

Valutazione del benessere termico e dei livelli di anidride carbonica durante l'impianto di un dispositivo di assistenza ventricolare

MARCO LEMBO¹, ANTONIO SANTORO¹, MARTINA ANDELLINI¹, GIULIA LOSITO¹,
NICOLE OLIVINI², MARIO GRAZIANO TUCCI¹, MICHELE DEL GAUDIO³

¹Direzione Tecnologie Infrastrutture e Governo dei Rischi, Funzione Risk Management e Technology Assessment, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù - IRCCS, Roma, Italia

²Dipartimento Pediatrico Universitario Ospedaliero, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù - IRCCS, Roma, Italia

³INAIL Settore Certificazione, Verifica e Ricerca. UOT di Avellino, Italia

KEY WORDS: Carbon dioxide; risk assessment; operating room; occupational exposure; heart surgery; ventricular-assist-device

PAROLE CHIAVE: Anidride carbonica; valutazione del rischio; sala operatoria; esposizione professionale; cardiocirurgia; dispositivo di assistenza ventricolare

SUMMARY

«*Evaluation of thermal comfort and carbon dioxide levels during ventricular-assist-device implant*». **Background:** Environmental measurements were performed in an operating theatre within a pediatric cardiac department, during a surgical operation involving the use of carbon dioxide for the implantation of a ventricular system (VAD). **Objectives:** After some reports from the staff, who were complaining about low temperatures in the operating room, it was decided to check carbon dioxide levels, the conditions of thermal comfort and the presence of draughts. **Methods:** Microclimatic parameters and carbon dioxide concentration were performed with a microclimatic unit Delta OHM model HD 32.1. **Results:** The carbon dioxide concentration values measured during the operation were below the levels at which the working environment was not comfortable, as expressed by both the ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) and the ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienists) standards. PMV (Predicted Mean Vote) and PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) values obtained indicate a thermal discomfort tendency to cold perception, perceived in particular by the anesthesiologist, circulating nurse and cardiovascular perfusionist. Airflow discomforts occurred at different stages of the operation. **Conclusions:** Acting on the air conditioning system, decreasing air velocity, while guaranteeing the minimum number of air recirculation prescribed by the regulations, appears to be the best prevention measure. Changing the mode of laminar air inlet above the cot may, however, affect the "wash" effect of the operating range. Otherwise, a "protective" measure could concern staff clothes, providing them with garments with better insulation, in order to protect the neck area, which is affected by the effects of draughts.

RIASSUNTO

Introduzione: Sono state eseguite delle misurazioni ambientali in una sala operatoria di cardiocirurgia pediatrica durante un intervento chirurgico che prevedeva l'utilizzo di anidride carbonica per l'impianto di un sistema di assi-

Pervenuto il 29.3.2017 - Revisione pervenuta il 15.6.2017 - Accettato il 26.7.2017

Corrispondenza: Marco Lembo, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù - IRCCS, P.zza Sant'Onofrio 4, 00165 Roma

Tel: +39.06.68593165 - Fax: +39.06.68593851 - E-mail: marco.lembo@opbg.net

stenza ventricolare (VAD). **Obiettivi:** Valutare, oltre ai livelli di anidride carbonica, anche le condizioni di benessere termico e l'eventuale presenza di correnti d'aria. **Metodi:** I rilievi ambientali dei parametri microclimatici e della concentrazione di anidride carbonica sono stati eseguiti con una centralina microclimatica Delta OHM modello HD 32.1. **Risultati:** Il valore medio di anidride carbonica misurato nel corso dell'intervento, è risultato inferiore a quello previsto dallo standard ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) e ai valori limiti di soglia ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienists). I valori di PMV (Predicted Mean Vote) e PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) calcolati, indicano una situazione di disagio termico tendente alla percezione di freddo, avvertita in particolare da anestesista, infermiere circolante e perfusionista cardiovascolare. Condizioni di discomfort da correnti d'aria si sono verificate in diverse fasi dell'intervento. **Conclusioni:** Intervenire sull'impianto di condizionamento, diminuendo la velocità dell'aria pur garantendo il numero minimo di ricambi d'aria/ora previsti dalla normativa appare la misura di prevenzione migliore. Modificare la modalità di immissione dell'aria laminare al di sopra del lettino potrebbe però inficiare l'effetto di "lavaggio" del campo operatorio. In alternativa, una misura "protettiva" è quella di intervenire sul vestiario, dotando il personale di indumenti maggiormente isolanti, al fine di proteggere soprattutto la zona del collo, che maggiormente risente degli effetti delle correnti d'aria.

INTRODUZIONE

In ambito sanitario sono diverse le attività che possono esporre i lavoratori a rischi per la salute, in particolare le sale operatorie (9, 10, 13, 15, 17, 18). Per questa tipologia di ambienti, gli standard di igiene e sicurezza nazionali ed internazionali prevedono che vengano rispettati requisiti molto stringenti al fine di garantire un'elevata qualità dell'aria, necessaria non solo ai fini della sicurezza del paziente ma anche per soddisfare le esigenze di comfort e di sicurezza del personale. Nella sala operatoria oggetto dello studio è stato effettuato un intervento di cardiocirurgia che prevedeva l'impianto di un sistema di assistenza ventricolare VAD (Ventricular-Assist-Device) Jarvik 2000 (Jarvik Heart, Inc., New York, NY, USA). Questa tecnica, in una specifica fase della seduta operatoria, richiede che venga utilizzata anidride carbonica (CO₂) posizionando un diffusore all'interno della cavità toracica del paziente al fine di ridurre il rischio di embolia. Per tale motivo è stata eseguita una misura della concentrazione di anidride carbonica nell'aria, al fine di valutare se tale procedura chirurgica potesse esporre il personale di sala operatoria a concentrazioni superiori a quelle previste dallo Standard ASHRAE 62.1 e ACGIH (1, 3). Inoltre, poiché nelle sale operatorie di cardiocirurgia, per esigenze di intervento, vengono mantenuti livelli di temperatura al di sotto di 18°C, in

seguito ad alcune segnalazioni da parte del personale, sono state eseguite misure microclimatiche al fine di verificare il rispetto delle condizioni di benessere termico e l'eventuale presenza di correnti d'aria. Il monitoraggio dei parametri climatici e di qualità dell'aria si è reso necessario per analizzare gli effetti dell'utilizzo forzato dell'impianto di aerazione per raggiungere le condizioni di temperatura richieste per l'intervento. I risultati presentati, sono dunque rappresentativi delle condizioni presenti nella sala oggetto dello studio.

MATERIALI E METODI

Valori di riferimento anidride carbonica CO₂

Anche grazie alla sua facilità di misurazione, l'anidride carbonica costituisce il miglior indicatore della concentrazione di una serie di sostanze prodotte dal corpo umano, definite bioeffluenti. Livelli elevati dei bioeffluenti in ambiente, possono provocare disturbi come arrossamento degli occhi (iperemia congiuntivale) e cefalea, ma soprattutto possono diminuire il livello di attenzione di chi svolge compiti per i quali è richiesta un'elevata concentrazione (2). In ambito internazionale, i principali riferimenti riguardo le concentrazioni di anidride carbonica indoor sono:

- *Esposizioni indoor.* Standard 62.1 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating,

and Air-Conditioning Engineers): prevede che la differenza tra la concentrazione di anidride carbonica interna e quella esterna non debba essere superiore a 700 ppm. Considerando che le concentrazioni di CO₂ in aria esterna in genere variano intorno ai 400 ppm, un valore compreso fra 1000 a 1200 ppm viene considerato un livello confortevole e indicativo di un ottimale ricambio dell'aria (3). Questo riferimento deve essere preso in considerazione come un indicatore di qualità e di benessere.

- *Esposizione professionale.* ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) prevede Valori Limite di Soglia TLV-TWA: 5000 ppm e TLV-STEL: 30000 ppm (1).

Valori di riferimento benessere termico

Per la valutazione del benessere termico e dell'eventuale presenza di disagio generato da correnti d'aria, si è fatto riferimento agli indici di valutazione indicati dalla norma ISO 7730:2005 (8).

Descrizione dell'attività lavorativa

Lo studio è stato realizzato all'interno di una sala operatoria in cui vengono eseguiti interventi di cardiocirurgia pediatrica di elevata complessità. In particolare è stato esaminato un intervento chirurgico della durata di 7 ore e 30 minuti (dalle 08:31 alle 16:01) in cui è stato installato al paziente un sistema di assistenza ventricolare VAD (Ventricular-Assist-Device) Jarvik 2000 (Jarvik Heart, Inc., New York, NY, USA). Durante l'intervento chirurgico a cuore aperto ed in particolare nella fase di installazione del dispositivo sul cuore, è stata utilizzata una sonda *CarbonAid* per diffondere l'anidride carbonica all'interno della ferita toracica (figura 1). Il flusso somministrato di anidride carbonica è stato inizialmente di 7 l/min (dalle ore 11:56 alle ore 12:39) ed in seguito di 10 l/min (dalle ore 12:39 alle ore 13:35). Nel corso della seduta operatoria, il personale coinvolto è stato mediamente di n. 2 chirurghi, n. 1 anestetisti, n. 1 infermiere strumentista, n. 2 infermieri circolanti, n. 1 tecnici perfusionisti, n. 1 ingegnere specializzato in cuori artificiali a cui deve essere aggiunto il paziente per complessivi 9 occupanti.

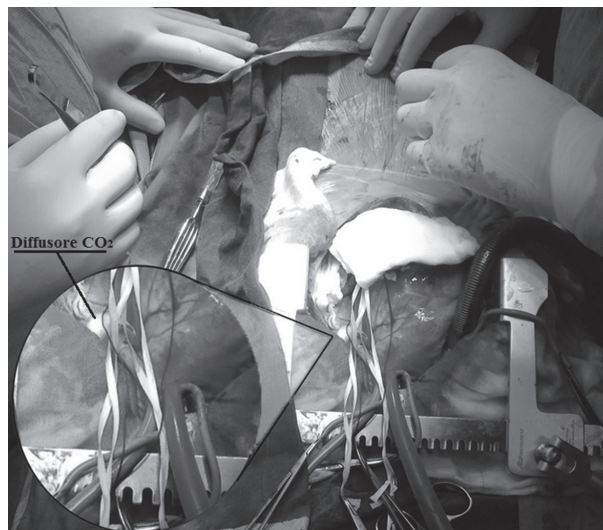


Figura 1 - Posizione del diffusore CO₂ nel torace
Figure 1 - CO₂ diffuser chest positioning

Misure strumentali

I rilievi ambientali dei parametri microclimatici e della concentrazione di anidride carbonica sono stati eseguiti con una centralina microclimatica Delta OHM modello HD 32.1 dotata di specifiche sonde posizionata in uno degli angoli del locale. Per non interferire con il campo operatorio, non è stato possibile eseguire misure al centro ambiente. L'intervallo di campionamento è stato impostato a un campione ogni 15 secondi. Le misure sono state eseguite per l'intera durata dell'intervento dalle ore 08:31 alle 16:01. In ottemperanza a quanto previsto dallo standard ASHRAE 62.1, sono stati misurati anche i livelli di concentrazione all'esterno dell'edificio dell'anidride carbonica. Il numero dei ricambi d'aria ora è stato calcolato eseguendo delle misure di portata dell'aria, al termine dell'intervento, su ogni diffusore presente nella sala operatoria, utilizzando un Micromanometro TSI 8710 e Accubalance TSI 8375. Per ogni diffusore d'aria sono state effettuate tre acquisizioni. Inoltre, a fine intervento è stato chiesto al personale presente per l'intera seduta, di esprimere un giudizio riguardo la propria sensazione termica percepita, facendo riferimento alla scala PMV di Fanger (6,8) che va da -3 (molto freddo) a +3 (molto caldo) con 0 che indica il valore di neutralità al fine di poter confrontare i risultati ottenuti con

i giudizi espressi dal personale. In seguito all'analisi dell'attività delle varie figure presenti, si è deciso di impostare i valori di isolamento del vestiario (Clo) e attività metabolica (Met) facendo riferimento ad attività similari. Inoltre è stata eseguita anche una ricerca bibliografica al fine di verificare se in letteratura vi fosse presenza di studi analoghi che riportassero valori di Clo e di Met connessa all'attività per poter fare un confronto con quelli utilizzati in questo caso (tabella 1) (7, 11, 14, 16). Non essendo presenti valori di riferimento per la figura del Tecnico perfusionista, si è deciso di adottare in questo caso gli stessi valori dell'infermiere circolante e dell'anestesista. I valori di Clo utilizzati risultano analoghi e sovrapponibili in particolare a quelli riportati dal lavoro di Soltynski 1999 (14). Il vestiario utilizzato è quello normalmente messo a disposizione del personale impiegato nelle attività chirurgiche con caratteristiche che permettono le migliori condizioni di sterilizzazione, che non sempre però soddisfano anche le esigenze di resistenza termica.

RISULTATI

Anidride carbonica

Dall'analisi dei dati rilevati nella postazione di misura sopra indicata, è emerso che la concentrazione

media di anidride carbonica nel corso dell'intervento è stata di 706 ppm. Nella fase di utilizzo del gas con un flusso di 7 l/min si è ottenuto un valore medio di 939 ± 106 ppm con un valore massimo di 1028 ppm, mentre nella fase con flusso di 10 l/min le concentrazioni sono state rispettivamente di un valore medio di 1189 ± 74 ppm con un valore massimo di 1331 ppm (figura 2). Il valore di concentrazione outdoor di anidride carbonica misurato era di 420 ppm. Nel grafico viene riportato l'andamento dei livelli di concentrazione di anidride carbonica nel corso dell'intervento e vengono evidenziate le fasi specifiche di utilizzo del gas per entrambi i flussi impostati (Fase 1: 7 l/min; Fase 2: 10 l/min). La portata di anidride carbonica somministrata all'interno della ferita è paragonabile a quanto prodotto da circa 33 persone. È stato possibile calcolare la portata di aria esterna necessaria a mantenere la concentrazione di CO₂ sotto il livello di 1100 ppm, utilizzando per il calcolo le indicazioni dello standard ASHRAE – 62.1. Ipotizzando 42 occupanti (9 reali e 33 corrispondenti all'apporto di CO₂ artificiale) nell'ambiente, che aveva un volume di 92,90 m³, la portata di aria esterna (con concentrazione di CO₂ pari a 420 ppm) necessaria a garantire un buon livello di qualità dell'aria era pari a circa 1200 m³/h e quindi inferiore alla portata complessiva dei diffusori, pari a 1910 m³/h. Il valore medio di anidride

Tabella 1 - Valori di Clo¹ e Met² riportati in letteratura

Table 1 - Literatures values of Clo¹ and Met²

Professionista	Soltynski et al. 1999		Melhado et al. 2005		Felix et al. 2010		Van Gaever et al. 2014		Lembo et al. 2017	
	Clo	Met	Clo	Met	Clo	Met	Clo	Met	Clo	Met
Chirurgo	0.95	-	0.90	-	0.86	1.6	1.1	1.7 (100 W/m ²)	1.0	1.59
Strumentista	0.95	-	0.90	-	0.86	1.4	1.1	1.38 (80 W/m ²)	1.0	1.45
Anestesista	0.55	-	0.70	-	0.42	1.4	1.1	1.03 (60 W/m ²)	0.6	1.33
Infermiere circolante	0.55	-	0.70	-	0.42	1.4	1.0	1.38 (80 W/m ²)	0.6	1.33
Tecnico perfusionista	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	1.33

1: Isolamento del vestiario / *Clothing insulation*

2: Attività metabolica / *Metabolic Equivalents*

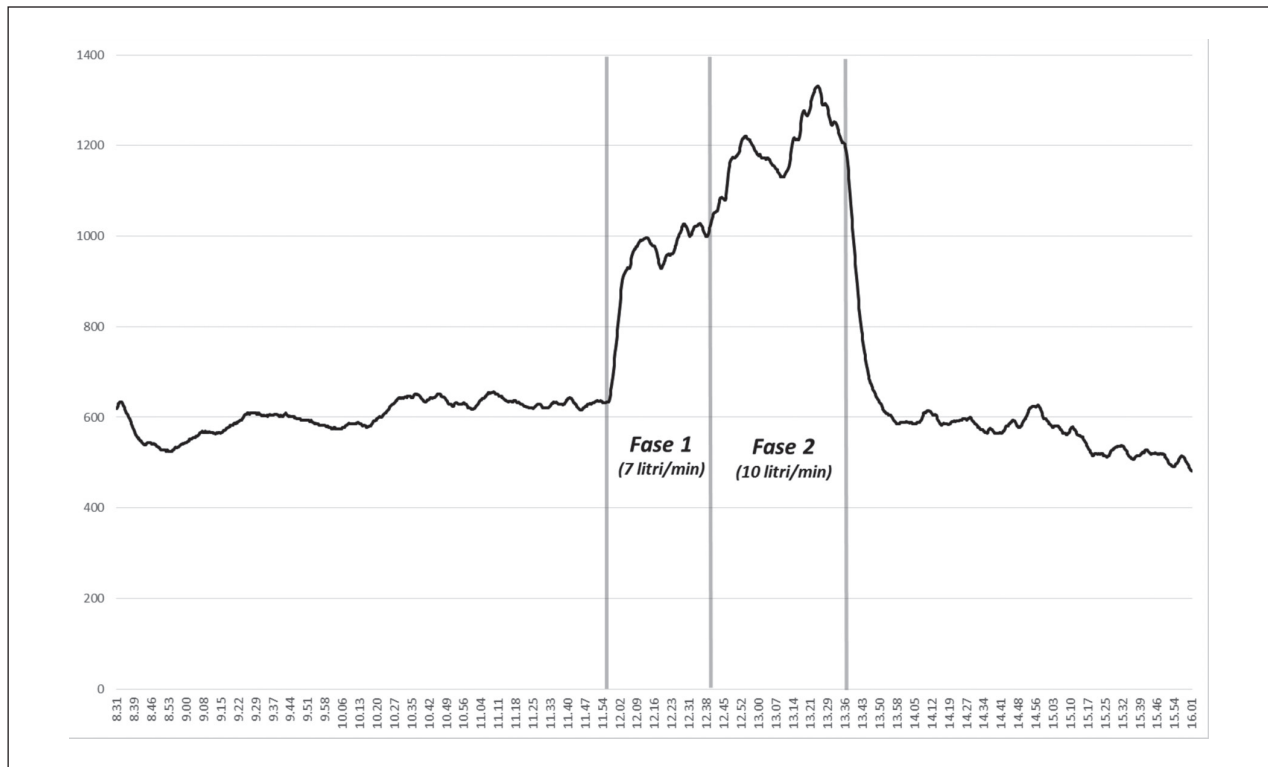


Figura 2 - Livelli di concentrazione di anidride carbonica (ppm) nel corso dell'intervento chirurgico

Figure 2 - Carbon dioxide levels (ppm) during surgery

carbonica misurato nel corso dell'intervento risulta inferiore a quello previsto dallo standard ASHRAE e ai valori limite di soglia ACGIH.

Comfort termico e disagio da correnti d'aria

Il numero di ricambi d'aria/ora calcolati nella sala oggetto dello studio è risultato di 20,5 Vol/h, valore conforme a quanto previsto dai principali riferimenti normativi (DPR 37/97 e regolamenti regionali) in materia di aerazione degli ambienti sanitari (5, 11).

Le misure ambientali dei parametri microclimatici hanno registrato i seguenti valori medi: T_a $17,0 \pm 1,8^\circ\text{C}$; T_g $17,1 \pm 1,5^\circ\text{C}$; UR $55,0 \pm 5,5\%$ e V_a $0,09 \pm 0,07$ m/s. Per ogni figura di sala operatoria sono stati calcolati gli indici di comfort termico PMV e PPD (tabella 2 – Valori calcolati). In riferimento ai valori di vestiario (Clo) e attività metabolica (Met), è emerso che per la figura del chirurgo e dello strumentista si rileva una condizione di comfort termico, mentre per le figure dell'anestesista, dell'infermiere

circolante e del perfusionista cardiovascolare, i valori di PMV e PPD calcolati, indicano una situazione di disagio termico tendente alla percezione di freddo. Per queste tre figure sono stati ipotizzati i valori di vestiario (Clo) "ideali" per lavorare in condizioni di benessere termico nella sala operatoria oggetto dello studio (tabella 2 – Valori ipotizzati).

Al termine della seduta operatoria, è stato chiesto a ciascuno dei componenti del team chirurgico di esprimere un giudizio riguardo le proprie sensazioni termiche secondo la scala PMV di Fanger (tabella 3).

Per ottenere rapidamente il raffreddamento dell'ambiente l'impianto, del tipo a tutt'aria, modifica la portata e quindi la velocità dell'aria immessa. Durante l'intervento chirurgico sono stati individuati tre intervalli di tempo caratterizzati da condizioni di ventilazione simili. Nella tabella 4 sono indicati i tre intervalli di tempo ed i corrispondenti valori dell'indice DR calcolati (percentuale di insoddisfatti da correnti d'aria).

Tabella 2 - Valori di PMV¹ e PPD² delle figure presenti in sala operatoria**Table 2** - PMV¹ and PPD² values for the operating room staff members

Professionista	Valori di PMV e PPD calcolati				Valori di PMV e PPD ipotizzati			
	Clo	Met	PMV	PPD (%)	Clo ideali	Met	PMV	PPD (%)
Chirurgo	1.0	1.59	-0.17	5.6	-	1.59	-0.17	5.6
Strumentista	1.0	1.45	-0.40	8.3	-	1.45	-0.40	8.3
Anestesista	0.6	1.33	-1.52	52.1	1.2	1.33	-1.52	7.1
Infermiere circolante	0.6	1.33	-1.52	52.1	1.2	1.33	-1.52	7.1
Tecnico perfusionista	0.6	1.33	-1.52	52.1	1.2	1.33	-1.52	7.1

¹PMV (Predicted Mean Vote)²PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied)**Tabella 3** - Sensazione termica del personale di sala operatoria**Table 3** - Thermal sensation of Operating room staff members

Professionista	Scala PMV						
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	molto freddo	freddo	leggermente freddo	neutro	leggermente caldo	caldo	molto caldo
Chirurgo 1				•			
Chirurgo 2				•			
Strumentista				•			
Anestesista	•						
Infermiere circolante 1			•				
Infermiere circolante 2	•						
Tecnico perfusionista 1	•						
Tecnico perfusionista 2		•					

Tabella 4 - Calcolo della percentuale di insoddisfatti da correnti d'aria (DR)**Table 4** - Draught rate (DR)

Intervallo	Ta (°C)	Va (m/s)	Tu (%)	DR (%)
09:55-10:20	16.00	0.19	35	29.23
12:01-13:30	16.60	0.09	67	12.62
15:00-16:00	19.00	0.02	176	0.00

Legenda: Ta (°C): Temperatura dell'aria; Va (m/s): Velocità dell'aria; Tu (%): scarto quadratico medio della velocità istantanea dell'aria rispetto alla velocità media; DR (%): percentuale di insoddisfatti da correnti d'aria

DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le sale operatorie sono ambienti dotati di impianti di areazione e condizionamento definiti "a tutt'aria" che, attraverso l'immissione di aria esterna, regolano la temperatura ambientale ed il ricam-

bio dell'aria. In Italia il DPR 37/1997, ripreso da molti regolamenti regionali, fissa i valori limite dei parametri climatici nelle sale operatorie e su di essi sono progettati gli impianti. In particolare vengono richiesti almeno 15 ricambi ora di aria esterna, una temperatura di 22÷24 una umidità relativa compresa nell'intervallo 40÷60 % (5). La gestione è più complicata quando le attività svolte richiedono regolazioni straordinarie della temperatura. Le Linee guida ISPESL del 2009 invece prevedono che per le sale operatorie di cardiocirurgia sia rispettato un minimo di 20 ricambi d'aria ora (11). Per ottenere rapide variazioni di temperatura, l'impianto deve modificare la portata d'aria e quindi la velocità dei flussi; questo inevitabilmente si ripercuote sul comfort degli operatori. Nel caso esaminato l'abbassamento della temperatura ambientale richiesto dalle procedure cardiocirurgiche ha creato delle

condizioni di disagio da corrente d'aria. Il calcolo dell'indice DR (ISO 7730) ha evidenziato un forte discomfort nelle prime due ore di intervento e un discomfort moderato fino alla quinta ora. Intervenire sull'impianto di condizionamento, diminuendo la velocità dell'aria pur garantendo il numero minimo di ricambi d'aria ora previsti dalla normativa, risulterebbe la misura di prevenzione migliore. Modificare la modalità di immissione dell'aria laminare al di sopra del lettino potrebbe però inficiare l'effetto di "lavaggio" del campo operatorio. In alternativa una misura "protettiva" sarebbe quella di intervenire sul vestiario, dotando il personale di indumenti maggiormente isolanti, al fine di proteggere soprattutto la zona del collo, che maggiormente risente degli effetti delle correnti d'aria. Non sono rari i casi in cui sia gli anestesisti sia gli infermieri, al fine di compensare il disagio dovuto dalle basse temperature, indossano felpe che oltre a non garantire un livello di isolamento adeguato, favoriscono la dispersione di particolato in aria ambiente aumentando il rischio di infezione del sito chirurgico. L'intervento di protezione che risulterebbe più facile da realizzare è l'adozione da parte di anestesista, infermieri di sala e tecnici di fisiopatologia cardiocircolatoria e perfusione cardiovascolare di un indumento aggiuntivo (es: giacca), realizzato in modo da coprire meglio le parti più esposte, come il collo e le braccia. Per le figure professionali che maggiormente risentono del *discomfort*, è stato calcolato il valore di isolamento sufficiente a garantire condizioni di comfort che è risultato essere di 1,2 Clo. Questa misura di miglioramento, come illustrato in tabella, consentirebbe di riportare i valori di PMV e PPD entro i range previsti dalla ISO 7730 per le figure interessate. Studi hanno messo in evidenza come problematica il fatto che ci sia la possibilità che nel corso dell'intervento i chirurghi potrebbero utilizzare apparecchi radiogeni e dunque indossare un camice di piombo che causerebbe una condizione di disagio termico. Tuttavia come riferito però dallo stesso personale, i camici di piombo, poiché vengono indossati per breve tempo, non rappresenterebbero una condizione sfavorevole da considerarsi ai fini della valutazione del benessere termico (4, 16).

In conclusione, al termine di questa analisi è emersa la necessità di coinvolgere le ditte produttri-

ci di abbigliamento per sale operatorie per studiare un capo che possa meglio rispondere alle esigenze degli operatori. Per quanto riguarda infine l'aspetto legato all'utilizzo dell'anidride carbonica nel corso dell'intervento, il valore medio misurato risulta inferiore a quello previsto dallo standard ASHRAE e ai valori limite di soglia ACGIH, e non sembra dunque poter produrre danni per il personale di sala operatoria.

GLI AUTORI NON HANNO DICHIARATO ALCUN POTENZIALE CONFLITTO DI INTERESSE IN RELAZIONE ALLE MATERIE TRATTATE NELL'ARTICOLO

BIBLIOGRAFIA

1. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH, 2014
2. Allen JG, MacNaughton P, Satish U, et al: Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: a controlled exposure study of green and conventional office environments. *Environ Health Perspect* 2016; 124: 805-812
3. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers). 2013a. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA:ASHRAE
4. Bogdan A, Sudol-Szopinska I, Szopinski, T: Assessment of textiles for use in operating theatres with respect to the thermal comfort of surgeons. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2011; 19: 65-69
5. D.P.R. del 14 gennaio 1997 n. 37 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private"
6. Fanger PO: Thermal comfort – analysis and application in environmental engineering. Copenhagen: Danish Technical Press; 1970
7. Felix VB, de Moura D, Pereira ML, Tribess A: Avaliação de conforto térmico em ambientes cirúrgicos utilizando método de Fanger e temperaturas equivalentes Ambiente Construído 2010; 10: 69-78
8. ISO 7730: Moderate thermal environments – determination of PMV and PPD indices and specification of the conditions of thermal comfort. Geneva: International Standards Organization, 2005

9. Lembo M, Cannatà V, Militello A et al: Artificial lighting and blue light in the operating room: what risks for the surgeon? *Med Lav* 2015; 106: 342-350
10. Lembo M, Lunghi A, Leo E, et al: Exposure to hand-arm vibrations in orthopaedic plaster room: risk management. *Med Lav* 2016; 107: 102-111
11. Linee guida ISPESL "Standard di sicurezza e di igiene del lavoro nel reparto operatorio" 2009
12. Melhado MA, Beyer PO, Hensen JM, Siqueira LFG: The thermal comfort, the indoor environment control, and the energy consumption in three types of operating rooms. Proceedings of the 9th International IBPSA Conference on Building Simulation, 15-18 August 2005, pp. 747-754. Montreal, International Building Performance Simulation Association
13. Sabatini L, Barbieri A, Lodi V, Violante FS: Biological monitoring of occupational exposure to antineoplastic drugs in hospital settings. *Med Lav* 2012; 103: 394-401
14. Soltynski K, Konarska M, Pyryt J, Sobolewski A: Test research of a new generation thermal manikin. Proceedings of the Third International Meeting on Thermal Manikin Testing, 3IMM, at the National Institute for Working Life 12-13 October 1999. Eds: H.O. Nilsson, I. Holmér, 18-22
15. Speziale M, Picchiotti E: Hand-arm vibration syndrome in a nurse carrying out gypsum cutting operations. *Med Lav* 2009; 100: 471-475
16. Van Gaever R, Jacobs VA, Diltoer M, et al: Thermal comfort of the surgical staff in the operating room. *Building and Environment* 2014; 81: 37-41
17. Zaffina S, Camisa V, Lembo M, et al: Accidental exposure to UV radiation produced by germicidal lamp: case report and risk assessment. *Photochem Photobiol* 2012; 88: 1001-1004
18. Zaffina S, Camisa V, Poscia A, et al: Occupational exposure to sevoflurane in pediatric operating rooms: the multi-point sampling method for risk assessment. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34 (3 Suppl): 266-268

 | NECROLOGIO

^{la} **Medicina del Lavoro**

Med Lav 2017; 108, 5: 413

Tar-Ching Aw, 1948-2017

I first met Prof. Tar-Ching Aw in Luxembourg in 1994, when he was working as a member of the expert group in charge of the preparation of a EU document on Criteria for Diagnosis and Compensation of Occupational diseases. I was immediately impressed by his broad occupational health culture, his passion, and his ability to communicate with people. For his exceptional capacities, he became the chair of the second EU working group, established in 2003, and drove a large expert group to the preparation of the text "Information Notices on Diagnosis of Occupational Diseases". Meanwhile, he worked at the Institute of Occupational Health, University of Birmingham, UK, then moved to the University of Kent in Canterbury, and finally to the Department of Community Medicine at the United Arab Emirates University. He was also consultant at the National Institute for Occupational Safety and Health in Cincinnati, USA, and served as WHO and ILO consultant, and as an elected Board member of the International Commission on Occupational Health. He visited several times our Clinica

del Lavoro in Milano and was always very interested in our activities and projects. The last time I met him was at the end of last June, during the expert meeting in charge of the preparation of the criteria for diagnosis, compensation and prevention of the diseases listed in the new ILO list of occupational diseases. As usually, he impressed all of us with his culture, his enthusiasm and his working capacity. When we said "good bye" at the end of the meeting, I would never have imagined it would be for the last time... The Occupational Health Community has lost a great member, and I have lost an old and good friend. However, I think that Prof. Tar-Ching Aw's legacy will live on forever thanks to his scientific works. Now I really understand what the ancient Latin poet Horace meant when he wrote "Non omnis moriar"...

Claudio Colosio

Associate Professor of Occupational Health
Department of Health Sciences
University of Milan