

Cantiere iniezione legnami: tecnologia e rischi lavorativi

A. SERIO, G. NOTARANGELO ed E. MUNAFÒ

Servizio Sanitario, Ferrovie dello Stato, Roma

Riassunto. — *Le traverse di legno utilizzate per le linee ferroviarie sono impregnate di olio di creosoto per una maggiore resistenza agli agenti atmosferici. L'esame del ciclo lavorativo ha fatto individuare nel fenolo ed in altri inquinanti chimici i fattori di rischio preminentí di cui con i rilevamenti ambientali e personali si è valutata l'entità. L'indagine, oltre ad evidenziare valori dei singoli inquinanti rientranti nei limiti ammessi, ha permesso di indicare le sorgenti dei fattori di rischio su cui intervenire tecnicamente per un ulteriore miglioramento dell'ambiente di lavoro.*

Summary (Tecnology and Ambient Risk Related to the Wooden Sleepers Works). — *The wooden sleepers used for railway lines are impregnated with coal tar oil in order to increase their resistance to atmospheric and biological agents. The test of the working cycle has shown that chief risk factors are phenol and other chemical polluters and their values have been calculated by surveys of environments and medical researches. The same, besides showing the values of single polluters within allowed limits, have revealed the sources of risk factors on which to act for a further improvement of work environment.*

INTRODUZIONE.

Le traverse di legno necessarie per la posa di binari non possono essere utilizzate allo stato naturale in quanto, per l'azione degli agenti atmosferici e di microrganismi del terreno e del legno, andrebbero incontro a processi di decomposizione, con conseguente compromissione della linea. Esse di conseguenza sono sottoposte, in un apposito cantiere, a un trattamento di iniezione-impregnazione, che conferisce loro resistenza agli agenti suddetti, sfruttandosi le capacità impermeabilizzanti e disinettanti dell'olio di catrame (creosoto). Con una indagine è stato preso in esame il ciclo tecnologico del cantiere, al fine di rilevarne i fattori di rischio, valutarne l'entità e fornire indicazioni per una prevenzione primaria.

Organizzazione del lavoro. — L'organizzazione del cantiere ruota intorno ai tre settori principali della stagionatura legname, della sabotatura traverse e della inie-

zione. Il legname, giunto al cantiere per strada o per ferrovia, è sottoposto a cernita e, distinto per essenze, accatastato sul piazzale per una stagionatura di sei-otto mesi. Durante la cernita e la stagionatura alle testate delle traverse, ove necessario, vengono applicate grappe o reggette per contenere le spaccature del legno. Dopo la stagionatura le traverse sono avviate alla sabotatura. In un apposito capannone, vengono realizzati, con una macchina che provvede automaticamente all'avanzamento e al posizionamento delle traverse sotto le frese e i trapani, due superfici complanari e i fori necessari per la posa e l'ancoraggio delle rotaie. Le traverse vengono quindi trasportate con un carrello *decamille* al settore iniezione. Questa si effettua con un'autoclave cilindrica, posta all'aperto, lunga 31,50 m, di 2 m di diametro, che per ogni carico accoglie 12 carrelli per un trattamento complessivo di 468 traverse. L'autoclave è dotata di portelloni alle due estremità: all'apertura, mentre da un lato è spinta dentro la carica bianca, dall'altro fuoriesce la carica nera costituita dalle traverse già trattate. Dopo la chiusura dei portelloni, si dà avvio al ciclo di iniezione vero e proprio, che in successione comprende una compressione d'aria, il riempimento dell'autoclave con olio di creosoto, la compressione con olio di creosoto (a 12 kg/cm² e alla temperatura di 100-120 °C), il recupero dell'olio e una fase finale di decompressione. L'olio sotto pressione penetra nei canalicoli linfatici del legno, diffondendo in tutte le sue parti, mentre con il vuoto finale si aspira l'olio in eccesso dal legno stesso. Le traverse così tratte, dopo un'ulteriore essiccazione all'aperto, vengono caricate sui carri ferroviari e avviati alle zone di utilizzo. Il trattamento in questione, oltre che alle traverse, è applicato a tutto il legname che trova utilizzazione in linea, traverse da scambio, legname da ponti, barriere, ecc.

Le essenze più tenere, pino-faggio-cerro, richiedono minor tempo di trattamento. Il rovere, essenza molto dura, richiede invece tempo maggiore. La durata varia in genere dalle 6 alle 10 ore.

Caratteristiche dei materiali utilizzati. — Le essenze di legno utilizzate sono: cerro, rovere, pino, faggio, azobè, angelique. L'olio di catrame proviene dalla distillazione

del catrame di carbone fossile e risponde a determinate caratteristiche tecniche quali il non superamento, nella distillazione di 100 ml di olio a 150 °C, di 2 ml di distillato e un contenuto in fenolo non inferiore al 3 % in volume, sull'olio anidro, nel distillato fino a 375 °C.

Conduzione dell'indagine. — Nel capannone sabotatura sono stati presi in considerazione il rumore e le polveri; nel settore iniezione invece si è ricercato fenolo, benzolo, toluolo, xilolo e idrocarburi totali, ipotizzabili, come fattori di rischio, in base al ciclo tecnologico e al materiale utilizzato. Prescindendo dal rumore, non oggetto del presente lavoro, sono stati effettuati campionamenti personali, per una valutazione del rischio diretto, e statici, con postazione fissa ad 1,50 m dal suolo, per una verifica del rischio indiretto da accumulo nell'ambiente. Le polveri sono state ottenute per filtrazione su membrana cellulosa a micropori, secondo le prescrizioni delle direttive ENPI, ed i filtri pesati su bilancia di precisione, tipo Mettler H. 54, con espressione dei valori

in mg/m³ di aria filtrata. Per la parte chimica i campioni sono stati ottenuti per filtrazione dell'aria su carbone attivo, utilizzando pompe Personal ad un flusso aspirante di litri 0,800 al min, provvedendosi quindi in laboratorio all'analisi gascromatografica, previa eluizione in solfuro di carbonio.

Risultati dei prelievi e considerazioni. — Nella Tab. 1 sono riportati i valori dei rilevamenti relativi al capannone sabotatura, da cui sono anche rilevabili le caratteristiche di prelevamento, la lavorazione effettuata e le zone interessate. I valori riscontrati sono contenuti, sia come particolato totale che come frazione inalabile, e non si discostano da quelli di alcuni campioni relativi ad operazioni di falegnameria tradizionali, che per un confronto di dati sono stati prelevati in un piccolo locale falegnameria, annesso alla sabotatura e riportati nella Tab. 2. Ne deriva per tutto il personale del settore sabotatura-falegnameria una omogeneità di esposizione alla polvere di legno e la ricorrenza di valori

Tabella 1. — *Rilevamenti effettuati nel capannone sabotatura.*

Prelevo	Reparto	Lavorazioni effettuate	Osservazioni	Polvere (mg/m ³)	
				Totale	Inalabile
1	Sabotatura	Piallatrice linea accoppiamento trasverso.	Campionamento sull'operatore.	3,75	1,15
2	Sabotatura	Piallatrice linea accoppiamento trasverso.	Contemporaneo al n. 1 ambientale.	1,07	0,75
3	Sabotatura	Sabotatrice linea sabotatura trasverso	Campionamento sull'operatore.	1,9	0,7
4	Sabotatura	Sabotatrice linea sabotatura trasverso	Contemporaneo al n. 3 ambientale.	1,6	0,5
5	Sabotatura	Piallatrice.	Campionamento sull'operatore.	3,7	1,7
6	Sabotatura	Piallatrice e sabotatrice in funzione.	Campionamento ambientale.	3,9	—
7	Sabotatura	Sabotatrice.	Campionamento sull'operatore.	2,3	1,2
8	Sabotatura	Sabotatrice e piallatrice in funzione.	Campionamento ambientale.	2,3	—

Tabella 2. — *Confronto tra rilevamenti effettuati nel locale falegnameria e sabotatura.*

Prelevo	Reparto	Lavorazioni effettuate	Osservazioni	Polvere (mg/m ³)	
				Totale	Inalabile
9	Falegnameria (piccola)	Tutte le lavorazioni ambientale.	Campionamento ambientale con impianto aspirazione macchine inserite.	1,05	—
10	Falegnameria (piccola)	Tutte le lavorazioni.	Campionamento ambientale senza impianto aspirazione.	3,25	—
6	Sabotatura	Piallatrice e sabotatrice in funzione.	Campionamento ambientale.	3,9	—
8	Sabotatura	Sabotatrice e piallatrice in funzione.	Campionamento ambientale.	2,3	—

Tabella 3. - Determinazione dei vapori dei solventi in diversi reparti.

Prelievo	Reparto	Lavorazioni effettuate	Osservazioni	Solventi (mg/m ³)				
				Fenolo	Benzolo	Toluolo	Xilolo	Idrocarburi (a)
1	Autoclave	1° operatore.	—	5,1	ass.	6,2	23,2	78
2	Autoclave	Ambientale fisso uscita autoclave.	—	8,2	ass.	2,4	14,1	99
3	Autoclave	2° operatore.	—	5,9	ass.	ass.	22,1	92
4	Autoclave	Prelievo effettuato sopra le traverse appena uscite dall'autoclave.	—	18	—	—	—	—
5	Autoclave	Dopo circa 9 ore dall'uscita dell'autoclave.	—	10	—	—	—	—
6	Sala macchine	Ambientale.	—	10,1	ass.	16,3	18,4	257
7	Sala macchine	Ambientale.	—	8,1	ass.	45,7	97,6	360
8	Sala macchine	Esterno H ₂ O da vuoto dell'autoclave ambientale fisso.	—	9,3	ass.	ass.	ass.	42
9	Esterno	Prelievo effettuato a ridosso confine CIL da 80 m.	—	0,2	ass.	ass.	ass.	ass.
10	Esterno	Prelievo effettuato a metà tra autoclave e confine CIL a 40 m.	—	2	ass.	ass.	ass.	12

(a) Idrocarburi totali espressi in n-eptano.

rientranti tra quelli ponderati ammessi per lo specifico inquinante. Il settore iniezione, come rilevabile dalla Tab. 3, è in pratica scorporabile in più settori, in base agli interventi per la conduzione dell'impianto, che possono così individuarsi:

— autoclave: con tre prelievi (1-2-3), di cui due sugli operatori impiegati nelle operazioni di apertura, chiusura e preparazione dell'autoclave per il ciclo iniettivo ed uno fisso più idoneo alla captazione dei fumi che escono all'apertura dell'autoclave;

— sala macchina: con tre prelievi (6-7-8), di cui due (6-7) significativi della esposizione del personale che vi opera in via continuativa;

— zona essiccazione traverse: due prelievi (4-5) limitati al dosaggio del fenolo, e due rilevamenti (9-10), rispettivamente al confine perimetrale del cantiere e intermedio tra le due zone, per una verifica della diffusione degli inquinanti chimici. In tutti i campioni costantemente negativa è risultata la ricerca del benzolo, mentre la presenza di toluolo, fenolo, xilolo ed idrocarburi totali è chiaramente correlata alla diffusibilità e dispersione nell'ambiente di vapori, come dimostrano i campionamenti all'interno della sala macchina e quelli esterni. I valori reperiti, pur rientranti nei limiti ponderati ammessi, correlati alla posizione di prelievo, permettono di individuare le sorgenti degli inquinanti, ravvisandosi come tali l'autoclave (prelievo n. 2), le

vasche dell'acqua in rapporto con la pompa per il vuoto dell'autoclave (prelievi 7-8), le traverse nella sede di essiccazione (prelievi 4-5).

CONCLUSIONI.

Gli inquinanti ricercati presentano valori rientranti nei limiti di esposizione ammessi dagli igienisti industriali. Tenendo presente che i VLP non sono limiti di sicurezza e che, per definizione, non escludono la possibilità di danno, i dati ottenuti devono considerarsi in funzione di interventi tecnologici per un ulteriore contenimento dell'inquinamento. L'indagine ha mostrato la sua validità fornendo notevoli indicazioni sulle possibilità di intervento avendo consentito l'individuazione dei fattori di rischio e delle fonti di inquinamento. Le indicazioni di maggior rilievo per singolo settore sono le seguenti (Fig. 1):

1) nel capannone sabotatura, isolamento delle macchine in cabine fonoassorbenti e separazione delle linee di lavorazione, essendosi individuata nel rumore la maggiore possibilità di rischio. I contenuti valori di impolveramento hanno invece mostrato la validità del sistema di raccolta della polvere e dei trucioli;

2) per il settore iniezione: a) realizzazione di una cabina per il comando a distanza dei macchinari; b) isolamento delle vasche d'acqua della pompa per il vuoto

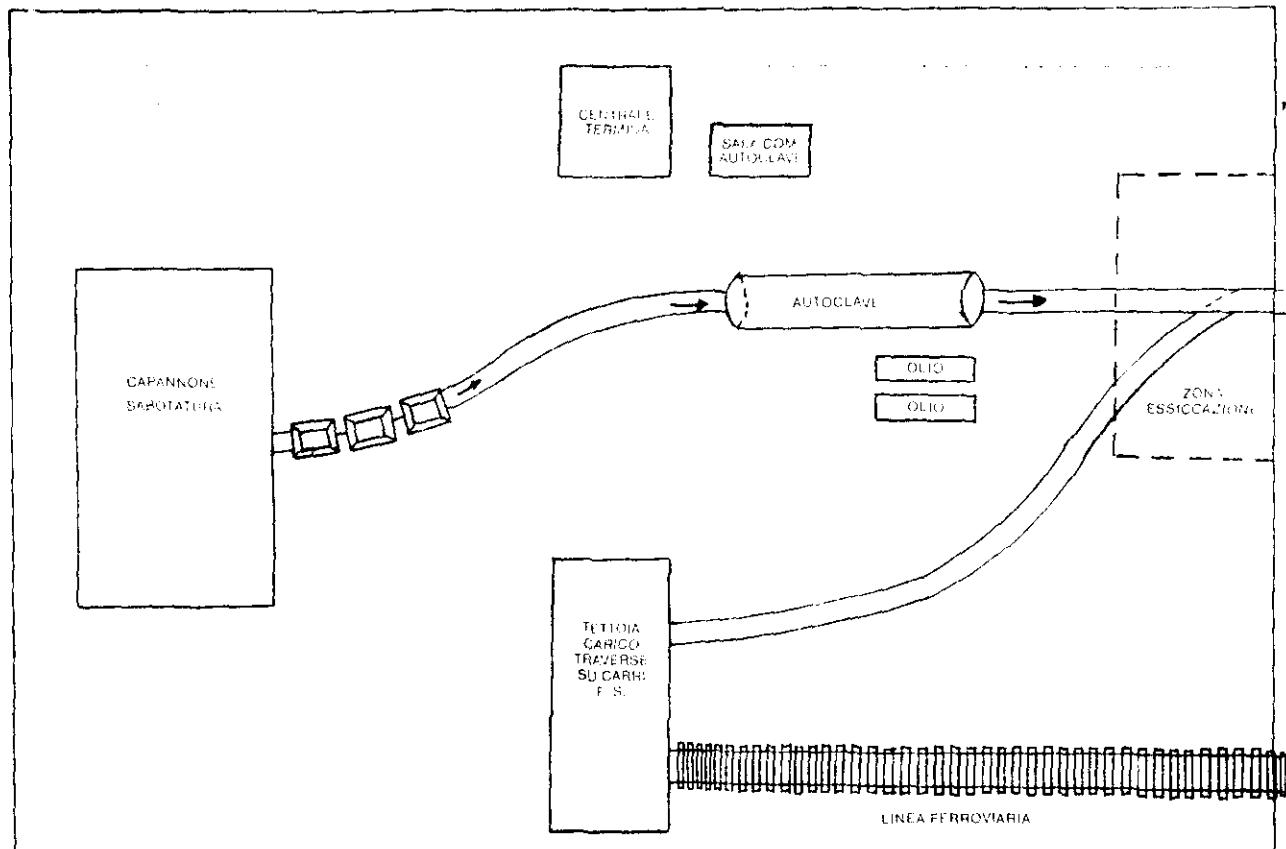


FIG. 1. - Schema canticre iniezione

nell'autoclave attraverso cui diffondono nella sala macchina gli inquinanti derivanti dal ciclo di iniezione. Operazione necessaria, pur realizzando il punto a), essendo gli operatori tenuti alla manutenzione e al controllo delle apparecchiature; c) per l'autoclave, studio

della realizzabilità di un sistema antidiiffusione o di contenimento dei vapori derivanti dalla sua apertura; d) realizzazione di un tunnel di essiccazione, in continuità dell'autoclave, per la sistemazione delle traverse fino al momento del loro carico, con recupero dei vapori.

Valutazione di un metodo biologico per la determinazione del carbaryl (1-naftil-N-metil-carbammato) in un'azienda produttrice di pesticidi

A. MORETTO, S. CAROLDI, E. DE ROSA e M. RAIMONDI

Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi, Padova

Riassunto. — Si è cercato di valutare un nuovo metodo biologico per la determinazione quantitativa del carbaryl (1-naftil-N-metil-carbammato) nell'aria in un'azienda produttrice di pesticidi. La determinazione del livello di inibizione in vitro dell'AChE eritrocitaria umana in presenza di piccole quantità delle soluzioni di prelievo permette di risalire alla concentrazione di carbaryl in esse presente. I risultati sono sovrappponibili a quelli ottenuti con un metodo colorimetrico per l'1-naftolo.

Summary (A New Biological Method for Carbaryl (1-naphthyl-N-methyl-carbamate) Evaluation in a Factory Producing Pesticides). — A new biological method for the quantitative determination of carbaryl (1-naphthyl-N-methyl-carbamate) in a factory producing formulations of this pesticide is discussed. The degree of in vitro inhibition of human erythrocyte AChE depends on the carbaryl concentration in drawing solutions. The results don't show relevant differences if compared with data obtained by a colorimetric method for 1-naphthol.

INTRODUZIONE.

Il carbaryl (1-naftil-N-metil-carbammato) è il principio attivo di numerose formulazioni commerciali ad azione pesticida. In Italia la distribuzione al consumo per questo tipo di prodotti si è dimostrata in notevole ascesa dall'inizio degli anni '70, nel 1978 si è raggiunto un valore superiore ai 30.000 quintali annui (Annuario Statistico Italiano, 1978). Il carbaryl viene usualmente determinato in laboratorio indirettamente attraverso il suo prodotto di idrolisi alcalina, 1-naftolo. Esistono numerose tecniche per la sua misurazione gascromatografiche, colorimetriche e fluorimetriche [1]. Il metodo colorimetrico al p-nitrobenzendiazonio fluoroborato è quello raccomandato dal NIOSH per la determinazione analitica del carbaryl [2]. Va tuttavia sottolineato che l'1-naftolo, molte volte presente come impurità nei prodotti commerciali a base di carbaryl e inattivo dal punto di vista della tossicità, può dare delle interferenze positive in questo tipo di analisi, interferenze segnalate anche per altri composti come i fenoli e le amine aromatiche [1]. Il carbaryl reagisce con numerose esterasi in maniera reversibile (emivita del complesso enzima carbamilato nell'ordine di minuti); maggiormente rilevante ai fini della tossicità è l'inibizione dell'acetilcolinesterasi (AChE). In base a numerosi studi intercorsi

negli ultimi decenni la cinetica dell'inibizione dell'AChE in presenza di carbammati è nota. Il nostro lavoro si riferisce ad una indagine ambientale in un'azienda produttrice di pesticidi, tra cui un prodotto a base di carbaryl miscelato al 50% con talco. Si è cercato di formulare una nuova metodica per l'analisi quantitativa del carbaryl attraverso lo studio in vitro dei suoi effetti sull'AChE eritrocitaria umana.

MATERIALI E METODI.

Prelievi ambientali. — Sono stati eseguiti 5 prelievi di polveri totali: 3 con campionatori personali in operai addetti alla miscelazione e al confezionamento del prodotto finito a base di carbaryl secondo il metodo di prelievo NIOSH [2]; 2 sono stati eseguiti con filtro in lana di vetro di 50 mm di diametro con campionatori statici in posizione centro ambiente durante le stesse lavorazioni di miscelazione e confezionamento.

Analisi delle polveri. — La polvere è stata estratta dal filtro con metanolo (10 ml); dopo centrifugazione, per precipitare le fibre di lana di vetro in sospensione, la soluzione estraente è stata suddivisa per la determinazione colorimetrica dell'1-naftolo e per la determinazione enzimatica del carbaryl. Come fonte dell'enzima AChE si è usato sangue totale di uomo e l'attività enzimatica è stata misurata secondo Ellman e coll. [3]. Il carbaryl estratto dai filtri in metanolo (50 microlitri) o soluzioni note di carbaryl nello stesso solvente (50 microlitri) sono state aggiunte a 10 microlitri di sangue diluito 1:600 con tampone fosfato a pH 7,4, 40 min prima della determinazione dell'attività acetilcolinesterasica. Il giorno stesso dell'analisi enzimatica delle polveri prelevate è stata determinata una curva standard di inibizione con concentrazioni note di Carbaryl; l'inibizione ottenuta dalle soluzioni di prelievo, dopo opportune successive diluizioni, è stata confrontata con quella delle soluzioni note, prendendo in esame solamente il primo 60% di inibizione.

RISULTATI.

Nella Fig. 1 è riportata la variazione percentuale dell'attività AChE in presenza di due diverse concentrazioni di carbaryl rispetto al tempo. Mentre fino al

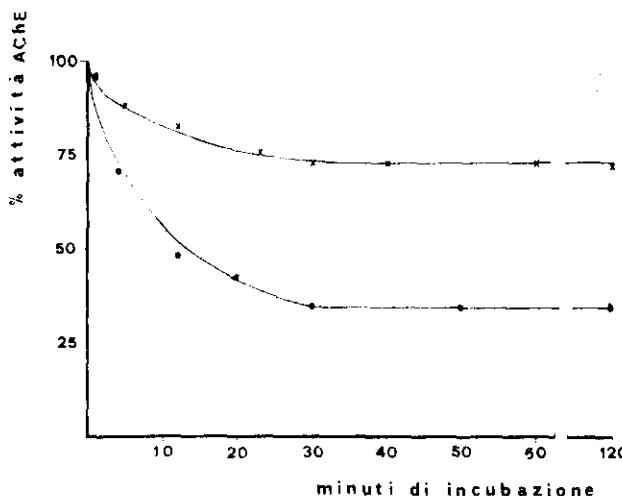


Fig. 1. - Attività AChE espressa come percentuale sul totale dopo incubazione a tempi diversi con due differenti concentrazioni di carbaryl (x 0,25 microM, 1,50 microM)

minuto 30 è prevalente la reazione di carbamilazione dell'AChE con una progressiva riduzione di attività, dopo il 30° minuto si raggiunge un equilibrio dinamico tra la quantità di nuovo enzima che si impegna nella formazione del complesso intermedio e la quantità di attività ripristinata per idrolisi dell'enzima carbamilato. Detto equilibrio appare mantenuto almeno fino al minuto 120. Misurando l'attività AChE in presenza di concentrazioni crescenti di inibitore all'equilibrio (dopo 40 min), si ottiene un rapido calo di attività fino a circa il 40 % dell'attività iniziale, dopo di che l'enzima residuo diventa maggiormente resistente al crescere della concentrazione di carbaryl (Fig. 2). Il livello di inibizione non ha presentato variazioni significative in rapporto al mutare della concentrazione di substrato per l'AChE (acetilcolina) tra 0,1 e 5,0 mM. Abbiamo valutato inoltre la possibile rilevanza di esterasi plasmatiche che idrolizzano il carbaryl la cui presenza è stata segnalata in letteratura [4]. Nelle condizioni di diluizione da noi usate, la loro attività è irrilevante e non influisce sul livello di inibizione finale dell'AChE.

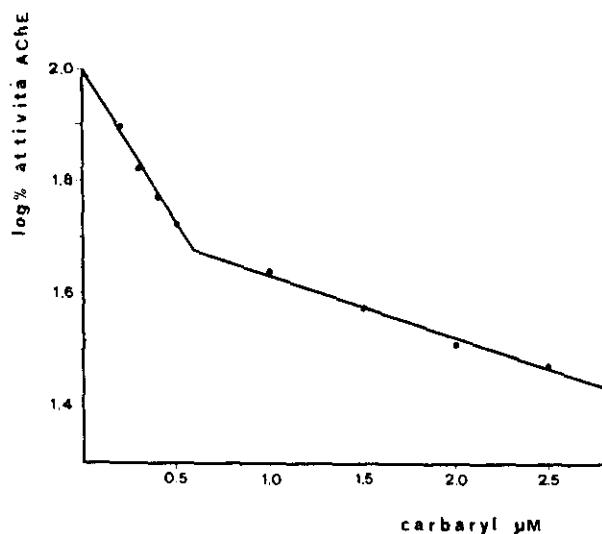


Fig. 2. - Attività AChE residua dopo 40 minuti di incubazione con diverse concentrazioni di carbaryl

Nella Tab. 1 abbiamo riportato le concentrazioni di carbaryl nell'ambiente calcolate mediante il metodo colorimetrico per l'1-naftolo e il metodo enzimatico per il carbaryl. Non si evidenziano differenze significative. La soluzione di carbaryl in metanolo conservata a 4°C mantiene inalterate le capacità inibitorie per almeno 10 giorni.

Tabella 1. - Concentrazione ambientale di carbaryl in 5 diverse posizioni di lavoro. Confronto dei risultati ottenuti con due diversi metodi di analisi.

METODO	Posizioni				
	1	2	3	4	5
Colorimetrico (mg/m ³)	5,40	12,87	2,39	1,89	0,50
Enzimatico (mg/m ³)	4,78	11,94	2,45	1,71	0,62

DISCUSSIONE.

La reazione dei carbammati con l'AChE è simile alla reazione enzima-substrato eccetto che per la stabilità del complesso intermedio più elevata nel caso di questi inibitori. La reazione prevede una fase di *steady state* in cui la percentuale di enzima libero rimane inalterata come risultato complessivo delle reazioni di carbamilazione e decarbamilazione. L'inibizione dell'AChE misurata all'equilibrio cresce sensibilmente in rapporto a piccole variazioni della concentrazione di carbaryl almeno fino ad un residuo 40 % di attività. Ciò permette con sufficiente sensibilità di valutare la quantità di inibitore presente nelle soluzioni testate. Usando come fonte dell'AChE eritrociti o sangue totale e confrontandolo con esperienze di altri autori con AChE bovina purificata [5], non si sono evidenziate differenze significative nell'andamento dell'inibizione. La possibilità di usare sangue totale facilmente reperibile come fonte di enzima e la stabilità della soluzione di carbaryl in metanolo, rende notevolmente semplice il metodo di analisi. Piccole differenze, intorno al 5 %, probabilmente legate alla impurità dell'enzima, si sono riscontrate tra i vari campioni di sangue da diversi donatori; per questo motivo è necessario usare lo stesso campione di sangue per lo standard e per la determinazione della concentrazione di inibitore nelle soluzioni di prelievo. Abbiamo quindi confrontato i risultati ottenuti con questo metodo con i valori dedotti dalla determinazione colorimetrica per l'1-naftolo. All'interno delle ampie variazioni quantitative del carbaryl tra i vari filtri legate alla diversità delle operazioni controllate i risultati sono sovrapponibili. Per l'applicazione di questo metodo analitico è comunque necessaria una conoscenza approfondita dell'ambiente di lavoro e dei possibili inquinanti presenti nell'aria. Ciò prevalentemente in rapporto a possibili interferenze a livello del sito enzimatico durante il procedimento di analisi da parte di altri prodotti quali esteri organofosforici o altri carbammati che d'altra parte non erano presenti nell'ambiente di lavoro da noi visto. Lo stesso metodo potrà comunque essere applicato per la determinazione di qualsiasi inibitore che non necessiti di attivazione metabolica.

BIBLIOGRAFIA

1. NIOSH. 1976. *Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to carbaryl.* Washington, D.C.
2. NIOSH. 1977. *Manual of analytical methods.* 2. ed. Method. 3: S 273. Washington, D.C.
3. ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, U. & FEATHERSTON, R.M. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharm.* 7: 88-95.
4. CASIDA, J.E. & AUGUSTINSSON, K.B. Reaction of plasma albumin with 1-naphthyl-N-methyl-carbamate and certain other esters. *Biochim. Biophys. Acta* 36: 411-426.
5. REINER, E. & SIMEON-RUDOLF, V. 1966. The kinetics of inhibition of erythrocyte cholinesterase by monomethylcarbamates. *Biochem. J.* 98: 501-505.

I rischi ambientali nei complessi ospedalieri

L. PANE, F. SPIGNO, T. VALENTE e A.D. BONSIGNORE

Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi, Genova

Riassunto. — *Gli autori riportano, sulla base di loro esperienze personali, una mappatura dei rischi negli ambienti ospedalieri. I fattori di rischio a cui sono esposti i dipendenti vengono raggruppati in tre classi: inquinanti chimici (gas anestetici, ossido di etilene, formaldeide, vapori di solventi); inquinanti fisici (rumore, radiazioni e microclima) e microbiologici.*

Summary (Environmental Risks in Hospitals). — *The authors report, on basis of their personal experiences, a map of the risks in hospital environments. The risks factors, to which the workers are exposed, are grouped in three classes: chemical pollutants (anaesthetic gas; ethylene oxide; formaldehyde; solvent vapours), physical pollutants (noise; radiations and climate) and microbiological pollutants.*

INTRODUZIONE.

L'evoluzione storica e il progresso hanno modificato radicalmente l'ospedale che, concepito inizialmente come luogo di ricovero per i diseredati e gli incurabili, si è in seguito trasformato in Istituto per la cura delle malattie, sino ad assumere la struttura attuale che ricalca quella di un'Azienda con un elevato numero di dipendenti; ciò rappresenta un fattore di notevole interesse per l'igienista industriale ed il medico del lavoro, che di fronte a questa realtà devono codificare una mappa dei rischi in ambiente ospedaliero e successivamente programmare un intervento a livello sanitario (esami di laboratorio mirati, visite periodiche, ecc.). Sino ad oggi questa categoria di lavoratori è stata poco curata dal punto di vista igienistico e della medicina preventiva e il presente lavoro costituisce un tentativo di inquadramento dei rischi in ambiente ospedaliero.

MAPPA DEI FATTORE DI RISCHIO.

I fattori di rischio a cui sono esposti i dipendenti ospedalieri possono essere raggruppati in tre classi: inquinanti chimici, fisici e microbiologici. Indicheremo sommariamente i gruppi di lavoratori esposti ai singoli agenti nocivi, con una valutazione orientativa dell'entità del rischio stesso.

Anestetici. — Quelli attualmente più usati sono poli-
logeno-derivati dell'etano: ricordiamo l'Ethrane, il
Fluotano, il Metossifluorano. Gli esposti sono essenzialmente gli addetti alle sale operatorie. Fra i gas im-
piegati per anestesia bisogna ricordare anche il protos-
sido di azoto. Gli studi sulla loro tossicità per l'uomo sono principalmente di natura epidemiologica [1, 2].
Nel 1980 la Conferenza degli Igienisti Industriali Ameri-
cani [3] ha proposto l'introduzione dei limiti tolle-
rabi per l'Ethrane o Enfluorane (575 mg/m³) e per il
Fluotano o Halothane (400 mg/m³). Le sintomatolo-
gie denunciate dagli addetti sono principalmente tachicardie, cefalee, vertigini e disturbi digestivi. La
concentrazione ambientale risulta legata alla tecnica di anestesia e alla ventilazione ambientale [4, 5]. Nel
corso di varie indagini abbiamo trovato concentrazioni
variabili da 10 a 1700 mg/m³.

Solventi Organici. — I più comunemente usati sono gli
xileni, l'etanolo e l'etere etilico. Vengono utilizzati nei
laboratori chimici e di anatomia patologica, nelle sale
operatorie e nelle officine: in quest'ultimo caso vengono
impiegati come sgrassanti o diluenti per vernici. Nei
reparti ortopedici vengono impiegati collanti con sol-
venti a base di esano. I quadri patologici potenzial-
mente riproducibili da questi tossici sono vari e poli-
formi, potendosi avere irritazione acuta delle mucose
delle prime vie aeree, sensibilizzazione allergica (mec-
canismo aptenico), alterazioni del S.N.C., del fegato
e del rene. Una patologia che ha assunto importanza
in tempi relativamente recenti è costituita dalle poli-
neuropatie da solventi (MiBK, n-esano), per non par-
lare poi dell'ipotesi formulata da alcuni, secondo cui
i solventi potrebbero avere un ruolo nell'innescare
sindromi demielinizzanti [6]. Ovviamente quelli sopra
descritti rappresentano solo una parte dei possibili
quadri patologici indotti da solventi e riportati a scopo
esemplificativo non essendo questa la sede per una tra-
tazione sistematica dell'argomento. Volendo tracciare
una ideale mappa dei rischi in ambiente ospedaliero
abbiamo visto che tale esposizione lavorativa si configura
prevalentemente nei laboratori ed in particolare
quelli di anatomia patologica. Durante il fissaggio e
la colorazione dei vettini abbiamo reperito, nel locale
ove lavorano i laboratori, concentrazioni di alcool
etilico e xilene vicine ai singoli TLV. Queste lavora-
zioni dovrebbero essere eseguite dentro una cappa aspi-

rante da laboratorio. L'esposizione ai solventi organici può anche essere reperita nelle officine ortopediche dove, oltre alla preparazione di busti, protesi, plantari, ecc., si esercita una vera e propria attività calzaturiera. Tali lavorazioni però sono presenti solo in ospedali a carattere specialistico: in una officina ortopedica abbiamo riscontrato concentrazioni di n-esano variabili da 20 a 200 mg/m³.

Formaldeide. — Questo composto viene utilizzato tal quale (opportunamente diluito) oppure sotto forma di miscele con altre sostanze in prodotti disinfettanti. La formaldeide viene impiegata nei laboratori di anatomia patologica per l'inclusione dei pezzi anatomici, nelle sale di dialisi per la disinfezione delle macchine e nelle disinfezioni dei locali e di materiali da corsia. È un gas fortemente irritante per la mucosa delle congiuntive e delle prime vie aeree anche a livello di pochi ppm; a concentrazioni superiori causa tracheobronchiti acute. Accanto al potere irritante, è stato anche descritto un effetto sensibilizzante per la pelle; questa attività della formaldeide si può manifestare anche con quadri clinici di asma bronchiale [6]. Sperimentalmente è stata dimostrata un'azione mutagenica sia nell'*E. coli* che nella *Drosophila*, mentre sembrerebbe dimostrata l'azione cancerogena su animali da esperimento [7]. Si riscontrano concentrazioni ambientali anche largamente superiori ai limiti tollerabili, particolarmente nei laboratori di anatomia patologica. Mentre in questi casi si può pensare di eseguire la lavorazione in una cappa aspirante, nelle disinfezioni appare opportuno reperire prodotti alternativi, con tossicità inferiore.

Ossido di etilene. — L'impiego di questo gas, che appartiene al gruppo dei composti epossidici è legato alla sterilizzazione di materiali in gomma e plastica (in genere sotto forma di bombolette di pochi centimetri cubici di volume). La sua funzione patogena si esplica prevalentemente attraverso un'azione irritante per la cute e le mucose; sperimentalmente è stata dimostrata un'azione mutagenica sulla *Drosophila* e sulla *Salmonella*; sono state anche descritte alterazioni del corredo cromosomico di linfociti umani in coltura e su cellule di midollo osseo di ratti in coltura [6]. Questi dati pongono l'attenzione sull'ossido di etilene come potenziale cancerogeno per l'uomo. I locali di sterilizzazione sono molte volte collocati in ambienti non fisicamente separati da altri, ove vengono eseguite lavorazioni differenti. Il residuo di gas che può liberarsi nell'ambiente durante l'apertura della sterilizzatrice, supera spesso il TLV. Si può ovviare eseguendo alcuni lavaggi con aria della macchina stessa. Peraltro i pezzi possono adsorbire il composto e cederlo lentamente, generando un inquinamento del locale di deposito. È quindi necessario stabilire norme precise per lo stoccaggio (pericolo di esplosione) e l'uso del composto e per l'aerazione dei locali potenzialmente contaminabili.

Acidi. — L'esposizione è molto limitata. Si verifica la presenza di acido cloridrico nei reparti dialisi per la rigenerazione del deionizzatore e di acido acetico, assieme a sali inorganici, nei laboratori fotografici. Gli acidi vengono utilizzati anche nei laboratori di analisi.

Le concentrazioni reperite sono in genere estremamente basse.

Polveri e fumi. — La presenza di questi inquinanti è normalmente riscontrabile nelle officine (falegnameria, meccanica, ortopedia, ecc.), ove sono richiesti presidi preventivi analoghi a quelli applicati in campo industriale.

Rumore. — Si riscontra un rischio potenziale o effettivo di ipoacusia nei lavoratori delle centrali termiche e delle officine. In alcuni casi si raggiungono i 100 dBA. Nelle centrali termiche ove si superano i limiti tollerabili, è opportuna l'installazione di una cabina insonorizzata per la sosta degli operatori. L'esposizione nelle officine è generalmente discontinua e il rischio può essere contenuto fornendo mezzi protettivi individuali.

Microclima. — Si possono riscontrare condizioni disagevoli sotto l'aspetto microclimatico nelle sale operatorie, nelle zone di sterilizzazione con autoclave e nelle lavanderie in relazione ad una carenza di impianti di ricambio dell'aria ambiente.

Radiazioni. — Tale rischio è ben presente all'interno dei complessi ospedalieri; si può anzi dire che tra le lavorazioni che espongono professionalmente alle radiazioni ionizzanti, quelle collegate all'attività sanitaria sono ai primi posti per quanto riguarda il numero di persone impegnate. In campo sanitario, vengono comunemente impiegate radiazioni elettromagnetiche prodotte artificialmente nei tubi radiogeni (radiazioni X), sia in diagnostica (radioscopia-roentgenodiagnostica) che in terapia (roentgenterapia). Un'altra fonte di radiazioni ionizzanti che ha trovato in tempi relativamente recenti largo impiego in medicina è costituita dai radionuclidi, impiegati sia in radioisotopodiagnistica che in radio-isotopoterapia.

Agenti microbiologici. — Si può affermare che le infezioni costituiscono un rischio potenziale per tutte le persone che vivono in ospedale. Accanto ai malati ricoverati con diagnosi accertata di malattia infettiva in atto, si hanno pazienti con malattie infettive non ancora diagnosticate e/o portatori sani, che possono costituire un serbatoio di diffusione di microrganismi, prima che il loro stato venga accertato con opportuni esami batteriologici. La maggior parte degli studi e dei contributi della letteratura su questo argomento è stato indirizzato verso i degeniti, mentre l'aspetto che più ci interessa, e cioè la tutela e la prevenzione del personale impiegato in ambiente ospedaliero non è stato sino ad oggi affrontato in maniera sistematica. I reparti che la nostra esperienza ci ha consentito di individuare come particolarmente soggetti a questo tipo di rischio sono risultati i laboratori di analisi e di immunoematologia trasfusionale, le unità di dialisi, la pneumologia, i reparti di lungo degenza per forme tubercolari croniche (ancora presenti in alcuni ospedali) ed infine, come è ovvio, il reparto isolamento e malattie infettive, comunque il rischio può essere esteso ad altri ambienti, compresi quelli dei servizi (lavanderia, disinfezione, officine).

CONCLUSIONI.

Dalla nostra esperienza, maturata in occasione di numerosi interventi igienico-ambientali e sanitari in alcuni ospedali liguri, emerge che questi ambienti presentano una variabilità di rischi paragonabile, in alcuni casi, a quelli esistenti in ambienti industriali, anche se l'esposizione ai vari fattori di rischio riscontrati, è generalmente di tipo discontinuo e dipendente dal carico

lavorativo. Pertanto, anche in considerazione della variabilità riscontrabile fra i vari complessi, questo inquadramento generale può servire per l'impostazione degli interventi di Medicina Preventiva nei singoli ospedali.

Si ringrazia, per la gentile collaborazione prestata, il Dott. Papalia degli Ospedali Riuniti di Pietra Ligure, Savona.

BIBLIOGRAFIA

1. BELLUCCI, G., DIMASSA, A. & BIANCOTTI, R. 1976. Patologia professionale anestesiologica. Incontri di anestesia e rianimazione. In: *Atti del XXVI Congresso della Società Italiana di Anestesia e Rianimazione*. Genova, 25 aprile 1975. **11**.
2. MELINO, C., MESSINEO, A. & PACELLI, E. 1978. *Criteri e metodi di controllo del personale a inalazione di anestetici nelle sale operatorie*. Comunicazione al 41º Congresso della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale. Santa Margherita Ligure.
3. ACGIH. 1980. *Threshold limit values for physical agents adopted by ACGIH for 1980*.
4. VALENTE, T., PANE, L. & CHIAPPERINI, D. 1978. Studio dell'efficienza del campionamento su carbone attivo del difluorometil-2 cloro 1,1,2 trifluoro etil etere e del 1,1 trifluoro 2 cloro, 2-bromo etano e sue applicazioni in alcune sale operatorie. *Ann. Ist. Super. Sanità*. **14** (3): 497-502.
5. VALENTE, T., PANE, L., CHIAPPERINI, D. & BONSIGNORE, A.D. 1980. Valutazioni igienico-ambientali su un caso di inquinamento da anestetici atogeni di alcune sale operatorie. *Ital. Med. Lav.* **2**: 15-19.
6. VIGLIANI, E.C. & BONSIGNORE, A.D. 1980. *Medicina del lavoro*. Ed. ECIG.
7. INFANTE, P.F., ULSAMER, A.G., GROTH, D., CHU, K.C. & WARD, J. 1981. Health hazards of formaldehyde. *The Lancet (London)*. **2** (II): 980-981.

Inquinamento da gas anestetici nelle sale operatorie. Misure ambientali e controlli sanitari

R. DE ZOTTI, C. NEGRO e F. GOBBATO

Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi, Trieste

Riassunto. — *Gli autori riportano i dati di inquinamento ambientale da gas anestetici in alcune sale chirurgiche. Vengono altresì riportati i dati emocromocitometrici e i risultati dei test di funzionalità epatica dei dipendenti delle sale chirurgiche e di un gruppo di dipendenti ospedalieri, non esposti a gas anestetici, usati come controllo. Nessuna differenza statisticamente significativa emerge tra esposti e controlli, sia per i dati di funzionalità epatica, che per i dati emocromocitometrici.*

Summary (Anaesthetic Pollution in Operating Theatres. Environmental Controls and Medical Data). — *Results of environmental anaesthetic pollution in some operating room and results of biological data concerning hospital personnel exposed and not to waste anesthetics are reported. No significant statistical differences have been found between people exposed to anaesthetics and controls either considering hematological results or hepatic function tests.*

I rischi derivanti dall'esposizione professionale a gas anestetici sono oggetto di ricerche sistematiche da circa 20 anni. In questa sede vengono riportati i risultati di una serie di controlli eseguiti presso l'Ospedale Maggiore di Trieste e concernenti sia l'inquinamento delle sale operatorie che lo stato di salute del personale esposto.

MATERIALI E METODI.

In 7 sale operatorie sono state complessivamente eseguite con metodo gascromatografico (gascromatografo C. Erba, Mod. C. con rilevatore a termocondutibilità) 284 misure delle concentrazioni in aria di protossido d'azoto ed enflurane, che sono gli anestetici maggiormente in uso. In 3 sale operatorie gli apparecchi per anestesia erano dotati di sistema di convogliamento esterno dei gas effluenti, in 1 un efficiente sistema di ventilazione generale a flussi laminari, nelle altre 3 nessun sistema di bonifica ambientale. Un esame ematologico completo ed un controllo della funzione epatica è stato eseguito in 4 gruppi:

- a) 32 anestesisti;
- b) 28 addetti alle sale operatorie;
- c) 84 paramedici appartenenti a divisioni di medicina generale;
- d) 69 addetti ai servizi di radiologia.

I gruppi c) e d) vengono assunti come controlli e tengono conto della coesistenza di altri rischi presenti nell'ospedale e rispetto ai quali i gruppi di controllo possono essere accomunati agli addetti alle sale operatorie (rischi di infezione, radiazioni ionizzanti, ecc.).

RISULTATI.

I risultati dei controlli di igiene ambientale (sale operatorie) sono riportati nella Tab. 1. Nelle sale chirurgiche ove si usano apparecchi a circuito aperto l'inquinamento è rilevante e sono state raggiunte concentrazioni medie di 20-25 ppm per l'enflurane, di 900-1200 per protossido d'azoto con punte massime rispettivamente di 70,8 per il primo e 1920 ppm per il secondo. L'adozione di sistemi di drenaggio esterno dei gas determina una riduzione da 3 ad 8 volte della concentrazione in aria e la presenza simultanea di sistemi di ventilazione generale (flussi laminari) determina un abbattimento pressoché completo degli inquinanti. Non sono state rilevate differenze significative nella zona respiratoria degli anestesisti e della équipe chirurgica, perché i condizionatori determinano comunque una distribuzione omogenea degli inquinanti. La notevole dispersione dei valori di concentrazione osservati nello stesso ambiente non è casuale ma dipende dal tempo: nel corso di sedute operatorie di lunga durata la concentrazione degli anestetici aumenta nel tempo descrivendo una curva asintotica che raggiunge l'equilibrio verso la 3^a-5^a ora (Fig. 1).

Dati ematologici. — Media e moda di tutti i parametri ematologici rientrano nel range della norma, pertinente ai metodi adottati. Solo nel personale femminile (esposto e non) vi è una tendenza allo spostamento verso i limiti inferiori della norma per il numero dei globuli rossi (Tab. 2). L'analisi statistica non dimostra differenze significative tra esposti e controlli per quanto riguarda la media dei singoli parametri ematologici (t di Student). Ugualemente non significativa l'analisi statistica per il « chi quadrato ». La presenza nel 10-14 % del personale femminile di una lieve anemia (per lo più normo-ipocromica) non sembra degna di rilievo sia perché tale reperto è presente sia negli esposti che nei controlli sia perché non è accompagnata da altre alterazioni ematologiche.

Tabella 1. - Concentrazioni ambientali di gas anestetici.

SALA CHIRURGICA	N. controlli	Media in ppm	Range	Osservazioni
Chirurgia generale (OORR): Ethrane	54	22,6	7-64	SIV
Chirurgia Generale (Ospedale Infantile): Ethrane	17	3,6	tracce-15,9	CIV
Ortopedia: Ethrane	3	5,3	3,7-7,3	CIV
Ostomatologia: Ethrane	18	21,3	tracce-70,8	SIV
Semeiotica Chirurgica: Ethrane	10	0	0-tracce	CIV (flussi laminari)
Semeiotica Chirurgica:				
N ₂ O	9	500	200-870	SIV
N ₂ O	6	—	0-tracce non dosabili	CIV (flussi laminari)
Ginecologia:				
Ethrane	40	17,3	5-28,5	CIV (con perdita)
N ₂ O	40	956	50-1440	SIV
Urologia:				
Ethrane	21	18,5	10-35	SIV
N ₂ O	21	1275	240-1920	SIV
N ₂ O	15	646	160-1490	SIV + CIV
Cardiochirurgia: N ₂ O	27	1098	60-1600	SIV

CIV: Con impianto di ventilazione forzata.

SIV: Senza impianto di ventilazione forzata.

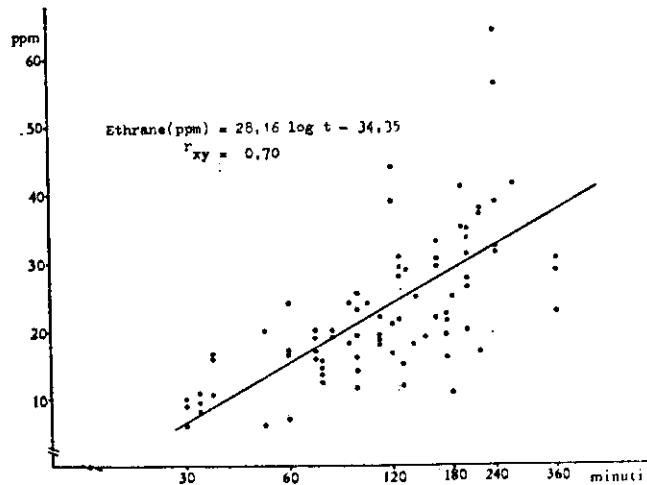


FIG. 1. - Relazione tra concentrazione di Ethrane in aria e tempo

Tabella 2. - Valori medi dei parametri ematochimici considerati.

	A		B		C		D		
	N.	Media \pm D.S.	N.	Media \pm D.S.	N.	Media \pm D.S.	N.	Media \pm D.S.	
Emoglobinemia (gr %)	0	14	13,7 \pm 0,7	20	12,7 \pm 2,3	69	13,0 \pm 1,2	21	13,8 \pm 1,1
	+	18	15,2 \pm 1,0	9	14,6 \pm 1,1	18	15,2 \pm 1,5	48	15,1 \pm 1,1
Globuli rossi (10 ⁶ /mm ³)....	0	14	4,420 \pm 0,273	20	4,150 \pm 0,286	69	4,328 \pm 0,379	21	4,382 \pm 0,329
	+	18	4,968 \pm 0,404	9	4,801 \pm 0,193	18	4,885 \pm 0,387	48	4,961 \pm 0,373
Piastrine (10 ³ /mm ³)	31	303,2 \pm 86,6	27	302,9 \pm 87,1	54	309,8 \pm 73,2	68	310,7 \pm 98,9	
Globuli bianchi (/mm ³)	32	6568 \pm 1530	29	6331 \pm 1319	87	6759 \pm 1544	69	6472 \pm 1188	
Tempo di Quick (sec).....	32	13,2 \pm 1,1	27	13,2 \pm 1,0	60	13,0 \pm 0,9	68	12,9 \pm 1,7	
Bilirubinemia totale (mg%)	31	0,57 \pm 0,22	28	0,53 \pm 0,22	85	0,53 \pm 0,22	60	0,64 \pm 0,28	
SGOT (U/l)	31	28,8 \pm 8,9	28	28,9 \pm 14,2	84	25,5 \pm 8,2	61	28,0 \pm 14,6	
SGPT (U/l)	31	28,0 \pm 14,6	28	22,7 \pm 17,9	83	22,6 \pm 12,6	60	28,2 \pm 14,0	
Fosfatasi alcalina (U/l).....	28	54,4 \pm 18,2	28	56,4 \pm 19,2	84	52,5 \pm 19,7	58	58,9 \pm 24,6	

p < 0,05 tra gruppo C e D; p < 0,05 tra gruppo B e A.

Analisi statistica: t di Student.

Funzione epatica. - SGOT e SGPT hanno una distribuzione di tipo log-normale con una moda che varia tra 15 e 24 nei diversi gruppi. I valori di moda sembrano spostati su livelli lievemente più alti per gli esposti rispetto ai controlli. Bilirubinemia e fosfatasi alcalina sono normali in tutti i gruppi. Il tempo di protrombina mostra in tutti i gruppi una tendenza verso i limiti superiori (Tab. 2). L'analisi statistica però non dimostra alcuna differenza significativa tra gli addetti alle sale operatorie e gli altri gruppi.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.

Alla data odierna non vi sono elementi che depongono con certezza per un rischio di danno epatorenale od ematologico con esposizione cronica a basse concentrazioni di gas anestetici [2]. Non si possono infatti considerare dimostrativi in tal senso:

a) l'osservazione occasionale di un danno epatorenale dopo narcosi in soggetti sensibili;

b) il riscontro di un danno epatocellulare negli animali di laboratorio dopo protratta esposizione a concentrazioni anestetiche o subanestetiche.

Inoltre la maggior parte delle informazioni epidemiologiche in questo campo sono state ottenute mediante questionari e sovente senza avvalersi di gruppi di controllo. Le presenti ricerche, tendono a ridimensionare il rischio di danno epatorenale ed ematologico da esposizione a basse concentrazioni di gas anestetici.

Ciò non toglie che accurate misure di prevenzione debbano essere adottate:

a) l'adozione di sistemi di convogliamento esterno dei gas anestetici è di rigore;

b) manutenzione e controllo periodico degli apparecchi per anestesia va ugualmente prescritta, anche ai fini di prevenire l'inquinamento delle sale operatorie;

c) la bonifica completa può essere ottenuta solo quando ai sistemi di drenaggio si associno impianti di ventilazione generale.

BIBLIOGRAFIA

1. FERSTADING, L.L. 1978. Trace concentrations of anaesthetic gases: a critical review of their disease potential. *Anesth. Analg.* **57**: 328.
2. NIOSH. 1977. *Criteria for recommended standard. Occupational exposure to waste anaesthetic gases and vapours.* DHEW, Publication. 77-140 U.S. Government printing office, Washington D.C. 20402.

Studio sperimentale degli effetti di tossici ambientali sulla crescita neoplastica e sulla risposta immunitaria

G. UGAZIO (a), G. FORNI (b), M. GIOVARELLI (b), O. DANNI (a), S. MINA (a), O. BROSSA (a), E. BURDINO (a) e I. CHIAPPINO (a)

(a) Istituto di Patologia Generale; (b) Istituto di Microbiologia, Università degli Studi, Torino

Riassunto. — Viene proposto un modello sperimentale per la valutazione degli effetti sulla crescita neoplastica e sulla risposta immunitaria prodotti dall'esposizione a due tra i più studiati inquinanti ambientali, il piombo ed il tetracloruro di carbonio. L'halogenoalcano facilita la crescita del tumore sperimentale trapiantato, un effetto opposto viene esplicato dal piombo. In entrambi i casi sembra verosimile un'interpretazione basata sull'equilibrio della bilancia perossidativa. Riguardo allo studio delle risposte immunitarie, i risultati ottenuti suggeriscono di estendere la ricerca ad altri parametri aggiuntivi, oltre a quelli descritti.

Summary (Experimental Study on the Effects of Environmental Poisons onto Tumor Growth and Immune Functions in Mice). — The effects of some of the most investigated environmental pollutants, CCl_4 and lead, onto tumor growth and immune functions have been evaluated with the aim to refine an experimental model for the primary prevention of their risks. The Halogenocompound stimulates the growth of the transplantable tumor, while the heavy metal depresses this function. Such a result is interpreted according to the peroxidative hypothesis. Immune functions appeared to be unaffected in our experimental conditions: this fact suggests the need to extend the investigation to a more complete set of biological tests.

I tossici ambientali possono agire come cancerogeni sia per azione diretta, quando esplicano effetti mutageni, sia indirettamente, in quanto capaci di interferire con le resistenze immunitarie dell'ospite oppure sulla velocità di crescita neoplastica. Uno dei meccanismi con cui la risposta immunitaria potrebbe essere alterata dipende da eventuali modificazioni dell'equilibrio della cosiddetta « bilancia perossidativa ». Infatti, la prevalenza dei fattori pro-ossidanti è ritenuta responsabile del blocco delle mitosi [1]: se questo fenomeno influenza la proliferazione delle cellule immunocompetenti, le difese possono risultare deficitarie e la latenza che precede la manifestazione clinica del tumore può essere abbreviata. La stessa velocità di crescita neoplastica potrebbe essere influenzata. In questo senso è ragionevole interpretare una serie di risultati sperimentali che dimostrano gli effetti di diversi trattamenti sperimentali,

capaci di alterare la bilancia perossidativa, sull'atteccimento di tumori sperimentali ed il rigetto di trapianti di tessuti eterologhi [2-4]. Sulla base di queste ipotesi di lavoro, e per mettere a punto un modello sperimentale utile nella prevenzione primaria dei rischi di potenziali cancerogeni ambientali, sono state studiate le variazioni di crescita di un tumore trapiantabile e la risposta immunitaria in topi pretrattati od esposti da inquinanti ambientali.

MATERIALI E METODI.

60 topi femmine di ceppo BALB/c (Charles River, Calco, Varese) furono suddivisi in tre gruppi appena dopo lo svezzamento. Un primo gruppo fu impiegato come controllo, un secondo fu esposto a 100 ppm di CCl_4 in aria, per due ore, tre volte alla settimana, secondo la tecnica riportata in precedenza [5], un terzo gruppo ricevette lo 0,1 % di acetato di piombo nell'acqua potabile somministrata *ad libitum*. Dopo 60 giorni di pretrattamento, metà dei soggetti di ciascuno dei tre gruppi, ricevette sotto cute, nella regione inguinale, l'inoculo di 10^5 cellule di CE-DUE, un sarcoma indotto con 3-metilcolantrene [6]. La zona d'inoculo fu quindi palpata due volte alla settimana; la massa tumorale fu misurata mediante calibro nei due diametri perpendicolari e le dimensioni del tumore furono riferite come mm di diametro medio. Fu inteso come *tempo di latenza* e come *tempo di sopravvivenza* il periodo intercorso tra l'inoculo e, rispettivamente, il raggiungimento del diametro di 5 e di 15 mm. Il *tempo di crescita* fu il tempo necessario ad un tumore di 5 mm per raggiungere la dimensione di 15 mm. La significatività statistica delle differenze in questi tempi fu valutata con il *t* di Student. Le differenze nell'incidenza dei tumori fu valutata con il test del χ^2 con la modifica dei Yates per piccoli campioni. Al termine del *tempo di sopravvivenza* dei topi inoculati, in soggetti controllo-interni fu saggia la risposta proliferativa delle cellule immunocompetenti e la produzione di interferon. 4×10^5 linfociti linfonodali furono coltivati in terreno RPMI 1640 (Gibco, Grand Island, N.Y.) con 2 % di siero fetale bovino (Gibco, Grand Island, N.Y.), 5 $\times 10^{-5}$

$M\beta$ -mercaptoetanolo, 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ di Gentamicina, 20 U/ml di Micostatin in presenza di mitogeni, in un volume finale di 0,2 ml di piastre a 96 pozetti a fondo piatto (Nunc, Kamstrup, Danmark). Come mitogeni, furono impiegate concentrazioni ottimali e non ottimali di Concanavalina A (Con A) (Sigma, Tipo III, St. Louis, MO) o di lipopolisaccaride (LPS) da *E. coli* 0111:BH (Difco, Detroit, Mich.). Dopo 48 ore di coltura, furono aggiunti per ogni pozzetto 1 μCi di timidina- H^3 (Sorin, Saluggia, VC), e, dopo un'incubazione aggiuntiva di 18 ore, la radioattività incorporata fu saggia ed espressa come Δcpm e come indice di stimolazione (S.I.), secondo le seguenti formule: $\Delta\text{cpm} = (\text{cpm linfociti} + \text{mitogeno}) - (\text{cpm linfociti} + \text{terreno})$, S.I. = $(\text{cpm linfociti} + \text{mitogeno}) : (\text{cpm linfociti} + \text{terreno})$. I supernatanti di colture parallele furono raccolti alla 72^a ora e titolati per la presenza di Interferon (IFN) su cellule L 929 di topo con il metodo della riduzione delle placche del virus della stomatite vescicolare. I titoli furono espressi come il reciproco della diluizione che produce il 50% di riduzione delle placche rispetto ai controlli.

RISULTATI E DISCUSSIONE.

I topi trattati con CCl_4 presentano un'incidenza più rapida dei tumori rispetto ai controlli (Tab. 1). I tempi di latenza e di sopravvivenza sono conseguentemente

accorciati, mentre non è modificata la velocità di crescita dei tumori già conclamati. Il trattamento con piombo provoca un rallentamento di tutti i parametri esaminati, compresa la velocità di crescita dei tumori già evidenti ($> 5 \text{ mm}$). I nostri dati sperimentali non dimostrano alcuna variazione significativa della risposta proliferativa e della produzione di Interferon verso concentrazioni ottimali e non ottimali di Con A e LPS (Tab. 2, 3).

Il trattamento con tetrachloruro di carbonio, energetico pro-ossidante, conferma sul tumore trapiantabile CE-DUE lo stesso fenomeno osservato nel topo trattato con dieta ricca di acidi grassi poli-insaturi ed inoculato con tumore ADK-1T [7]. Una risposta di segno contrario alla precedente è stata ottenuta nei soggetti esposti al piombo contenuto nell'acqua potabile. Tale fenomeno, potrebbe essere interpretato come conseguenza di un eventuale spostamento della bilancia perossidativa in senso opposto: questa possibilità sembra essere suggerita dall'aumento di concentrazione di GSII, antiossidante fisiologico, in tessuti di ratti trattati con piombo [8].

Non si sono riscontrate variazioni significative nella risposta proliferativa e nella produzione di IFN verso i mitogeni. Ciò indica che la funzionalità dei compartimenti linfocitari B e T non è drasticamente influenzata dai trattamenti con i due inquinanti ambientali. La risposta ai mitogeni è un parametro comunemente adottato nel monitoraggio della capacità immunitaria in

Tabella 1. - *Crescita del tumore CE-DUE nei topi inoculati dopo trattamento preliminare con piombo o con tetrachloruro di carbonio.*

TRATTAMENTO PRELIMINARE	% di incidenza		Tempo medio di latenza	Tempo medio di sopravvivenza	Tempo medio di crescita
	a 18 giorni dall'inoculo	a 60 giorni dall'inoculo			
Controlli	44	67	$17,2 \pm 2,3$	$27,7 \pm 4,5$	$11,4 \pm 3,6$
Piombo	0	60	$20,2 \pm 1,5$ (a)	$36,6 \pm 2,4$ (b)	$16,0 \pm 1,2$ (b)
CCl_4	70	80	$12,3 \pm 3,6$ (b)	$24,0 \pm 4,3$ (a)	$11,7 \pm 3,0$

Significatività statistica delle differenze rispetto al gruppo controllo: (a) $p < 0,05$; (b) $p < 0,01$.

Tabella 2. - *Risposta proliferativa e produzione di Interferon verso Con A da parte di linfociti T di topi trattati con piombo o con tetrachloruro di carbonio.*

TRATTAMENTO PRELIMINARE	Concentrazione finale di Con A nel terreno ($\mu\text{l}/\text{ml}$)					
	6		12		24	
	Proliferazione	uIFN	Proliferazione	uIFN	Proliferazione	uIFN
Controlli	19 ± 5 (3) (a)	20 (b)	33 ± 10 (3)	27	58 ± 11 (6)	60
Piombo	32 ± 11 (4)	20	56 ± 20 (6)	31	90 ± 13 (12)	81
CCl_4	33 ± 6 (3)	20	57 ± 12 (6)	27	96 ± 26 (10)	60

(a) Dati cumulativi di 5 esperimenti indipendenti, ciascuno eseguito con pool di cellule di 2 topi, espressi come $\Delta\text{cpm} \pm$ deviazione standard della media.

In parentesi è riferito il valore di S.I.

(b) Unità di IFN relative ad un esperimento rappresentativo.

Tabella 3. — *Risposta proliferativa verso l'LPS dei linfociti B di topi trattati con piombo o con tetracloruro di carbonio.*

TRATTAMENTO PRELIMINARE	Concentrazione finale di LPS nel terreno ($\mu\text{g}/\text{ml}$)		
	100	200	400
Controlli	39 \pm 9 (5) (a)	35 \pm 7 (4)	15 \pm 7 (2)
Piombo	55 \pm 9 (5)	51 \pm 10 (5)	27 \pm 13 (3)
CCl ₄	54 \pm 11 (5)	45 \pm 14 (5)	29 \pm 7 (3)

(a) Dati cumulativi di 5 esperimenti indipendenti, ciascuno eseguito con pool di cellule di 2 topi, espressi come Δcpm e deviazione standard della media.

In parentesi è riferito il valore di S.I.

1. *Journal of the American Statistical Association*, 1980, 75, 338-342.

molte condizioni sperimentali. Questi reperti negativi non escludono che altri aspetti della risposta immunitaria siano influenzati. Ciò induce ad estendere, nello sviluppo del modello sperimentale impiegato nelle nostre ricerche, lo studio ad altri parametri immunitari umorali e cellulari nel tentativo di comprendere ed utilizzare i meccanismi immunitari delle alterazioni delle difese verso i tumori in soggetti esposti a inquinanti ambientali.

Ricerca realizzata in parte col contributo CNR PFCCN n. 80.01548.96 ed in parte con il contributo della Regione Piemonte.

BIBLIOGRAFIA

1. BURLAKOVA, Y.E.B. 1967. Possible role of the free-radical mechanism in regulation of cell multiplication. *Biofizika*. **12**: 82-88.
 2. HOPKINS, G.J., WEST, C.E. & HARD, G.C. 1976. Effect of dietary fats on the incidence of 7,12-Dimethylbenz(a)-anthracene-induced tumors in rats. *Lipids*. **4**: 328-333.
 3. MERTIN, J. & HUNT, R. 1976. Influence of polyunsaturated fatty acids on survival of skin allografts and tumor incidence in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **73**: 928-933.
 4. MARSHALL, M.V., ARNOTT, M.S., JACOBS, M.M. & GRIFFIN, A.C. 1979. Selenium effects on the carcinogenicity and metabolism of 2-acetylaminofluorene. *Cancer Letters*. **7**: 331-338.
 5. UGAZIO, G., BURDINO, E., DANNI, O. & MILILLO, P.A. 1973. Hepatotoxicity and lethality of Halogenoalkanes. *Biachem. Soc. Trans.* **1**: 968-972.
 6. MESCHINI, A. & PARMIANI, G. 1978. Anti-H-2 alloantibodies elicited by syngenic immunoantibodies with a chemically induced fibrosarcoma. *Immunogenetics*. **6**: 117-123.
 7. GIOVARELLI, M., PADULA, E., UGAZIO, G., FORNI, G. & CAVALLO, G. 1980. Strain and sex-linked effects of dietary polyunsaturated fatty acids on tumor growth and immune functions in mice. *Cancer Res.* **40**: 3745-3749.
 8. CONGIU, L., CORONGIU, F.P., DORE, M., MONTALDO, C., VARGIOLU, S., CASULA, D. & SPIGA, G. 1979. The effects of lead nitrate on the tissue distribution of mercury in rats treated with methylmercury chloride. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **51**: 363-366.

Poster

Determinazione colorimetrica del perossido di idrogeno negli ambienti di lavoro

S. OMARINI, R. SOMA, G. TRINCI, C. CONFORTINI e A. SERMINI

Sezione di Igiene Industriale, USL 3, Varese

Riassunto. - È stato messo a punto e verificato un metodo di campionamento e determinazione del perossido di idrogeno aerodisperso basato sul suo assorbimento in una soluzione acida di titanio; la lettura allo spettrofotometro dell'intensità del complesso colorato che si forma (caratteristico di soluzioni acidificate di titanio in presenza di perossidi) ne permette la determinazione quantitativa. Si riportano nel lavoro, a titolo indicativo, alcuni valori di concentrazione di perossido di idrogeno rilevati durante operazioni di candeggio di tessuti.

Summary (Colorimetric Determination of Hydrogen Peroxide in Workrooms). - A method for the sampling of hydrogen peroxide aerodispersed in workrooms based on its absorption in an acid solution of Titanium has been set-up and verified. The spectrophotometric reading of the coloured complex, which forms, (characteristic of acidified solutions of titanium in presence of peroxides) allows quantitative determination. In this paper some values of concentration of mist of hydrogen peroxide in some operations of the bleaching of tissues are, indicatively, reported.

INTRODUZIONE.

In diverse indagini ambientali da noi eseguite in industrie tessili si è dovuto affrontare il problema del perossido d'idrogeno come agente nocivo presente nell'ambiente di lavoro. Si è resa necessaria, pertanto, la messa a punto di un metodo per il suo campionamento ed analisi di semplice e rapida attuazione, che viene presentato e descritto con questa comunicazione.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Il perossido di idrogeno è un liquido incolore di densità 1,46, punto di ebollizione 150,5 °C, solubile in acqua e in numerosi solventi organici [1]. Ne vengono generalmente utilizzate soluzioni acquose (acqua ossigenata), con un contenuto in peso variante dal 30 al 70 %. Il titolo del perossido di idrogeno è espresso di preferenza in « volumi »; con tale termine si intendono esprimere i litri di ossigeno (riportati a 0 °C e 760 mm Hg) sviluppati dalla decomposizione completa di 1 litro di soluzione acquosa. Il potenziale di ossida-

zione di H_2O_2 è maggiore in soluzione acida che non in soluzione basica; tuttavia, la sua azione ossidante è più rapida in ambiente alcalino. L'attività ossidante del perossido di idrogeno viene sfruttata nell'operazione di candeggio e « sbianca » di tessuti (cotone, lino, lana, seta naturale), di alcuni tipi di carta, di paglia e di prodotti vari: oli, grassi, formaggi, saponi, ecc. Viene pure usato come antisettico di uso generale, come disinettante per il latte e nella preparazione di dentifrici e di tinture per capelli. L'uso del perossido di idrogeno per candeggiare il cotone e le fibre cellulosiche presenta rispetto al cloro il vantaggio di sviluppare un'azione sbiancante più blanda e quindi di non danneggiare la fibra. Anche i problemi igienici legati alla presenza di H_2O_2 nell'aria degli ambienti di lavoro sono meno severi di quelli dovuti, ad esempio, alla presenza di cloro o di biossido di cloro.

Tabella 1. - Concentrazioni medie (in mg/m³) di H_2O_2 e per alcune operazioni di candeggio di tessuti.

1) J. Box (120 g/l H_2O_2)	0,2 ($\pm 0,05$)
2) Macchine di candeggio	0,12 ($\pm 0,03$)
3) Impregnazione	0,11 ($\pm 0,04$)
4) J. Box (40 g/l H_2O_2)	0,06 ($\pm 0,01$)

CONSIDERAZIONI TOSSICOLOGICHE E VLP.

I vapori e aerosol di perossido di idrogeno esercitano un'azione irritante sulla pelle e sulle mucose (in particolar modo su quelle degli occhi) soprattutto se presenti in elevata concentrazione [1]. Brevi esposizioni a dispersioni in aria di H_2O_2 hanno, comunque, maggiore effetto sulle vie respiratorie mentre nel caso di esposizioni prolungate sono prevalenti gli effetti irritanti sulla pelle [2, 3]. Il valore limite di esposizione (VLP) proposto sia dagli Igienisti Americani che dalla Soc. It. di Medicina del Lavoro e dalla AIDII è di 1,4 mg/m³, (1 ppm). Secondo alcuni autori, tuttavia, la concentrazione ammissibile di H_2O_2 in aria negli ambienti di lavoro non dovrebbe superare 0,3 mg/m³ [3].

PARTE Sperimentale.

A) Principio del metodo.

È noto che una reazione caratteristica di soluzioni acidificate di titanio è lo sviluppo di una intensa colorazione giallo-arancio per aggiunta di perossido di idrogeno. La specie colorata, che sembra contenere il gruppo « perossotitanile » TiO_2^{2+} (aq), presenta un massimo di assorbimento a 415 nm [4].

B) Reagenti.

Si è fatto uso dei seguenti reagenti puri per analisi: TiCl_4 R.P.E.C. Erba al 98%; H_2O_2 C. Erba 36% p.v., stabilizzato; HCl 6N; KJ , neutro p.a., Merck.

C) Modo di operare.

Preparazione dei liquidi di assorbimento. — Il campionamento del perossido di idrogeno disperso come vapore o aerosol nell'aria viene eseguito per assorbimento in bottiglie « Drechsel » contenenti una soluzione di TiCl_4 preparata versando 10 ml di HCl 6N (raffreddato) in un becker posto in un bagno refrigerato contenente 10 ml di titanio tetracloruro e portando ad 1 litro con acido cloridrico 6N (la soluzione così ottenuta contiene approssimativamente 4 mg di Ti (IV) per ml [5]).

Analisi colorimetrica. — È stata letta allo spettrofotometro, a 415 nm, l'intensità della colorazione di una serie di soluzioni ottenute diluendo a 10 ml con la soluzione di assorbimento (C.1.) quantità diverse di H_2O_2 , precedentemente titolate iodometricamente e con permanganato. Nell'intervallo compreso fra 0 e 150 $\mu\text{g}/\text{ml}$ di H_2O_2 la curva ottenuta riportando in ascisse le concentrazioni e in ordinata i valori di assorbenza è rettilinea.

Verifica del metodo. — Con il dispositivo illustrato in Fig. 1 è stata verificata l'efficienza del metodo di campionamento presentato. Nel gorgogliatore A è stata posta una soluzione di H_2O_2 ; nei gorgogliatori B, B' e C, C' sono stati posti 50 ml. di soluzione acida di Titanio (C.1.) e, rispettivamente, di una soluzione basica di NaOH in all'1% di KJ [6]. H_2O_2 è stata « strippata » con azoto da A e, attraverso una valvola a « T », inviato ai gorgogliatori B, B' e C, C'. L'analisi colorimetrica della soluzione contenuta in B e Iodometrica di quella contenuta in C hanno permesso di accettare la stessa concentrazione di perossido di idrogeno, dimostrando in tal modo l'equivalenza delle due metodiche.

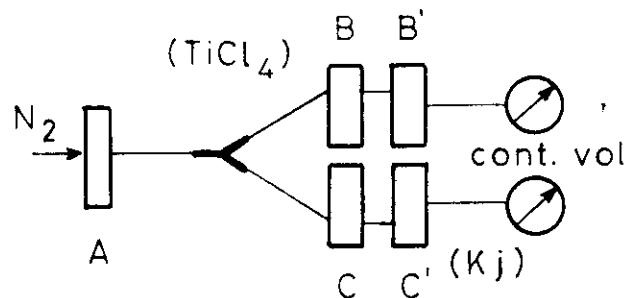


FIG. 1. — Dispositivo per il confronto fra il metodo di assorbimento proposto (TiCl_4) e quello basato sull'uso di KJ

Campionamento. — Per eseguire il campionamento 10 ml della soluzione di assorbimento C.1. sono stati posti in 2 bottiglie « Drechsel » collegate all'aspirazione di una pompa a flusso noto (1 litro/min) e costante. Il campionamento può essere sospeso allorquando la soluzione inizia a colorarsi.

CONCLUSIONI.

Il metodo descritto e sperimentato permette, ancor prima di operare una valutazione quantitativa, di accettare la presenza di vapori e aerosol di H_2O_2 dispersi nell'aria, osservando la formazione del complesso colorato nel liquido di assorbimento. Questo complesso, inoltre, è stabile e può quindi essere analizzato anche a distanza di qualche giorno dal campionamento. Nella reazione colorimetrica descritta del perossido di idrogeno con il TiCl_4 , interferiscono sensibilmente i seguenti composti: cromati, vanadati e molibbati; danno interferenza solo se presenti in grandi quantità: acetati, nitrati, cloruri, bromuri e, in generale, gli ioni colorati [7]. Poiché i composti sopra elencati sono raramente o scarsamente presenti nelle zone interessate da dispersione (sotto forma di vapori e aerosol) di H_2O_2 , il metodo che viene proposto risulta senz'altro valido. Questo metodo colorimetrico non è inoltre influenzato dagli altri agenti ossidanti che possono, invece, invalidare una determinazione ossidimetrica come quella basata sullo ioduro di potassio. Nella costruzione della retta di taratura si è potuto accettare un limite inferiore di sensibilità del metodo, corrispondente a circa 1/100 del limite di $1,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ comunemente adottato per la valutazione della esposizione al perossido di idrogeno aerodisperso.

BIBLIOGRAFIA

1. Fiche toxicologique n. 123, I.N.R.S. Note n. 1030-84-76.
2. SAX, I. 1975. *Dangerous properties of industrial materials*; 4. ed.; VNR, New York.
3. KONDRASHOV, V.A. 1978. On comparative toxicity of hydrogen peroxide with their inhalation and dermal modes of action. *Ind. Hyg. Dig.* 364/78.
4. COTTON, F.A. & WILKINSON, G. 1968. *Chimica Inorganica*, C.E.A., Milano.
5. BOLTZ, D.E., HOWELL, J.A. 1968. *Colorimetric determination of non metals*; J. Wiley & Sons, New York.
6. CORRADO, F. & MARIOTTI, M. 1979. Il perossido d'idrogeno come fattore di rischio in un'azienda alimentare. *Securitas*, 1 (3).
7. FEIGL, F. 1958. *Spot tests in inorganic analysis*. Elseviers Publ. Comp., New York.

L'esposizione a vapori di idrocarburi totali degli addetti al carico di autocisterne in impianti a ciclo chiuso e a cielo aperto

G. CECCHETTI, C. LAURINI, R. MARSILI, C. PAOLELLI, D. PORCELLI e G. VENDRAMIN

Istituto di Medicina del Lavoro, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

Riassunto. — È stata valutata l'esposizione a idrocarburi totali di addetti al carico di autocisterne in impianti sia a cielo aperto che a ciclo chiuso. Il confronto effettuato tra le medie complessive di impianti a ciclo chiuso e a cielo aperto, nonché tra le medie riferite a differenti periodi stagionali, dimostra come vi sia circa un dimezzamento dei valori di concentrazione negli impianti a ciclo chiuso rispetto a quelli a cielo aperto e come vi sia un ulteriore dimezzamento dei valori in entrambe le situazioni di carico nelle stagioni intermedie (autunno-primavera) rispetto alle stagioni estive. I valori trovati sia nella stagione estiva, che in quella autunnale-primaverile in impianti a ciclo chiuso rientrano sia nel limite, a suo tempo da noi indicato, di 1000 mg/m^3 che in quello recentemente proposto come TWA dalla ACGIH (900 mg/m^3). I valori medi trovati sono infatti 508 mg/m^3 nel periodo estivo e 116 mg/m^3 nel periodo primavera-autunno.

Summary (Exposure to Total Hydrocarbon Vapours of Workers Loading Tank Trucks in Closed Cycle and Opencast Systems). — *Exposure to total hydrocarbon vapours of workers loading tank trucks in both closed cycle and opencast systems has been considered. Comparison between the total averages of closed cycle and opencast systems, as well as between the averages referred to different seasons, shows that there is nearly halving of concentration values in closed cycle systems compared with opencast ones and that there is further halving of values in both load situations in intermediate seasons (autumn-spring) compared with summer-time. The values found in closed cycle systems both in summer and in autumn-spring are within the limit, already indicated by us, of 1000 mg/m^3 and within that recently proposed as TWA by ACGIH (900 mg/m^3). In fact the averages values are 508 mg/m^3 in summer and 116 mg/m^3 in spring-autumn.*

INTRODUZIONE

L'esposizione ai vapori di idrocarburi degli addetti al carico delle autocisterne è già stata oggetto di alcuni studi [1, 2]. Già alcuni di noi in una precedente nota [3] avevano cercato di effettuare la valutazione del rischio attraverso la determinazione degli idrocarburi totali senza entrare nel dettaglio analitico del singolo idro-

carburo componente la miscela. In questa nota ci siamo proposti di indicare attraverso lo studio della esposizione a idrocarburi totali degli addetti al carico di prodotti petroliferi su autocisterne la validità del sistema di carico a ciclo chiuso rispetto al sistema di carico a cielo aperto.

CICLO LAVORATIVO.

Il carico dei prodotti petroliferi è caratterizzato da flussi di lavoro disomogenei. Nelle prime ore della mattina, dalle ore 6 in poi, si effettua il carico di tutto il parco automezzi di ciascun deposito. Successivamente, dalle 8,30 circa in poi, si ha un periodo di pausa più o meno lungo in considerazione delle caratteristiche delle aree servite; alle ore 10 riprende l'attività di carico per un secondo viaggio di ciascun automezzo. Questo secondo periodo è caratterizzato da un flusso veicolare più diluito nel tempo. Un terzo carico pomeridiano avviene solo nei periodi di particolare punta di consumo. L'operazione che gli addetti al carico debbono svolgere nel carico a cielo aperto (carico dall'alto) sono: portare il braccio di carico in corrispondenza del passo d'uomo dell'autocisterna, aprire la saracinesca, controllare in corrispondenza del passo d'uomo il livello di carico, ed è questa la posizione di lavoro che espone a maggior rischio, chiudere la saracinesca; ripetere l'operazione per i diversi comparti in cui è divisa l'autocisterna (se chilolitrica). Nel carico a ciclo chiuso l'addetto collega la manichetta di adduzione prodotto alle valvole di carico e collega la seconda manichetta di scarico dei vapori del ciclo chiuso. L'operazione avviene in basso sotto l'autocisterna e l'addetto rimane nella posizione per controllare il livello di carico e spostare eventualmente le manichette di adduzione.

METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.

La determinazione degli idrocarburi totali è stata effettuata sia con un gas-cromatografo portatile mod. Fidas della Hartman & Braun, sia con campionatori

Tabella 1. - *Risultati riassuntivi relativi alle concentrazioni di idrocarburi totali riscontrati in diversi depositi con impianti a cielo aperto espresse come n-ottano.*

LOCALITÀ E DATA	Valore medio in ppm	Valore di punta in ppm	B.S. °C	U.R. %	Velocità dell'aria in m/s
San Nazzaro:					
4-7-1978	32	125	21,1	70	1,5 punte di 3
5-7-1978	49	250	21,0	61	0,7-1,0
IROM:					
20-9-1978	—	131	22,0	52	1-2
21-9-1978	—	138	14,8	50	1-2
21-9-1978	21	375	14,8	50	1-2
27-9-1978	—	300	21,0	80	0,1-0,2 punte di 0,4
27-9-1978	120	375	21,0	80	0,1-0,2 punte di 0,4
29-9-1978	22	375	17,5	50	2-3
Catania:					
11-7-1979	381	1.750	27,8	42	0,9-1,2 punte di 3
12-7-1979	157	1.196	26,4	47	1,4 punte di 3
Palermo:					
13-7-1979	664	1.667	28,8	52	1
Bolzano:					
19-5-1981	416	—	19,0	50	0,9
20-5-1981	1.040	—	16,9	60	1
21-5-1981	957	—	16,2	72	1
Ponte Galeria:					
25-8-1981	240	—	27,4	35	0,4 punte di 1
26-8-1981	467	—	20,7	38	1
27-8-1981	125	—	24,0	33	2
4-9-1981	162	—	20,4	85	0,3-0,4 punte di 4
Rho:					
14-10-1981	43	—	14,8	43	1-1,5
15-10-1981	45	—	14,7	60	1-1,5
16-10-1981	54	—	16,2	68	1-1,5

polymeter; i risultati ottenuti sono stati ovviamente normalizzati. Si è seguito il ciclo lavorativo degli addetti nelle varie fasi al fine di ottenere sia un valore di esposizione riferibile alle 8 ore lavorative, sia, in alcuni casi, anche i valori di esposizione di punta. Sono state complessivamente effettuate 219 determinazioni.

LIMITI DI ESPOSIZIONE PER IDROCARBURI TOTALI.

In una precedente nota di alcuni di noi [3] era stato confrontato il limite TLV-TWA per miscela di idrocarburi ottenuto attraverso la valutazione analitica gas-chromatografica dei singoli componenti la miscela con

il corrispondente valore trovato di idrocarburi totali ottenuto attraverso analisi parallele.

Tale confronto aveva permesso di indicare in 1000 mg/m³ il limite tentativo di concentrazione per idrocarburi totali.

Recentemente anche la ACGIH ha proposto un limite di idrocarburi totali applicabile per esposizioni a vapori di « benzine ».

Il limite proposto dalla ACGIH è:

LOCALITÀ E DATA	Valore medio in ppm	Valore di punta in ppm	B.S. °C	U.R. %	TLV-TWA	TLV-STEL		
					ppm	mg/m ³		
					300	900	500	1500

RISULTATI OTTENUTI.

Nelle Tab. 1 e 2 vengono mostrati i risultati ottenuti dal 1975 al 1981 in una serie di depositi da noi controllati. Vengono indicati i valori medi in ppm di idrocarburi totali espressi in n-ottano, nonché i valori di punta. Le medie sono riportate per ciascuna giornata di campionamento. Sono indicate inoltre nelle tabelle le temperature in gradi centigradi (temperature medie), l'umidità relativa media e il range di escursione della velocità dell'aria in m/s.

Nella prima tabella sono riportati i risultati ottenuti in impianti a cielo aperto mentre nella seconda quelli

Tabella 2. - *Risultati riassuntivi relativi alle concentrazioni di idrocarburi totali riscontrati in diversi depositi con impianti a ciclo chiuso espressi come n-ottano.*

LOCALITÀ E DATA	Valore medio in ppm	Valore di punta in ppm	B.S. °C	U.R. %	Velocità dell'aria in m/s
San Nazzaro:					
4-7-1978	4	10	21,5	68	0,1-1
5-7-1978	48	220	23,3	55	0,2-0,6
IROM:					
29-9-1978	22	375	17,5	50	2-3
Palermo:					
13-7-1979	7	40	29,6	50	1-2
Ponte Galeria:					
25-8-1981	266	—	27,4	35	0,4 punte di 1
26-8-1981	95	—	23,8	30	0,5 punte di 1
27-8-1981	320	—	24,0	33	2
4-9-1981	150	—	22,6	85	2-4
Calenzano:					
16-9-1975	6	—	29,5	43	0,6-1
17-9-1975	13	—	26,2	62	0,3-1
Pregnana:					
12-10-1981	57	—	15,9	54	1,5-2,5
13-10-1981	48	—	13,4	48	1-2,5

ottenuti in impianti a ciclo chiuso. I valori trovati a Bolzano debbono essere considerati in maniera particolare in quanto durante l'indagine l'impianto era in manutenzione e si effettuava la pulizia integrale dei serbatoi da parte di una ditta esterna.

Nella Tab. 3 sono riportati e confrontati i risultati medi complessivi divisi per stagione trovati durante le indagini al carico a ciclo chiuso e in quelle con carico a cielo aperto. Si sono mediati da una parte i periodi estivi e dall'altra insieme quelli autunnali e primaverili da noi indicati come « stagioni di mezzo ».

Il confronto effettuato tra le medie complessive di impianti a ciclo chiuso e a cielo aperto, nonché tra le

medie riferite a differenti periodi stagionali, dimostra come vi sia circa un dimezzamento dei valori di concentrazione negli impianti a ciclo chiuso rispetto a quelli a cielo aperto e come vi sia un ulteriore dimezzamento dei valori in entrambe le situazioni di carico nelle stagioni intermedie (autunno-primavera) rispetto alle stagioni estive. I valori trovati sia nella stagione estiva, che in quella autunnale-primaverile in impianti a ciclo chiuso rientrano sia nel limite, a suo tempo da noi indicato, di 1000 mg/m³ che in quello recentemente proposto come TWA dalla ACGIH (900 mg/m³). I valori medi trovati sono infatti 508 mg/m³ nel periodo estivo e 116 mg/m³ nel periodo primavera-autunno.

Tabella 3. - Confronto tra i risultati medi complessivi del ciclo chiuso e aperto.

IMPIANTO	Stagione	Concentrazioni di idrocarburi totali espresse in ppm come n-ottano e in mg/m ³			
		Valore medio complessivo		Range di escursione	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
A ciclo aperto	Stagioni di mezzo (14,7 - 22,0 °C)	51 (a)	204 (a)	21-120	84-480
	Estate (21,0 - 27,8 °C)	253	1012	32-664	128-2656
A ciclo chiuso	Stagioni di mezzo (13,4 - 20,5 °C)	29	116	6-57	24-228
	Estate (21,5 - 29,6 °C)	127	508	4-320	16-1280

(a) Nella media non è stato considerato l'impianto di Bolzano in quanto in manutenzione.

BIBLIOGRAFIA

1. McDermott, H.J. & Killiany, S.E. 1978. Quest for gasoline TLV. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* **39**: 110-117.
2. Phillips, C.F. & Jones, R.K. 1979. Gasoline vapor exposure during bulk handling operation. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* **39**: 118-128.
3. Cecchetti, G., Marsili, R., Simeone, G.A. & Spagnolo, F. 1981. La determinazione degli idrocarburi nelle zone di lavoro delle raffinerie. Tentativo di attribuzione di un limite per idrocarburi totali. *Ann. Ist. Super. Sanità.* **17** (3): 543-549.