半導體氣體

台中榮總 急診部毒物科
胡松原 醫師

簡介

- 半導體氣體
  - 化學反應中可提供氫陰離子(H^-)，為強還原劑
  - 室溫常壓下為無色氣體
  - 所有半導體氣體也是刺激性氣體
  - 也是一種單純性窒息劑
  - 皆為可燃，並在空氣中形成易爆炸的混合物
    - 二硼烷(Diborane)具備高能量，用做火箭發射的燃料

暴露途徑

- 吸入
- 皮膚和黏膜

毒物致病機轉

- 刺激性氣體
- 單純性窒息劑
- 砷化氫(Arsine)和磷化氫(Phosphine) 具有很強的系統性毒性

毒物致病機轉

- 砷化氫(Arsine)
  - 可直接傷害腎小管
  - 引起嚴重的溶血性貧血→導致色素腎病變和急性腎衰竭
    - 可能是與Glutathione結合而耗損細胞的Glutathione

    註：Glutathione為維持紅血球細胞膜完整的重要還原物質。

毒物致病機轉

- 磷化氫(Phosphine)
  - 妨礙氧化磷酸化作用，導致ATP缺乏→「細胞能量破產」
  - 干擾氨基酸合成心肌蛋白，使心臟收縮力減弱→心因性休克
  - 使週邊的小動脈擴張→分佈性休克
  - 直接傷害肺泡微血管膜→非心因性肺水腫和低血氧

症狀

- 呼吸系統
  - 砷化氫(Arsine)→輕微的呼吸道刺激的症狀
  - 二硼烷與矽甲烷→高度水溶性
  - 磷化氫(Phosphine) →輕度水溶性

  低血氧的影響
    - 呼吸快速→呼吸過緩而漸至呼吸停止(抑制呼吸中樞)

症狀

- 心臟血管系統
  - 所有半導體氣體→直接傷害呼吸系統而造成低血氧
  - 砷化氫(Arsine)→導致嚴重的溶血性貧血
  - 磷化氫(Phosphine)
    - 心因性休克
    - 分佈性休克
    - 非心因性肺水腫和低血氧

  低血氧的影響
    - 初期心跳加快的代償作用→心搏過速的心律不整脈
    - 胸痛
    - 心電圖上出現T 波倒置
    - ST 段的下降或上升
    - 可能嚴重缺氧而導致心肌梗塞和心搏停止

症狀

- 神經系統
  - 所有半導體氣體都具有類似刺激性氣體的傷害→低血氧，間接影響神經系統
  - 加重低血氧的因素：
    - 砷化氫(Arsine)會造成溶血性貧血
    - 磷化氫(Phosphine)
      - 干擾氧化磷酸化的過程→細胞能量破產
      - 直接引起心因性和分佈性休克

  低血氧的影響
    - 初期會使病患表現焦慮、煩亂、混亂
    - 最後可能導致抽搐(Seizure)、意識不清、昏迷、死亡

症狀

- 皮膚和黏膜
  - 眼睛燒灼痛反射性關閉，造成眼睛除污的困難
  - 砷化氫(Arsine)中毒的病患
    - 初期：蒼白(溶血性貧血)
    - 晚期：黃膽(血紅素分解成為膽紅素)

  低血氧的影響
    - 發紺和刺激交感神經系統興奮→盜汗、濕冷及蒼白
- 胃腸系統
  - 不直接影響消化道，且其沸點很低，不易口服暴露

症狀

- 肝臟
  - 磷化氫(Phosphine) →肝細胞壞死→GOT/GPT上升、黃疸及凝血功能異常
  - 長時間的缺氧，會導致肝臟損傷和肝細胞壞死，GOT/GPT的升高和PT延長的凝血病變的徵象
- 泌尿生殖系統
  - 砷化氫(Arsine)
    - 直接傷害腎小管細胞
    - 大量溶血，導致色素腎變病(Pigment nephropathy)
  - 長時間的缺氧會導致急性腎小管壞死→急性腎衰竭。

主要侵犯的目標

身體部位	主要侵犯的目標
Airway(呼吸道)	○ (Diborane & Silane)
Breathing(呼吸)	○ (Phophine)
Cardiovascular(心臟血管)	○ (Phophine & Arsine)
Disability(神經系統)	○ (Phosphine)
Elimination(肝臟及腎臟)	○ (Phosphine & Arsine)

治療

- 除污
- 初步檢視和復甦

除污

- 基本原則是：「將病患救離暴露源，並清除身上之有毒物質。」
  - 呼吸的除污
  - 皮膚的除污
  - 眼睛的除污

除污-呼吸的除污

- 最重要是將病患救離暴露源，給予適當換氣和氧氣供給。

除污-眼睛的除污

- 儘快且持續的沖洗，才能使眼睛的傷害降到最低。
  - 應立即除去隱形眼鏡，並用大量的清水或生理食鹽水持續沖洗結膜囊
  - 在運送途中和到達醫院時仍應持續沖洗。
  - 若情況不允許，應在現場沖洗20分鐘以上。
  - 除污更方便、徹底→Proparacaine等眼睛局部麻醉藥、鼻套管(Nasal cannula)、Morgan Lens。

除污-皮膚的除污

- 不需要

初步評估及處置

- A = Airway(呼吸道)
  - 評估並維持呼吸道的暢通，及必要時的頸椎固定。
- B = Breathing (呼吸)
  - 評估並維持適當的換氣和氧氣供給。
- C = Cardiovascular (心臟血管)
  - 評估並治療心律異常和休克的問題。
    - 砷化氫(Arsine)中毒引起大量溶血→輸血
    - 磷化氫(Phosphine) 中毒而導致心臟收縮衰竭和分佈性休克時 →Dopamine
- D = Disability (Nervous System) (神經系統)
  - 反覆評估病患的意識，並注意昏迷或抽搐可能是血糖過低、頭部外傷等其它因素所導致，而非因中毒。
- E = Exposure (暴露)
  - 評估病患是否有二次污染之虞，對於眼睛暴露的病患，應持續的沖洗，並徹底檢查是否有拌隨的創傷及燒傷。
    - 因半導體氣體為強還原劑，易燃且易爆，若病患遭受火災或爆炸時，身上高熱、已熔化或燒焦的衣物必須除去，並詳細檢查身上的創傷或燒灼傷。

中毒救命 *1 2 3*

***1* 除污**

***2* 救命術**

***3* 解毒劑**

中毒救命123

- ***1* 除污**
  - 主要是吸入性的暴露，故二次污染的可能性低
  - 將病患救離暴露來源，給予適當換氣和充足的100% 氧氣
  - 若眼睛有刺激性症狀，應立即且持續地沖洗除污。

中毒救命123

- ***2* 救命術**
  - 當病患出現低血氧或上呼吸道阻塞的徵象時，應儘快給予氣管內插管。
  - 當砷化氫(Arsine)中毒引起大量溶血時，應給予病患輸血治療。
  - 磷化氫(Phosphine) 中毒而導致心臟收縮衰竭或分佈性休克時，可給予如 Dopamine 等之強心劑。
  - 若病患遭受火災或爆炸，應除去身上高熱、已熔化或燒焦的衣物，並詳細檢查身上的創傷或燒灼傷。

中毒救命123

- ***3* 解毒劑**
  - 無
  - 砷化氫(Arsine)中毒病患，若有明顯溶血現象，有學者建議可以考慮血漿置換術，尤其是游離血紅素超過1.5g /dL 時。
    - 尚未證實有效

謝 謝