

INDICATORI DI DOSE E DI EFFETTO IN SOGGETTI PROFESSIONALMENTE ESPOSTI A PERCLOROETILENE

I. MACCÀ¹, M.L. SCAPELLATO¹, M. CARRIERI¹, C. LANZI¹, A. VOLPIN¹, M. MANNO¹,
A. TREVISAN¹, G.B. BARTOLUCCI¹

INTRODUZIONE

Il Percloroetilene (PCE), solvente della famiglia degli idrocarburi alifatici alogenati introdotto negli anni '40, è divenuto il principale solvente in uso oggi nelle lavanderie a secco. Nell'esposizione professionale la principale via di assorbimento e anche di eliminazione è quella respiratoria (6), viene metabolizzato solo in piccola parte (5%) e successivamente escreto nelle urine come acido tricloroacetico (TCA) (1-3%), come tricloretenolo (TCE) (0-1%) e come PCE immodificato. L'eliminazione dall'organismo è lenta a causa del progressivo rilascio dal tessuto adiposo (6).

Numerosi studi hanno evidenziato la tossicità del PCE a livello epatico, renale e del sistema nervoso centrale (9). A carico di quest'ultimo vengono riportati, per esposizioni professionali effetti neurocomportamentali subclinici (8), quali diminuzione dell'attenzione, della concentrazione, della abilità visuomotoria con riduzione dei tempi di reazione semplice, e sintomi neurologici come disturbi della memoria, del tono dell'umore e difficoltà di addormentamento.

I limiti attuali di esposizione professionale al PCE proposti dall'ACGIH (1), sono: il Threshold Limit Value-Time Weighted Average (TLV-TWA), media ponderata per 8 ore di lavoro, è di 25 ppm (170 mg/m³), mentre il Threshold Limit Value-Short Term Exposure Level (TLV-STEL), livello permesso per esposizioni di breve durata, è di 100 ppm (685 mg/m³); per il monitoraggio biologico gli indici biologici di esposizione sono: 0.5 mg/L per il PCE ematico raccolto ad inizio turno di lavoro a fine settimana lavorativa; e 3.5 mg/L per il TCA urinario raccolto a fine turno di fine settimana lavorativa.

¹ Dipartimento di Medicina Ambientale e Sanità Pubblica. Università degli Studi di Padova.

L'obiettivo dello studio è stato quello di definire gli indicatori biologici più idonei alla valutazione dell'esposizione professionale a PCE; sono stati studiati eventuali effetti subacuti a carico del SNC servendosi di strumenti e metodi neurocomportamentali.

MATERIALI E METODI

Il nostro studio ha interessato 39 lavanderie della provincia di Padova per un totale di 71 addetti. Per quanto riguarda il monitoraggio ambientale è stato utilizzato, dopo averlo opportunamente validato (2), il campionatore passivo Radiello, dispositivo a diffusione radiale contenente al suo interno un supporto con carbone attivo in granuli. Successivamente l'analisi è stata eseguita per via gascromatografica con rivelatore ECD previo desorbimento con solfuro di carbonio secondo la metodica NIOSH (2). La giornata monitorata è stata quella di giovedì, giornata di lavaggio nella maggior parte dei casi, nel corso della quale sono stati eseguiti dei campionamenti personali per valutare l'esposizione di ogni soggetto per l'intero turno di lavoro (TWA).

Per il monitoraggio biologico sono stati eseguiti campionamenti di urina il giovedì sera e di sangue il venerdì mattina, per valutare le concentrazioni di PCE immodificato in entrambi i liquidi biologici e del suo metabolita acido tricloroacetico (TCA) nelle urine. Successivamente l'analisi è stata eseguita per via gascromatografica con rivelatore ECD.

Nella seconda fase dell'indagine per lo studio degli effetti subclinici a carico del SNC sono stati complessivamente studiati 43 addetti alle lavanderie a secco e 31 addetti alle stirerie.

L'indagine mirata ad individuare eventuali effetti subacuti, correlati all'esposizione a PCE, si è servita di strumenti e metodi neurocomportamentali.

Il disegno attuato è stato del tipo "studio sperimentale". Ad entrambi i gruppi indagati sono stati somministrati il lunedì mattina ad inizio turno: il consenso informato, la scheda colloquio anamnestico, un questionario autosomministrato per i sintomi neuropsicologici (Euroquest), il sub test dei cubi della scala di Wechsler, utilizzato per indagare le capacità intellettive di base per l'accoppiamento dei due gruppi di addetti, test di valutazione dei tempi di reazione semplici con stimolo visivo (STR-Terry 90). Quest'ultimo è stato ripetuto il venerdì sera a fine turno.

Per il monitoraggio biologico sono stati raccolti il venerdì mattina a inizio turno il sangue per il dosaggio del PCE e il venerdì sera a fine turno le urine per il dosaggio del TCA e del PCE.

Per l'analisi statistica dei dati sono stati utilizzati un test non parametrico quale il Mann-Whitney test (vista la bassa numerosità del campione) per il confronto tra medie, e il test per la regressione lineare per lo studio delle correlazioni tra livelli d'esposizione e tempi di reazione complessi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella tabella I sono riportati i risultati relativi al monitoraggio ambientale e biologico sul personale delle lavanderie.

TABELLA I. Concentrazioni di PCE in aria, PCE ematico ed urinario e TCA urinario nei lavoratori delle lavanderie.

Lavan- Derie	PCE aria (mg/m ³)			PCE ematico (mg/L) Pre-turno mattina successiva			PCE urinario (mg/L) Post-turno			TCA in urine (mg/L) Post-turno		
	N° Sogg.	Media (D.S.)	Me- diana	Range	Media (D.S.)	Me- diana	Range	Media (D.S.)	Me diana	Range	Media (D.S.)	Me diana
71	50.1 (56.4)	34.8	0.48- 284.5	0.3 (0.26)	0.25	0.002- 1.41	0.024 (0.025)	0.01	0.003- 0.128	4.03 (6.12)	2.58	0.41- 49.65

Per quanto riguarda i valori ambientali, la concentrazione media di PCE in aria è risultata pari a 50.1 mg/m³, valore ampiamente al di sotto del TLV-TWA di 170 mg/m³ stabilito dall'ACGIH. Anche nel monitoraggio biologico, la mediana del PCE ematico è risultata al di sotto del BEI adottato dall'ACGIH di 0.5 mg/L, mentre per il TCA urinario la mediana è al di sotto del limite di 3.5 mg/m³ mentre la media risulta superiore per la presenza in alcuni soggetti di concentrazioni di TCA particolarmente elevate. Ciò potrebbe essere dovuto alla presenza in alcune ditte di impurezze di tricloroetilene nel PCE, che è metabolizzato in modo più importante a TCA. Tale contaminazione è stata infatti confermata dal riscontro di tricloroetilene anche in alcuni dei campionamenti ambientali. Per il PCE urinario la concentrazione media è risultata circa 1/3 del valore limite biologico equivalente di 66 g/L proposto da alcuni autori (4).

Nelle figure sono riportate le correlazioni tra dati ambientali e biologici. Nella figura 1 è dimostrata la buona correlazione tra le concentrazioni di PCE in aria e quelle di PCE ematico del venerdì mattina ($r=0.70$) confermando la buona affidabilità di questo indicatore biologico. Dai nostri dati risulta che ad una esposizione al TLV corrisponde una concentrazione ematica di PCE la mattina dopo pari a 0.66 mg/L, valore molto vicino al BEI ACGIH.

Anche per il PCE urinario, la correlazione tra dati ambientali e campioni del giovedì sera, riportata in figura 2, si dimostra buona ($r = 0.68$), confermando come la raccolta alla fine del turno di lavoro sembri essere un

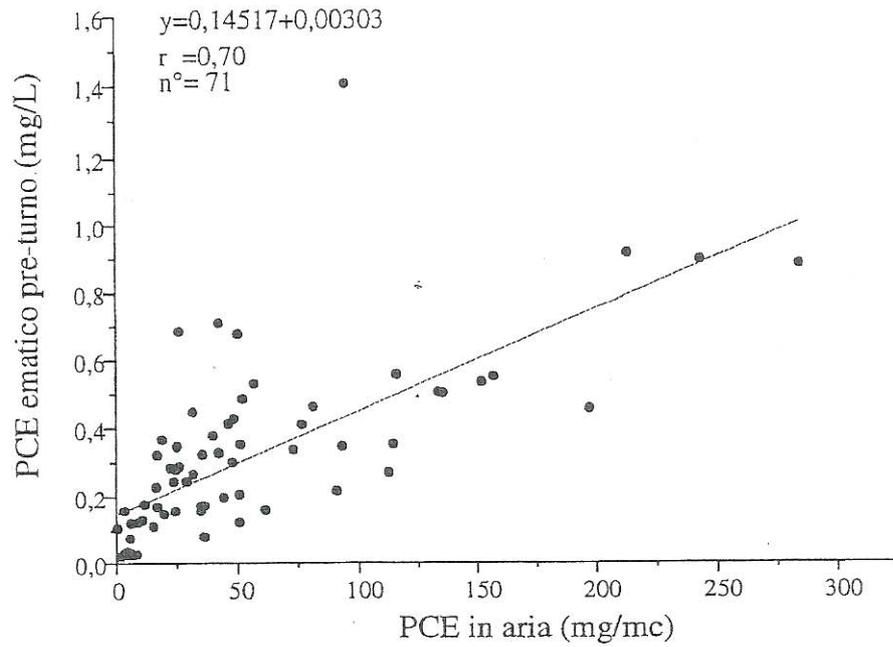


FIGURA 1. Correlazione tra PCE in aria e PCE ematico del venerdì.

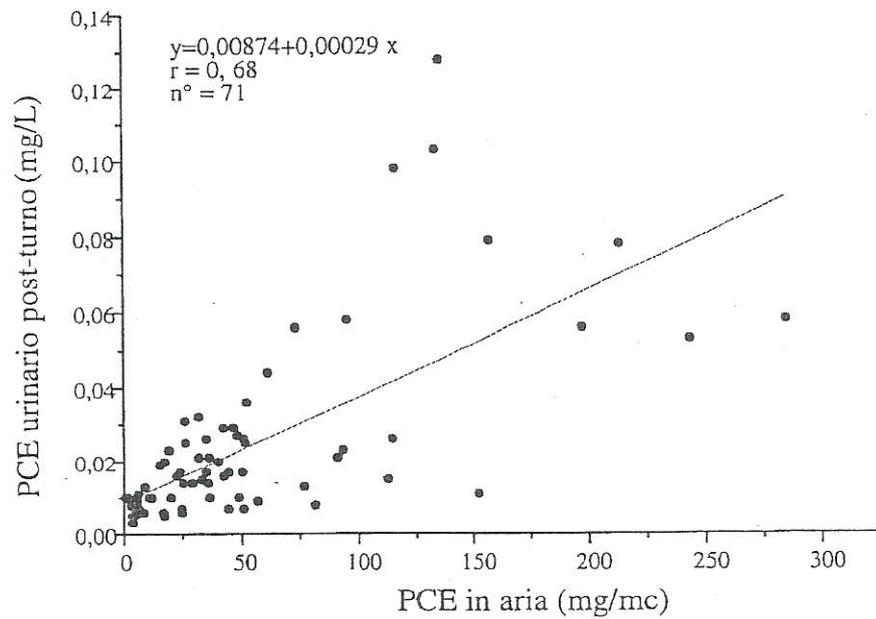


FIGURA 2. Correlazione tra PCE in aria e PCE urinario del giovedì.

valore ponderato rappresentativo dell'esposizione al solvente nell'intero periodo durante il quale l'urina si è formata (3, 4). Sulla base della correlazione osservata, il valore di concentrazione urinaria corrispondente al TLV-TWA di 170 mg/m³ è risultato pari a 58 g/L, valore prossimo a quello precedentemente citato e riscontrato da altri autori (4). Sia il PCE ematico che urinario sono indicatori specifici di esposizione, dato che non sono presenti in quantità significative in soggetti non professionalmente esposti a PCE.

Non c'è invece correlazione tra i dati ambientali ed il TCA urinario del giovedì sera perché: il TCA nelle urine ha una cinetica di metabolizzazione variabile, aumenta nel corso della settimana lavorativa di un fattore 2 rispetto al lunedì e sembra essere indice più di un'esposizione complessiva che di una singola giornata di lavoro, mentre il dato ambientale si riferisce solo al giorno del monitoraggio; il TCA è comunque un indicatore non specifico, essendo un importante metabolita di altri composti clorurati, come il tricloroetilene e il metilcloroformio, presenti in prodotti di largo impiego (ad esempio per la pulizia delle case); inoltre sembra essere scarsamente correlato alle basse esposizioni. (3, 7).

Nella tabella II sono riportati i risultati del monitoraggio biologico e dei TRS di una parte delle lavanderie e delle stirerie.

TABELLA II. Valori del monitoraggio biologico e dei tempi di reazione semplici di Lunedì ad inizio turno (I.T.) e Venerdì a fine turno (F.T.) nelle lavanderie e stirerie.

	N° Sogg.	PCE ematico (mg/L)	PCE urinario (mg/L)	TCA urinario (mg/L)	Lunedì I.T. (msec)			Venerdì F.T. (msec.)		
		Media Range	Media Range	Media Range	Range	D.S.	range	media	D.S.	range
Lavanderie	43	0.27 (0.03-1.286)	0.009 (0.002-0.024)	1.23 (0.068-4.13)	283	70.9	206	285 - 546	67	205 - 685
Stirerie	31	0.02 (0.002-0.03)	0.007 (0.002-0.011)	0.2 (0.13-0.359)	263	57.9	216 - 366	263	50.6	215 - 346

I due gruppi sono risultati accoppiabili per caratteristiche anamnestiche e intellettive di base; non sono state riscontrate differenze nell'Euroquest, questionario che indaga la sintomatologia soggettiva. Si può notare dalla tabella II, come nel gruppo delle lavanderie la media dei tempi di reazione

semplici risulti, rispetto a quelli delle stirerie, più elevata sia il lunedì a inizio turno che il venerdì a fine turno (rispettivamente 283 versus 263 msec al lunedì I.T., 285 versus 263 msec il venerdì F.T.). Tuttavia tali differenze, forse anche in relazione alla bassa numerosità del campione, non sono statisticamente significative. In entrambi i gruppi i TRS restano invariati nel corso della settimana lavorativa. Gli indicatori biologici negli addetti alle lavanderie sono tutti al di sotto dei limiti; invece nei lavoratori delle stirerie, inizialmente scelti da noi come gruppo di controllo, i dati del monitoraggio biologico hanno mostrato valori medi di PCE ematico (0.02 mg/L) e di TCA urinario (0.2 mg/L) al di sopra di quelli riscontrati nella popolazione generale (dell'ordine dei nanogrammi). Per tale motivo riteniamo di dover considerare il gruppo dei lavoratori delle stirerie come un gruppo a bassissima esposizione a PCE piuttosto che un vero gruppo di controllo.

Questo risultato è probabilmente imputabile al fatto che spesso vengono stirati vestiti precedentemente lavati con percloroetilene; da essi si possono ancora sprigionare vapori del solvente, in seguito inalati dagli addetti alle stirerie. Nessuna correlazione dose-effetto è stata riscontrata tra indicatori biologici e test neurocomportamentali.

CONCLUSIONI

Dallo studio effettuato emerge che nelle lavanderie a secco il rischio espositivo a percloroetilene è da considerarsi allo stato attuale sufficientemente sotto controllo.

Il monitoraggio biologico si è confermato una ottima procedura per la valutazione dell'esposizione individuale degli addetti; gli indicatori più affidabili possono essere considerati il PCE urinario a fine turno ed il PCE ematico di inizio turno. Il TCA urinario è in grado di dare indicazioni sul rischio espositivo dell'intera settimana lavorativa; vi possono però essere dei seri problemi di interpretazione e valutazione di tale dato se il PCE utilizzato contiene piccole percentuali di tricloroetilene, anch'esso metabolizzato ed in maggiore quantità in TCA.

I dati dei test neurocomportamentali evidenziano tempi di reazione più elevati negli esposti nelle lavanderie rispetto a quelli delle stirerie, anche se le differenze non sono risultate statisticamente significative. Non siamo, tuttavia in grado di fornire valutazioni conclusive al riguardo sia per il limi-

tato numero di soggetti esaminato sia perché gli addetti delle stirerie non possono essere considerati un vero e proprio gruppo di controllo. Sarà necessario ampliare la casistica e selezionare un nuovo gruppo di controllo che presenti le medesime caratteristiche dei lavoratori delle lavanderie ma non sia esposto ad alcun tipo di solvente.

BIBLIOGRAFIA

1. ACGIH. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. (1996).
2. CARRIERI M., SCAPELLATO M.L., MACCÀ I., MARCUZZO G., GORI G., BARTOLUCCI G.B. Validazione sul campo del campionatore passivo Radiello per il monitoraggio dell'esposizione a Percloroetilene e Benzene. Atti del 19° Congresso Nazionale dell'AIDII, Trento, 21-24, pp. 181-184. giugno 2000.
3. GOBBA F., ROSA P., GHITTORI S., IMBRIANI M., FERRARI G., CAVALLERI A. Il monitoraggio ambientale e biologico dell'esposizione occupazionale a percloroetilene nelle lavanderie a secco. *Med. Lav.* 88: 24-26 (1997).
4. IMBRIANI M. Valutazione critica degli indicatori di dose interna nella esposizione occupazionale a percloroetilene. In: Cavalleri A. Lavanderie a secco: rivalutazione del rischio da solventi. *Quaderni di Medicina del Lavoro e Medicina Riabilitativa* Tipografia PI-ME Pavia, pp. 41-62 (1994).
5. MONSTER A., REGOUIN-PEETERS W., VAN SCHIJNDEL A., VAN DER TUIN J. Biological monitoring of occupational exposure to tetrachloroethene. *Scand. J. Work Environ. Health* 9: 273-281 (1983).
6. MONSTER A.C., BOERSMA G., STEENWEG H. Kinetics of tetrachloroethylene in volunteers; influence of work load and exposure concentration and work load. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 42: 303-309 (1979).
7. POPP W., MULLER G., BALTES-SCHMITZ B., WEHNER B., VAHRENHOLZ C., SCHMIEDING W., BENNINGHOFF M., AND NORPOTH K. Concentration of tetrachloroethene in blood and trichloroacetic acid in urine in workers and neighbours of dry-cleaning shops. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 63: 393-395 (1992).
8. SEEBER A. Neurobehavioral Toxicity of Long-term Exposure to Tetrachloroethylene. *Neurotoxicol. Teratol.* 579-583 (1989).
9. SOLET D., ROBINS T.G., SAMPAIO C. Perchloroethylene exposure assessment among dry cleaning workers. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 51: 566-574 (1990).