

MONITORAGGIO AMBIENTALE E BIOLOGICO DEI GAS ANESTETICI NELLE SALE OPERATORIE

GAS ANESTETICI

Sono farmaci che producono una abolizione dello stato di coscienza, limitato al periodo della loro somministrazione con conseguente scomparsa della sensibilità dolorifica tale da consentire l'esecuzione di dolorose operazioni

Le anestesie si distinguono in due tipi:

1. Generale o narcosi (agisce essenzialmente nelle strutture nervosi centrali)
2. Locale o periferica (la somministrazione di particolari sostanze a livello di strutture nervose periferiche)

ANESTESIA GENERALE

L'anestesia generale viene somministrato per:

- Inalazione
- Via endovenosa

Gli anestetici utilizzati possono essere allo stato:

- Gassoso (N₂O, etilene, ciclopropano)
- Liquido (etere etilico, etere vinilico, barbiturici, alcoli alogenati, cloroformio, composti fluorurati: alotano, entrano, isofluorano, desfluorano)

In anestesia generale per inalazione, l'anestetico in fase liquida viene vaporizzato, miscelato con una corrente gassosa composta da ossigeno e protossido d'azoto in rapporti predefiniti.

GAS ANESTETICI IN ANESTESIA GENERALE

L'anestesia generale per inalazione è fonte di un possibile inquinamento degli ambienti delle sale operatorie che provoca problemi di esposizione professionale nei confronti degli operatori addetti



ESPOSIZIONE PROFESSIONALE DEGLI ADDETTI DELLE SALE OPERATORIE

La valutazione dell'esposizione professionale ai gas anestetici degli operatori si basa sul:

- Monitoraggio ambientale
- Monitoraggio biologico

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Monitoraggio ambientale = misurare la concentrazione ambientale di protossido di azoto e/o anestetici alogenati in sala operatoria in modo da:

- Identificare eventuali fonti di inquinamento
- valutare l'esposizione dell'operatore durante lo svolgimento della sua mansione

STRATEGIE DI CAMPIONAMENTO

- Il campionamento viene eseguito a livello respiratorio e in centro ambiente
- L'esposizione professionale varia a seconda della mansione svolta (anestesista, chirurgo, strumentista, infermiera)
- Il periodo di campionamento varia ed in genere è inferiore alle 4 ore in base al reale lavoro giornaliero svolto dall'operatore
- Le concentrazioni dell'agente chimico possono variare sensibilmente durante sedute differenti
- Le concentrazioni del gas anestetico possono variare sensibilmente durante la stessa seduta

CAMPIONAMENTO AMBIENTALE DEI GAS ANESTETICI

- Metodi diretti

- Metodi indiretti

METODI DIRETTI

I metodi diretti consistono nel prelievo di un aliquota tal quale dell'aria ambiente e analisi in tempo reale attraverso gli analizzatori automatici

Queste apparecchiature permettono di:

- Mettere in evidenza la presenza o l'assenza di un inquinante
- Verificare la distribuzione spazio temporale di un inquinante
- Verificare l'entità dei "picchi" di emissione
- Ricercare i "punti di fuga" da un impianto
- Verificare il tempo di "lavaggio" di un ambiente sottoposto a ricambio dell'aria

STRUMENTI A LETTURA DIRETTA

- Spettroscopia nell'infrarosso (IR)
- Spettroscopia fotoacustica (PAS)
- Rivelatori a conducibilità termica (TCD)

STRUMENTI A LETTURA DIRETTA

Caratteristiche da valutare:

- Costo
- Portabilità
- Intervallo di misura
- Selettività (evitando eventuali interferenze)
- Incertezza globale delle misure
- Tempo di ponderazione
- Manualità e facilità di calibrazione e azzeramento

METODI INDIRECTI

- Prelievo di una aliquota di aria ambiente in contenitori idonei

- Campionamento dell' inquinante su specifici substrati di campionamento

CONTENITORI - SAMPLE BAG



VANTAGGI

- Valori medi ponderati per brevi periodi di campionamento sia per il protossido sia per alogenati
- Raccolta di vari campioni nel corso della seduta operatoria

SVANTAGGI

- Discreto ingombro del sistema del campionamento
- Possibilità di perdita degli inquinanti per permeazione o adsorbimento
- Necessità di eseguire l'analisi in tempi brevi
- Per le mansioni che comportano spostamenti non è possibile il prelievo nella zona respiratoria dell'operatore
- Le apparecchiature di campionamento necessitano interventi di taratura preliminari
- La non facile pulizia dei sample bag dopo precedenti campionamenti

SISTEMI A CONCENTRAZIONE

La captazione del gas anestetico da parte delle particelle solide del campionatore passivo avviene in base al fenomeno di **ADSORBIMENTO**

- adsorbimento fisico (fenomeno reversibile a causa di presenza di solo forze fisiche tra le molecole)
- adsorbimento chimico (fenomeno irreversibile a causa di legami chimici che si creano tra adsorbente e adsorbito - formazione di legami molecolari)

CAMPIONATORI PASSIVI

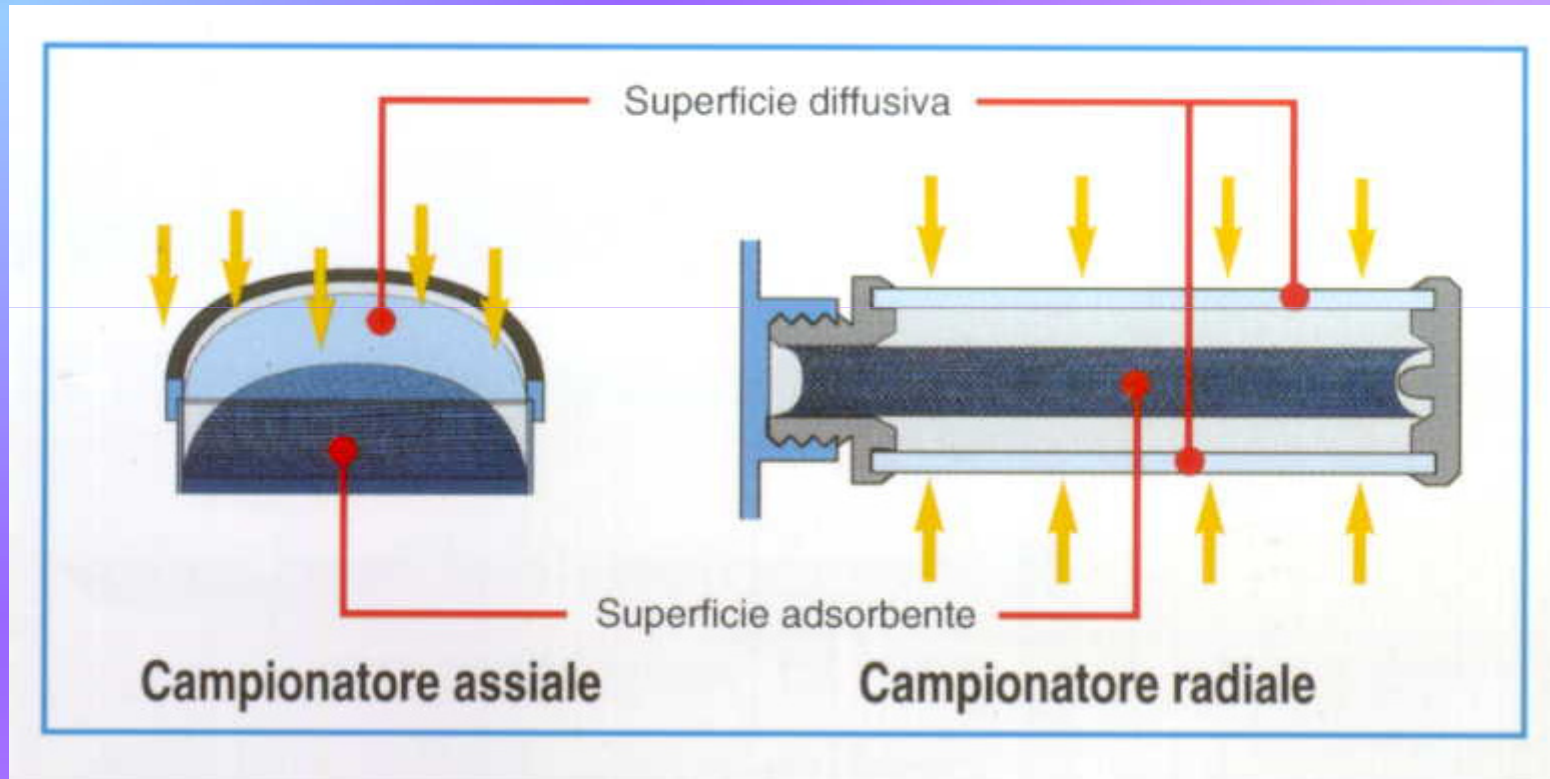


PASSIVI 3M



RADIELLO

CAMPIONATORI PASSIVI



CAMPIONATORI PASSIVI

Principio della diffusione molecolare

Legge di Fick: $C = Q \cdot x/S \cdot D \cdot t$

C = concentrazione ambientale dell'analita

Q = quantità di analita adsorbita nel tempo t

x = altezza della camera di diffusione

S = superficie della camera di diffusione

D = coefficiente di diffusione caratteristico di ogni sostanza

CAMPIONATORI PASSIVI

VANTAGGI

- Maneggevolezza e facilità d'uso
- Molto utili per il prelievo personale e per effettuare molti prelievi simultaneamente (mappatura di inquinanti)
- Mancanza delle variabili legate al funzionamento e taratura delle pompe di prelievo

SVANTAGGI

- Influenza della velocità dell'aria alla superficie del campionatore
- Tempi di risposta insufficienti per transienti troppo veloci della concentrazione ambientale
- Tempi lunghi di prelievo

PROCEDURA ANALITICA

Trattamento del campione: - Desorbimento del campione passivo con un solvente appropriato (solfuro di carbonio, acqua, acqua-metanolo)

Analisi strumentale: - (Gascromatografia capillare abbinata al rivelatore ECD o Massa)

GC/MS

- Sensibilità analitica adeguata
- Specificità elevata

STRUMENTI ANALITICI

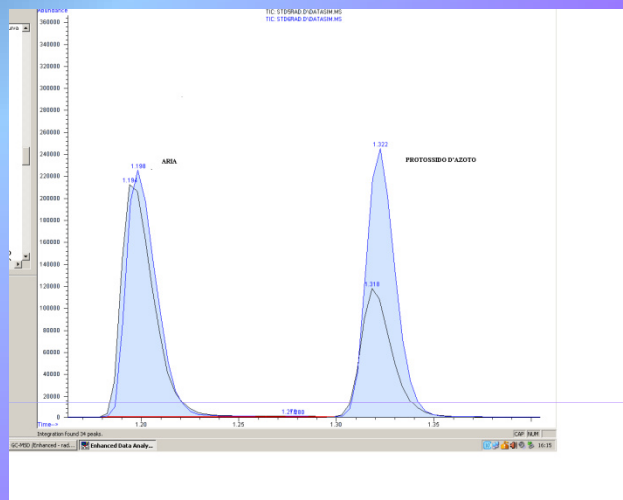


GC/ECD/HS

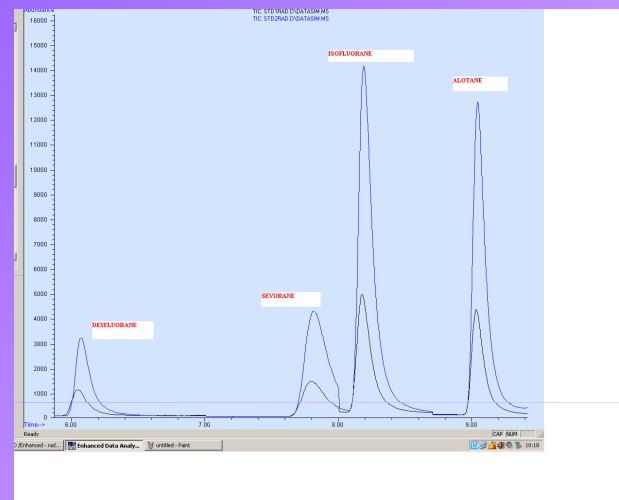


GC/MS

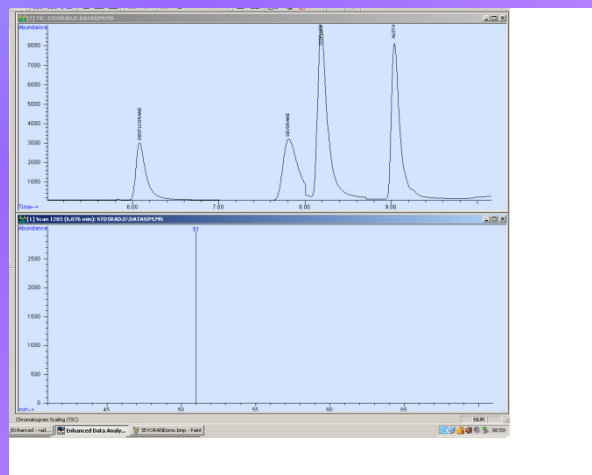
PROFILO CROMATOGRAFICO DEI GAS ANESTETICI



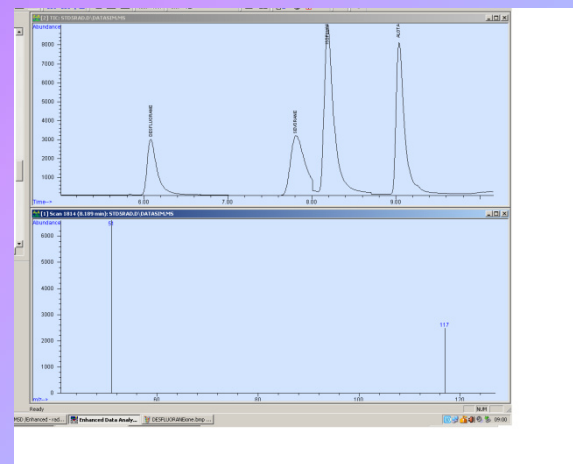
Curva di N2O



Curva di alogenati

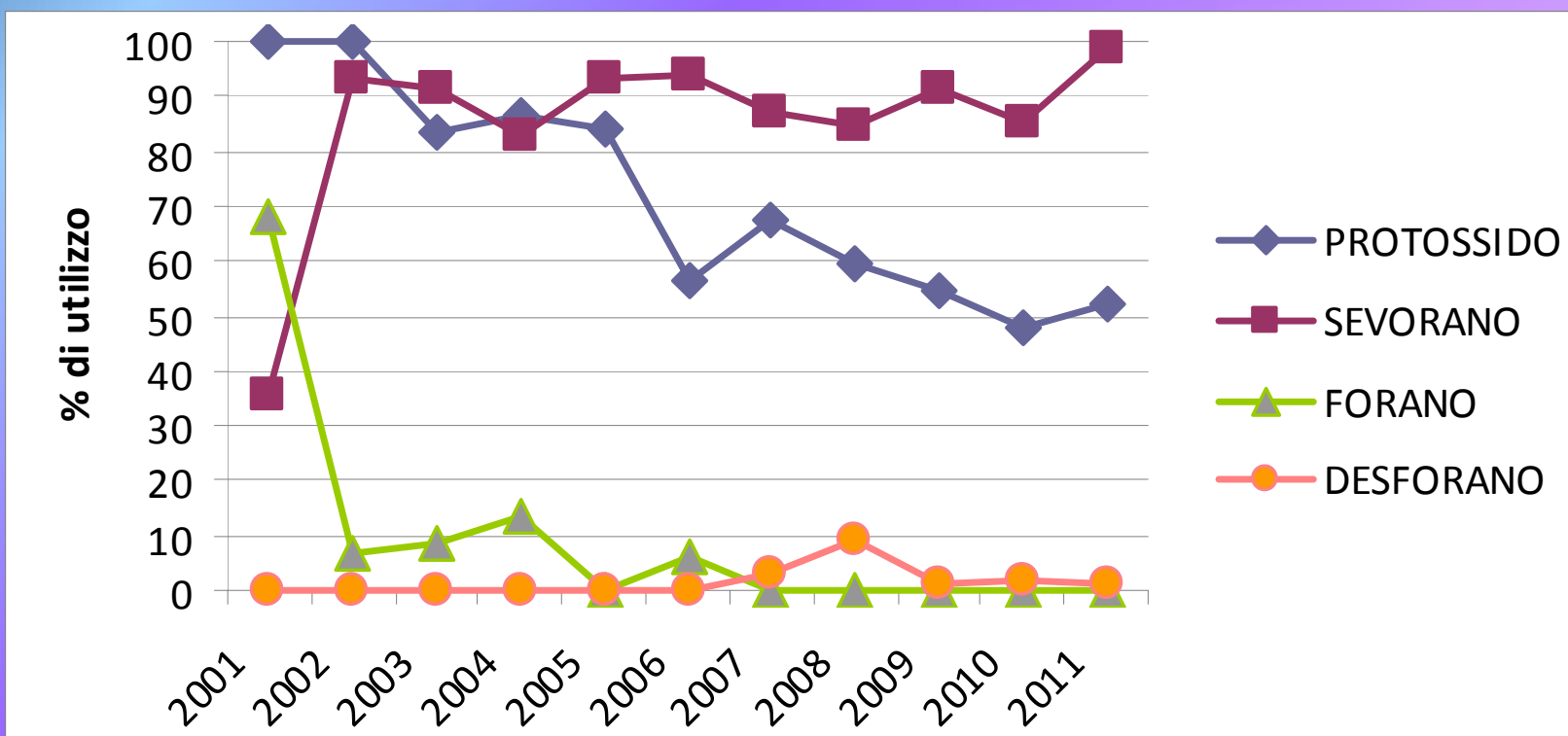


Desflurane



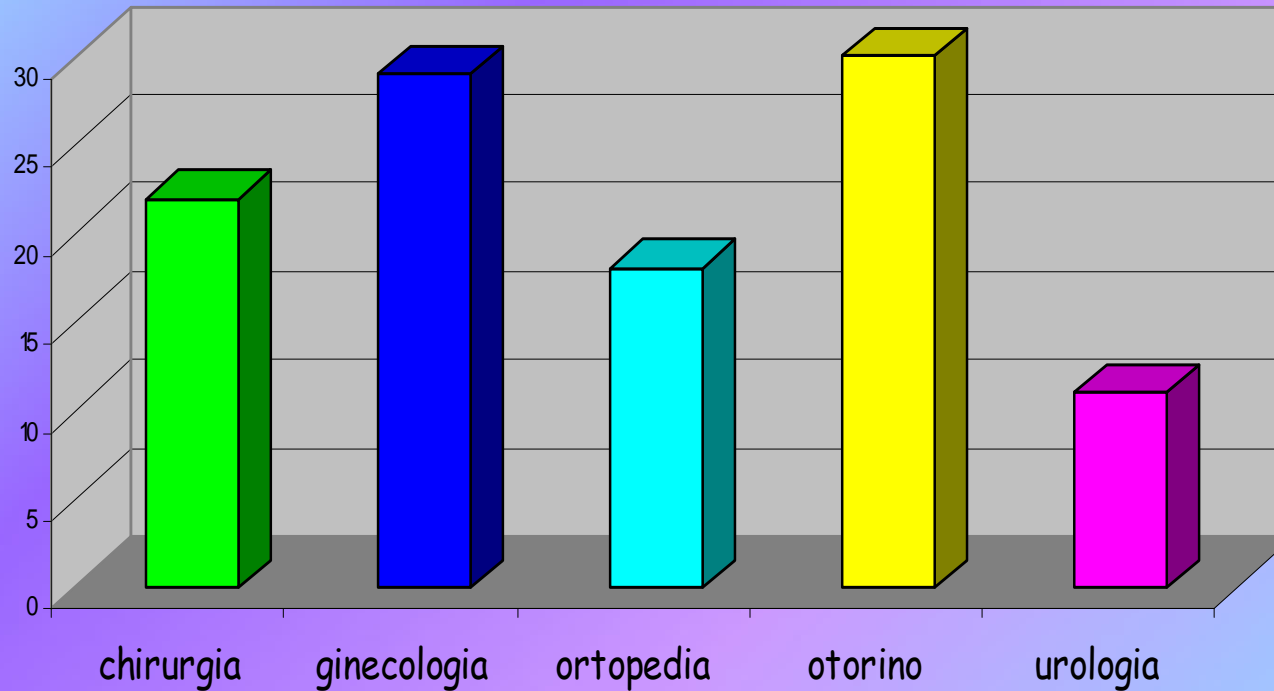
Isoflurano

UTILIZZO DEI GAS ANESTETICI



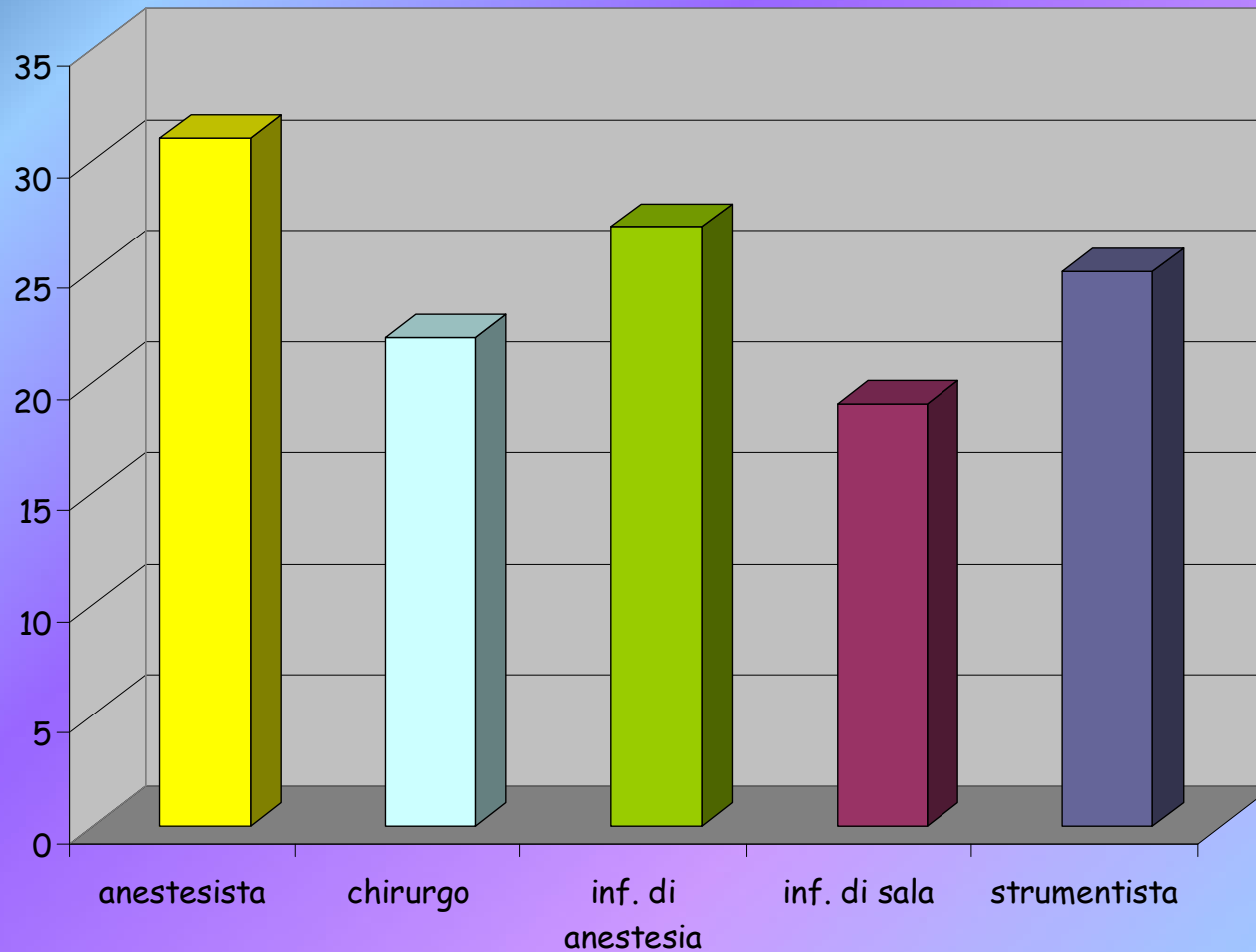
Fonte: Medicina del Lavoro Ospedale di Desio

VARIABILITA' PER TIPOLOGIA D'INTERVENTO



Fonte: Medicina del Lavoro Ospedale di Desio

VARIABILITA' PER LA MANSIONE



Fonte: Medicina del Lavoro Ospedale di Desio

MONITORAGGIO BIOLOGICO

Misurazione al termine del turno lavorativo della concentrazione dei gas anestetici nelle urine dei lavoratori esposti

I gas anestetici vengono escreti in forma immodificata nelle urine in quantità molto modeste.

PROCEDURA DI RACCOLTA URINE

MATERIALE NECESSARIO:

- un barattolo in polietilene
- flaconi in vetro a tenuta di gas da 20 ml forniti dal laboratorio Sezione Ecologia con sostanza conservante
- aghi per siringhe
- una siringa in polietilene da 10 ml.

PROCEDURA DI RACCOLTA

- **L'urina deve essere trasferita immediatamente dopo la raccolta**
- La raccolta del campione urinario ed il trasferimento nei flaconi dovranno avvenire in locali esenti da gas anestetici.
- Nel vial di vetro vengono inseriti nel setto due aghi: uno per lo sfiato e il secondo per il trasferimento dell'urina.



PROCEDURA DI RACCOLTA URINE

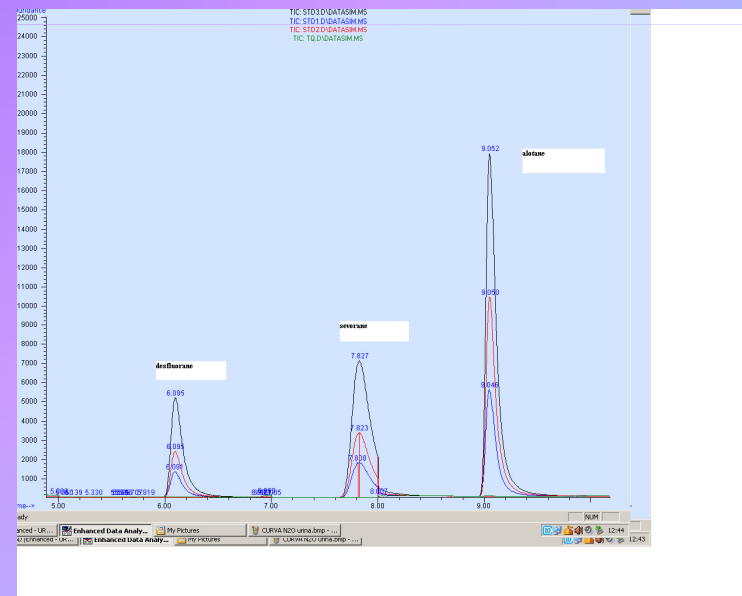
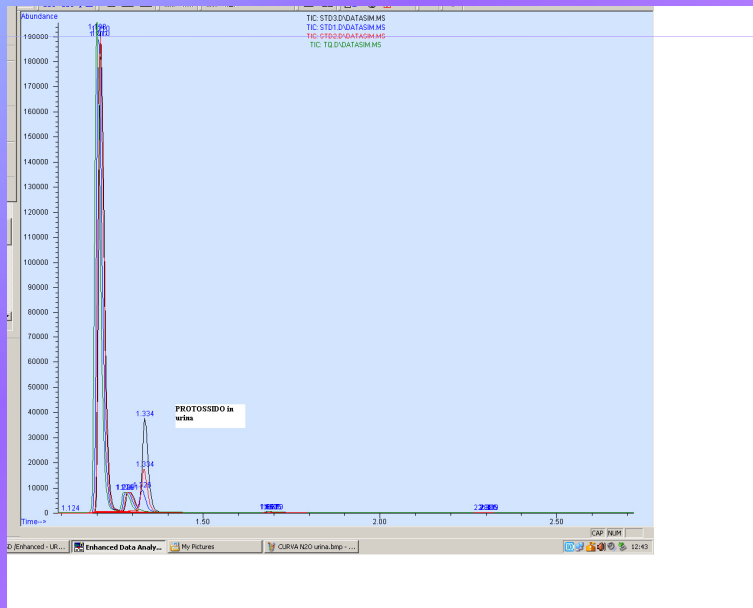
- Prelevare con la siringa in polietilene 10 ml di urina, inserire la siringa in uno degli aghi e iniettare l'urina nel flacone . Al termine estrarre gli aghi dal flacone e riutilizzarli per gli altri campioni.



- I flaconi contenenti le urine dovranno essere **numerati con il codice a barre**. Sul modulo ***Monitoraggio Biologico dell'Esposizione a Gas Anestetici*** da noi fornito vanno riportate le corrispondenze tra i codici a barre ed i nomi e le mansioni degli operatori.

PROCEDURA ANALITICA

- Trattamento del campione: Riscaldamento del flacone a temperatura di 40°C per 60 minuti
- Tecnica analitica: Gas Massa spazio di testa



NORMATIVA DEL SETTORE

- ❑ Circolare n.5 del 14/03/1989 - Ministero della Salute - Esposizione professionale ad anestetici in sala operatoria
- ❑ Circolare n.40 del 2/09/1993 – Settore Sanità e Igiene - Regione Lombardia – Esposizione professionale a gas anestetici: Raccomandazioni operative per ridurre la presenza in sala operatoria e per la sorveglianza sanitaria degli esposti
- ❑ Linee guida sulla Prevenzione e Sicurezza nelle Sale Operatorie – DGR Lombardia n. 6/47077 del dicembre 1999
- ❑ Linee guida sugli standard di sicurezza e di igiene del lavoro nel reparto operatorio – ISPESL 2009
- ❑ D.Lgs. 81/2008 – Testo unico sulla sicurezza sul lavoro

LIMITI DI ESPOSIZIONE IMPOSTI DALLA NORMATIVA NAZIONALE

- Circolare n.5 del 1989 Ministero della Salute riporta questi valori limite tecnico

Inquinante	Sale di vecchia costruzione	Sale ristrutturate/nuove
Protossido di azoto ambientale (ppm)	100	50
Protossido di azoto urinario ($\mu\text{g/L}$)	55	27
Isofluorano urinario (nmol/L)	18	

Questa circolare contiene anche le raccomandazioni NIOSH :

Protossido d'azoto ambientale	25 ppm
Alogenati ambientale (se usati da soli)	2 ppm
(se in miscela con protossido)	0,5 ppm

LIMITI DI ESPOSIZIONE IMPOSTI DALLA REGIONE LOMBARDBIA

- ❑ **Delibera Regione Lombardia n.6/47077 del 17/12/1999 fissa i seguenti limiti a partire dal 2005**

	Protossido di azoto	Alogenati
Ambientale (ppm)	25	< 0,5
Urinario ($\mu\text{g/L}$)	13	-

- Le linee guida della Regione Lombardia non forniscono indicazioni riguardo alle concentrazioni urinarie degli alogenati
- Il limite biologico equivalente (LBE) può essere derivato da studi scientifici riportati in letteratura
 - LBE per **isofluorano 0,9 $\mu\text{g/L}$**

PERIODICITA' DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE/BIOLOGICO

Livelli di esposizione		Monitoraggio ambientale e/o biologico
Protossido ambientale (ppm)	Protossido urinario ($\mu\text{g/L}$)	
< 25	< 13	Annuale
25 - 100	13 - 55	Semestrale
> 100	> 55	Trimestrale

DIFFERENZE TRA MONITORAGGIO AMBIENTALE E BIOLOGICO

- Entrambi i monitoraggi danno indicazioni equivalenti perché le correlazioni tra esposizioni ambientali e concentrazioni urinarie sono risultate lineari e significative
- Monitoraggio ambientale
 - Costi sensibilmente più elevati
 - Personale tecnico specializzato
 - Materiale di campionamento (strumenti di lettura continua, campionatori passivi)
- Monitoraggio biologico
 - Raccolta dei campioni biologici non particolarmente complessa
 - Possibilità di monitorare numerosi addetti

TOSSICOLOGIA OCCUPAZIONALE E IGIENE INDUSTRIALE



GRAZIE PER
L'ATTENZIONE