

État de connaissance des médecins urgentistes sur la prise en charge des intoxications au monoxyde de carbone en région Auvergne-Rhône-Alpes

Emergency physicians' knowledge of the management of carbon monoxide poisoning in Auvergne-Rhône-Alpes region

M. Martinez(†) · M. Durand · L. Jainsky · P. Serre · C. Vallot · L. Jacquet · J. Freyssenge

Reçu le 16 juillet 2022 ; accepté le 22 septembre 2022
© SFMU et Lavoisier SAS 2022

Résumé Objectif : L'intoxication au monoxyde de carbone (ICO) est un diagnostic souvent difficile en urgence. Son incidence restant faible, les médecins urgentistes (MU) y sont rarement confrontés mais la pertinence de leur prise en charge est essentielle pour limiter la morbi-mortalité. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer le niveau de connaissance des MU sur la prise en charge des ICO dans une région française de 8,1 millions d'habitants. L'objectif secondaire était d'individualiser les facteurs associés à une bonne connaissance de la prise en charge en urgence de cette pathologie.

Matériel et méthodes : Étude descriptive multicentrique et déclarative, réalisée auprès de MU travaillant au sein de cette région à l'aide d'un questionnaire en ligne.

Résultat : 246 MU ont répondu à l'enquête, représentant 82 % des structures de médecine d'urgence de la région. Parmi eux, 27 % estimaient prendre en charge moins de deux ICO par an. Le protocole territorial était connu par 59 % des répondants. La médiane de réponses justes au questionnaire de connaissance était de 43 [40-47] sur 60. Un taux de réponses justes plus faible (< 70 %) était retrouvé sur les questions traitant du diagnostic (65 %) et des indications et contre-indications de l'oxygénothérapie hyperbare (61 %). Les facteurs associés à un meilleur taux de réponses justes étaient : la connaissance du protocole territorial (63 vs 46 %, $p = 0,035$), une ancienneté d'exercice ≥ 5 ans (60 vs 40 %, $p = 0,014$), une formation complémentaire à la médecine hyperbare (85 vs 53 %, $p = 0,018$), un nombre estimé de prise en charge d'ICO ≥ 2 (60 vs 43 %, $p = 0,022$) et une auto-évaluation de ses connaissances $> 7/10$ (68 vs 50 %, $p = 0,007$).

Conclusion : Cette étude a montré un niveau de connaissance perfectible des MU sur cette pathologie en rapport avec un faible nombre de prise en charge annuel. La création d'un consensus national est à encourager pour améliorer les pratiques.

M. Martinez(†) · M. Durand · L. Jainsky · P. Serre · C. Vallot · J. Freyssenge (✉)
Réseau Urg'ARA, 3, place Louis Pradel, F-69001 Lyon, France
e-mail : julie.freyssenge@urgences-ara.fr

M. Martinez(†)
Pôle Urgences, centre hospitalier du Forez,
avenue des Monts du Soir, F-42605 Montbrison, France

L. Jainsky
Pôle Urgences, centre hospitalier Paul Ardiér,
13, rue du Docteur Sauvat, F-63500 Issoire, France

P. Serre
Urgences-SAMU, centre hospitalier Fleyriat,
900, route de Paris, F-01012 Bourg-en-Bresse, France

C. Vallot
Urgences-SAMU, centre hospitalier Annecy Genevois,
1, avenue de l'Hôpital, F-74370 Epagny Metz-Tessy, France

L. Jacquet
Urgences-SAMU-Centre de médecine hyperbare, centre hospitalier universitaire Édouard Herriot, 5, place d'Arsonval,
F-69003 Lyon, France

Inserm U1290, Research on Healthcare Performance (RESHAPE),
université Claude Bernard Lyon 1, F-69003 Lyon, France

Mots clés Intoxication · Monoxyde de carbone · Urgence · Protocole · Connaissance.

Abstract Aim: Carbon monoxide poisoning (CMP) is an often-difficult diagnosis in emergency medicine. The incidence of CMP remains low and emergency physicians (EPs) are rarely confronted with it, but the relevance of their management is essential to limit morbidity and mortality. The main objective of this study was to evaluate the level of knowledge of EPs on the management of CMPs in a French region of 8.1 million inhabitants. The secondary objective was to identify factors associated with good knowledge of emergency management of this condition.

Procedure: Multicenter, declarative, descriptive study of EPs working in this region using an online questionnaire.

Results: 246 EPs responded to the survey, representing 82% of the region's emergency medicine departments. Among them, 27% estimated that they manage less than two CMPs per year. The territorial protocol was known by 59% of respondents. The median number of correct answers to the knowledge questionnaire was 43 [40-47] out of 60. A lower rate of correct answers (<70%) was found for questions dealing with diagnosis (65%) and indications and contraindications of hyperbaric oxygen therapy (61%). Factors associated with a better rate of correct answers were: knowledge of the territorial protocol (63 vs 46%, $p=0.035$), seniority of practice ≥ 5 years (60 vs 40%, $p=0.014$), additional training in hyperbaric medicine (85 vs 53%, $p=0.018$), an estimated number of CMP treatments ≥ 2 (60 vs 43%, $p=0.022$) and self-assessment of one's own knowledge $>7/10$ (68 vs 50%, $p=0.007$).

Conclusion: This study showed a perfectible level of knowledge of EP on this pathology in relation to a low number of annual managements. The creation of a national consensus should be encouraged to improve practices.

Keywords Intoxication · Carbon monoxide · Emergency · Protocol · Knowledge.

Introduction

En France, 4 000 cas d'intoxications au monoxyde de carbone (ICO) sont déclarés par an dont une centaine de décès : ce qui en fait la première cause de mortalité accidentelle par toxique [1]. Ces « morts toxiques » sont principalement découvertes sur les lieux de l'exposition, à domicile souvent ou sur un lieu de travail. Bien que la déclaration aux Agences Régionales de Santé (ARS) soit obligatoire (à l'exclusion des situations d'incendie), ces intoxications restent encore sous-déclarées : le nombre annuel de cas est estimé plutôt entre 6 000 et 10 000 [2], même si ces chiffres sont actuellement probablement moindres grâce aux actions de prévention menées ces dernières années. Les médecins urgentistes (MU), que ce soit à la régulation médicale, en extrahospitalier ou au sein des structures des urgences (SU) sont en première ligne dans cette prise en charge. La présentation clinique d'une ICO étant aspécifique (céphalées, nausées, vomissements, perte de connaissance brève...), sa non-reconnaissance expose le patient à une nouvelle exposition potentiellement mortelle : il est donc important que les MU y soient sensibilisés. Cependant, il n'existe pas de consensus national ou au sein d'autres pays européens [3] sur la prise en charge globale des ICO dans les structures de médecine d'urgence (SMU). Les seules recommandations publiées,

spécifiques aux SMU, sont américaines [4]. Les recommandations européennes concernent essentiellement la prise en charge thérapeutique par oxygénothérapie normobare (ONB) et hyperbare (OHB) [5] et ne sont pas spécifiquement adaptées aux problématiques se posant dans les SMU.

La région Auvergne-Rhône-Alpes (ARA) est la deuxième région la plus peuplée de France avec 8,1 millions d'habitants. Elle comprend 13 services d'aide médicale d'urgences (SAMU) régulant 53 structures mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR) et 78 SU pouvant prendre en charge des ICO. Il existe un seul centre de médecine hyperbare (CMH) intra régional et sept centres périrégionaux. En ARA, les dernières données publiées entre 2007 et 2017 retrouvaient un nombre d'intoxications déclarées variant de 293 à 471 cas par an [1] : le nombre de cas pris en charge par chaque médecin urgentiste reste donc faible. Afin d'améliorer la prise en charge, et en l'absence de consensus national, un protocole régional a été créé en 2014 sur l'ancienne région Rhône-Alpes et régulièrement mis à jour et diffusé sur tout le territoire après la fusion des régions Auvergne et Rhône-Alpes en 2016.

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer le niveau de connaissance des MU sur la prise en charge des ICO sur ce territoire. L'objectif secondaire était d'individualiser les facteurs associés à une bonne connaissance de la prise en charge en urgence de cette pathologie.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé une étude prospective multicentrique et déclarative auprès des médecins travaillant dans les SMU de la région ARA. Un questionnaire en ligne anonyme a été adressé de mars à avril 2022 aux médecins urgentistes via cinq rappels aux directions et chefs de services de SMU. Ce questionnaire a été réalisé à partir des données de la littérature, du protocole régional et des avis d'experts de CMH.

Ce questionnaire comportait trois parties, sociodémographiques, organisationnelles, et de connaissances médicales (Annexe A). La totalité des réponses était obligatoire afin de valider le questionnaire. L'étude ne contenant pas de données patients, aucune autorisation réglementaire n'était nécessaire pour l'exploitation des données.

Analyse statistique

Les données ont été colligées sur une base Google Forms[®] (Google, Mountain View, États-Unis) puis ont été exportées au format MS Excel[®] (Microsoft, Albuquerque, États-Unis). Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R[®] version 4.0.3 (R foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche).

Les variables quantitatives ont été exprimées par leurs médianes et intervalles interquartiles. Les variables qualitatives ont été exprimées par leurs fréquences et pourcentages arrondis à l'unité. Les comparaisons de variables qualitatives ont été effectuées par le test de Fisher par variable. Lorsqu'il y avait plus de deux groupes de comparaisons ou plus de deux modalités comparées : la valeur de p exacte n'a pas pu être déterminée, la valeur de p a alors été simulée par méthode de Monte-Carlo avec 2 000 répliques utilisées. Les odds ratio ont été calculés à l'aide de la librairie *epitools* (<https://CRAN.R-project.org/package=epitools>) par la méthode de la médiane non biaisée et les valeurs de p associées affichées. Ont été considérés comme bons répondants, les participants ayant une médiane supérieure ou égale à la médiane de l'ensemble des répondants. Les comparaisons ont été effectuées en situation bilatérale. Une valeur de p inférieure à 0,05 a été considérée comme significative.

Résultats

En 2021, nous avons dénombré sur notre région 2,4 millions de passages en SU, 91 000 sorties SMUR et 1,9 millions de dossiers de régulation médicales traités par les SAMU. La répartition des SMU sur le territoire est présentée en figure 1 (Fig. 1). Le protocole de prise en charge des ICO utilisé en région ARA est présenté en figure 2 (Fig. 2).

Sur la période d'inclusion, 246 MU ont répondu à l'étude. L'exhaustivité des établissements répondants était au total de

64 sur 78 SMU (82 %) dont 100 % des SAMU et des SMUR, 98 % des SU publiques et 38 % des SU privés. En raison d'un important turn-over, le nombre de praticiens sur la région n'est pas connu précisément mais il est évalué autour de 1 000 : soit 24,6 % de répondants.

Les caractéristiques de la population étudiée sont décrites dans le tableau 1 (Tableau 1). L'âge médian des répondants était de 40 [33-48] ans avec une population majoritairement masculine (57 %) et formée à la médecine d'urgence (92 %). Seuls 28 % des répondants estimaient prendre en charge plus de trois ICO par an. La médiane d'autoévaluation des connaissances était estimée à 7 [6-8] sur 10.

Le protocole de territoire était connu par 59 % des répondants. Le matériel de diagnostic spécifique en SMUR le plus souvent retrouvé était le détecteur de CO ambiant (66 %) et la saturation pulsée en CO (SpCO) (62 %). Dans les SU, l'existence d'une SpCO était déclarée par 36 % des MU et l'HbCO délocalisée par 31 %. Le centre de référence était le CMH de Lyon pour 98 % des répondants (Tableau 2).

Concernant l'évaluation des connaissances, la médiane de réponses justes était de 43 [40-47] sur 60. La médiane était de 5 [4-6] sur 6 pour la partie généralités, de 10 [9-12] sur 16 pour la partie sur le diagnostic, de 23 [21-25] sur 32 pour la partie traitement et de 5 [4-6] sur 6 pour la partie sur le suivi (Tableaux 3, 4). Les parties où le taux de bonnes réponses étaient le plus faible (< 70 %) concernaient les parties « diagnostic » (65 %) et « indications et contre-indications à l'OHB » (61 %).

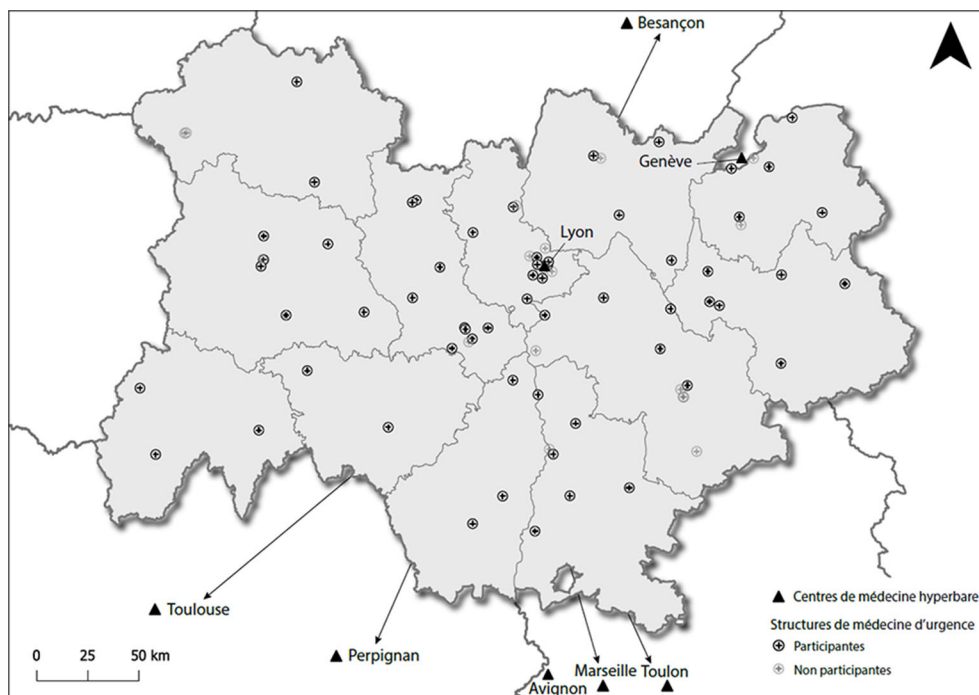


Fig.1 Localisation des structures de médecine d'urgence (SMU) et centres de médecine hyperbare (CMB)

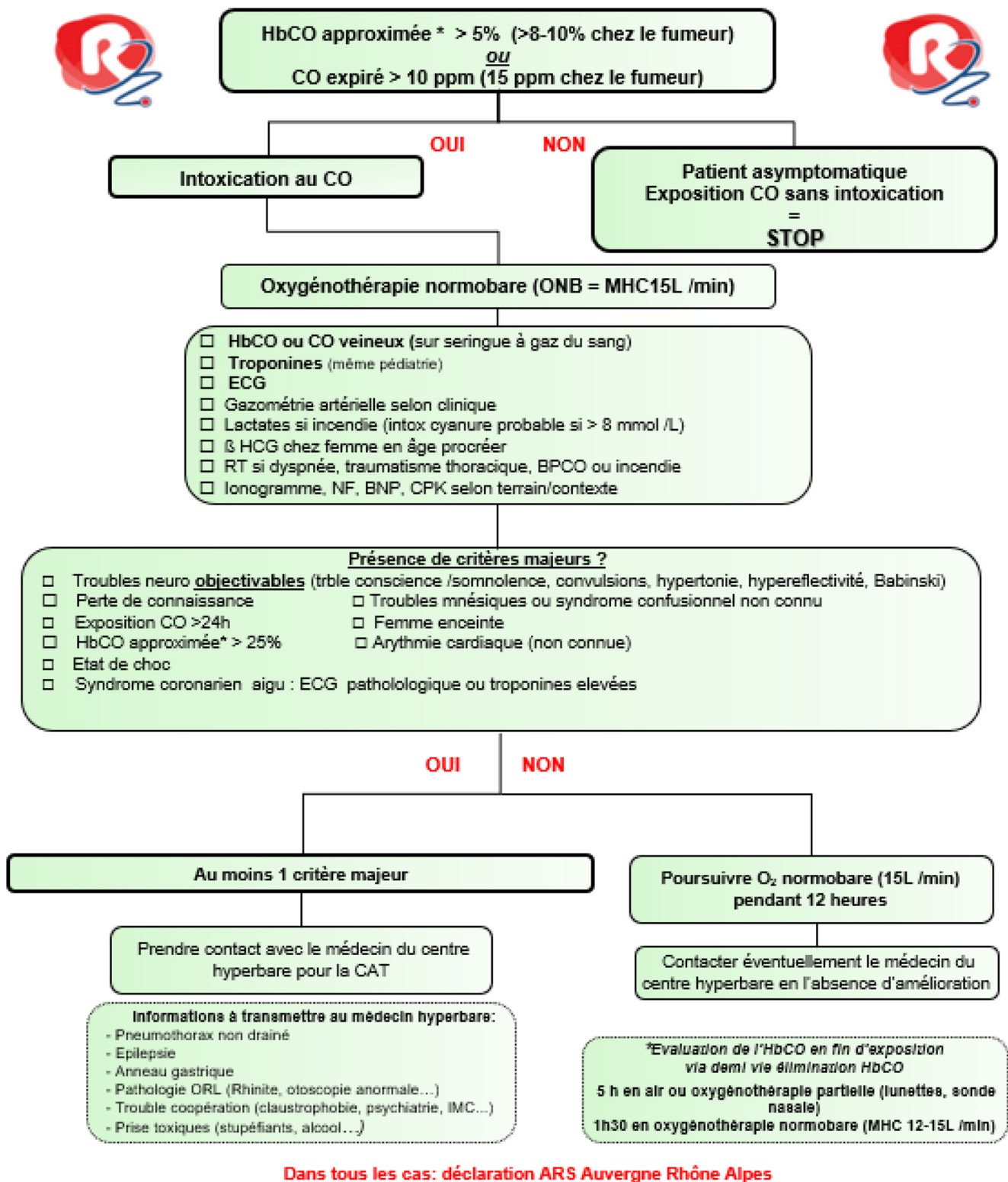


Fig. 2 Protocole « Urg'ARA » de prise en charge par les structures de médecine d'urgence des intoxications au CO en région Auvergne-Rhône-Alpes

Tableau 1 Caractéristiques de la population (N = 246)	
Variabiles	Valeurs
Sexe féminin	106 (43)
Âge (années)	40 [33-48]
Formation initiale	
- Médecine d'urgence	226 (92)
- Médecine générale (sans formation complémentaire à l'urgence)	11 (4)
- Anesthésie Réanimation	4 (2)
- Pédiatrie	2 (1)
- Autre	3 (1)
Ancienneté en médecine d'urgence	
< 5 ans	70 (28)
5 à 10 ans	51 (21)
11 à 20 ans	70 (28)
> 20 ans	55 (23)
Formation complémentaire par DIU de médecine hyperbare et subaquatique	14 (6)
Statut actuel d'exercice	
- Praticien hospitalier	128 (52)
- Praticien contractuel	89 (36)
- Praticien libéral	16 (7)
- Docteur junior	13 (5)
Statut universitaire	5 (2)
Structure principale d'exercice actuelle	
- Centre hospitalier	157 (64)
- Centre hospitalier universitaire	73 (30)
- Structure privée ou assimilée	16 (6)
Activité actuelle ^a	
- SU adulte ou polyvalent	224 (91)
- SMUR	193 (78)
- SAMU	108 (44)
- SU pédiatrique	6 (2)
Estimation du nombre d'ICO pris en charge par an	
0-1	67 (27)
2-3	110 (45)
>3	69 (28)
Auto-évaluation de son niveau de connaissance ^b	7 [6-8]
≤7	173 (70)
>7	73 (30)

Les données sont exprimées en nombre (%) ou médiane [Q1-Q3]
a. Choix multiples ; b. Sur une échelle de 0 à 10 (0 : ne sais pas faire, 10 : maîtrise totale) ; médiane [Q1-Q3] ; DIU : diplôme inter-universitaire ; SU : Structures des urgences ; SMUR : Service mobile d'urgence et de réanimation ; SAMU : Service d'aide médicale d'urgence

Les répondeurs estimaient que le suivi des ICO devait être réalisé principalement par le médecin traitant (70 %), un neurologue (47 %) ou un médecin hyperbariste (46 %).

Les facteurs associés à un meilleur taux de réponses justes étaient la connaissance du protocole territorial ($p = 0,035$), une ancienneté d'exercice ≥ 5 ans ($p = 0,014$), une formation complémentaire à la médecine hyperbare ($p = 0,018$), un nombre estimé de prise en charge d'ICO ≥ 2 ($p = 0,022$) et

une autoévaluation de ses connaissances $> 7/10$ ($p = 0,007$) (Tableau 5).

Discussion

Malgré une fréquence faible du nombre de prise en charge d'ICO, les connaissances des médecins urgentistes sur notre

Tableau 2 Organisation et matériels (N = 246)	
Variabiles	Valeurs
Connaissance d'un protocole de service de prise en charge des ICO	87 (35)
Connaissance du protocole de territoire de prise en charge des ICO	146 (59)
Existence connue de détecteur de CO ambiant en SMUR	133 (66)
Existence connue d'une SpCO en SMUR	123 (62)
Existence connue d'une SpCO en SU	82 (36)
Existence connue d'un analyseur CO expiré en SMUR	57 (28)
Existence connue d'un analyseur CO expiré en SU	37 (16)
Existence connue d'un analyseur des gaz du sang en SMUR avec HbCO	4 (2)
Existence connue d'un analyseur des gaz du sang en SU avec HbCO	73 (31)
Centre de médecine hyperbare de référence ^a :	
- Lyon	240 (98)
- Genève	49 (20)
- Avignon	13 (5)
- Besançon	2 (1)
- Marseille	32 (13)
- Toulon	7 (3)
- Toulouse	19 (8)
- Perpignan	5 (2)
- Autre	4 (2)

Les données sont exprimées en nombre (%). a. Choix multiples. ICO : intoxication au monoxyde de carbone ; CO : monoxyde de carbone ; SMUR : Service mobile d'urgence et de réanimation ; SpCO : saturation pulsée en monoxyde de carbone ; SU : Structures des urgences ; HbCO : carboxyhémoglobine

territoire sont acceptables avec une médiane de réponses justes à 43 sur 60 mais restent perfectibles. Les points à améliorer portent essentiellement sur les connaissances en termes de diagnostic et sur les modalités de prise en charge hyperbare. Les facteurs associés à un meilleur taux de réponses justes sont : la connaissance du protocole territorial, l'ancienneté d'exercice ≥ 5 ans, la formation complémentaire à la médecine hyperbare, un nombre estimé de prise en charge d'ICO ≥ 2 /an, et une auto-évaluation de ses connaissances $> 7/10$.

En France, comme dans la plupart des pays européens, l'ICO est une pathologie le plus souvent accidentelle, saisonnière survenant pendant la période de chauffe hivernale et sous-estimée par manque de signes spécifiques et par des présentations hétérogènes [6]. Dans notre région, les données sont superposables aux données nationales et la principale cause d'intoxication sont les appareils de chauffage mobiles défectueux [7]. La physiopathologie est complexe et les symptômes diffèrent en fonction du terrain, de la durée d'exposition et du taux de CO dans l'air ambiant [8].

Les MU sont en première ligne dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique, cependant la plupart des recommandations ne leur sont pas destinées spécifiquement [5,9]. Les seules recommandations publiées concernant les urgences sont des recommandations américaines mises à

jour en 2017 [4]. Celles-ci se sont intéressées à trois points : intérêt de la SpCO pour le diagnostic, modalités d'oxygénothérapie et intérêt des marqueurs cardiaques (ECG et tropine). Un travail allemand de 2019 [3] a mis en évidence dans ce pays que l'absence de lignes directrices en médecine d'urgence entraînait une mauvaise prise en charge (jusqu'à 41 % des patients n'ayant pas eu de traitement par ONB avant le diagnostic). Dans notre travail, la totalité des répondants installaient l'ONB avant confirmation par mesure de l'HbCO et le maintenait une fois la confirmation obtenue. Les débits n'étaient cependant corrects que dans 78 % des cas et la durée dans 52 % des cas.

Les ICO souffrent encore de nombreux mythes rendant leur diagnostic difficile. Parmi ceux-ci, Hampson [10] retrouve comme idées fausses souvent répandues : l'existence d'une corrélation entre niveau d'HbCO et importance des symptômes ou la nécessité d'une mesure de l'HbCO sur du sang artériel. Dans notre travail, 30 % des répondants croyaient en une relation linéaire entre symptomatologie et valeur de l'HbCO. Si les signes cliniques sont aspécifiques : céphalées, nausée, syncope, une relation linéaire entre leur importance et le taux d'HbCO n'existe pas. Cependant, il semblerait que le risque de syncope soit majoré pour des HbCO > 20 % [11].

Tableau 3 Questionnaire sur les généralités et le diagnostic des intoxications au monoxyde de carbone ($N = 246$)	
Modalités considérées justes	Réponses justes
Généralités	
- Les pics d'incidence d'ICO sont saisonniers	231 (94)
- Le CO est un gaz indolore et inodore	243 (99)
- L'étiologie la plus fréquente de l'ICO en France n'est pas la tentative de suicide	228 (93)
- Chez l'ICO, il n'existe pas une relation linéaire entre symptomatologie et taux d'HbCO	171 (70)
- Les symptômes liés à une ICO peuvent apparaître au bout de plusieurs jours	174 (71)
- Il n'existe pas de signes cliniques spécifiques de l'ICO	182 (74)
Diagnostic	
- Une SpCO normale exclu le diagnostic chez le patient asymptomatique	137 (56)
- Une SpCO élevée ne confirme pas le diagnostic à elle-seule	147 (60)
- Une HbCO veineuse est suffisante pour confirmer le diagnostic	156 (63)
- Une HbCO artérielle n'est pas obligatoire pour confirmer le diagnostic	166 (67)
- Taux d'HbCO maximum à 5 % est considéré comme normal chez le non-fumeur	146 (59)
- Taux d'HbCO maximum de 8 à 10 % considéré comme normal chez le fumeur	180 (73)
Une patiente de 36 ans, sans antécédents, est prise en charge pour une ICO avérée (HbCO = 21 %), isolée (chauffage défectueux), sans instabilité hémodynamique, ni détresse respiratoire mais confuse sans signes de focalisation.	
Quels autres examens complémentaires sont-ils nécessaires systématiquement ?	
- Ionogramme, créatinine : non	72 (29)
- CRP : non	207 (84)
- BNP ou NTproBNP : non	199 (81)
- Troponine : oui	206 (84)
- β HCG : oui	241 (98)
- Gazométrie artérielle : non	60 (24)
- Lactatémie : non	55 (22)
- ECG : oui	240 (98)
- Radiographie thoracique : non	155 (63)
- Tomodensitométrie du crâne : non	196 (80)
Les données sont exprimées en nombre (%). ICO : intoxication au monoxyde de carbone ; CO : monoxyde de carbone ; HbCO : carboxyhémoglobine ; SpCO : saturation pulsée en monoxyde de carbone ; CRP : protéine C-réactive ; ECG : électrocardiogramme ; BNP : Brain Natriuretic Peptid ; NTproBNP : N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptid	

De même, dans notre étude, 33 % des réponders pensaient que la mesure de l'HbCO devait se faire obligatoirement sur du sang artériel : il en résulte une difficulté technique supplémentaire ainsi que la réalisation d'un geste douloureux inutile car une mesure d'HbCO sur sang veineux est suffisante [12]. L'utilisation de la SpCO est encore discutée pour le diagnostic : si cet outil non invasif, facile d'utilisation peut permettre un triage rapide en cas de nombreuses victimes [13], sa sensibilité n'est pas suffisante pour exclure le diagnostic chez le patient symptomatique. Un contrôle par mesure de l'HbCO veineuse est donc nécessaire [14].

À notre connaissance, peu d'études se sont intéressées au niveau de connaissance des médecins concernant l'ICO : une étude polonaise a montré que la connaissance de ce risque était supérieure chez les étudiants en médecine par rapport aux autres types d'étudiants [15]. Une autre étude, française,

s'est intéressée au niveau de connaissance des MU sur les indications de l'OHB [16] : si plus d'un tiers des sondés connaissaient mal l'ensemble des indications, 97,6 % connaissaient celles-ci dans l'ICO avec signes de gravité. Dans notre travail, le taux de réponses justes n'est que de 61 % pour la partie portant sur les indications et contre-indications de l'OHB. Ceci renforce la nécessité d'avoir un contact systématique avec le CMH référent afin de cibler au mieux les patients éligibles en cas de signes de gravité. Ces derniers sont d'ordre neurologique (perte de connaissance, confusion, anomalies à l'examen neurologique) ou cardiaque (douleur thoracique, troubles du rythme ou de la repolarisation à l'électrocardiogramme, ascension des troponines), en cas d'intoxication sévère (HbCO > 20 %) ou en cas de grossesse [17]. Le fait que dans notre étude les MU formés à la médecine hyperbare aient un meilleur taux de

Tableau 4 Questionnaire sur le traitement et le suivi des intoxications au monoxyde de carbone (<i>N</i> = 246)	
Questions : modalité juste	Réponses justes
En cas de suspicion d'ICO chez la patiente décrite précédemment (taux d'HbCO non connu)	
- Je mets la patiente sous oxygène normobare quelle que soit la SpO ₂ : oui	245 (100)
- Par quel dispositif chez le patient conscient : masque à haute concentration	240 (98)
- À quel débit ? : 15 L/min	190 (77)
- Pendant quelle durée ? : > 1 h (temps de rendu de l'HbCO)	243 (99)
Si la patiente est intubée, quel est le réglage de FiO ₂ ? : 100 %	229 (93)
En cas d'intoxication avérée au CO chez la patiente décrite précédemment (taux d'HbCO = 21 %)	
- Je mets la patiente sous oxygène normobare quelle que soit la SpO ₂ : oui	240 (98)
- Par quel dispositif chez le patient conscient : masque à haute concentration	227 (92)
- À quel débit ? : 15 L/min	191 (78)
- Pendant quelle durée ? : 12 h	128 (52)
- Si la patiente est intubée, quel est le réglage de FiO ₂ ? : 100 %	232 (94)
- Je donne 500 mg aspirine en systématique : non	202 (82)
- Je donne de l'hydroxycobalamine en systématique : non	213 (87)
Quelles sont les indications d'oxygénothérapie hyperbare dans l'ICO ?	
- Enfant : non	90 (37)
- Femme enceinte : oui	233 (95)
- Intoxication prise en charge à plus de 24 h après exposition : non	159 (65)
- Trouble du rythme non connu : oui	134 (54)
- Trouble repolarisation à l'ECG : oui	201 (82)
- Élévation isolée des troponines sans signe ECG : oui	145 (59)
- Patient diabétique : non	211 (86)
- Patient coronarien : non	160 (65)
- Anomalie de l'examen neurologique : oui	217 (88)
- Trouble de conscience/confusion : oui	230 (94)
- Perte de connaissance : oui	200 (81)
- Patient plus de 75 ans : non	191 (78)
Quelles sont les contre-indications à oxygénothérapie hyperbare dans le cadre de l'ICO en général ?	
- Pneumothorax non drainé : absolue	233 (95)
- Pneumothorax drainé : n'est pas une contre-indication	90 (37)
- Épilepsie : relative	114 (46)
- Problème ORL : relative	167 (68)
- Détresse respiratoire : relative	75 (30)
- Anneau gastrique : relative	82 (33)
- Grossesse : relative	12 (5)
- BPCO ou asthme : relative	58 (24)
Suivi	
- L'ICO doit faire l'objet d'une déclaration : obligatoire	216 (88)
- La déclaration de l'ICO doit se faire à la Direction du centre hospitalier : non	211 (86)
- La déclaration de l'ICO doit se faire à la Mairie : non	194 (79)
- La déclaration de l'ICO doit se faire à la l'ARS : oui	230 (94)
- Connaissez-vous la procédure de signalement ? : oui	119 (48)
- Le patient intoxiqué doit-il être ré évalué à distance de l'ICO ? : oui	219 (89)
Les données sont exprimées en nombre (%). ICO : intoxication au monoxyde de carbone ; HbCO : carboxyhémoglobine ; SpO ₂ : saturation pulsée en oxygène ; FiO ₂ : fraction inspirée en oxygène ; CO : monoxyde de carbone ; ECG : électrocardiogramme ; SpCO : saturation pulsée en monoxyde de carbone ; ARS : Agence régionale de santé	

Tableau 5 Facteurs associés à un meilleur taux de réponses justes				
Variabiles	Données disponibles	Bons répondants ^a	Analyse univariée OR [IC95%]	Valeur de <i>p</i>
Connaissance du protocole territorial				
- Oui	91	57 (63)	2,0 [1,1-3,8]	0,035
- Non	68	31 (46)	1	
Connaissance d'un protocole de service				
- Oui	32	16 (50)	1,2 [0,5-2,8]	0,69
- Non	68	31 (46)	1	
Ancienneté d'exercice				
- < 5 ans	70	30 (43)	1	0,014
- ≥ 5 ans	176	106 (60)	2,0 [1,1-3,6]	
Titulaire du DIU Médecine hyperbare				
- Oui	14	12 (86)	4,9 [1,3-34,9]	0,018
- Non	232	124 (53)	1	
Structure principale d'exercice				
- Centre hospitalier	157	85 (54)	1	0,39
- Centre hospitalier universitaire	73	44 (60)	1,3 [0,7-2,3]	
- Structure privée ou assimilée	16	7 (44)	0,7 [0,2-1,9]	
Type d'activité				
- Intra et extra hospitalière	199	114 (57)	1,5 [0,8-2,9]	0,20
- Intra hospitalière exclusive	47	22 (47)	1	
Nombre de cas estimé d'ICO pris en charge/an				
- < 2	67	29 (43)	1	0,022
- ≥ 2	179	107 (60)	1,9 [1,1-3,5]	
Auto-évaluation de son niveau de connaissance ^b				
- ≤ 7	173	86 (50)	1	0,007
- > 7	73	50 (68)	2,2 [1-4]	
Matériel de diagnostic spécifique en SMUR ^c				
- Oui	145	88 (61)	1,5 [0,8-2,9]	0,17
- Non	58	29 (50)	1	
Matériel de diagnostic spécifique en SU ^c				
- Oui	144	82 (57)	1,4 [0,8-2,3]	0,23
- Non	92	45 (49)	1	

Résultats exprimés en nombre (%) sur l'effectif des données disponibles. OR [IC95 %] : Odds-ratio [intervalle de confiance à 95 %]
a. Bons répondants : nombre de réponses justes supérieur à la médiane de réponses justes de l'ensemble des répondants ; b. Sur une échelle de 0 à 10 (0 : ne sais pas faire, 10 : maîtrise totale) ; c. Oxymétrie avec SpCO, analyseur des gaz du sang délocalisé avec HbCO, analyseur CO expiré
DIU : diplôme inter-universitaire ; ICO : intoxication au monoxyde de carbone ; SMUR : Service mobile d'urgence et de réanimation ; SU : Structures des urgences ; SAMU : Service d'aide médicale d'urgence

réponses justes (86 vs 53 %, $p = 0,0245$), renforce l'importance de l'expertise des médecins hyperbaristes sur cette pathologie.

Le traitement initial des ICO est l'oxygénothérapie : celle-ci doit être instaurée le plus précocement possible dès la suspicion de diagnostic et en l'attente de toute confirmation biologique. L'oxygénothérapie accélère l'élimination de la carboxyhémoglobine et atténue l'hypoxie tissulaire par rap-

port à l'air [9]. Cette donnée est bien connue par les MU de notre étude car la mise sous ONB est réalisée par la totalité d'entre eux à un débit de 15L/min majoritairement au masque à haute concentration. Même si d'autres modalités d'inhalation ont pu être proposées chez le patient conscient comme la ventilation non invasive (VNI) ou la ventilation en pression positive continue (CPAP) [18], le masque à haute concentration reste le plus simple à mettre en place.

La place de l'OHB reste encore débattue en l'absence d'un nombre suffisant d'études d'un haut niveau de preuve [19]. Cependant, il existe plusieurs études montrant une diminution de la mortalité [20] ainsi que des séquelles neurologiques [21]. Le consensus européen de médecine hyperbare recommande de traiter par OHB toute personne intoxiquée au CO qui présente une altération de la conscience, des signes neurologiques, cardiaques (troubles du rythme, de la repolarisation ou élévation des troponines), respiratoires ou psychologiques quelle que soit la valeur de la carboxyhémoglobine à l'admission à l'hôpital ainsi que toute femme enceinte intoxiquée au CO quelle que soit sa présentation clinique et la valeur de la carboxyhémoglobine à l'admission à l'hôpital (Recommandation de type 1, preuve de niveau B) [5]. Ainsi, étant donné la grande affinité du CO pour l'hémoglobine fœtale et l'augmentation de sa clairance d'élimination par rapport à l'hémoglobine maternelle : toute femme enceinte doit être traitée par OHB et toute femme en âge de procréer doit donc avoir un dosage de β HCG.

En revanche, il n'est pas recommandé de traiter par OHB les patients asymptomatiques, vus plus de 24 h après la fin de leur exposition au CO (Recommandation de type 1, preuve de niveau C). L'indication d'OHB ainsi que la recherche de contre-indications sont mal maîtrisées par les MU de notre étude : il est donc essentiel qu'il existe une collaboration étroite entre MU et médecins hyperbaristes et que l'avis des CMH soit systématiquement sollicité en cas de doute sur une indication d'OHB. Cette discussion est d'autant plus importante avec le CMH de référence, que les indications et les modalités de réalisation des séances d'OHB varient en fonction des centres [22].

Les modalités de suivi de l'ICO restent aussi importantes, en particulier afin de détecter un syndrome postintervallaire. Ce syndrome est défini par l'apparition des signes neurologiques ou psychiatriques quelques jours à quelques semaines après une ICO. Si la réalisation de plusieurs séances d'OHB semblent diminuer son incidence [23], ce syndrome reste mal connu et probablement sous-diagnostiqué. Dans notre étude, 89% des MU estimaient que les patients diagnostiqués devaient être suivis. En l'absence de recommandation précise, ils estimaient que ce rôle devait revenir majoritairement au médecin traitant puis à un neurologue ou un médecin hyperbariste. Ce point devrait être aussi traité dans un consensus de prise en charge. La question du suivi n'existait pas dans notre protocole territorial.

Notre étude comporte cependant un certain nombre de limites : le nombre de réponses reste faible par rapport à la taille de notre région (moins d'un quart des MU ont répondu) même si l'exhaustivité des services représentés est correcte (82%). De plus, nous pouvons supposer que les MU ayant répondu sont ceux étant le plus à l'aise avec le thème, améliorant potentiellement le taux de réponses justes. Enfin en l'absence de recommandations claires, les réponses considé-

rées comme justes à certaines questions peuvent être débattues car relevant d'avis d'experts.

Conclusion

Cette étude a montré un niveau de connaissance perfectible des MU de notre région sur les ICO en rapport avec un faible nombre de prises en charge annuelles. Le niveau d'expérience des MU et de la connaissance du protocole territorial augmentent leur pertinence face à cette pathologie. La création d'un consensus national est à encourager pour améliorer les pratiques et renforcer les connaissances sur cette pathologie peu rencontrée en médecine d'urgence.

Remerciements Les auteurs remercient les Dr Y. Chouhab (Fréjus, France), T. Joffre (Lyon, France) et T. Lefebvre (Lyon, France) pour leur aide à la validation du questionnaire, ainsi que M. Wohl (Lyon, France) pour la cartographie.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Annexe A. Questionnaire testant les connaissances des médecins urgentistes (Disponible dans Matériel supplémentaire)

Références

1. Santé Publique France (2018) Surveillance sanitaire des intoxications au monoxyde de carbone en Auvergne-Rhône-Alpes. Bilan 2017. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/auvergne-rhone-alpes/documents/bulletin-regional/2018/surveillance-sanitaire-des-intoxications-au-monoxyde-de-carbone-en-auvergne-rhone-alpes.-bilan-2017> (dernier accès le 08/07/2022)
2. Raphael JC, Jars-Guincestre MC, Gajdos P (1992) Intoxication aiguë par le monoxyde de carbone. Réanimation Urgences 1:723–35
3. Jüttner M, Körner-Göbel H, Starke H, et al (2019) Evaluation und Beurteilung des Versorgungsprozesses von Patienten mit Kohlenmonoxidvergiftung in Deutschland. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes. 140:1–13
4. Wolf SJ, Maloney GE, Shih RD, et al (2017) Clinical policy: critical issues in the evaluation and management of adult patients presenting to the emergency department with acute carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 69:98–107
5. Mathieu D, Marroni A, Kot J (2017) Tenth european consensus conference on hyperbaric medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. Diving Hyperb Med 47:24–32
6. Dueñas-Laita A, Ruiz-Mambrilla M, Gandía F, et al (2001) Epidemiology of acute carbon monoxide poisoning in a Spanish region. J Toxicol Clin Toxicol 39:53–7
7. Sam-Laï NF, Saviuc P, Danel V (2003) Carbon monoxide poisoning monitoring network: a five-year experience of household poisonings in two French regions. J Toxicol Clin Toxicol 41:349–53
8. Weaver LK (2009) Carbon monoxide poisoning N Engl J Med 360:1217–25

9. Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, et al (2012) Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *Am J Respir Crit Care Med* 186:1095–101
10. Hampson NB (2016) Myth busting in carbon monoxide poisoning. *Am J Emerg Med.* 34 :295–7
11. Keleş A, Demircan A, Kurtoğlu G (2008) Carbon monoxide poisoning: how many patients do we miss? *Eur J Emerg Med* 15:154–7
12. Chenoweth JA, Albertson TE, Greer MR (2021) Carbon monoxide poisoning. *Crit Care Clin* 37:657–72
13. Valerio A, Verzè M, Marchiori F, et al (2017) Managing a mass CO poisoning: critical issues and solutions from the field to the hyperbaric chamber. *Disaster Med Public Health Prep* 11:251–5
14. Weaver LK, Churchill SK, Deru K, et al (2012) False positive rate of carbon monoxide saturation by pulse oximetry of emergency department patients. *Respir Care* 58:232–40
15. Popiołek I, Popiołek L, Marchewka J, et al (2021) Knowledge about carbon monoxide poisoning among medical and non-medical students living in Kraków - questionnaire study. *Folia Med Cracov* 61:21–31
16. Huther P, Lepoutere B, Reinsberger H (2008) Connaissance des indications de l'oxygénothérapie hyperbare par les médecins urgentistes du département des Pyrénées-Atlantiques. *JEUR* 21:40–3
17. Bothuynne-Queste E, Joriot S, Mathieu D, et al (2014) Dix questions pratiques concernant l'intoxication aiguë au monoxyde de carbone chez la femme enceinte. *Gynecol Obstet Biol Reprod* 43:281–7
18. Idil H, Unek O (2019) Non-Invasive CPAP Ventilation in acute carbon monoxide poisoning. *Prehosp Disaster Med* 34:454–5
19. Buckley NA, Juurlink DN, Isbister G, et al (2011) Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning. *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD002041
20. Huang C-C, Ho C-H, Chen Y-C, et al (2017) Hyperbaric oxygen therapy is associated with lower short- and long-term mortality in patients with carbon monoxide poisoning. *Chest* 152:943–53
21. Jeon S-B, Sohn CH, Seo D-W, et al (2018) Acute brain lesions on magnetic resonance imaging and delayed neurological sequelae in carbon monoxide poisoning. *JAMA Neurol* 75:436–43
22. Mutluoglu M, Metin S, Ibrahim A, et al (2016) The use of hyperbaric oxygen therapy for carbon monoxide poisoning in Europe. *Undersea Hyperb Med* 43:49–56
23. Fujita M, Todani M, Kaneda K, et al (2021) Use of hyperbaric oxygen therapy for preventing delayed neurological sequelae in patients with carbon monoxide poisoning: a multicenter, prospective, observational study in Japan. *PLoS One* 16:e0253602