

## **CIRCOLARE N° 5 DEL 14/03/1989**

Esposizione professionale ad anestetici in sala operatoria.

TESTO

### Premessa

Si definiscono come anestetici quei farmaci che producono un annullamento dello stato di coscienza, limitato al periodo della loro somministrazione, con conseguente scomparsa della sensibilità dolorifica, tale da consentire l'esecuzione di dolorose operazioni.

Si distinguono comunemente in chirurgia due tipi di anestesia: una che agisce essenzialmente sulle strutture nervose centrali, detta anestesia generale o narcosi, e l'altra che comprende i diversi tipi di anestesia ottenuta con l'introduzione di particolari sostanze a livello di strutture nervose periferiche, detta appunto anestesia periferica.

Per quanto riguarda l'anestesia generale, essa attualmente si avvale di numerosi farmaci, che possono essere somministrati sia per inalazione che per via endovenosa e sono coadiuvati, sia dalla cosiddetta medicazione preanestetica (barbiturici, fenotiazinici, benzodiazepinici, morfina e morfinosimili, anticolinergici, ecc.) che dall'impiego dei farmaci curarici naturali o sintetici, che presentano un completo rilassamento muscolare ed una proporzionale diminuzione della dose dell'anestetico generale e della profondità dell'anestesia.

Non si ritiene che l'anestesia locale, ottenuta per infiltrazione nei tessuti di liquidi anestetici (novocaina, cocaina, stovaina, percaina, pantocaina, ecc.), come anche l'anestesia generale per via endovenosa o rettale di prodotti quali barbiturici, alcoli alogenati ed aldeidi, possa dar luogo a rischi di natura igienico-ambientale, legati ad esposizione per contatto e/o inalazione dei prodotti utilizzati.

Per ciò che si riferisce, invece, all'anestesia generale per inalazione, comunemente denominata "anestesia gassosa", si ritiene che, a motivo del possibile inquinamento degli ambienti delle sale operatorie, possano sussistere problemi di esposizione professionale nei confronti degli operatori addetti.

La presente circolare si propone di esaminare ed approfondire gli aspetti di igiene del lavoro connessi con l'anestesia generale per inalazione. Ovviamente, le considerazioni che seguono si riferiscono anche agli operatori che lavorano nel campo della fisio-patologia sperimentale.

### Impiego degli anestetici gassosi nelle sale operatorie

Fra i prodotti anestetici gassosi (protossido di azoto, etilene, ciclopropano) e liquidi (etere etilico, etere vinilico, cloroformio, cloruro di etile, tricloroetilene, composti fluorurati, ecc.) che nel tempo sono stati utilizzati per l'anestesia generale per inalazione, quelli attualmente più utilizzati nelle sale operatorie ospedaliere sono l'alotano (fluotano), il metossifluorano (pentano), l'enfluorano (etran) e l'isofluorano (forano), in miscela con protossido di azoto ed ossigeno.

L'anestetico, inizialmente allo stato liquido, viene vaporizzato in apparecchio termocompensato, ove si mescola con una corrente gassosa, proveniente da un impianto centralizzato, costituito da ossigeno (40% circa) e da protossido di azoto (60% circa). Le concentrazioni di anestetico nella miscela, le quali possono raggiungere anche il 4-5% in funzione del prodotto utilizzato e del tipo di intervento chirurgico da eseguire, di norma variano nel corso dello stesso intervento, necessitando quantità più elevate nella fase di induzione rispetto a quelle per il mantenimento dell'anestesia.

### Inquinamento degli ambienti delle sale operatorie

E' noto come nel corso di interventi chirurgici in anestesia gassosa possa essere presente negli ambienti delle sale operatorie un inquinamento più o meno elevato, e come conseguentemente possano sussistere problemi di esposizione nei confronti degli operatori.

L'inquinamento ambientale è funzione del tipo dell'apparecchiatura di erogazione della natura e delle qualità di gas erogati, delle caratteristiche dell'apparato di smaltimento dei gas, della cubatura delle sale operatorie e del numero di ricambi d'aria e della durata dell'intervento.

Circa le cause di inquinamento da anestetici volatili esse possono ricondursi a vari fattori, fra i quali si ricordano le apparecchiature di erogazione dei gas (perdite da raccordi, tubi, flussometro, non perfetta adesione della maschera facciale, residui nelle apparecchiature per anestesia e diffusione da tubi di connessione in plastica o in gomma), il tipo anestesia (entità dei flussi gassosi, percentuali di vaporizzazione, sistemi e circuiti adottati, adozione di valvole deviatrici), i sistemi di ventilazione (ricircolo dell'aria senza ricambi adeguati) ed i sistemi di convogliamento (gas in eccesso, perdite dalle connessioni).

Per quanto riguarda il grado di inquinamento delle sale operatorie, dai dati rinvenuti in letteratura, come anche dalle numerose indagini effettuate dal Dipartimento igiene del lavoro dell'ISPESL presso diversi ospedali italiani, si può affermare che durante gli interventi chirurgici è sempre presente un diffuso inquinamento ambientale, che può anche raggiungere valori superiori alle 1000 ppm di protossido di azoto ed alle 100 ppm di eteri alogenati in miscela (etano, isofluorano, pentano, alotano, ecc.).

Le analisi hanno evidenziato inoltre la presenza di altre sostanze inquinanti, quali alcole etilico, alcole isopropilico e cloroformio, le cui concentrazioni sono risultate generalmente molto inferiori ai relativi valori limite di soglia.

Nei locali adiacenti le sale operatorie (preparazione chirurghi, sterilizzazione, lavaggio strumenti, corridoi, ecc.) sono risultati presenti gas e vapori di anestetico, naturalmente in concentrazioni sensibilmente inferiori a quelle riscontrate nelle sale operatorie.

La vasta letteratura scientifica in proposito ha segnalato, anche se in maniera non univoca, numerose ricerche che hanno evidenziato nelle persone esposte casi di epatopatia, di aborti, di alterazioni ematologiche, di modificazioni neurologiche centrali e periferiche.

Si tratta di un argomento ancora discusso in campo scientifico anche in considerazione della carenza di notizie attendibili sulla entità della effettiva esposizione.

Allo scopo di valutare l'entità dell'inquinamento presente nei locali di lavoro, i valori delle concentrazioni ambientali sono confrontati ai valori indici di riferimento.

Quali indici di riferimento sono generalmente presi i T.L.V. (Threshold Limit Values - Valori limite di soglia), proposti dalla American conference of governmental industrial hygienists ed adottati in molti contratti nazionali di lavoro.

Tali valori limite sono divisi in tre classi:

T.L.V. - T.W.A.;

T.L.V. - S.T.E.L.;

T.L.V. - Ceiling.

I T.L.V. - T.W.A. rappresentano le concentrazioni medie degli inquinanti, presenti nell'aria dell'ambiente lavorativo, alle quali si presume, sulla base delle attuali conoscenze scientifiche, che la quasi totalità dei lavoratori possa trovarsi giornalmente esposta senza risentirne effetti genericamente nocivi.

Tali limiti non escludono temporanee escursioni delle concentrazioni ambientali al di sopra del loro valore, purché compensate da equivalenti escursioni al di sotto.

I T.L.V. - S.T.E.L. sono invece le concentrazioni che possono essere raggiunte dai vari inquinanti per un periodo massimo di quindici minuti, ma comunque per non più di 4 volte al giorno, e con un intervallo fra ognuna di loro di almeno 60 minuti.

Per le sostanze ad effetto acuto, i relativi T.L.V. - T.W.A. non devono mai essere superati (non sono pertanto ammesse escursioni al di sopra di essi): in tal caso, essi vengono definiti valori limite Ceiling = tetto.

I valori limite sono applicabili quando nell'atmosfera dell'ambiente di lavoro le sostanze sono presenti singolarmente; nel caso di contemporanea presenza di più sostanze inquinanti, è necessario prendere in considerazione il loro effetto cumulativo. In tal caso, dette C1, C2..... Cn le concentrazioni ambientali delle singole sostanze e T1, T2.....Tn i relativi valori limite di soglia, il valore limite della miscela sarà rispettato se

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \dots + \frac{Cn}{Tn} < 1$$

si precisa che i valori limite hanno un carattere indicativo e non costituiscono quindi un confine netto tra concentrazione nociva ed innocua. Essi forniscono, nel contesto generale delle condizioni ambientali, un criterio orientativo per ammettere od escludere l'esistenza di un rischio professionale e valutarne l'eventuale entità.

Per quanto attiene alle sostanze utilizzate per l'anestesia gassosa, l'ACGIH prevede T.L.V. - T.W.A. delle due sostanze anestetiche più frequentemente rinvenibili nelle sale operatorie nei seguenti limiti:

alotano (fluotano) 50 ppm pari a 400 mg/m<sup>3</sup>

enflurano (etran) 75 ppm pari a 575 mg/m<sup>3</sup>

ed ha proposto nel 1987 e confermato la proposta anche per il 1988 e 1989 in T.L.V. - T.W.A. per protossido d'azoto 50 ppm pari a 91 mg/m<sup>3</sup>

Il valore provvisorio per il protossido d'azoto potrà essere inserito nella lista dei valori limite "adottati", dopo un periodo di prova di almeno due anni, qualora nel frattempo non siano sorti elementi di dubbio sulla loro validità.

Il National institute for occupational safety and health (N.I.O.S.H.) ha raccomandato, nel 1976, come limiti di esposizione per attività lavorativa, concentrazioni di 25 ppm (valore T.W.A.) per il protossido di azoto nelle sale di chirurgia generale e 50 ppm per quelle dentistiche, e di 2 ppm (valore Ceiling) per l'insieme degli anestetici alogenati.

Il National board svedese ha fissato nel 1981 come indice guida una concentrazione ambientale di protossido di azoto, preso come inquinante di riferimento nelle sale operatorie, pari a 100 ppm (T.W.A.) e 500 ppm (S.T.E.L.) valore ufficializzato nelle legislazioni scandinave.

Campionamento ed analisi degli anestetici gassosi

Al fine di accertare i livelli di contaminazione ambientale da gas anestetici nelle sale operatorie, causata dalle emissioni dirette e dal progressivo degrado delle tenute pneumatiche delle attrezzature, ovvero di verificare la efficacia degli interventi di manutenzione e bonifica, è necessario effettuare, in ciascuna area chirurgica, il rilevamento periodico delle concentrazioni di gas anestetici aerodispersi.

Il campionamento degli anestetici alogenati e degli altri vapori organici viene normalmente eseguito mediante aspirazione dell'aria attraverso fialette contenenti carbone attivo.

Il campionamento dovrà essere eseguito nell'ambiente ed in particolare in prossimità delle vie respiratorie del personale maggiormente esposto. La durata del campionamento dovrà essere tale da fornire un prelievo rappresentativo del livello di esposizione professionale, nonché campioni validi per le successive analisi di laboratorio.

Le sostanze campionate saranno successivamente analizzate mediante adeguate tecniche analitiche.

Per quanto riguarda il protossido di azoto, il campionamento viene effettuato con siringhe campionatrici e successiva analisi gas-cromatografica con rilevatore a cattura di elettroni. In tal caso,

trattandosi di prelievi istantanei, i campionamenti vanno ripetuti ad intervalli di almeno 30 minuti nell'arco di tempo preso in considerazione.

Al fine di avere misure dirette, che permettano di conoscere immediatamente i valori di concentrazione del protossido di azoto, istante per istante, si ricorre all'impiego di strumenti automatici, anche portatili, basati sulla misura in continuo di un parametro indice, quanto più specifico e proporzionale alla sua concentrazione.

Per rispondere allo scopo, la strumentazione dovrà avere una sensibilità compatibile con la concentrazione ambientale e dell'inquinante in esame presente nell'aria delle sale operatorie.

La strumentazione dovrà possedere idonei accorgimenti atti a minimizzare le interferenze dovute all'umidità o ad altre sostanze inquinanti e dovrà essere frequentemente tarata mediante sicuri sistemi di calibrazione.

La disponibilità di tali sistemi di misura può consentire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- l'immediata rilevazione di situazioni ambientali non accettabili;
- la più agevole ricerca delle sorgenti di inquinamento;
- l'ottimizzazione degli interventi manutentivi sulle attrezzature anestesilogiche e sui dispositivi di evacuazione dell'espriato e dell'eccesso di gas anestetico;
- la documentazione in tempo reale dei livelli di esposizione degli operatori nei reparti chirurgici;
- la definizione dei cicli di usura e degrado dei componenti più critici delle attrezzature, ai fini della predisposizione dei programmi di manutenzione preventiva.

Linee guida per ridurre l'inquinamento ambientale da anestetici

Sulla base di quanto precedentemente esposto, si evince la necessità che nelle sale operatorie, ove sono utilizzati anestetici gassosi, siano adottate idonee misure di prevenzione tendenti a ridurre l'inquinamento dell'ambiente.

Al riguardo, anche in base a quanto riportato al paragrafo IV non è possibile attualmente, per numerose incertezze scientifiche, fornire dei limiti di esposizione di tipo "sanitario" per gli anestetici considerati; poiché tuttavia il rischio è da controllare e ridurre, si possono tenere presenti dei limiti tecnici di concentrazione ambientale media come indice guida nel controllo della accettabilità delle condizioni igienico-ambientali delle sale operatorie.

Nelle esistenti sale operatorie per il protossido di azoto si può considerare il valore di 100 ppm (T.W.A.) come limite tecnico, se si seguono norme di buona tecnica e adeguati controlli della organizzazione del lavoro, pervenendo ad un valore di 50 ppm (T.W.A.) nel caso di ristrutturazione.

Gli attuali indirizzi tecnici di prevenzione, rivolti a ridurre al minimo le possibilità di inquinamento e comunque entro il predetto valore di 100 ppm sono quelli di seguito indicati:

- 1) evitare, ove possibile, l'impiego di anestetici per inalazione prima dell'intubazione orotracheale;
- 2) qualora sia necessario ricorrere all'induzione in maschera con impiego di anestetici per inalazione si dovrà garantire la massima aderenza della maschera sul viso, così da limitare la dispersione dell'anestetico nell'ambiente;
- 3) controllo attento delle perdite:
  - a) dai circuiti ad alta pressione (collegamenti tra prese dell'impianto di distribuzione centralizzato e apparecchio di anestesia) tramite attenta verifica della tenuta di fascette stringitubo, filettature dei tubi e chiusure a molla.

I punti più comuni di perdita sono:

- tubi di collegamento con l'impianto centralizzato;
- circuito ad alta pressione del respiratore.

Procedura di verifica

Controllo delle pressioni sul manometro dell'apparecchio di anestesia dopo apertura del collegamento con l'impianto centralizzato di erogazione del protossido.

Ricontrollo della pressione dopo un'ora dalla chiusura della connessione dell'impianto con il sistema centralizzato; una eventuale caduta di pressione sarà indice di una perdita.

b) Dai circuiti a bassa pressione (circuiti dell'apparecchio di anestesia dai flussimetri al paziente) tramite verifica della tenuta del sistema.

I punti più comuni di perdita sono:

- connettori ad Y
- cupole delle valvole non a tenuta
- tubi del circuito montati erroneamente o non integri
- sistemi di assorbimento
- cestello della calce sodata
- tubi del bypass
- valvole di sfogo

Procedura di verifica

Chiusura della valvola di scarico e del raccordo ad Y.

Il flusso di O<sub>2</sub> necessario a mantenere una pressione stabile nel sistema di 40 cmH<sub>2</sub>O non dovrà essere maggiore di 100 ml/min.

La verifica dovrà essere effettuata giornalmente, e comunque, ogni qualvolta venga sostituita la calce sodata;

4) disponibilità di pezzi di ricambio così da poter prontamente sostituire ogni componente del circuito di anestesia mal funzionante;

5) impiego di evaporatori con sistema chiuso di caricamento (pyn safety) e non a vaschetta. Effettuazione delle operazioni di caricamento all'esterno della sala operatoria e, possibilmente, sotto cappa;

6) ossigenazione prolungata del paziente prima dell'estubazione così da ridurre la emissione di gas a livello dell'ambiente;

7) chiusura dei gas ai rotametri al termine dell'anestesia;

8) adozione di sistemi idonei di raccolta e scarico all'esterno dei gas espirati e provenienti dal circuito e verifica periodica della loro efficienza;

9) adeguato numero di ricambi d'aria;

10) è inoltre necessario effettuare controlli analitici periodici dell'ambiente per mantenere sotto controllo i parametri che permettono di stabilire lo stato di efficienza delle macchine ed intervenire con azioni di manutenzione programmata per prevenire l'insorgenza di guasti e fonti di inquinamento.

Con riferimento alle metodologie descritte nel capitolo relativo all'analisi ambientale è opportuno provvedere al monitoraggio del protossido di azoto mediante apparecchiature automatiche, controllate con tarature molto frequenti.

È altresì opportuno provvedere ad una indagine completa delle condizioni di inquinamento riguardanti tutti gli anestetici con cadenza semestrale, aumentando eventualmente la periodicità nei casi in cui l'inquinamento sia più preoccupante.

Si ritiene opportuno che gli interventi ed i rilevamenti analitici siano programmati ed eseguiti da personale adeguatamente qualificato;

11) agli organi competenti spetta di organizzare un piano di prevenzione per i rischi da gas anestetici che preveda:

a) l'organizzazione dei suddetti controlli dell'inquinamento da gas anestetici;

b) la preparazione di istruzioni di lavoro specifiche per i lavoratori esposti a gas anestetici; tali protocolli, che andranno preparati tenendo presenti le linee guida di cui al par. V, sono affidati ai responsabili delle unità operative, i quali ogni mese devono effettuare controlli affinché dette istruzioni siano rispettate.

Per le sale operatorie di nuova costruzione e per quelle da ristrutturare, fermi restando i predetti indirizzi tecnici, devono essere previsti impianti di ventilazione tecnologicamente adeguati a garantire il rispetto della concentrazione ambientale di protossido d'azoto, preso come inquinante guida, di 50 ppm (T.W.A.) salvaguardando il rispetto dei parametri microclimatici e di purezza dell'aria in entrata con l'adozione e la manutenzione di adeguati sistemi di filtrazione.

Interventi medici in tema di prevenzione

Per quanto riguarda gli interventi medici in tema di prevenzione, la tabella allegata all'art. 33 del D.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956, riguardante le "Norme generali per l'igiene del lavoro", prevede che il personale addetto ".....all'impiego di derivati alogenati degli idrocarburi alifatici....." sia sottoposto a visita medica prima della immissione al lavoro per constatarne i requisiti di idoneità, e, successivamente, con periodicità trimestrale, per constatarne lo stato di salute.

Per quanto riguarda la definizione della tipologia dei controlli sanitari sul personale professionalmente esposto a gas anestetici, si rileva che ciò non è facile da stabilire, in quanto la patologia professionale da anestetici non è ancora puntualmente definita, anche in rapporto al sesso.

Indicativamente si propone un esame ematologico completo (emocromo, formula, piastrine) ed un esame della funzionalità epatica (con eventuali approfondimenti in base ai risultati di indagini preliminari o di routine).

In considerazione della discontinuità delle esposizioni e delle perduranti difficoltà per definire i livelli ambientali accettabili univoci si ritiene molto opportuno ricorrere, ove possibile, al monitoraggio biologico dei soggetti esposti utilizzando i seguenti valori biologici di riferimento.

Alotano: acidotrifluoro acetico ematico: 2,5 mg/l sangue (prelevato alla fine della settimana lavorativa ed alla fine dell'esposizione).

Alotano: alotano alveolare: 0,5 ppm (misurato in sala operatoria alla fine dell'esposizione).

Isoflurano: isoflurano urinario: 18 n Moli/l urina (dosato nelle urine prodotte in 4 ore di esposizione e prelevate alla fine dell'esposizione).

Protossido di azoto: N<sub>2</sub>O urinario 27 mg/l (dosato nelle urine prodotte in 4 ore di esposizione e prelevate alla fine dell'esposizione; valore biologico equivalente a 50 ppm di concentrazione ambientale media); N<sub>2</sub>O urinario 55 mg/l (dosato nelle urine prodotte in 4 ore di esposizione e prelevate alla fine dell'esposizione; valore biologico equivalente a 100 ppm di concentrazione ambientale media).

Questi esami vanno eseguiti in laboratori specialistici ed il prelievo delle urine deve essere eseguito evitando al massimo il contatto con l'aria.