

L. Proietti, P.B. Sandonà, B. Longo, S. Gulino, D. Duscio

## Esposizione occupazionale a formaldeide in un servizio di anatomia patologica

Dipartimento di Medicina Interna e Patologie sistemiche - Sezione di Medicina del Lavoro Università degli Studi di Catania

**RIASSUNTO.** *Obiettivo.* Valutare la concentrazione di formaldeide negli ambienti di lavoro del Servizio di Anatomia Patologica ai fini di una corretta valutazione del rischio al quale risultano esposti i lavoratori di questo settore. *Metodi.* È stato effettuato un accurato sopralluogo dei locali dell'Anatomia Patologica e monitoraggio ambientale in continuo mediante il multi-gas monitor mod. 1302 orig. Innova Air Tech Instruments, appositamente settato per il monitoraggio della formaldeide, usato direttamente sul campo. *Risultati.* In corso di sopralluogo è stata evidenziata la mancanza di cappe e di ventilazione adeguata in tutti i locali di lavorazione. I monitoraggi in continuo hanno dimostrato un importante inquinamento da formaldeide con una concentrazione media rispettivamente di 1.81 ppm nella postazione preparazione delle soluzioni, di 3.78 ppm nella postazione preparazione soluzioni, di 3.05 ppm nella postazione inclusion e taglio pezzi. *Considerazioni conclusive.* I dati ottenuti dal sopralluogo e dal monitoraggio ambientale sono scoraggianti ed impongono l'attuazione immediata di misure di prevenzione primaria con interventi sulla ventilazione, adozione di cappe e banchi aspiranti, dotazione dei lavoratori di opportuni mezzi di protezione individuali, e di prevenzione secondaria con aumento della periodicità della sorveglianza sanitaria.

**Parole chiave:** formaldeide, esposizione lavorativa, prevenzione.

**ABSTRACT.** [www.gimle.fsm.it](http://www.gimle.fsm.it)

**Objective.** Aim of the present study is to evaluate the air pollution produced by formaldehyde in pathological anatomy. **Methods.** This study was made with instrumental approach based on environmental evaluation of 10% formaldehyde used in pathological anatomy, by an infrared gas analyser (Brüel & Kjaer), and clinical approach of pathological anatomy personnel. **Results.** The final result is not very comforting because we found values of formaldehyde during specific activities which exeded the current limits proposed by industrial hygienist, infact we found in a differerent settings 1.81 ppm, 3.78 ppm, 8,3.05 ppm. The personnel exposed reported subjective symptoms as reactive airway symptoms, headache, skin problems.

**Conclusions.** To reduce air pollution we have indicated technical precautions as forced ventilation wich is a major engineerig control for reducing risk from chemical agents, use of personal protective equipment (PPE) as last resort for protection, behavioral rules and health surveillance.

**Key words:** formaldehyde, level of pollution, prevention.

### Introduzione

La nostra ricerca è stata determinata da una situazione di grave disconfort lamentato dal personale operante presso l'Istituto di Anatomia Patologica facente parte dell'Azienda Sanitaria per la quale prestiamo la nostra attività di medico competente. Il personale, sia medici che tecnici riferiva nel corso delle visite periodiche ed in quelle appositamente richieste, una serie di sintomi quali cefalea, lacrimazione, sonnolenza, astenia, riduzione della memoria, irregolarità mestruali, irritazione delle vie aeree, fino a crisi di asma bronchiale, lesioni di tipo irritativo della pelle (7), e metteva in stretta relazione tale sintomatologia alla esposizione alla formaldeide (Tab. I), impiegata in modo massiccio per la fissazione dei pezzi anatomici alle concentrazioni del 10% (3).

Tabella I. *Caratteristiche chimico fisiche della aldeide formica*

Caratteristiche chimico-fisiche	Aldeide formica
Mp	-92 °C
Bp	-19.5 °C
Tensione di vapore	10mm Hg (-88 °C)
Flash point	572 °F (temperatura di innesco)
Densità di vapore	1.075 (aria=1)
Solubilità in acqua	illimitata
Limiti di esplosività	7-7.3%
Soglia olfattiva	0.15 ppm

### Tossicocinetica

L'esposizione a formaldeide avviene soprattutto per via respiratoria, la quota ingerita con la dieta è assorbita in modo del tutto trascurabile, trascurabile è anche l'assorbimento percutaneo. A livello delle prime vie respiratorie la formaldeide inalata, data la sua elevata solubilità si deposita e reagisce con i gruppi aminici primari e secondari, tioli, idrossili e amidi. Come sostanza elettrofila può formare legami covalenti irreversibili con macromolecole.

L'emivita plasmatica è di 1-1,5 m'; la maggior parte viene convertita a CO<sub>2</sub> ed eliminata dai polmoni, una quota minore è metabolizzata attraverso diverse vie metaboliche a formiato ed altri metaboliti escreti con le urine.

## Effetti tossici

Per esposizione di breve durata la formaldeide possiede una elevata capacità irritante per gli occhi, le mucose respiratorie, la pelle. A concentrazioni inferiori a 0.5 ppm non compaiono effetti; a livelli di poco superiori (0.5-2 ppm) si situa la soglia olfattiva e compaiono sintomi e segni di irritazione oculare; al crescere delle concentrazioni atmosferiche si manifesta irritazione delle vie aeree superiori e, oltre i 5 ppm, delle vie aeree inferiori, per concentrazioni superiori a 50 ppm insorgono polmoniti, edema polmonare e morte. Per esposizione cronica i sintomi più frequenti sono irritazione oculare, cutanea e del cavo orale, tosse, cefalea, sonnolenza, astenia, riduzione della memoria, irregolarità mestruali, riduzione delle prove di funzionalità respiratoria ed alterazioni epatiche. Numerosi studi sperimentali hanno dimostrato proprietà mutagene e cancerogene della sostanza (2, 5).

La IARC ha inserito la formaldeide nel gruppo 2A (probabile cancerogeno), giudicando sufficienti le evidenze di cancerogenicità nel ratto, ma limitate evidenze nell'uomo. È lecito ritenere che la formaldeide abbia un debole effetto cancerogeno o che possa agire come cocancerogeno, in particolare a livello delle prime vie aeree.

Per la formaldeide è stato adottato il solo valore Ceiling (esposizione di picco) TLV-C 0.3 ppm (0.37 mg/m<sup>3</sup>), si considerano ormai superati i valori precedentemente adottati di TLV-TWA (esposizione media giornaliera) e TLV-STEL (per brevi esposizioni, fino ad un massimo di 15 min.), quale conferma della gravità del rischio a cui può essere esposto il personale (1, 2).

I dati clinici emersi nel corso della sorveglianza sanitaria, le caratteristiche fisico-chimiche della sostanza che la rendono particolarmente pericolosa sia per inalazione che per contatto, tanto da far adottare il solo valore Ceiling (0.3 ppm, 0.37 mg/m<sup>3</sup>), ci hanno spinti ad effettuare un sopralluogo ed una serie di monitoraggi ambientali al fine di una corretta valutazione del rischio e dell'adozione di provvedimenti di prevenzione tecnica e procedurale (1, 3).

## Materiali e metodi

Si è proceduto ad effettuare un accurato sopralluogo nei locali di Anatomia Patologica, e successivamente il monitoraggio ambientale mediante monitor per analisi dei gas Brüel e Kjaer mod. 1302 che utilizza come metodologia di analisi la spettroscopia fotoacustica nel campo dell'infrarosso. Questo strumento, estremamente flessibile e potente, consente di superare il problema dello STEL, e di svolgere la misurazione in modalità dinamica, si possono cioè avere letture delle concentrazioni praticamente in continuo, e così analizzare l'andamento della liberazione dell'aldeide nel tempo di misura esaminato.

Caratteristiche tecniche:

1. Lo strumento in questione consente la possibilità di monitorare più di 200 composti, presenti in natura e sintetici, organici e non, ovvero tutte quelle sostanze,

gas e vapori, che assorbono luce infrarossa. Non possono monitorizzate quelle sostanze che non assorbono luce infrarossa, instabili, corrosive.

2. Calibrazioni. Tutti i dati relativi alla calibrazione vengono memorizzati nella Background Memory dello strumento, senza possibilità di cancellazione.
3. Intervallo di linearità della risposta. Il range di misura è di cinque ordini di grandezza (es. limite massimo=100.000 volte il minimo rilevabile) senza commutazione di scala. La ripetitività della misura è pari al 1% del valore misurato.
4. Tempo di risposta. Nella modalità campionamento in continuo che è quella da noi utilizzata, lo strumento effettua una misura contemporanea di cinque gas o vapori più il vapor d'acqua ogni 105 s. La lunghezza del tubo di campionamento può, comunque essere definita dall'utilizzatore.
5. Precisione. La precisione della misura è del 1% garantita dalla calibrazione.
6. Sensibilità. Dipendentemente dal gas che si vuole monitorare per la maggior parte delle sostanze la sensibilità è di qualche ppb. Durante la fase di monitoraggio occorre tenere presente che i valori rilevati approssimativamente vicini al minimo rilevabile sono da considerare valori assoluti pari a "zero", poiché essi rappresentano uno scostamento (deriva) del valore di fondo. La Tabella II indica un tipico set-up per poter effettuare un monitoraggio della formaldeide:

Tabella II. Set up per monitoraggio in continuo della formaldeide

SOSTANZA	FILTRO OTTICO SEL.	Minimo valore rilevabile
Isopropanolo	UA 0973 banda passante ristretta a 9.1	0.1 ppm
Formaldeide	986	0.05 ppm

7. Interferenze. Il 1302 compensa automaticamente l'interferenza causata dalle variazioni di temperatura nella cella di analisi e può compensare la presenza di vapore acqueo nel campione di aria. Il 1302 può compensare anche l'interferenza di un gas, collocando un filtro ottico per misurare questa interferenza. Nella configurazione sopra descritta, infatti, viene proposto il monitoraggio dell'isopropanolo per compensare l'interferenza generata da questo durante la misura dell'aldeide formica.
8. Sistema di autodiagnosi. L'affidabilità dell'apparecchio è garantita da una serie di autotests che vengono effettuati automaticamente.

Il monitoraggio ambientale è stato effettuato secondo le seguenti modalità: determinazione del valore basale della aldeide formica in assenza di attività; mappatura della sua distribuzione per evidenziare le zone a concentrazione più elevata e valutazione delle zone di prelievo più rappresentative per le analisi ambientali; campionamenti in continuo nel locale adibito al campionamento dei grossi pezzi anatomici, nella postazione preparazione soluzioni, nella postazione inclusione e taglio pezzi.

## Risultati

I sopralluoghi effettuati hanno dimostrato in tutte le postazioni controllate assenza di barriere primarie: impianti di aspirazione localizzata, cappe chimiche, banchi aspiranti; assenza di barriere secondarie: impianti di ventilazione e locali a contaminazione controllata; nessun impiego di dispositivi di protezione individuali, tranne i guanti. La periodica apertura delle finestre garantiva, anche in inverno un certo ricambio di aria.

I risultati dei monitoraggi hanno dimostrato come si vede nelle Tabelle III, IV, V un importante inquinamento da formaldeide.

**Tabella III. Concentrazioni di formaldeide nella postazione campionamento grossi pezzi anatomici**

N° camp.	Conc. Max.	Conc. Media	Conc. Min.	Dev. Stand
25	8.07	1.81	0.2	1.71

**Tabella IV. Concentrazioni di formaldeide nella postazione preparazione soluzioni**

N° camp.	Conc. Max.	Conc. Media	Conc. Min.	Dev. Stand
25	5.960	3.78	0.81	1.68

**Tabella V. Concentrazioni di formaldeide nella postazione inclusione e taglio pezzi**

N° camp.	Conc. Max.	Conc. Media	Conc. Min.	Dev. Stand
25	5.3	3.05	1.48	9.872

## Considerazioni conclusive

Le caratteristiche chimico- fisiche dell'aldeide formica in soluzione acquosa (formalina) sono tali da renderla particolarmente pericolosa sia per inalazione che per contatto diretto, ma ancora oggi insostituibile quale fissativo dei pezzi anatomici per l'ottimale rapporto prezzo/prestazione. Il reparto di Anatomia e Istologia patologia della nostra Azienda Ospedaliera utilizza annualmente circa 3500 litri di formalina in soluzione al 10%.

I dati emersi dal sopralluogo appaiono scoraggianti: unico presidio adottato per contrastare l'inquinamento in-

door legato all'uso della formaldeide era la ventilazione naturale dei locali, soluzione più semplice e purtroppo ancora oggi utilizzata in molte realtà ospedaliere.

Tale soluzione comporta una problematica di inquinamento dell'aria esterna di polveri, pollini, scarichi di automobili. L'ubicazione del Servizio di Anatomia Patologica è al piano terra con le finestre che danno o su cortili interni o addirittura sulla strada per cui notevole è il discomfort degli operatori che, ai problemi legati al contatto con i vapori di aldeide formica, aggiungono quelli legati agli sbalzi di temperatura, fortunatamente da questo punto di vista il mite clima della Sicilia è stato provvidenziale.

I dati ottenuti dal sopralluogo e dal monitoraggio confermano la sospettata grave situazione di inquinamento ambientale da formaldeide nei locali del Servizio di Anatomia Patologica, tale da giustificare la sintomatologia riferita e da imporre la necessità di mettere in atto tutta una serie di interventi di prevenzione primaria consistenti adozione di opportune barriere primarie quali impianti di aspirazione localizzata, cappe chimiche, banchi aspiranti; di barriere secondarie quali impianti di ventilazione forzata, adozione da parte del lavoratore dei mezzi di protezione individuali per proteggersi dal rischio residuo, e di prevenzione secondaria con intensificazione della sorveglianza sanitaria. In attesa della ristrutturazione e messa a norma dei locali gli organi competenti hanno preso la decisione di trasferire l'attività del Servizio in altra sede.

Di fondamentale importanza a ci è apparsa inoltre l'attuazione di programmi di formazione- informazione del rischio, in particolare un accurato addestramento del personale per l'adozione di procedure meno inquinanti da utilizzare (4, 8).

## Bibliografia

- 1) American Conference of Governmental Industrial Hygienist. Documentation of the Threshold Limit Values. VI edition. Cincinnati, OH, 1991; 703-704.
- 2) Casula D. Medicina del lavoro. Cap. 23. 1993.
- 3) Giornale degli Igienisti Industriali: Valori limite di soglia.
- 4) Nilsson E. Contact sensitivity and urticaria in "wet" work. Contact dermatitis 1985; 13: 321-328.
- 5) Parrello PA. Prevenzione del rischio chimico da formaldeide nei laboratori di anatomia e istologia patologica.
- 6) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. eighth edition.
- 7) Repertorio UNI 626 sicurezza sul lavoro - aggiornamento Maggio 1999.
- 8) Stingeni L, La Pomarda V, Lisi P. Occupational hand dermatitis in hospital environments. Contact Dermatitis 1995; 33: 172-176.
- 9) Villa L. Seminario Nazionale "La protezione collettiva e individuale (DPI) nella Sanità: rischi biologici e chimici". Sondrio 8/9 ottobre 1999. Atti a cura di Luciano Villa.