

# 急性一氧化碳中毒事件卫生应急处置技术方案

一氧化碳(CO)是一种窒息性气体。急性一氧化碳中毒是指较短时间(数分钟至数小时)内吸入较大量一氧化碳后,引起的以中枢神经系统损害为主的全身性疾病。

## 1 概述

一氧化碳为无色、无嗅、无刺激性的气体,比空气稍轻。成人急性吸入中毒剂量约为  $600\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot 10\text{min})$ , 或  $240\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot 3\text{h})$ ; 吸入最低致死剂量约为  $5726\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot 5\text{min})$ 。

一氧化碳通过呼吸道吸收进入人体。接触一氧化碳的常见机会:炼钢、炼焦等冶金生产;煤气生产;煤矿瓦斯爆炸;氨、丙酮、光气、甲醇等的化学合成;使用煤炉、土炕、火墙、炭火盆等;煤气灶或煤气管道泄漏;使用燃气热水器;汽车尾气;使用其他燃煤、燃气、燃油动力装备等。

## 2 中毒事件的调查和现场处理

现场救援时首先要确保工作人员安全,同时要采取必要措施避免或减少公众健康受到进一步伤害。现场救援和调查工作要求必须2人以上协同进行。

### 2.1 现场处置人员的个体防护

进入一氧化碳浓度较高的环境内(例如煤气泄漏未得到控制的事故现场核心区域,或者现场快速检测一氧化碳浓度高于  $1500\text{mg}/\text{m}^3$ ),须采用自给式空气呼吸器(SCBA),并佩戴一氧化碳报警器,防护服无特殊要求;进入煤气泄漏事故现场周边区域,未开放通风的生活取暖、汽车尾气等中毒事件现场,须使用可防护一氧化碳和至少P2级

别的颗粒物的全面罩呼吸防护器（参见GB2890-2009），并佩戴一氧化碳气体报警器；进入已经开放通风的生活取暖、汽车废气等现场时，对个体防护装备无特殊要求。现场处置人员在井下进行井下和坑道救援和调查时，必须系好安全带（绳），并携带通讯工具。

现场救援和调查工作对防护服穿戴无特殊要求。

医疗救护人员在现场医疗区救治中毒病人时，无需穿戴防护装备。

## 2.2 中毒事件的调查

调查人员到达中毒现场后，应先了解中毒事件的概况。

现场调查内容包括现场环境状况，气象条件，生产工艺流程，通风措施，煤炉、煤气灶、燃气热水器及其他（燃煤、燃气、燃油）动力装备以及煤气管道等相关情况，并尽早进行现场空气一氧化碳浓度测定。就事件现场控制措施（如通风、切断火源和气源等）、救援人员的个体防护、现场隔离带设置、人员疏散等向现场指挥人员提出建议。

调查中毒病人及中毒事件相关人员，了解事件发生的经过及中毒人数，中毒病人接触毒物的时间、地点、方式，中毒病人姓名、性别、中毒主要症状、体征、实验室检查及抢救经过等情况。同时向临床救治单位进一步了解相关资料（如事件发生过程、抢救过程、临床救治资料和实验室检查结果等）。

对现场调查的资料应作好记录，可进行现场拍照、录音等。取证材料要有被调查人的签字。

## 2.3 现场空气一氧化碳浓度的检测

一氧化碳的现场空气样品检测设备均带有采气装置，争取采集中毒环境未开放前的空气样品，必要时可模拟事件过程，采集相应的空

气样品。检测方法可使用 CO 检气管定性或半定量测定（附件 1），或使用不分光红外 CO 分析仪定量测定（附件 2，参照 GB 3095-1996，GB/T 18204.23-2000，GBZ/T 160.28-2004）。

## 2.4 中毒事件的确认和鉴别

### 2.4.1 中毒事件的确认标准

同时具有以下三点，可确认为急性一氧化碳中毒事件：

- a) 中毒病人有一氧化碳接触机会；
- b) 中毒病人短时间内出现以中枢神经系统损害为主的临床表现；
- c) 中毒现场空气采样一氧化碳浓度增高，和/或中毒病人血中碳氧血红蛋白（HbCO）浓度大于 10%。

### 2.4.2 中毒事件的鉴别

与急性硫化氢、二氧化碳、氮气、甲烷和氰化氢中毒事件相鉴别，同时要注意是否存在混合窒息性气体中毒事件。

## 2.5 现场医疗救援

现场医疗救援首要措施是迅速将病人移离中毒现场至空气新鲜处，松开衣领，保持呼吸道通畅，并注意保暖。有条件应尽早给予吸氧。当出现大批中毒病人时，应首先进行检伤分类，优先处理红标病人。

### 2.5.1 现场检伤分类

a) 红标，具有下列指标之一者：

昏迷；呼吸节律改变（叹气样呼吸、潮式呼吸）；休克；持续抽搐。

b) 黄标，具有下列指标之一者：

意识朦胧、混浊状态；抽搐。

c) 绿标，具有下列指标者：

头昏、头痛、恶心、心悸、呕吐、乏力等表现。

d) 黑标，同时具有下列指标者：

意识丧失，无自主呼吸，大动脉搏动消失，瞳孔散大。

### 2.5.2 现场医疗救援

对于红标病人要保持复苏体位，立即建立静脉通道；黄标病人应密切观察病情变化。出现反复抽搐、休克等情况时，及时采取对症支持措施。绿标病人脱离环境后，暂不予特殊处理，观察病情变化。

### 2.5.3 病人转运

中毒病人经现场急救处理后，尽可能转送至有高压氧治疗条件的医院进行治疗。

## 3 中毒血液样品的采集和检验

### 3.1 采集样品的选择

最好采集病人中毒 8h 内的血液；死亡病人可采集心腔内血液，可不受时间限制。

### 3.2 样品的采集方法

#### 3.2.1 碳氧血红蛋白定性测定法

采集 1ml 静脉血放入肝素抗凝试管中密封保存。

#### 3.2.2 碳氧血红蛋白的分光光度法

用采血吸管取末梢血约 10 $\mu$ l 直接注入小玻璃瓶中（小玻璃瓶事先加入 5g/L 肝素溶液 40 $\mu$ l），立即加帽，旋转混匀，密封保存。对死亡病人，用注射器抽取心腔血液 5ml 直接注入肝素抗凝的试管中，立即混匀，密封保存。

注意：采集容器大小以放入血液样品后只保留少量空间为宜，以防止留置过多空气干扰检测结果。

### 3.3 样品的保存和运输

血液样品置于冷藏环境中保存和运输，样品采集后应尽快检测，最好在 24h 内完成。

### 3.4 推荐的实验室方法

#### 3.4.1 碳氧血红蛋白的定性测定（附件 3）

#### 3.4.2 碳氧血红蛋白的定量测定

血中碳氧血红蛋白的分光光度测定方法（参见 GBZ 23-2002）。

## 4 医院内救治

### 4.1 病人交接

中毒病人送到医院后，由接收医院的接诊医护人员与转送人员对中毒病人的相关信息进行交接，并签字确认。

### 4.2 诊断和诊断分级

救治医生对中毒病人或陪护人员进行病史询问，对中毒病人进行体格检查和实验室检查，确认中毒病人的诊断，并进行诊断分级。

#### 诊断分级

##### a) 观察对象

出现头痛、头昏、心悸、恶心等症状，吸入新鲜空气后症状可消失。

##### b) 轻度中毒 具有以下任何一项表现者：

i 出现剧烈的头痛、头昏、四肢无力、恶心、呕吐；

ii 轻度至中度意识障碍，但无昏迷者。

血液碳氧血红蛋白浓度可高于 10%。

##### c) 中度中毒

除有上述症状外，意识障碍表现为浅至中度昏迷，经抢救后恢复

且无明显并发症者。血液碳氧血红蛋白浓度可高于 30%。

d) 重度中毒 具备以下任何一项者：

i 意识障碍程度达深昏迷或去大脑皮层状态；

ii 病人有意识障碍且并发有下列任何一项表现者：

脑水肿；休克或严重的心肌损害；肺水肿；呼吸衰竭；上消化道出血；脑局灶损害如锥体系或锥体外系损害体征。

血液碳氧血红蛋白浓度可高于 50%。

### 4.3 治疗

接收医院对所接收的中毒病人确认诊断和进行诊断分级后，根据病情的严重程度将病人送往不同科室进行进一步救治。观察对象可予以留观，轻、中度中毒病人收住院治疗，重度中毒病人立即给予监护抢救治疗。

#### 4.3.1 改善脑组织供氧

a) 氧疗：可采用鼻导管或面罩给氧。条件允许时，中、重度急性一氧化碳中毒病人及时进行高压氧治疗。

b) 亚低温疗法：对中、重度中毒病人可采用冰帽、冰毯等物理降温措施，并可根据病情，结合采用人工冬眠疗法。

#### 4.3.2 脑水肿治疗

a) 脱水剂：可给予甘露醇快速静脉滴注，如果出现肾功能不全，可静脉滴注甘油果糖，与甘露醇交替使用。

b) 利尿剂：一般给予呋塞米（速尿），根据病情确定使用剂量和疗程。

c) 肾上腺糖皮质激素：宜早期、适量、短程应用。

#### 4.3.3 其他对症支持治疗

加强营养支持，改善脑细胞代谢，维持水、电解质与酸碱平衡，防治继发感染，出现肺水肿、休克、反复抽搐、呼吸衰竭者，及时给予相应的对症支持治疗措施。

迟发性脑病尚无特效治疗方法，一般采用高压氧疗法及应用改善脑微循环和促进神经细胞恢复的药物。鼓励病人进行适当的活动，并进行康复锻炼。

## 5 应急反应的终止

中毒事件的危险源及其相关危险因素已被消除或有效控制，未出现新的中毒病人且原有病人病情稳定 24h 以上。

## 附件 1:

### CO 检气管定性或半定量检测空气中的一氧化碳

#### 1 适用范围

空气中一氧化碳定性或半定量检测。

#### 2 原理

将用适当试剂浸泡过的多孔颗粒状载体填充于玻璃管中制成,当被测气体以一定流速通过此管时,被测组分与载体表面的试剂发生显色反应,根据生成有色化合物的颜色深度或填充柱的变色长度确定被测气体的浓度。

不同反应原理的检气管,颜色变化不同,参见检气管说明书。

#### 3 检气管的特性

##### 3.1 测量范围: 可选用以下两种检气管

低浓度 (10 ~ 200) mg/m<sup>3</sup>。

高浓度 (200 ~ 5000) mg/m<sup>3</sup>。

3.2 准确度: 当测试气体浓度在检气管测定范围的 1/3 以下时,测定值的相对误差应在 ± 35% 以内; 当测试气体浓度在检气管测定范围的 1/3 以上时,测定值的相对误差应在 ± 25% 以内。

3.3 精密度: 10% ~ 15%。

3.4 检出限: 10mg/m<sup>3</sup>。

3.5 环境湿度: ≤ 85%RH。

3.6 环境温度: 0℃ ~ 35℃。

3.7 干扰: 乙炔对测定 CO 有干扰。苯和硫化氢在极限阈值内无干扰。

3.8 全程测定时间: ≤ 3min。

3.9 检气管为一次性产品, 一年有效期。



#### 4 试剂和仪器

检气管、采样器。

#### 5 操作步骤

5.1 割断检测管两端封口。

5.2 将检测管插在采样器进气口上，注意进气方向。

5.3 拉动采样器采气 100ml，将采气手柄拉至 2 挡，待检测管中指示颜色终止，即可从色柱所指示刻度，读出数据。

#### 6 质量控制

检气管使用要严格按照使用说明书操作，尤其是注意采样时间及检气管的有效期。采气时平行测定同一样品至少 4 次，拉动采样器手柄时用力要均匀，以免读数时界面不均匀清晰。

## 附件 2:

### 不分光红外法快速定量测定空气中一氧化碳

#### 1 适用范围

空气中一氧化碳定量检测。

#### 2 原理

基于朗伯-比尔定律，气体对红外线有选择性吸收的原理设计而成。

#### 3 方法重要参数

3.1 测量范围： $(0.1 \sim 100.0) \times 10^{-6} \text{CO}$ 。

3.2 重复性： $\leq 1\% \text{ F.S.}$ 。

3.3 预热时间：10min。

3.4 响应时间： $\leq 30\text{s}$ 。

3.5 稳定性：零点漂移  $\leq \pm 2\% \text{ F.S./h}$ 。

3.6 跨度漂移  $\leq \pm 2\% \text{ F.S./3h}$ 。

3.7 线性度： $\leq \pm 2\% \text{ F.S.}$ 。

3.8 最低检出浓度： $0.1 \times 10^{-6}$ 。

3.9 干扰误差：对  $2000\text{ppmCO}_2$   $\leq \pm 2\% \text{ F.S.}$ 。

3.10 环境温度： $0^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。

3.11 环境湿度： $< 85\% \text{RH}$ 。

3.12 电源：交流用 220V 市电，直流为内置的 6V 可充电电池供电。

3.13 仪器寿命：不低于 5 年。

#### 4 仪器与试剂

不分光红外 CO 分析仪，CO 标准气。

#### 5 操作步骤

按照仪器说明书进行操作。

## 6 质量控制

零点变化不大时不必经常调整，终点也不必经常校准，经常使用时一周校一次即可，如发现每次终点变化不大则可更长时间进行校准。

6.1 仪器不用时，要将过滤器接在仪器入口与出口处（调零状态），使气路密闭既可保护气室，又可防止空气中的 CO 使霍加拉特失效。

6.2 校准气在用过后，一定要将总阀关紧，以防漏气。

6.3 过滤器两头装有定性滤纸，以防尘。如滤纸受潮板结后，会将气路堵塞，所以发现后需要更换。取样手把中装有脱脂棉，受湿板结后可更换，只需极少量脱脂棉均匀拉松装入手把内，太多脱脂棉会影响进气量。

6.4 过滤器中的霍加拉特（黑色）是 CO 吸收剂，长期使用后会效力降低失活，此时会出现用过滤器循环回零缓慢或不能回零，需要更换霍加拉特，或用 N<sub>2</sub> 气反吹。如使用得当一般可用半年以上，甚至一年以上。

6.5 每次测定时应连续读数至少 4 次，取其平均值上报结果。

## 附件 3:

# 碱化法定性测定碳氧血红蛋白

## 1 适用范围

用于一氧化碳中毒病人血中 HbCO 浓度的定性测定。

## 2 原理

一氧化碳中毒病人的血液与碱性试液混合后,液体颜色呈淡红色不变,无 HbCO 的正常人血液与试液混合物的颜色呈稻草黄色。

## 3 仪器和试剂

3.1 常规试管,吸管等。

3.2 蒸馏水。

3.3 NaOH 溶液 2.5mol/L (10%)。

## 4 方法

取试管 2 支,各加蒸馏水 5ml,一支管加病人全血 20 $\mu$ l 混匀,另一支管中加健康不吸烟者的血 20 $\mu$ l (阴性对照)。再将各管分别加入两滴 NaOH 溶液,立即混匀。

## 5 终点判定标准

将各管混匀后,判定本试验终点的开始时间为 30s ~ 1min. 并观察到 5min。

5.1 颜色由粉红色立即转变为稻草黄色为阴性(-)。

5.2 由粉红色变为淡淡粉红色为可疑( $\pm$ )。

5.3 粉红色持续一定时间为阳性(+)

5.4 混匀后变为红色并持续一定时间为强阳性(++)。

## 6 说明

6.1 应立即观察结果(开始观察时间 30s ~ 1min),放置时间过长(5min

以上)会影响观察结果的准确性。

6.2 同时采健康不吸烟者的血样作为阴性对照,与病人样品同时测定,比较结果。

6.3 急性一氧化碳中毒存活病人脱离中毒环境 8h 以上者, HbCO 浓度一般不超过 10%时,定性检测有可能出现阴性结果。

6.4 吸烟者血中碳氧血红蛋白的含量可达 4%以上,连续吸烟完全可以使血碳氧血红蛋白呈现弱阳性结果。

6.5 血中大量的 HbF (胎儿血红蛋白)会干扰,呈假阳性。本试验终点的开始时间为 30s ~ 1min,并观察到 5min。这样即可排除由于 HbF 含量增高造成的假阳性。