problematiche igienico-ambientali e rischi sanitari in ambienti critici ospedalieri: *il ruolo degli impianti aeraulici*

Il ruolo svolto dagli impianti aeraulici negli ambienti critici ospedalieri è fondamentale per il controllo delle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dell'aria, conciliando e assicurando condizioni di benessere e sicurezza per pazienti e operatori sanitari.

*di ML Cristina**

Medici e pazienti: la differenza del clima percepito

Compito non facile, soprattutto nelle sale operatorie dove il benessere termoigroventilatorio dell'equipe chirurgica non coincide con quello del paziente: i primi si trovano in condizioni di esubero termico a causa della copertura del vestiario, della mascherina e dei guanti. Il paziente viceversa ha un grado di copertura minima e disperde calore e vapore acqueo attraverso la ferita chirurgica, il contatto con il tavolo operatorio, l'aria, etc. Il paziente si trova anche in condizioni di ipotermia indotta dall'anestesia, stato che va controllato con molta cura per evitare le ipotermie perioperatorie accidentali anche se lievi, le quali sono in grado di determinare importanti alterazioni a carico del sistema cardiovascolare, del sistema endocrino e metabolico, della crasi ematica, e che sono alla base dell'incremento di morbilità e mortalità che si rileva nei pazienti ipotermici rispetto ai pazienti mantenuti in condizioni di normotermia (Montanini S et al). La temperatura ambientale rappresenta il fattore critico per lo sviluppo dell'ipotermia, soprattutto nei soggetti anziani e in età pediatrica, gruppi per i quali è estremamente importante che la temperatura ambiente sia mantenuta tra 21-e 24 gradi centigradi, con un tasso d'umidità relativa del 50-60%.

Gli agenti che "condizionano" il clima

Proprio per l'insieme delle motivazioni sopra enunciate, le linee guida ISPESL indicano precisi range di valori termoigroventilatori, entro i quali è possibile conciliare le contrapposte esigenze di comfort termico di operatori e pazienti. Il mantenimento di condizioni termiche adeguate può essere tuttavia ostacolato dalla presenza di una serie di fattori interferenti, come il funzionamento dei sistemi di illuminazione, sterilizzazione e apparecchiature, dalla presenza del personale. Tali elementi da un lato complessivamente possono incrementare la temperatura dell'aria, la temperatura radiante e l'umidità relativa, dall'altro possono ostacolare il flusso dell'aria abbassandone la velocità e conseguentemente il potere raffrescante, alterando le condizioni di benessere termico globale del personale.

L'impianto aeraulico regola l'inquinamento chimico ambientale

L'impianto aeraulico può inoltre contrastare, attraverso un numero adeguato di ricambi d'aria esterna, l'eventuale inquinamento chimico derivante dalla liberazione in aria dei gas anestetici: la concentrazione di tali sostanze in aria può aumentare in modo significativo se durante le procedure di montaggio dell'apparecchio per l'anestesia non sono perfettamente connessi i vari raccordi, se intervengono micro fessurazioni, o perdite dai circuiti interni o dall'impianto di erogazione e/o di evacuazione dei gas. Tali circostanze determinano un potenziale inquinamento ambientale ed una conseguente esposizione professionale per gli operatori che deve essere attentamente valutata e prevenuta perché siano rispettati i limiti stabiliti dalla normativa vigente costituita dalla Circolare del Ministero della Sanità n. 5 del 14 marzo 1989. Tale normativa riporta per il protossido di azoto limiti tecnici di 100 e 50 ppm (T.L.V. T.W.A.) per le sale operatorie costruite rispettivamente prima del 1989 o ristrutturate dopo tale anno; riguardo all'esposizione ad anestetici alogenati, la circolare si limita a "raccomandare" un limite di 2 ppm quale valore Ceiling per l'insieme degli anestetici alogenati.

Il controllo della contaminazione microbica

Il terzo fattore che gli impianti aeraulici devono controllare è rappresentato dalla concentrazione di microrganismi in aria e di particolato che a sua volta può esserne il veicolo di diffusione. Il livello di contaminazione microbica dell'aria in sala operatoria è direttamente proporzionale al numero di persone presenti, ai loro comportamenti nonché alle caratteristiche dell'impianto aeraulico. In particolare almeno l'8% delle infezioni del sito chirurgico (ISC) negli interventi puliti sarebbe di origine aerea. La bibliografia scientifica ha evidenziato che il tasso di infezioni chirurgiche negli interventi di artroprotesi diminuisce del 50 % quando la carica microbica a centro sala passa da 150 CFU (unità formanti colonia)a valori inferiori o uguali a 10 CFU. Le linee guida ISPESL, per quanto riguarda le sale operatorie convenzionali durante l'attività chirurgica, pren-

VALORI DI CONTAMINAZIONE MICROBICA E REQUISITI IMPIANTISTICI SECONDO LE LINEE GUIDA ISPESL 2009 - NHS HTM 2025

Nell'aria ambiente in prossimità del tavolo operatorio (CFU/mc):

• a sala pronta (flusso turbolento)	≤ 35
• a sala operatoria in attività	
a flusso turbolento	≤ 180
a flusso unidirezionale (laminare)	≤ 20
Nell'aria immessa dall'impianto di VCCC (CFU/mc)	< 1
Sulle superfici della sala operatoria (CFU/piastra)	< 5
ricambi aria/ora (tutta aria esterna)	15v/h *
filtrazione aria	≥ 99,97%*

pressione positiva in S.Op. rispetto alle altre zone.

* presente anche nel DPR 14/01/97

dono in considerazione i valori di contaminazione biologica nell'aria ambiente contemplati dal Sistema Sanitario Nazionale britannico, che prevede in prossimità del tavolo operatorio valori 180 CFU/m3 per gli impianti aeraulici a flusso turbolento e 20 UFC/m3 per gli impianti aeraulici a flusso unidirezionale. Il flusso turbolento ha la caratteristica di interessare rapidamente tutto l'ambiente di sala e la concentrazione dei contaminanti aerodiffusi viene controllata grazie alla diluizione; questa tipologia di immissione dell'aria viene attualmente ritenuta adeguata per sale operatorie adibite ad interventi di chirurgia generale o similare in diversi Paesi. Nel flusso unidirezionale l'aria si muove secondo linee di flusso parallele e la contaminazione prodotta viene allontanata con la stessa velocità del flusso.

…ed il pericolo dell' "ombra aeraulica"

Questo sistema, a differenza del flusso turbolento, permette alle eventuali particelle presenti sospese in aria di oltrepassare la zona operatoria e impedire la loro sedimentazione sulla ferita chirurgica. A seguito delle altissime prestazioni tecniche in termini di efficacia nel lavaggio dell'aria, l'impianto a flusso unidirezionale è generalmente raccomandato per sale operatorie con particolari esigenze di controllo della contaminazione biologica aerodiffusa, (sale di cardiochirurgia, chirurgia artroprotesica, neurochirurgia, chirurgia vascolare etc), anche se non esiste un consenso univoco a tale proposito.

Su entrambe le tipologie impiantistiche possono intervenire alcuni fattori in grado di interrompere, ostacolare o deviare il flusso d'aria come ad esempio, attrezzature ingombranti presenti in sala a volte impropriamente, gli arredi, l'inappropriato posizionamento delle lampade scialitiche che possono creare un'"ombra aeraulica" proprio sul campo operatorio. Tutti questi fattori possono influire pesantemente sulla geometria dei flussi d'aria e conseguentemente sull'efficacia nel realizzare la diluizione e il contenimento degli inquinanti. Proprio la geometria delle immissioni e della ripresa dell'aria ambiente, svolge un ruolo importante per evitare che si creino fenomeni di by-pass tra immissione e ripresa, o vi possano essere aree non ventilate. E' quindi importante determinare più che il numero di ricambi d'aria calcolati sulla base del rapporto tra volume d'aria immessa e volume dell'ambiente, la reale capacità dell'impianto di diluire gli inquinanti: tale misura costituisce il dato significativo ai fini di una corretta valutazione igienico-ambientale della sala operatoria.

I vantaggi dell'impianto

Gli impianti aeraulici consentono il raggiungimento di valori bassi di contaminazione in sala operatoria così come in altri ambienti critici mediante una serie di accorgimenti: un numero adeguato di ricambi orari (maggiore o uguale a 15 per le sale operatorie); un'idonea filtrazione utilizzando filtri di adeguata efficienza (l'efficienza dei filtri terminali deve essere 99,97%.) ed una pressione positiva rispetto agli altri locali del reparto.

… e della sua corretta manutenzione

Importantissimo è dunque il ruolo svolto dalla corretta progettazione del reparto e dell'impianto aeraulico, ma anche dalla sua manutenzione e dalla verifica della corretta manutenzione. La sostituzione cadenzata nel tempo dei filtri terminali che devono assicurare valori microbiologici dell'aria in uscita dalle bocchette di immissione < 1 CFU, così come un' idonea e accurata pulizia delle condotte e degli apparati dell'impianto aeraulico rappresentano un elemento imprescindibile nella gestione degli impian-

ti. La pulizia dell'impianto aeraulico dovrebbe essere svolta da personale formato e qualificato, così come promosso da Associazioni di settore quali AIISA e come espressamente richiesto ad esempio dalla normativa della Regione Liguria (DPGR 16 aprile 2003 n.8/REG Regione Liguria). E' possibile evidenziare una contaminazione dell'aria in uscita dalle bocchette di mandata, nonostante l'avvenuta sostituzione dei filtri, a causa dello scorretto posizionamento di questi ultimi che determina il trafilamento dell'aria tra di essi e il loro alloggiamento.

Altri accorgimenti da tenere d'occhio

Durante l'attività chirurgica inoltre, possono intervenire anche altri fattori di tipo procedurale, organizzativo e comportamentale in grado di concorrere negativamente nel determinare condizioni di non accettabilità termo igroventilatoria, chimica e biologica. Oltre agli accessi limitati ad un numero di persone strettamente necessario, è fondamentale che le porte di comunicazione tra sala e locali adiacenti siano mantenute chiuse durante l'intervento chirurgico. L'inosservanza di tale regola è in grado di vanificare il contenimento da parte dell'impianto aeraulico dell'inquinamento microbiologico e chimico e di alterare le condizioni termoigroventilatorie di sala, ponendo il paziente e l'equipe chirurgica stessa in situazioni di rischio. Infine il controllo delle caratteristiche ambientali e il contenimento del rischio non dovrebbe mai prescindere da una valutazione complessiva che tenga conto delle caratteristiche dei pazienti e delle possibili vie di contaminazione ambientale. Infatti negli stessi reparti operatori, ma soprattutto in altri ambienti a rischio come le terapie intensive è limitativo porre attenzione solo alle caratteristiche igieniche degli impianti aeraulici, quando ad esempio l'acqua aerosolizzata può costituire un veicolo importante di contaminazione ambientale. In tal senso alcuni studi scientifici hanno evidenziato mediante studi di biologia molecolare che ceppi di microrganismi GRAM negativi emergenti (ad esempio, *Pseudomonas aeruginosa*)che avevano contaminato le superfici ed avevano originato colonizzazioni e/o infezioni dei pazienti erano inequivocabilmente di origine idrica. E' evidente pertanto che per ottenere un risultato efficace nel raggiungimento di una qualità ambientale complessiva è fondamentale la collaborazione molto stretta tra ufficio tecnico, Direzione Sanitaria, personale sanitario, progettisti e impiantisti, avere una visione interdisciplinare e olistica della gestione del rischio al fine di potere attuare un piano di controllo e di prevenzione effettivamente efficace nel garantire la sicurezza dei pazienti e degli operatori sanitari.

[* Professore Associato di Igiene
Laboratorio di Igiene ambientale ed ospedaliera -Dipartimento di Scienze della Salute-Università degli Studi di Genova]