

Mario Raviolo<sup>1,2</sup>, Elena Astesano<sup>2</sup>, Angelo Reposi<sup>3</sup>, Maria Grazia Acciardi<sup>1</sup>, Gian Luca Rosso<sup>2</sup>

## **Il Rilevatore di Monossido di Carbonio: uno strumento di sorveglianza ambientale e di protezione individuale nel soccorso pre-ospedaliero. L'esperienza del Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale (118) della Provincia di Cuneo**

<sup>1</sup> Struttura Complessa Maxiemergenza 118, ASL CN1, Cuneo

<sup>2</sup> Struttura Complessa Emergenza Sanitaria Territoriale 118, ASL CN1, Cuneo

<sup>3</sup> Dipartimento di Prevenzione, Servizio Igiene e Sanità Pubblica, ASL CN1, Cuneo

**RIASSUNTO.** *Introduzione:* Numerose persone ogni anno vengono coinvolte in casi di avvelenamento da monossido di carbonio (CO), sia di tipo colposo che doloso (tentativi di suicidio e/o omicidio). Nell'ambito preospedaliero la diagnosi precoce di tale intossicazione è di fondamentale importanza non solo per il precoce e corretto trattamento (con alti flussi di ossigeno) del paziente, ma anche per la corretta ospedalizzazione del paziente. Scopo del presente studio è analizzare i principali fattori legati all'avvelenamento da CO nella nostra area e descrivere l'esperienza relativa all'impiego del rilevatore di CO (r\_CO).

*Materiali e Metodi:* Dal 1 Gennaio 2012 al 1 Maggio 2013, tutti i casi di intossicazione da CO gestiti dal Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale (SET) 118 sono stati analizzati. Contemporaneamente è stato introdotto l'uso del r\_CO. *Risultati:* Settanta casi clinici sono stati registrati, il 68.5% degli avvelenamenti è avvenuto nei mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio. Le caldaie sono risultate essere la principale fonte in grado di generare elevati livelli di CO ambientale all'interno delle abitazioni (media di CO pari a 66.78 ppm contro 32.92 ppm generati dagli altri apparecchi di riscaldamento,  $p=0.004$ ). Il r\_CO è stato usato nel 77.4% dei casi. La corretta diagnosi preospedaliera è stata raggiunta nel 96% (48/50) dei casi in cui è stato utilizzato il r\_CO, contro il 70% (14/20) di corretta diagnosi per situazioni di mancato impiego del r\_CO ( $p=0.005$ ). *Conclusioni:* L'r\_CO oltre ad essere un dispositivo di protezione individuale per gli operatori del SET contribuisce significativamente ad aumentare i casi di diagnosi preospedaliera di intossicazione acuta da CO, suggerendo pertanto il suo impiego in tutti i servizi di emergenza territoriale in ambito nazionale.

**Parole chiave:** monossido di carbonio, avvelenamento da CO, rilevatore CO, cure preospedaliere, inquinamento indoor, sicurezza nei luoghi di lavoro.

**ABSTRACT.** *CO DETECTOR: A TOOL FOR THE EARLY DIAGNOSIS OF CARBON MONOXIDE INTOXICATION AND A PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT. THE EXPERIENCE OF THE EMERGENCY MEDICAL SERVICE (118) IN THE PROVINCE OF CUNEO. Background:* Many people are poisoned by carbon monoxide (CO) each year, either intentionally (e.g. suicide attempts) or by accident. In the prehospital care the early diagnosis is primary for a correct treatment with high flow of oxygen and for the appropriate hospitalization of the patient. The aim of this study is to detect the main factors associated with CO poisoning in our area and to evaluate the role of CO detector in the prehospital setting. *Methods:* From 1 January 2012 to 1 May 2013, all cases of carbon monoxide poisoning, recorded by the Emergency Medical Service (118) in the Province of Cuneo, were analyzed.

### **Introduzione**

Ogni anno in Italia e nei principali paesi industrializzati si verificano nuovi casi di intossicazione acuta da monossido di carbonio (CO). Nella maggior parte dei casi tali eventi sono accidentali, avvengono usualmente in ambiente domestico e frequentemente coinvolgono più persone (1, 2).

Il CO, inalato, attraversa facilmente la membrana alveolo capillare e si lega all'emoglobina con un'affinità 200 volte maggiore a quella dell'ossigeno, formando la carbossiemoglobina (HbCO) (3, 4).

Tale legame determina danni ipossici ed ischemici ad organi e tessuti (provocati dall'alterazione funzionale del sistema citocromo ossidasi (5), dalla riduzione del trasporto di ossigeno (6) e spostamento a sinistra della curva di dissociazione dell'ossiemoglobina (7)).

Il quadro sintomatologico iniziale dell'intossicazione acuta da CO è spesso aspecifico e può essere confuso con quello di altre patologie, l'entità dei sintomi può variare in relazione a numerose variabili quali: livello e durata dell'esposizione al CO, età del paziente, presenza di comorbidità etc. (8). Il trattamento in emergenza in fase extraospedaliera dell'intossicazione acuta da CO è finalizzato non solo ad arginare i rischi immediati dovuti all'ipossia, ma anche a prevenire i danni neuropsicologici tardivi che possono essere prolungati, disabilitanti e persino permanenti (cambiamenti cognitivi ed affettivi, alterazioni mnestiche, vertigini, atassia, etc.) (9, 10, 11).

Le intossicazioni da CO rappresentano una duplice sfida per il Sistema di Emergenza Territoriale (SET): da un lato il tentativo di giungere ad una diagnosi pre-ospedaliera e di conseguenza attuare un adeguato trattamento precoce dei pazienti intossicati, dall'altro la necessità di proteggere l'equipe di soccorso da intossicazioni secondarie.

Nel tentativo di perseguire tali obiettivi a partire dal gennaio 2012 la Struttura Complessa Maxiemergenza 118/Emergenza Sanitaria Territoriale 118 della Provincia di Cuneo ha dotato i mezzi di soccorso avanzato di rilevatori personali di CO (r\_CO). L'inserimento di tali strumenti nella dotazione del SET di Cuneo si avvicina a recenti esperienze internazionali in ambito di soccorso sanitario extraospedaliero (12, 13).

**Results:** Seventy clinical cases were collected, 68.5% of poisonings occurred in the months of December, January and February. Boilers were found to be the main source of indoor CO poisoning (average CO concentration of 66.78 versus 32.92 ppm generated by other heating systems,  $p = 0.004$ ). CO detector was used in 77.4% of cases. The prehospital diagnosis was properly made in 96% (48/50) of cases in which CO detector was used, versus 70% (14/20) of correct clinical assessment without its use ( $p = 0.005$ ). **Conclusions:** The CO detector is not only a personal protective equipment for Emergency Medical Service operators, but it contributes significantly to increase prehospital diagnosis of CO poisoning, thus suggesting its use in all emergency services in the national territory.

**Key words:** carbon monoxide, CO poisoning, CO detector, prehospital care, indoor air pollution, workplace safety.

A tale proposito occorre ricordare che l'Occupational Safety and Health Agency indica un valore limite di esposizione in ambito lavorativo di CO pari a 50 parti per milione (ppm) per un periodo di esposizione media di 8 ore lavorative, mentre il National Institutes of Occupational Safety and Health indica come concentrazione media ponderata per una giornata lavorativa di 10 ore il valore di CO di 35 ppm (14).

Scopo del presente studio è analizzare le principali caratteristiche legate alle intossicazioni acute da CO in un territorio esteso ed eterogeneo come quello della Provincia di Cuneo (che si estende per circa 7.000 Km<sup>2</sup> con notevole variabilità morfologica del territorio con comuni alpini, zone collinari delle Langhe e Roero ed aree più pianeggianti a ridosso della Pianura Padana) e riportare l'esperienza del nostro Servizio di Emergenza Territoriale 118 nell'impiego dei r\_CO.

Tale esperienza pone le basi per verificare l'utilità dell'impiego dei r\_CO, adottati a tutela degli operatori del SET, nell'individuazione precoce dei pazienti con avvelenamento da monossido di carbonio.

## Materiali e metodi

### Disegno dello studio

È stato condotto uno studio prospettico osservazionale della durata di 16 mesi (dal 1 gennaio 2012 al 1 maggio 2013) che ha preso in considerazione tutti i pazienti intossicati da CO e soccorsi dai mezzi di soccorso avanzato 118 nel territorio della Provincia di Cuneo.

Nella casistica sono stati inclusi pazienti di ogni età, con diagnosi di intossicazione acuta da CO confermata al ricovero in ospedale per i livelli patologici di HbCO (considerati come livelli di HbCO  $\geq 5\%$  nei soggetti non fumatori e di HbCO  $\geq 10\%$  nei fumatori).

I luoghi di intervento sono stati distinti in zone montane (centri abitati con altitudine > 600 metri sul livello del mare), urbane (centro città, centro paese) ed extraurbane (aperta campagna, frazioni e zone collinari lontane dai centri abitati principali).

I codici di gravità a cui si fa riferimento, in analogia con i criteri definiti dal decreto del Ministero della Sanità

del 15 maggio 1992, sono articolati in quattro categorie ed identificati con colore:

- codice rosso: molto critico, pericolo di vita, priorità massima, accesso immediato alle cure;
- codice giallo: mediamente critico, presenza di rischio evolutivo, possibile pericolo di vita;
- codice verde: poco critico, assenza di rischi evolutivi, prestazioni differibili;
- codice bianco: non critico, pazienti non urgenti.

### Descrizione dell'Istruzione Operativa in caso di allarme dell'r\_CO

I mezzi di soccorso avanzato (17 ambulanze in totale di cui 14 ambulanze medicalizzate con medico e infermiere e 3 con infermiere a bordo) della Struttura Complessa Maxiemergenza118/Emergenza Sanitaria Territoriale 118 della Provincia di Cuneo sono stati dotati di rilevatori personali di CO (r\_CO). È stata elaborata una specifica Istruzione Operativa (IO) denominata "MAXI008 Utilizzo del rilevatore personale di CO", contenente le indicazioni legate all'utilizzo dello strumento da parte del medico o dell'infermiere responsabile dell'equipe sanitaria e norme comportamentali da adottarsi in caso di allarme del dispositivo. Questa IO prevede che il dispositivo sia indossato dall'operatore in una posizione tale da consentire il campionamento e la misurazione della concentrazione del gas ambientale (es. tasca superiore esterna della divisa) e venga messo in funzione in tutti gli interventi in ambiente chiuso e nelle situazioni a rischio di contaminazione ambientale (presenza di fumo, incendio, coinvolgimento di più persone nello stesso luogo).

Nel caso in cui sia presente un'elevata concentrazione di CO, lo strumento emette un allarme luminoso e sonoro in modo continuo (per valori soglia di CO ambientale  $\geq 35$  ppm).

La procedura prevede che il sanitario responsabile dell'intervento (medico o infermiere) adotti specifiche norme di comportamento sia per la gestione dell'ambiente contaminato sia per quella del/i paziente/i (Figura 1). Queste comprendono:

1. l'allontanamento immediato dal locale di tutti i componenti dell'equipe, con l'accortezza di lasciare aperta la via di ingresso;
2. nel caso sussistano le condizioni di sicurezza per l'intervento (es. assenza di fiamme, fumo, odore di gas, pericolo di crolli etc.), il sanitario responsabile valuta la possibilità di arieggiare il locale aprendo le finestre e le porte nel minor tempo possibile;
3. se non sussistono le condizioni di sicurezza, deve essere avvisata immediatamente la Centrale Operativa 118 per richiedere l'intervento del Vigili del Fuoco e l'equipe di soccorso si astiene dall'intervento sino al loro arrivo.

Per quanto riguarda la gestione del paziente, la IO prevede che qualora il paziente sia cosciente e deambulante, lo stesso venga allontanato immediatamente insieme ai componenti dell'equipe sanitaria. Se il paziente è incosciente o non deambulante e sussistono le condizioni di sicurezza della scena (assenza di pericoli e locale già aerato),

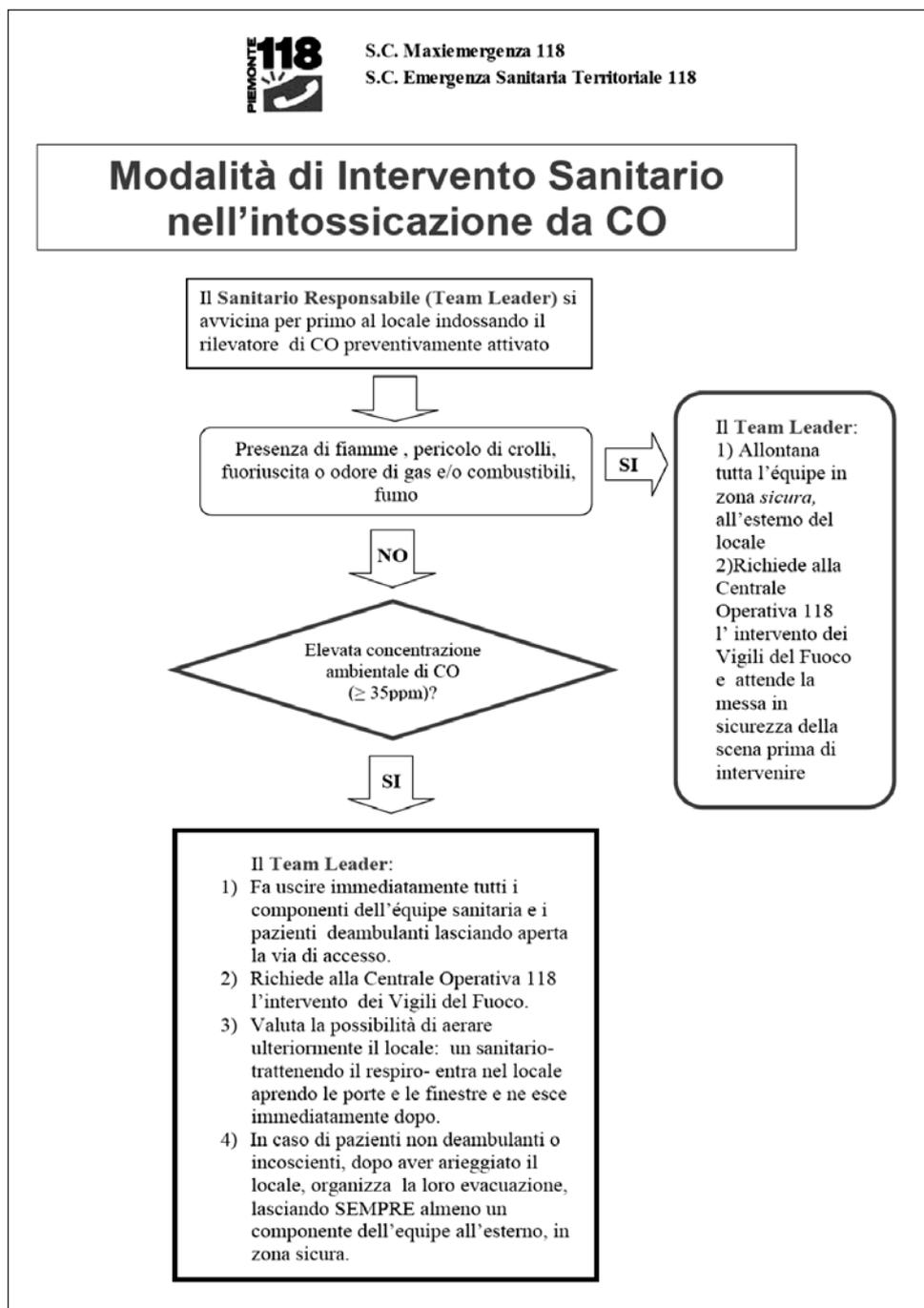


Figura 1. Algoritmo procedurale adottato dal nostro Servizio in caso di intossicazione da CO

il sanitario responsabile si organizza con gli altri membri dell'equipaggio per entrare nel locale e portarlo in luogo sicuro. Un componente dell'équipe deve sempre rimanere all'esterno della scena, in zona sicura e priva di contaminazione ambientale da CO.

In tutti i casi in cui l'r\_CO segnala livelli di CO  $\geq 35$  ppm oppure in cui l'operatore sanitario sospetta (sulla base di dati clinico-anamnestici) l'intossicazione da CO, viene compilata una specifica scheda di raccolta dati ed inviata via fax alla Centrale Operativa 118. In tale scheda sono riportati i dati del paziente, i codici e gli orari dell'intervento, le fonti di esposizione (incendi, caldaie, stufe etc.), le classi di gravità dell'intossicazione, l'impiego o meno dell'r\_CO (con le relative concentrazioni

rilevate) ed infine il trattamento extraospedaliero. La Centrale Operativa 118 contatta in un secondo momento l'ospedale in cui è/sono stato/i accolto/i il/i paziente/i per registrare il primo valore di carbossiemoglobina (%HbCO) e l'eventuale successiva indicazione al trattamento iperbarico.

### Campionamento del CO ambientale

Il modello di r\_CO adottato sui mezzi di soccorso avanzato 118 della Provincia di Cuneo è il ToxiRAE 3 della Ditta Recom Industriale S.r.l (Genova-Italia). Si tratta di un rilevatore monogas di tipo "on-off", in grado di visualizzare in continuo la concentrazione di CO ambientale. Lo strumento è dotato di un sensore a 3 elettrodi che garantisce un tempo di campionamento molto veloce (<12 secondi); l'interfaccia utente è costituita da un display retroilluminato con il valore di CO in ppm e da due pulsanti per l'accensione/spengimento e per le operazioni di taratura. Sono impostate due soglie di allarme per i quali il rilevatore emette un segnale acustico e visivo continuo: la prima ad un valore di CO ambientale pari a 35 ppm, la seconda ad un valore di CO 200 ppm.

Lo strumento viene periodicamente tarato (ogni sei mesi) mediante una specifica stazione di taratura (AutoRAE Lite) dal personale tecnico della Centrale Operativa 118 di Cuneo.

### Analisi statistiche

La prevalenza del fenomeno di intossicazione acuta da CO è stata espressa come numero (in percentuale). Per l'analisi delle variabili parametriche è stato utilizzato il Test T di Student (Satterthwaite in caso di varianze eterogenee). L'associazione tra le variabili binarie è stata verificata mediante il test  $\chi^2$  di Pearson. Al fine di poter valutare le motivazioni dell'impiego o meno del r\_CO, è stata effettuata una regressione logistica utilizzando come variabili indipendenti:

la tipologia dei sintomi, il sospetto diagnostico posto al triage telefonico, il sospetto diagnostico posto al rilascio del paziente in pronto soccorso ed alcune variabili socio-demografiche (nazionalità, sesso, età, luogo dell'evento e stagionalità). Un valore di  $P < 0.05$  è stato considerato significativo. Le analisi sono state effettuate utilizzando OpenStat software Program by Bill Miller, versione 3.23.08.

## Risultati

Nei sedici mesi successivi all'introduzione dello strumento sono stati soccorsi 70 pazienti con intossicazione acuta da CO in ambito pre-ospedaliero (tabella I). Si sono riscontrati solo casi di intossicazione acuta dovuta all'esposizione accidentale a questo gas.

Il 68,5% delle intossicazioni si sono verificate nei mesi invernali (19 casi su 31 giorni in dicembre 2013, 8 e 3 casi rispettivamente in gennaio 2012 e 2013 ed infine 16 e

2 in febbraio 2012 e 2013) in concomitanza con le temperature più rigide (Figura 2). La maggiore prevalenza nei mesi invernali si conferma anche correggendo i casi per numero di giorni/mese (48 casi in 149 giorni del periodo sopra riportato, contro 22 casi nei mesi non invernali per un totale di 336 giorni, con un rischio di intossicazioni da CO aumentato di circa 5 volte nel periodo invernale rispetto ai restanti mesi dell'anno,  $p < 0.0001$ ).

La popolazione colpita è risultata eterogenea, sia per quanto riguarda le fasce di età (da 5 mesi a 89 anni), sia per la nazionalità (51% italiana, 14,5% cinese, 4% rumena, 11,5% indiana, 16% vari paesi dell'Africa, 3% non specificata).

Non sono state rilevate differenze significative tra i due sessi (53% maschile, 47% femminile). Il 7% degli interventi effettuati hanno coinvolto un singolo soggetto, nella restante percentuale dei casi (93%) il soccorso è stato prestato a gruppi di più persone presenti nello stesso ambiente contaminato.

**Tabella I. Caratteristiche di base di tutti gli interventi relativi ad intossicazioni da CO registrati presso il SET della Provincia di Cuneo**

| Variabile  | Totale n(%)     | Intossicazione sospettata durante il triage telefonico n(%) | Diagnosi pre-ospedaliera di intossicazione da CO n(%) | Corretto utilizzo di r_CO n(%) |
|--|-----------------|---|---|--------------------------------|
| Numero di pazienti   | 70              | 37 (52.9)   | 62 (88.6)   | 50 (71.4)                      |
| Numero di interventi   | 26              | 10 (38.5)   | 20 (76.9)   | 14 (53.8)                      |
| Età (anni, media $\pm$ SD)                                       | 34.2 $\pm$ 19.8 | 31.2 $\pm$ 15.5   | 33 $\pm$ 19.7   | 33.5 $\pm$ 20.6                |
| Sesso (M)  | 37 (52.9)       | 21 (56.8)   | 33 (53.2)   | 24 (48)                        |
| Cittadinanza:  |                 |   |   |                                |
| 1. italiana  | 36 (51.4)       | 21 (56.8)   | 31 (50)   | 24 (48)                        |
| 2. cinese  | 10 (14.3)       | -   | 8 (12.9)  | 3 (6)                          |
| 3. paesi dell'est  | 3 (4.3)         | -   | 3 (4.8)   | 3 (6)                          |
| 4. africana  | 11 (15.7)       | 7 (18.9)  | 10 (16.1)   | 10 (20)                        |
| 5. indiana   | 8 (11.4)        | 8 (21.6)  | 8 (12.9)  | 8 (16)                         |
| 6. altro   | 2 (2.9)         | 1 (2.7)   | 2 (3.2)   | 2 (4)                          |
| Area dell'evento:  |                 |   |   |                                |
| 1. urbana  | 53 (75.7)       | 23 (62.2)   | 46 (74.2)   | 38 (76)                        |
| 2. extraurbana   | 6 (8.6)         | 4 (10.8)  | 6 (9.7)   | 2 (4)                          |
| 3. montana (>700 mt slm)   | 11 (15.7)       | 10 (27)   | 10 (16.1)   | 10 (20)                        |
| Codici di gravità (alla partenza del mezzo di soccorso):         |                 |   |   |                                |
| 1. verde   | 6 (8.6)         | 5 (13.5)  | 5 (8.1)   | 4 (8)                          |
| 2. giallo  | 49 (70)         | 32 (86.5)   | 46 (74.2)   | 37 (74)                        |
| 3. rosso   | 15 (21.4)       | -   | 11 (17.4)   | 9 (18)                         |
| Codici di gravità (al rilascio del paziente in pronto soccorso): |                 |   |   |                                |
| 1. verde   | 40 (57.1)       | 23 (62.2)   | 37 (59.7)   | 34 (68)                        |
| 2. giallo  | 28 (40)         | 14 (37.8)   | 24 (38.7)   | 16 (32)                        |
| 3. rosso   | 2 (2.9)         | -   | 1 (1.6)   | -                              |
| Fonte di esposizione:  |                 |   |   |                                |
| 1. stufa   | 28 (40)         | 19 (51.4)   | 26 (41.9)   | 22 (44)                        |
| 2. scaldabagno   | 18 (25.7)       | 10 (27)   | 15 (24.2)   | 13 (26)                        |
| 3. braciore  | 5 (7.1)         | 4 (10.8)  | 5 (8.1)   | -                              |
| 4. caldaia   | 9 (12.9)        | 4(10.8)   | 7 (11.3)  | 9 (18)                         |
| 7. incendio  | 6 (8.6)         | -   | 6 (9.7)   | 3 (6)                          |
| 8. fonte non segnalata   | 4 (5.7)         | -   | 3 (4.8)   | 3 (6)                          |
| CO ambientale (ppm, media $\pm$ SD)                              | 42 $\pm$ 33.2   | 38.3 $\pm$ 31.2   | 42.6 $\pm$ 33.8                                       | 42 $\pm$ 33.2                  |
| HbCO al primo controllo (% $\pm$ SD)                             | 20.5 $\pm$ 7.5  | 16.7 $\pm$ 5.5  | 19 $\pm$ 6.7  | 19.5 $\pm$ 6.7                 |
| Somministrazione O <sub>2</sub> alti flussi                      | 55 (78.6)       | 27 (73)   | 50 (80.6)   | 43 (86)                        |

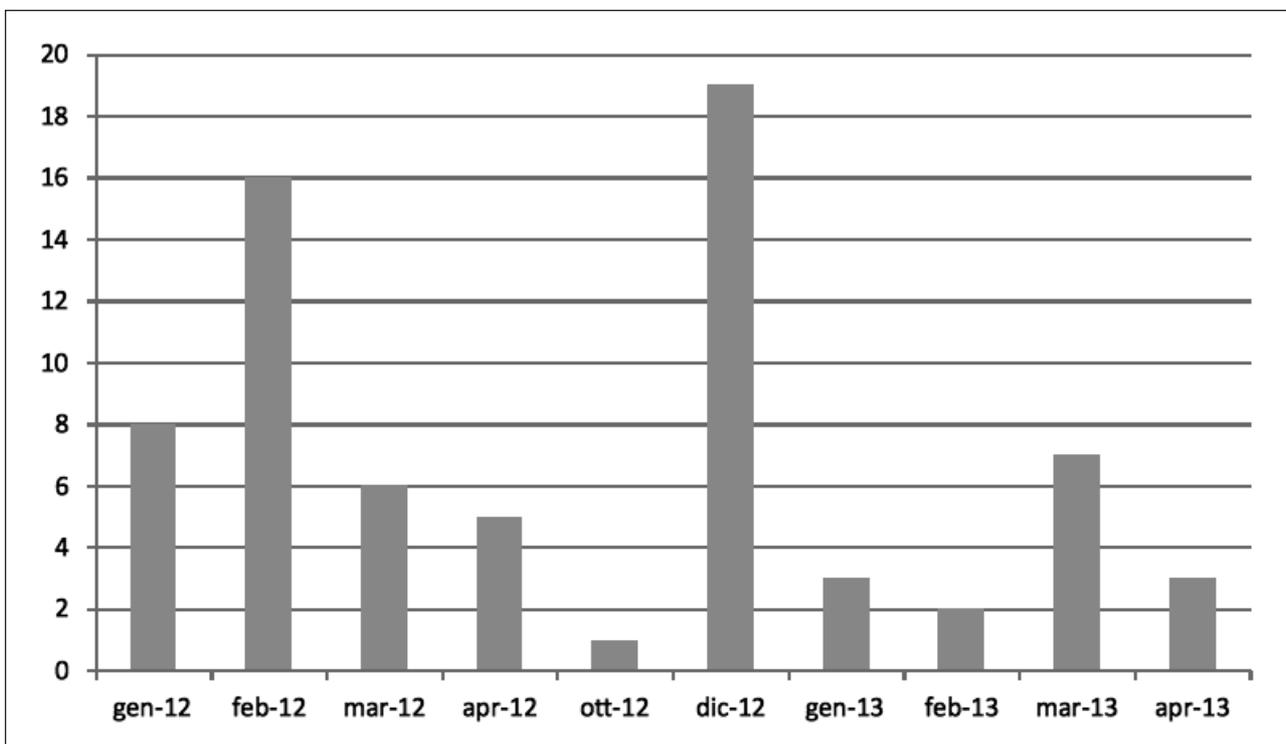


Figura 2. Distribuzione dei casi di intossicazione da CO nei vari mesi, sono stati esclusi dal grafico i mesi in cui non sono stati registrati casi di intossicazione acuta da CO

Gli interventi sono stati effettuati per 53/70 casi (76%) in area urbana, per 11/70 casi (15,5%) in area montana e per i restanti 6 casi (8,5%) in area extraurbana. Il 76% delle intossicazioni si è verificato in ambiente domestico dove la causa più frequente (78,5%) è risultata essere il malfunzionamento degli apparecchi da riscaldamento come stufe, camini, scaldabagni, caldaie (Figura 3). Nel 7% dei casi l'intossicazione è stata causata dall'improprio utilizzo di bracieri come fonte di riscaldamento in ambienti disagiati.

Nella nostra casistica le caldaie per il riscaldamento e/o produzione di acqua calda sono risultate essere la fonte maggiormente in grado di generare elevati livelli di CO ambientale all'interno delle abitazioni (concentrazione ambientale media di CO pari a 66.78 ppm contro 32.92 ppm generati dagli altri apparecchi di riscaldamento, dato analizzato sui casi in cui è stato impiegato il r\_CO, p = 0.004).

In 37/70 casi (53%) l'intossicazione è stata sospettata durante il triage telefonico effettuato dagli operatori della Centrale Operativa 118. In tali casi il codice di gravità attribuito dal triage telefonico è risultato essere: 5/37 (13,5%) codici verdi e 32/37 (86,5%) codici gialli. Nessun codice rosso è stato assegnato dalla valutazione telefonica del triage in caso di sospetta intossicazione da monossido. Nei casi in cui il sospetto di intossicazione da CO non è stato posto durante la valutazione telefonica, la patologia

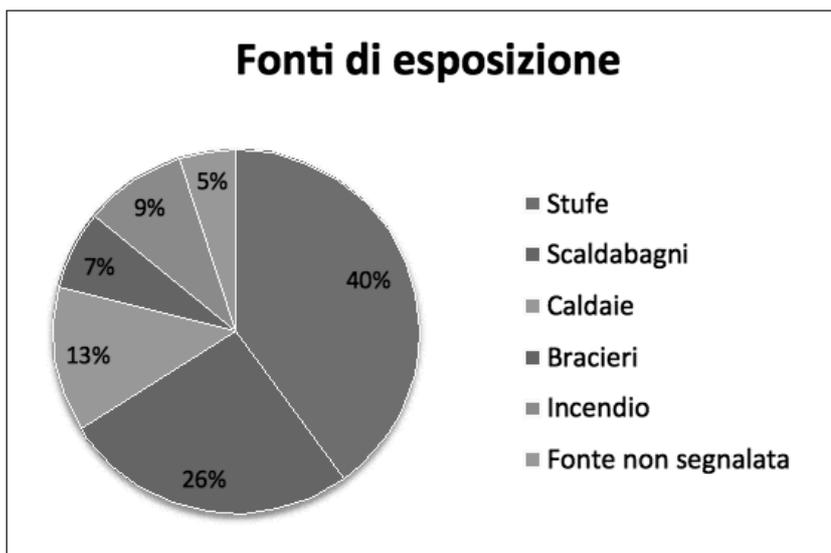


Figura 3. Fonti di esposizione a CO rilevate

è stata erroneamente classificata come: traumatica 3/70 (4,3%), cardiologica 1/70 (1,4%), respiratoria 5/70 (7,1%), neurologica 1/70 (1,4%), gastroenterologica 1/70 (1,4%), altra patologia 13/70 (18,6%), patologia non definita 9/70 (12,9%). In 62/70 casi (89%) la diagnosi di intossicazione da CO è stata effettuata sul territorio, nei restanti 8/70 pazienti (11%) il riconoscimento della patologia è stato effettuato solo dopo il ricovero ospedaliero.

Negli interventi in cui è stato utilizzato il r\_CO (50 su 70 casi, 77,4% del totale), la diagnosi pre-ospedaliera è stata correttamente posta nel 96% (48/50) dei casi, mentre nei

restanti interventi la percentuale di corretta diagnosi di intossicazione da CO è stata pari al 70% (14/20) ( $p = 0.005$ ).

In 7/20 casi in cui non è stato utilizzato il r\_CO, il sospetto di intossicazione è stato posto al triage telefonico e i pazienti sono stati fatti allontanare dall'ambiente contaminato; nei restanti 13/20 casi non sono noti i motivi del mancato utilizzo. La regressione logistica condotta utilizzando come variabile dipendente l'impiego del r\_CO ha evidenziato come la tipologia dei sintomi ed il sospetto diagnostico posto al triage telefonico non siano correlati con l'impiego o meno del rilevatore nella nostra casistica, al pari delle principali variabili socio-demografiche analizzate. Al contrario il sospetto diagnostico posto dell'operatore sanitario presente sul posto è risultato fortemente correlato all'impiego dello strumento (odds ratio aggiustato per sospetto diagnostico posto al triage telefonico: 9.5, intervallo di confidenza 1.50-60.11,  $p = 0.017$ ).

Il sintomo più comune riferito dagli intossicati e raccolto nella scheda di rilevazione dati è stato la cefalea, presente in 20/70 casi (29% dei soggetti), seguito da nausea 8/70 (11%), vomito 9/70 (13%), vertigini 5/70 (7%), confusione mentale 5/70 (7%), sopore e coma 6/70 (8%). In 8/70 pazienti (11%) la sintomatologia iniziale rilevata è stato un episodio sincopale. Si sono verificati due decessi a domicilio con paziente già in arresto cardiorespiratorio all'arrivo dei mezzi di soccorso (3% dei casi). Il 78% degli intossicati è stato sottoposto ad O<sub>2</sub> terapia ad alti flussi (O<sub>2</sub>  $\geq 10$  L/min) in fase pre-ospedaliera, e 22/70 pazienti (31,5%) sono stati sottoposti successivamente a trattamento in camera iperbarica (valore medio di HbCO 17, 3).

Il mancato impiego del r\_CO si è associato ad una minore percentuale di soggetti correttamente trattati con O<sub>2</sub> terapia in fase pre-ospedaliera (60% nei casi in cui non è stato utilizzato il r\_CO contro 96% in cui è avvenuto l'impiego del rilevatore,  $p = 0.003$ ).

---

## Discussione

Nel nostro studio tutti i casi di intossicazione acuta da CO sono stati causati dall'esposizione accidentale ed inconsapevole a questo gas. Gli interventi sono stati effettuati prevalentemente nei centri urbani, con maggiore densità di popolazione, ed hanno interessato spesso gruppi di più persone. Il luogo più comune in cui sono avvenute le intossicazioni è stato l'ambiente domestico dove, soprattutto nei mesi freddi, si soggiorna per più ore al giorno. Non sorprende dunque che la stagione in cui si è riscontrato il maggior numero di casi sia quella invernale, dato in accordo con studi analoghi condotti in altri paesi europei (15, 16).

Circa la metà dei pazienti soccorsi era di nazionalità straniera e per molti di questi l'intossicazione è avvenuta per l'utilizzo di fonti di riscaldamento particolarmente a rischio di contaminazione ambientale, come le stufe ed i bracieri. Questo, in accordo con i dati di letteratura internazionali, conferma la necessità di implementare gli sforzi di prevenzione attraverso l'informazione soprattutto delle fasce più deboli e disagiate della popolazione (17, 18).

Tra tutti gli apparecchi per il riscaldamento domestico, il malfunzionamento delle caldaie si è dimostrato quello più pericoloso per gli elevati livelli di CO ambientale prodotti, tale dato differisce da quello riportato da McCann et al., in cui il fornello costituiva la principale fonte di intossicazione (il 29.9% da fornelli mentre il 9.8% da caldaia) (19). Anche in questo caso è importante sensibilizzare l'utenza sull'importanza di una buona manutenzione dei sistemi di riscaldamento.

Lo studio ha evidenziato come l'utilizzo di r\_CO può incrementare la possibilità di diagnosi di intossicazione acuta in fase pre-ospedaliera (nei due casi non rilevati dal r\_CO è verosimile che la rilevazione della concentrazione di CO ambientale sia stata fatta in un ambiente non contaminato oppure quando era già avvenuta una aerazione dei locali in cui si trovavano le vittime). Tali considerazioni vengono rafforzate dal fatto che i dati ottenuti dal triage telefonico e dalla valutazione clinica del paziente spesso non sono sufficienti a permettere il riconoscimento di questa patologia e pertanto si determinano situazioni di ritardo nelle cure (con verosimili sequele a carico dei pazienti). Infatti in tutti i casi in cui lo strumento è stato usato ed ha confermato la contaminazione ambientale di CO, il personale sanitario ha identificato correttamente la diagnosi di intossicazione ed ha iniziato in fase precoce il trattamento del paziente con ossigenoterapia ad alti flussi sino all'arrivo in ospedale. Occorre tuttavia sottolineare come in 37 pazienti il sospetto diagnostico è stato posto già all'atto della telefonata, è pertanto comprensibile che il rilevatore sia stato utilizzato anche sulla base di tale indicazione (oltre alle indicazioni espresse nella IO MAXI008). Tuttavia tale dato non costituisce un limite nel presente studio, in quanto l'analisi multivariata ha evidenziato come l'r\_CO sia stato utilizzato, indipendentemente dal sospetto diagnostico posto al triage telefonico, a supporto del sospetto clinico posto dall'operatore presente sul luogo dell'evento. Purtroppo risulta molto difficile valutare gli effetti positivi del r\_CO sulla sicurezza degli operatori del SET, ciò nonostante tale strumento, il cui costo di acquisto e manutenzione non risulta essere elevato, rappresenta a tutti gli effetti un dispositivo di protezione individuale (pertanto considerabile come necessario ai fini della sicurezza del personale 118, ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i.).

---

## Conclusioni

L'avvelenamento da CO rimane a tutt'oggi un importante problema di gestione sanitaria nel nostro paese che richiede un'importante sensibilizzazione non solo nella popolazione generale ma anche nel personale che si occupa di emergenza sanitaria territoriale. Il precoce riconoscimento può infatti prevenire gravi conseguenze non solo nel paziente ma anche in coloro che condividono lo scenario in cui è avvenuta la contaminazione da CO. L'impiego di uno strumento di semplice e rapido utilizzo quale il r\_CO, a fronte di un costo minimo, si è rivelato (nel nostro studio) decisivo nel rafforzare la diagnosi clinica e il corretto approccio terapeutico del paziente intossicato da CO.

---

**Bibliografia**

- 1) Carré N, Chataigner D, Robert M et al. Intoxications par le monoxyde de carbone dans les appartements et les maisons équipés de Chaudière individuelle: des caractéristiques différentes pour une fréquence similaire en Ile-de-France, 2007-2010. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire* 2012; 48: 556-559.
- 2) Gambarana I, Fagiani A, Petrolini V. Metodologia di triage in corso di maxiemergenza da intossicazione da monossido di carbonio. *Emergency Care Journal* 2009; 4: 34-39.
- 3) Hampson NB, Weaver LK. Carbon monoxide poisoning: a new incidence for an old disease. *Undersea Hyperbaric Medicine* 2007; 34: 163-168.
- 4) Guzman JA. Carbone monoxide poisoning. *Critical Care Clinic* 2012; 537-548.
- 5) Bauer I, Pannen BH. Bench-to-badside review: Carbon monoxide-from mitochondrial poisoning to therapeutic use. *Critical Care* 2009; 13: 220.
- 6) Hess W. Affinity of oxygen for hemoglobin- its significance under physiological and pathological conditions. *Anaesthesist* 1987; 36: 455-469.
- 7) Omaye ST. Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity. *Toxicology* 2002; 180: 139-150.
- 8) Weaver LK. Clinical practice. Carbon monoxide poisoning. *New England Journal of Medicine* 2009; 360: 1217-1225.
- 9) Petrolini V, Bigi S, Locatelli C, et al. Il monossido di carbonio: "killer silenzioso" e "grande imitatore". *Emergency Care Journal* 2008; 11: 20-25.
- 10) Thom SR, Taber RL, Mendiguren II et al. Delayed neuropsychologic sequelae after carbon monoxide poisoning: prevention by treatment with hyperbaric oxygen. *Annals of Emergency Medicine* 1995; 25: 474-480.
- 11) Weaver LK, Valentine KJ, Hopkins RO. Carbon monoxide poisoning: risk factors for cognitive sequelae and the role of hyperbaric oxygen. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine* 2007; 176: 491-497x.
- 12) Risavi BL, Wadas Jr RJ, Thomas C et al. A novel method for continuous environmental surveillance for carbon monoxide exposure to protect emergency medical service providers and patients. *The Journal of Emergency Medicine* 2013; 44: 637-640.
- 13) Roth D, Krammel M, Schreiber W et al. Unrecognized carbon monoxide poisoning leads to a multiple casualty incident. *The Journal of Emergency Medicine* 2013; 45: 559-561.
- 14) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for carbon monoxide. Regulations, advisories and guidelines. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, September 2009.
- 15) Sá MC, Rodrigues RP, Moura D. Carbon monoxide intoxications in Portugal. *Acta Med Port.* 2011; 24: 727-734.
- 16) Gomolka E, Gawlikowski T. Estimation of carbon monoxide poisonings frequency, based on carboxyhemoglobin determinations performed in Toxicology Laboratory in Krakow in years 2002-2010. *Przegl Lek.* 2011; 68: 413-416.
- 17) Karalliedde L, Keshishian C. Carbon monoxide poisoning. In: Baker D, Fielder R, Karalliedde L, Murray V, Parkinson N, editors. *Essentials of Toxicology for Health Protection: A Handbook for Field Professionals*. New York, NY, USA: Cambridge University Press 2008; 164-173.
- 18) Graber JM, Smith AE. Results from a state-based surveillance system for carbon monoxide poisoning. *Public Health Rep* 2007; 122: 145-154.
- 19) McCann LJ, Close R, Staines L et al. Indoor carbon monoxide: a case study in England for detection and interventions to reduce population exposure. *J Environ Public Health* 2013; 2013: 735952. doi:10.1155/2013/735952.

**Corrispondenza:** Mario Raviolo, Direttore S.C. Maxiemergenza 118/Emergenza Sanitaria Territoriale 118 ASL CN1 Cuneo, Via Volontari del Soccorso, 2 - 12037 Saluzzo (Cuneo) Italy, E-mail: mario.raviolo@aslcn1.it