti i laboratori partecipanti al Progetto METOS: $y = -7,84 + 1,003 x$, (n. = 63; $r = 0,9702$; $es(a) = 28,37 \mu\text{g/l}$) e dal confronto fra i risultati delle analisi incrociate su campioni reali esaminati anche dal laboratorio di riferimento dell'ISS: $y = 12,89 + 0,76 x$ (n. = 78; $r = 0,8101$; $es(a) = 12,47 \mu\text{g/l}$).

In base a quest'ultima regressione, nell'intervallo di concentrazione di interesse, gli errori costanti e proporzionali si compensano, come risulta dal confronto delle medie dei risultati delle PbE ottenuti dai due laboratori, rispettivamente il laboratorio PMP Venezia e il laboratorio di riferimento, 53,6 e 53,8 $\mu\text{g/l}$ [18].

Conclusioni

Come riepilogo ci limitiamo qui a presentare la tendenza delle variazioni temporali delle PbE rilevate nella successione delle indagini, effettuate sulla popolazione generale del territorio di Venezia (fondamentalmente città di Venezia e Mestre) a partire dal 1976. Come messo in evidenza dall'esperienza acquisita nel corso di varie indagini epidemiologiche, molte variabili (ad es., sesso, età, consumo di alcolici, fumo di sigarette) influenzano anche in modo sensibile il livello della PbE. Un confronto appropriato e preciso di risultati di varie indagini successive avrebbe richiesto la standardizzazione dei risultati rispetto alle variabili più importanti; ciò che non è stato possibile, data la non disponibilità di una parte dei dati originali relativi all'indagine stessa. Tuttavia, abbiamo tentato ugualmente un confronto dei dati disponibili delle PbE che si riferiscono a gruppi di bambini (età ≤ 14 anni), maschi e femmine congiuntamente, di adulti maschi, non definiti in base all'età, di femmine adulte, anch'esse non definite in base all'età. I gruppi non sono fra loro omogenei per numerosità. Le variazioni temporali della PbE, evidenziate nel grafico (Fig. 1), sempre nello stesso senso e di consistenza rilevante, non possono lasciar dubbi, anche in presenza di variabili confondenti fluttuanti, sull'effettivo e continuo decremento della PbE in tutto il periodo di tempo considerato, dal 1976 al 1993. Nel grafico della Fig. 1 è indicata anche la riduzione del contenuto di Pb nelle benzine (da 0,635 a 0,150 g/l) che con provvedimenti legislativi e amministrativi è stata ottenuta in Italia a partire dal 1981. A ciò è probabilmente, in massima parte, da attribuire il decremento dei valori di PbE rilevati nello stesso periodo nella popolazione dell'area veneziana così come in tutta la popolazione italiana [19]. Tuttavia è anche possibile che una quota anche rilevante

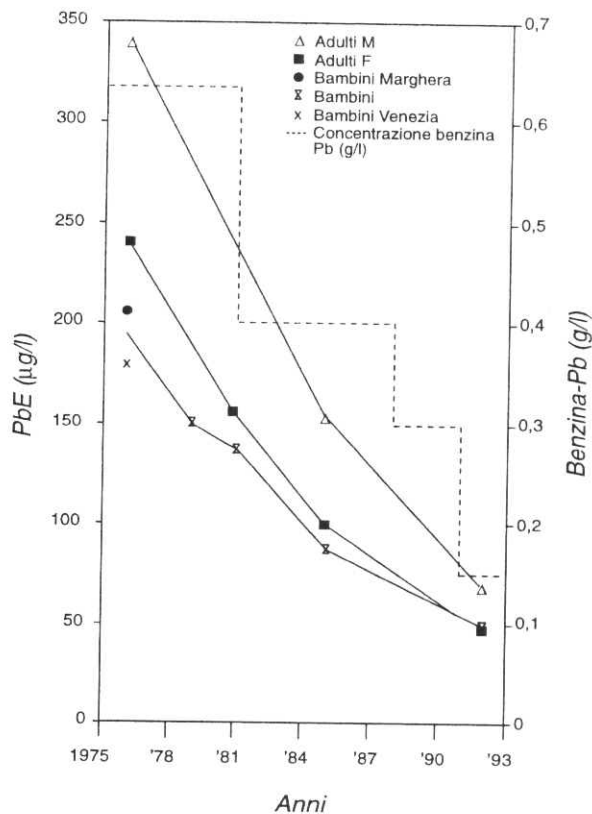


Fig. 1. - Andamento dei livelli di PbE ($\mu\text{g/l}$), nel periodo tra il 1976 e il 1992 nei bambini di Mestre, di Venezia e Mestre + Venezia e negli adulti maschi e femmine. Viene riportata anche la variazione della concentrazione del Pb nella benzina (g/l) nel periodo 1981-91 in Italia.

della diminuzione dei valori di PbE osservati sia da attribuire ad un progressivo miglioramento delle prestazioni di laboratorio determinato da innovazioni tecnologiche strumentali e procedurali ed al controllo sistematico del dato analitico con la costante partecipazione a programmi integrati di assicurazione di qualità [20].

Lavoro presentato su invito.
Accettato il 29 luglio 1997.

BIBLIOGRAFIA

- ITALIA. Direttiva del Consiglio del 29 marzo 1977 concernente la sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo (77/312/CEE). *GU delle Comunità Europee*. NL 105/10 del 28/4/1977.
- 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. p. 5492-5493.
- BORTOLI, A. FAZZIN, G., MATTIELLO, G. & TARONI, G. C. 1979. Indagine sui livelli di piombemia di gruppi di popolazione residenti in due diverse zone urbane. *Bollettino dei chimici dell'unione italiana dei laboratori provinciali. Parte scientifica* 30: 201-208.

4. BERLIN, A. & SCHALLER, K.A. 1974. European standardized method for the determination of δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in blood. *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* **12**: 389-390.
5. DELVES, H.T. 1970. A microsampling method for the rapid determination of lead in blood by AAS. *Analyst* **95**: 431-438.
6. CERNIK, A. & SAYERS, M.H.P. 1971. Determination of lead in capillary blood using a paper punched disk atomic absorption technique. *Br. J. Ind. Med.* **28**: 392-398.
7. MORISI, G., TAGGI, F., MARTINI, F., MAGLIOLA, E., MATTIELLO, G., BORTOLI, A., GELOSA, L., FORTUNA, E., ALESSIO, L., VIVOLI G., BORELLA, P., BERGOMI, M., PALLOTTI, G., CONSOLINO, A., PORROZZI, G., PIOVANO, V. & PIOMBINO, O. 1980. Programma comunitario sulla sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo. *Ann. Ist. Super. Sanità* **16**: 537-644.
8. LEYENDECKER, W. 1985. Esperienza del laboratorio di riferimento del centro comune di ricerca di Ispra nel controllo di qualità per la determinazione del piombo nel sangue. *Ann. Ist. Super. Sanità* **21**: 85-96.
9. LEYENDECKER, W., MORISI, G. & YEOMAN, B. 1983. Quality maintenance programme for lead and cadmium monitoring in blood by atomic absorption spectrometry in the framework of biological survey of population. *Ann. Ist. Super. Sanità* **19**: 589-596.
10. MORISI, G., PATRIARCA, M., MANCINELLI, R., MATTIELLO, G., BORTOLI, A., GELOSA, L., FORTUNA, E., VIVOLI, G., BORELLA, P., BERGOMI, M., CONSOLINO, A., PALLOTTI, G., PORROZZI, G., PIOVANO, V., RAMPA, P. L., PIOMBINO, O., BARRA, V., CHIAROTTI, F. & TAGGI, F. 1983. *Programma comunitario sulla sorveglianza biologica della popolazione contro il rischio di saturnismo. Risultati italiani: fase II (1980-1981)*. Istituto Superiore di Sanità, Roma. (Rapporti ISTISAN, 83/43).
11. MORISI, G., PATRIARCA, M., BORTOLI, A., MATTIELLO, G., GELOSA, L., FORTUNA, E., VIVOLI, G., BORELLA, P., BERGOMI, M., PIOVANO, V., RAMPA, P., PALLOTTI, G., CONSOLINO, A., ALESSIO, L., GILLI, G., BASTON, W., LEYENDECKER, W., CHIAROTTI, F. & TAGGI, F. 1983. Risultati italiani ottenuti in un programma di sicurezza di qualità per la determinazione del piombo nel sangue. Direttiva CEE 312/29-3-1977. *Ann. Ist. Super. Sanità* **19**: 323-334.
12. *Sorveglianza biologica della popolazione italiana in relazione all'inquinamento da piombo. Risultati delle indagini regionali effettuate nel periodo 1985-1986*. 1988. G. Morisi & M. Patriarca (Eds). Istituto Superiore di Sanità, Roma. (Rapporti ISTISAN, 88/42).
13. MORISI, G., PATRIARCA, M., CARRIERI, M.P., FONDI, G. & TAGGI, F. 1989. Lead exposure: assessment of risk for the general Italian population. *Ann. Ist. Super. Sanità* **25**: 423-436.
14. MORISI, G., MACCHIA, T., PATRIARCA, M. & TAGGI, F. 1985. Articolazione del programma italiano per il controllo di qualità nella determinazione del piombo e del cadmio nel sangue. *Ann. Ist. Super. Sanità* **21**: 97-110.
15. TAGGI, F. & MORISI, G. 1985. Un nuovo schema di sicurezza di qualità per valutazioni tra laboratori. *Ann. Ist. Super. Sanità* **21**: 111-116.
16. MORISI, G., PATRIARCA, M. & TAGGI, F. 1989. The interlaboratorial quality assurance program for blood lead determination. An evaluation of methods and results. *Ann. Ist. Super. Sanità* **25**: 405-416.
17. MORISI, G., PATRIARCA, M. & TAGGI, F. 1989. Comparable laboratory performances in the analysis of lead in control samples and in fresh human blood. *Ann. Ist. Super. Sanità* **25**: 417-422.
18. 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**: 281-289.
19. MORISI, G., MENDITTO, A., CHiodo, F. & SPAGNOLO, A. 1995. Blood lead monitoring in the general Italian population. *Microchem. J.* **51**: 256-265.
20. 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.