

La Spezia, 25/11/2003

Oggetto: monitoraggio qualità dell'aria nelle S.O. con:

- monitor analizzatore ad infrarossi con tecnica fotoacustica della Ditta Airnova
- stazione microclimatica della Ditta LSI Modello Babuca

La Medicina Preventiva si è recentemente dotata di un sistema di prelievo e analisi IR (monitor analizzatore ad infrarossi con tecnica fotoacustica della Ditta Airnova) per il monitoraggio in continuo delle concentrazioni di gas anestetici (protossido di azoto, gas alogenati) del vapore acqueo e di anidride carbonica nelle quindici sale operatorie dei suoi tre ospedali. Inoltre è stata acquistata una stazione di rilevamento del microclima (stazione microclimatica della Ditta LSI Modello Babuca), che permette di raccogliere in continuo i principali parametri di comfort termico e di rielaborarli al fine di evidenziare situazioni di rischio da stress termico.

L'utilizzazione di queste due nuove apparecchiature unitamente ai controlli sulla carica microbica nelle sale operatorie permettono di valutare la qualità dell'aria ambientale confinata.

La qualità dell'aria negli ambienti sanitari rappresenta un problema di primaria importanza: la sua risoluzione non può essere a lungo rinviata, alla luce dei potenziali danni che gli agenti chimici e microclimatici possono determinare alla salute degli operatori sanitari.

L'installazione di questi sistemi di monitoraggio ha come obiettivo la possibilità di permettere di intervenire in tempo reale, o entro tempi brevi, per

- a) correggere eventuali presenze anomale di inquinanti da guasti o carenze di manutenzione,
- b) indirizzare le modalità di scelta e d'utilizzo delle sostanze a uso anestetico
- c) predisporre il corretto condizionamento degli ambienti,
- d) evidenziare i comportamenti a rischio;

tutti fattori sopra riportati concorrono a determinare il potenziale di rischio complessivo da aria dell'ambiente della sala operatoria inquinata.

Eseguito queste analisi si vuole, dunque, trovare una modalità di azione utile a indirizzare gli interventi per le verifiche periodiche, suggerire puntuali metodologie di manutenzione su impianti e apparecchiature e infine riuscire a stimolare negli operatori sanitari la consapevolezza che l'aumento o il contenimento degli inquinanti ambientali sono connessi anche a pratiche o manovre chirurgiche in atto.

Le indagini sono mirate a valutare le concentrazioni di anidride carbonica, protossido di azoto e gas alogenati (rilevazioni in un punto per verificare le perdite dall'apparecchiatura ed ambientali per accertare l'eventuale esposizione degli operatori sanitari).

Le apparecchiature in dotazione consentono di visualizzare i risultati su monitor e riportarli su grafico, facendo riferimento ai valori limite proposti dalla circolare del Ministero della Sanità n. 5 del 14 marzo 1989 e a quelli indicati nelle linee guida per la definizione degli standard di sicurezza e di igiene ambientale dei reparti operatori predisposte dall'ISPESL.

La rappresentazione grafica registrata, oltre a fornire il dato, può suggerire motivazioni sull'eventuale superamento dei limiti e dà informazioni utili per l'intervento correttivo o per il tipo di verifica supplementare necessaria, soprattutto se correlata con le informazioni raccolte al momento dell'indagine.

## **Metodi di Misurazione**

### **GAS ANESTETICI**

a1) la determinazione della presenza di perdite di gas anestetici dall'apparecchio per l'anestesia (apparecchio, tubi, pallone, ecc.) viene effettuata utilizzando l'analizzatore ad infrarossi con tecnica fotoacustica della Ditta Airnova che consente la lettura diretta della concentrazione di protossido di azoto o di un gas alogenato presente nell'aria nelle immediate vicinanze dello strumento e delle sue connessioni mentre questo é in funzione durante un intervento o una simulazione.

In particolare vengono controllati: raccordi entrata e uscita gas, innesti, flussometri, concertina e deviatore .

a2) la determinazione della concentrazione dei gas anestetici ambientali, vapore acqueo ed anidride carbonica (da effettuare preferibilmente durante un intervento chirurgico con monitor analizzatore ad infrarossi con tecnica fotoacustica della Ditta Airnova).

In ciascuna sala vengono posizionati:

- Un punto di prelievo vicino all'apparecchio erogatore e alle vie respiratorie del paziente, dove vengono effettuate le manovre di anestesia: in tal modo si valutano le concentrazioni più significative per l'anestesista. Il significato di eventuali concentrazioni anomale in questa zona potrebbe indicare un cattivo funzionamento delle macchine di anestesia, perdite agli impianti di distribuzione dei gas, anomalie durante le manovre anestesilogiche compiute dal personale sanitario;
- Un punto di prelievo in prossimità delle bocchette di ripresa dell'aria condizionata. In tal modo la concentrazione rilevata degli inquinanti risentirà dei flussi di diffusione degli inquinanti e sarà predittiva del buon funzionamento dell'impianto di evacuazione, e indirettamente del numero di ricambi per ora.
- Un punto di prelievo al centro della sala che fornisce informazioni sulla concentrazione ambientale media dei gas
- Un punto di prelievo nel corridoi di collegamento delle sale, con funzioni di indicatore di fondo, indicatore indiretti di perdite in sala o di anomala dispersione dell'aria circolante, e ancora per rilevare eventuali perdite.

Il sistema di prelievo e di analisi viene mantenuto attivo in ogni postazione per circa 20 minuti, l'apparecchio effettua un prelievo ogni minuto in ciascuno dei punti sopraindicati.

### **MICROCLIMA**

b) per il rilevamento dei parametri microclimatici (da effettuare preferibilmente a sala vuota con l'impianto di condizionamento in funzione)

- un punto di prelievo nella zona anestesista
- un punto di prelievo nella zona chirurgo
- un punto di prelievo per ogni bocchetta di immissione dell'aria condizionata

## CARICA BATTERICA

c) per il rilevamento della carica microbica si seguono le seguenti procedure suggerite dall'ISPESL:

1) un punto di prelievo per la valutazione della corretta esecuzione dei sistemi di detersione e disinfezione: il campionamento per la determinazione della carica microbica totale in aria viene effettuato tramite campionatore attivo (SAS) posto ad un'altezza di un metro nelle vicinanze del tavolo operatorio dopo il termine delle operazioni di sanificazione della sala e dopo che questa sia rimasta chiusa e vuota per almeno 30-60 minuti (solitamente al mattino prima dell'inizio dell'attività chirurgica).

2) cinque punti di prelievo per la determinazione della carica microbica totale delle superfici, il campionamento avviene per contatto diretto di una piastra tipo Rodac sulla superficie da analizzare. Il risultato è espresso in CFU/cm<sup>2</sup>. Vengono esaminate le seguenti superfici:

- pavimento vicino al muro in una zona di scarso passaggio,
- ripiano di una apparecchiatura (elettrobisturi, aspiratore ch. ecc.)
- piede letto operatorio,
- carrello apparecchio anestesia;
- scialitica

3) un punto di prelievo nelle vicinanze del tavolo operatorio con campionamenti ripetuti per un'ora per la valutazione della correttezza delle caratteristiche igienico-comportamentali dell'equipe operatoria.

Si esegue la determinazione della carica microbica totale a 37 C° che possono essere presenti nell'aria della sala operatoria.

Il campionamento deve essere effettuato tramite campionatori attivi (SAS) posti ad un'altezza di un metro e deve cominciare all'inizio di un intervento chirurgico (inizio taglio) e rappresentare il valore medio ottenuto dai campionamenti condotti ogni 10 minuti per un'ora durante un intervento chirurgico.

Il campionamento viene eseguito con più piastre utilizzando il SAS.

Il risultato è espresso in CFU/m<sup>3</sup>.

Devono essere inoltre verificate, quando vi saranno episodi di infezioni ospedaliere, le caratteristiche microbiologiche ambientali, con ricerca dei batteri patogeni e/od opportunisti che possono essere stati alla base dell'episodio.

## Valutazioni e significato dei controlli

Le valutazioni dei **gas anestetici** fanno riferimento alla circolare del Ministero della Sanità n. 5 del 14/3/1989 "esposizione professionale ad anestetici in sala operatoria" che contiene anche delle raccomandazioni del N.I.O.S.H. statunitense sull'argomento (N<sub>2</sub>O = 25 ppm per le sale di chirurgia generale; N<sub>2</sub>O = 50 ppm per le sale di chirurgia odontoiatrica; anestetici alogenati = 2 ppm, valore "ceiling")

Nella tabella seguente si riportano i valori limite di esposizione riferiti alle sale operatorie prima del 1989 (quadro A) e dopo il 1989 (quadro B) stabiliti dall'ISPESL.

**A) SALE OPERATORIE COSTRUITE PRIMA DEL 1989**

N<sub>2</sub>O 100 ppm non ristrutturata  
 N<sub>2</sub>O 50 ppm ristrutturata  
 Alotano 50 ppm  
 Enflurano 75 ppm

**B) SALE OPERATORIE COSTRUITE DOPO IL 1989**

Si raccomanda di adoperarsi al fine di tendere al rispetto dei valori limite del N.I.O.S.H.

N<sub>2</sub>O 25 ppm  
 Anestetici alogenati 2 ppm (ceiling)

Le variazioni di concentrazioni dei gas anestetici inquinanti in sala operatoria possono essere attribuibili a diverse cause:

- perdite di liquidi durante le operazioni di riempimento dei vaporizzatori;
- apertura delle confezioni contenenti sostanze inquinanti;
- manovre di induzione non convogliate;
- disconnessione di raccordi;
- mancata chiusura di valvole erogatrici;
- manovre cliniche temporanee favorevoli perdite di gas anestetici;
- non perfetta tenuta dei palloni di anestesia;
- non perfetta connessione di tubazioni di circuito;
- malfunzionamento di impianti di evacuazione;
- perdite dalle connessioni degli impianti di erogazione dei gas;
- perdite diffuse dagli apparecchi di anestesia;
- riduzione del numero di ricambi per ora;
- anomalo funzionamento degli impianti di ricambio aria;

Per valutare le perdite degli impianti e delle apparecchiature per anestesia di protossido di azoto (NO<sub>2</sub>) si fa riferimento alla seguente scala semiquantitativa:

- classe I	- accettabile	< 25	ppm	NO <sub>2</sub>
- classe II	- lieve perdita	25 - 200	ppm	NO <sub>2</sub>
- classe III	- perdita da verificare	> 200	ppm	NO <sub>2</sub>

Le **caratteristiche chimiche dell'aria** in sala operatoria sono prevalentemente correlate con la ventilazione ed il conseguente numero di ricambi d'aria presenti nell'ambiente.

I ricambi d'aria sono studiati dai parametri microclimatici e, dato non meno importante, dalla CO<sub>2</sub>. Un'elevata concentrazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), è indice di scarsa ventilazione e di affollamento e deve essere correlata al vapore acqueo e quindi all'umidità.

A tal riguardo la letteratura internazionale in materia ha sempre raccomandato valori di concentrazione ambientale di CO<sub>2</sub> < 1°/°° (1000 ppm) così come indicato nelle "Linee Guida ISPESL per la valutazione del rischio nelle strutture del S.S.N." tuttavia attualmente ci si sta orientando sul valore di 0,8°/°° .

Queste condizioni vengono assicurate da un impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata.

L'impianto ha la funzione di mantenere adeguate condizioni igienico-ambientali in sala operatoria. In particolare, deve essere in grado di:

- a. mantenere condizioni termoigrometriche corrette per l'utente ed il personale
- b. mantenere una "idonea" areazione dell'ambiente, in grado di contenere le concentrazioni ambientali di gas anestetici e/o di altri inquinanti gassosi, compresa la CO<sub>2</sub>, anche nel caso di emissioni anomale
- c. mantenere una concentrazione di agenti biologici e di particolato totale aeroportato al di sotto di limiti prefissabili, mediante adeguata filtrazione dell'aria immessa e il mantenimento di stabili e misurabili sovrappressioni, stabilite in modo tale che l'aria passi dagli ambienti più puliti a quelli meno puliti.

La differenza minima di pressione tra due locali collegati deve essere almeno di 5 Pascal (Pa) (Rif. ISO14644).

Le **condizioni microclimatiche** definiscono l'insieme dei parametri fisici che caratterizzano un ambiente confinato ed influenzano gli scambi termici fra soggetto ed ambiente.

In ambito occupazionale l'ottimizzazione dei parametri microclimatici deve procurare una sensazione di "benessere termico" nel lavoratore. Nel reparto operatorio ed in particolare nella sala operatoria le condizioni microclimatiche dovrebbero essere tali da assicurare attraverso un adeguato grado di benessere termico una buona "performance" dell'operatore evitando di arrecargli disturbo o di interferire con la propria specifica attività e la tutela della salute dell'operando.

Tuttavia non è facile realizzare quanto descritto dovendo rispettare le differenti esigenze metaboliche, le diverse caratteristiche igienico-ambientali e l'insieme delle misure di prevenzione - protezione del personale addetto (chirurghi, anestesisti, infermieri e/o altro personale tecnico-paramedico) e degli operandi.

In tale contesto lavorativo si ritiene che gli indici di confort termico di Fanger (PMV= voto medio prevedibile, PPD percentuale prevista di insoddisfazione), elementi fondamentali per il procedimento indicato dalla norma tecnica ISO 7730 (1984) per la valutazione del confort microclimatico in un ambiente "moderato", possono essere impiegati quali validi indicatori, valutati sia per l'equipe operatoria che per l'operando.

#### PROSPETTI DEI PARAMETRI E DEGLI INDICI MICROCLIMATICI PER I DIVERSI LOCALI DEL GRUPPO OPERATORIO

##### A - Sala operatoria

temp. aria (inv. est.)	20-24° C
UR	40-60%
temperatura rad.	differenziale con t °C aria <2
velocità aria	0,05-0,15 m/s
PMV (calcolare in funzione di attività e vestiario)	±0,5
PPD (in funzione del PMV ottenuto)	≤10%

##### B - Zona preparazione paziente, risveglio, lavaggio e preparazione staff chirurgi

temp. aria (in inverno e in estate)	20-24 °C
UR	40-60%
temperatura rad.	differenziale con t °C aria <2
velocità aria	0,05-0,15 m/s

### Medicina Preventiva

PMV (calcolare infunzione di attività e vestiario)	±0,5
PPD (in funzione del PMV ottenuto)	≤10%
<b>C- Lavaggio strumentario e substerilizzazione</b>	
temp. aria (in inverno e in estate)	20-27 °C
UR	40-60%
PMV (calcolare infunzione di attività e vestiario)	±0,5
PPD (in funzione del PMV ottenuto)	≤10%
<b>D - In tutti gli altri locali</b>	
temp. aria (in inverno e in estate)	20-27 °C
UR	40-60%
velocità aria	0,05-0,15 m/s

### Caratteristiche illuminotecniche

E' necessario realizzare una illuminazione generale  $\geq 300$  lux in ogni locale.

La norma DIN 5035, parte 3, raccomanda illuminamenti dell'ambiente nella sala operatoria compresi tra 1000 e 2000 lux.

Le condizioni di illuminamento (con scialitica) raccomandate per il campo operatorio (diametro teorico = 32 cm) sono:

massimo	50.000 - 150.000	lux;
minimo	>10.000	lux
massimo in ombra	≤ 60.000	lux
minimo in ombra	≥ 2.000	lux

Nelle seguenti condizioni operative:

- intensità della lampada al massimo;
- fascio focalizzato sul piano test;
- distanza campo test-lampada coincidente con la distanza focale;
- il punto di luminosità massimo va misurato sull'asse ottico;
- il punto di luminosità minimo va misurato a 16 cm dall'asse ottico.

### VALORI DI CONTAMINAZIONE MICROBICA

nell'aria ambiente in prossimità del tavolo operatorio(CFU/m<sup>3</sup>)

a sala operatoria pronta ≤ 35

a sala operatoria in attività

- a flusso turbolento ≤ 180

- a flusso laminare ≤ 20

nell'aria immessa dall'impianto di VCCC (CFU/m<sup>3</sup>) < 1

sulle superfici della sala operatoria (CFU/cm<sup>2</sup>)

delle pareti ≤ 0,5

di piani di lavoro ≤ 0,5

Si fa presente tuttavia che le caratteristiche sopra evidenziate non possono considerarsi esaustive per quanto concerne l'igiene ambientale e il rischio da patologie infettive specialmente nel caso siano presenti pazienti e/o operatori con patologie infettive che richiedano specifici interventi di protezione.

Il Medico Competente  
 Dott. Gianmarco Simonini