

栄養・健康科学シリーズ
公衆衛生学

労働衛生（産業保健）

金属中毒

ガス中毒

静岡県立大学教授
公衆衛生学

荒川 泰昭

E. ガス中毒

1 一酸化炭素中毒（carbon monoxide poisoning）

a. 発生職場

①有機物の熱分解・燃焼時の不完全燃焼により生ずる，②石炭・コークス燃料からの排気ガス，③ガソリンエンジンからの排出ガス，④災害：炭坑の爆発事故，火災時。

b. 生体侵入経路

経気道。

c. 生体内動態

- (1) 血中に入り，酸素との分圧の差に応じて速やかに解離され，体外へ排泄される。
- (2) 重金属中毒のような蓄積による発症はない。

d. 発症要因と機序

- (1) **内窒息**が発症の本態である。
- (2) 吸入された一酸化炭素は血液中ヘモグロビンと結合し，**一酸化炭素ヘモグロビン**（COHb）をつくる。
- (3) ヘモグロビンの一酸化炭素との親和性：酸素との親和性の250～300倍。
- (4) 血液の組織への酸素運搬能力を阻害する。
- (5) 組織中酸素量の減少（**内窒息**）。
- (6) 重症の中毒による後遺症の原因：**脳の病変**（大脳皮質，視床下部，線状体，淡蒼球が侵される），**心筋の病変**が主。

e. 症状と診断

- (1) 急性中毒：①血液中 COHb 濃度に対応した症状が現れる。血液中 COHb 濃度と症状との関係を表 12-9 に示す。②特徴：酸素欠乏の影響を強く受ける脳の症状が最も速やかに，また激しく現れる。
- (2) 後遺症：急性症状回復後もなお残存する症状。
 - ①**精神神経症状**（人事不省，意識障害，激頭痛，記憶力減退，健忘性，錯乱，視野狭窄，失語症），②**心筋の病変**（心臓弁膜症，心筋の出血，心内膜炎）。

表 12-9 血液中 COHb 濃度と中毒症状

COHb 濃度 (%)	中毒症状
0~10	ほとんど認められない
10~20	軽い頭痛, 皮膚血管の拡張
20~30	頭痛, 側頭部脈動
30~40	激しい頭痛, 眩暈, 吐き気, 嘔吐, 視力低下, 精神神経障害 (判断力減退, 記憶力減退など)
40~50	上記症状の増強, 呼吸数増加, 脈拍数増加, 下肢あるいは全身の脱力感, 虚脱
50~60	痙攣, 昏睡
60~70	痙攣, 昏睡
70~80	呼吸停止, 死亡

- (3) 慢性中毒：軽い急性中毒の繰り返しにより中枢神経系に高度障害を引き起こす。頭痛, 眩暈, 疲れやすさ, 無気力, 睡眠障害, 記憶・記憶力減退, 判断力減退, 視野異常 (色視野狭窄, 中心暗点など)。
- (4) 診断：上記症状のほか, 血液中一酸化炭素ヘモグロビン濃度の定量が有効。

f. 治療

- (1) 新鮮な空気の所へ移せば, 24 時間後には症状はほとんど自然回復する。
- (2) 後遺症の大部分も数日あるいは数ヶ月の間に消失する。

g. 予防と健康管理

- (1) 特定化学物質等障害予防規則での第 3 類物質に指定されている。
- (2) 同規則に基づく作業環境の管理ならびに作業者の健康管理, 衛生教育の実施が行政指導されている。
- (3) 許容濃度：50 ppm (日本産業衛生学会, ACGIH)。

2 シアン化水素中毒 (hydrogen cyanide poisoning)

a. 発生職場

アクリロニトリルの合成, シアン塩の製造, 船・ビル・果樹・食品類の燻蒸ならびに含窒素有機物質の熱分解・燃焼時に発生。

b. 生体侵入経路

経気道, 経皮, 経口。

c. 生体内動態

- (1) 吸収後、シアンイオン (CN^-)が遊離する。
- (2) これが酵素金属（とくに鉄，銅）と強く結合する。
- (3) シアンイオンと酵素金属との結合は可逆的。
- (4) 曝露を絶つと，シアンイオンは金属から離れ，肝，腎のチオ硫酸と反応し，チオシアンイオン（低毒性化）となり，尿中に排泄。
- (5) シアンイオンは含硫アミノ酸（例えばシステイン）によっても無毒化され，尿中排泄される。

d. 発症要因と機序

- (1) **内窒息**が発症の本態である。
- (2) シアンイオンが呼吸酵素中の金属と結合し，酵素活性が失活することによって，組織呼吸の酵素利用が阻害される（内窒息）。
- (3) とくに，3価の鉄を有するチトクロームオキシダーゼやメトヘモグロビンとは容易に結合し，その酵素活性を阻害する。
- (4) 水溶性でかつ吸収が速いので経皮でも容易に中毒症状を呈す。

e. 症状と診断

- (1) 急性中毒：①低濃度曝露では眩暈，頭痛，脱力，悪心，不安感，振戦，②高濃度曝露では**皮膚紅潮**，**喘鳴**，**振戦**，意識障害，**全身痙攣**，呼吸停止，死亡，③100～150 ppm：30～60分間の吸入で生命の危険あり，300 ppm以上：瞬時に死亡。
- (2) 慢性中毒：産業の場での知見なし。
- (3) 診断：上記症状のほか，**血清中および尿中チオシアンイオン**の検出，尿中ウロビリノーゲンの検査が有効。

f. 治療

早期，亜硝酸ソーダまたは亜硝酸アルミの投与，ならびにチオ硫酸ソーダの投与。

g. 予防と健康管理

- (1) 特定化学物質等障害予防規則での第2類物質に指定されている。
- (2) 同規則に基づく作業環境の管理，ならびに作業者の健康管理，衛生教育の実施が義務づけられている。
- (3) 許容濃度：10 ppm（経皮吸収に注意）（日本産業衛生学会，ACGIH）。

③ 硫化水素中毒 (hydrogen sulfide poisoning)

a. 発生職場

硫黄鉱、硫化鉱の精錬、石油精製、セロファン、ビスコースレーヨン、パルプの製造、化学薬品、染料、色素の製造における硫化工程、下水道、ごみ廃棄場、古井戸での有機物の発酵などにより発生。

b. 生体侵入経路

経気道、わずかに経皮。

c. 生体内動態

大部分は硫酸塩として尿中へ排泄。

d. 発症要因と機序

- (1) 局所刺激性大。
- (2) 刺激作用による局所障害（粘膜刺激が主）。
- (3) 呼吸器系からの吸収による全身性中毒。
- (4) 呼吸停止が特徴的（頸動脈洞の刺激による反射性の麻痺による）。

e. 症状と診断

- (1) 急性中毒：①曝露濃度が 700 ppm を超えると急性全身性中毒を起こす：**呼吸困難**，虚脱，昏睡，呼吸麻痺，② 1,000 ppm 以上では瞬時に呼吸停止し，死亡。
- (2) 亜急性中毒：70～700 ppm で眼および呼吸器系の**粘膜刺激による症状**が主。①接触刺激による**眼結膜**，**角膜の障害**（結膜炎，角結膜炎，点状角膜炎），②吸入刺激による呼吸器系障害（鼻炎，咽頭炎，気管支炎，肺水腫，気管支肺炎）。
- (3) 慢性中毒：急性中毒症状を呈しない程度の濃度による長期間曝露によって障害の発現をみる。眼結膜，角膜の障害，呼吸器系の障害（**慢性気管支炎**，**肺炎**），神経症状（多発性神経炎，脳症）。
- (4) 後遺症：神経症状（長期間の頭痛，発熱，痴呆症），循環器障害，歩行障害などが残ることあり。
- (5) 診断：上記症状のほか，**尿中硫酸塩**の定量が有効。

f. 治療

- (1) 急性中毒に対して：①速やかに新鮮な空気の所へ移す，②人工呼吸，③酸素吸入，④薬剤使用（強心剤，呼吸刺激剤，気管支拡張剤），⑤解毒剤使用（チオ硫酸ソーダ，グルタチオン）。

- (2) 亜急性中毒に対して：眼、皮膚など曝露局部を大量の水で洗浄する。

g. 予防と健康管理

- (1) 特定化学物質等障害予防規則での第2類物質に指定されている。
- (2) 同規則に基づく作業環境の管理、ならびに作業者の健康管理、衛生教育の実施が義務づけられている。
- (3) 許容濃度：10 ppm(日本産業衛生学会, ACGIH)。

4 フッ化水素中毒 (hydrogen fluoride poisoning)

a. 発生職場

フロンガス、メッキ、ガラス彫刻、金属・鋳造洗浄などの作業、殺虫剤、殺そ剤などの製造にかかわる職場。

b. 生体侵入経路

経気道、経皮、経口。

c. 発症要因と機序

- (1) 皮膚、粘膜に対して極めて著しい刺激作用と腐食作用を示す。
- (2) フッ化物は血中および組織中の Ca と結合する。

d. 症状と診断

- (1) 急性中毒：①経気道の場合は粘膜（眼、鼻、上気道、肺）に著しい**刺激症状**（咳、呼吸困難など）を起こす。②軽い咳、悪心に始まり、数時間後、鼻汁、嘔声、気管支肺炎、**肺水腫**、呼吸困難（呼吸促迫、チアノーゼ）などを誘発、③高濃度曝露では吸入直後から咳、息つまり、頭痛、呼吸困難、④経皮の場合は皮膚に火傷、深部組織に浸透し、骨膜や骨に障害、⑤経口の場合は食道、胃の疼痛、胃痙攣を起こす。
- (2) 慢性中毒：低濃度長期曝露で、骨には**骨硬化症**、歯には**斑状歯**を生ずる。
- (3) 診断：上記症状のほか、**尿中フッ素量**、尿中ウロビリノーゲン量、血中酸性ホスファターゼあるいはカルシウム量の測定が有効。

e. 治療

- (1) 新鮮な空気の所へ移して24～48時間経過を観察。
- (2) 咳が激しい場合は酸素吸入。
- (3) 薬剤：モルヒネ(10 mg)を使用（不安感除去、呼吸困難軽減のため）。
- (4) 呼吸器系の感染症には抗生物質を投与。
- (5) 皮膚付着の場合：冷水にて洗浄、酸化マグネシウム軟膏の塗布。

f. 予防と健康管理

- (1) 特定化学物質等障害予防規則での第2類物質に指定されている。
- (2) 同規則に基づく作業環境の管理，ならびに作業者の健康管理，衛生教育の実施が義務づけられている。
- (3) 許容濃度：3 ppm(特化則)。

⑤ 二酸化硫黄（亜硫酸ガス）中毒（sulfur dioxide poisoning）

a. 発生職場

硫化鉍の精錬，硫酸・亜硫酸ソーダの製造，製紙工業などの職場，冷凍，漂白，消毒に使用。

b. 生体侵入経路

経気道。

c. 生体内動態

吸入されると大部分は上気道に吸収される。

d. 発症要因と機序

- (1) 刺激作用による局所障害が主。
- (2) 水と結合して生成する亜硫酸ガスの作用による。
- (3) 局所刺激性大（粘膜刺激が主）。

e. 症状と診断

- (1) 急性中毒：①接触刺激による皮膚障害，眼結膜，角膜の障害，②吸入刺激による呼吸器系障害（鼻，咽喉，気管支の粘膜刺激），③長時間曝露では声門および肺浮腫，肺水腫，呼吸麻痺，死亡。
- (2) 慢性中毒：低濃度反復長期曝露で鼻咽頭炎，結膜炎，気管支炎，歯牙酸蝕症，アシドーシスなどを生ずる。
- (3) 診断：上記症状のなかでとくに①歯牙の変化，②呼吸器系の障害が特化則に基づく健康診断項目として行政指導されている。

f. 治療

- (1) 新鮮な空気の所へ移し，安静，保温。
- (2) 呼吸困難の場合：陽圧酸素呼吸。
- (3) 呼吸停止の場合：人工呼吸。
- (4) 気管支肺炎などの2次感染防止に抗生物質投与。
- (5) 眼の刺激には水洗，角膜潰瘍には抗生物質，ステロイド剤の使用。

g. 予防と健康管理

- (1) 特定化学物質等障害予防規則での第3類物質に指定されている。
- (2) 同規則に基づく作業環境の管理，ならびに作業者の健康管理，衛生教育の実施が行政指導されている。
- (3) 許容濃度：5 ppm(日本産業衛生学会)，2 ppm(ACGIH)。

6 二酸化窒素中毒 (nitrogen dioxide poisoning)

a. 発生職場

硝酸製造，金属類の硝酸洗浄，溶接・溶断作業，ロケット燃料の製造にかかわる職場。

b. 生体侵入経路

経気道。

c. 生体内動態

- (1) 吸入の場合：深部の肺胞に達し，強い刺激作用。
- (2) 体内への吸収率：80 %以上。
- (3) 吸収された NO_2 の大部分は NO_2^- となり， NO_3^- として排泄される。

d. 発症要因と機序

- (1) 気管支，肺胞を障害して，**遅発性肺水腫**，閉塞性繊維化細気管支炎 (bronchiolitis fibrosa obliterans, BFO) を起こす。
- (2) 血液に溶けて**メトヘモグロビン血症**となる。

e. 症状と診断

- (1) 低濃度反復長期吸入では咳，頭痛，食欲不振，**歯牙酸蝕**，慢性呼吸器疾患（末梢気道障害が特徴的）。
- (2) 高濃度吸入では流涙，咳，咽喉頭痛，胸部疼痛，呼吸困難，チアノーゼ，**線維性閉塞性細気管支炎**，**肺水腫**。

f. 治療

- (1) 絶対安静させ，経過観察（24時間以上）。
- (2) 呼吸困難の場合：酸素吸入，人工呼吸。
- (3) 炎症防止のため：ヒドロコルチゾンの吸入療法。
- (4) 感染防止のため：抗生物質投与。

表 12-10 ガス中毒

ガス	症 状	
	急 性	慢 性
一酸化炭素	頭痛、眩暈、視力低下、錯乱、意識消失、全身脱力感、痙攣、昏睡、呼吸停止、死亡	中枢神経系障害（頭痛、眩暈、記憶力減退、判断力減退、色視野狭窄、中心暗点）、心筋の病変
シアン化水素	頭痛、眩暈、皮膚紅潮、喘鳴、振戦、意識障害、全身痙攣、呼吸停止、死亡	
硫化水素	呼吸困難、虚脱、昏睡、呼吸麻痺、呼吸停止、死亡	粘膜刺激が主、眼結膜、角膜の障害（結膜炎、角結膜炎、点状角膜炎）、慢性気管支炎、肺炎
フッ化水素	皮膚・粘膜刺激（眼、鼻、上気道、肺）、鼻汁、嘔声、気管支肺炎、肺水腫、呼吸困難	骨硬化症、斑状歯
二酸化硫黄	皮膚・粘膜刺激（眼、鼻、上気道、肺）、反射的気管支狭窄、声門肺浮腫、呼吸麻痺、死亡	結膜炎、気管支炎、歯牙酸蝕症、アシドーシス
二酸化窒素	流涙、咳、胸痛、呼吸困難、チアノーゼ、線維性閉塞性細気管支炎、肺水腫	咳、頭痛、食欲不振、歯牙酸蝕症、末梢気道障害

g. 予防と健康管理

- (1) 作業環境の管理，作業者の健康管理，衛生教育など基本的事項の厳守。
- (2) 許容濃度：5 ppm(日本産業衛生学会)，上限値として 5 ppm (ACGIH)。

F. 有機溶剤中毒

1 有機溶剤中毒とは

有機溶剤共通の主な物理化学的性質は、

①脂溶性が高いこと，②揮発性が高いこと，である。この性質により，有機溶剤で非水溶性物質(油脂など)を溶解して，その溶質(溶解された物)を除去したり，その有機溶剤を揮発させてその溶質を回収したりすることができる。したがって，その用途は印刷，塗装，表面加工，接着，洗浄など多岐にわたる。有機溶剤を化学的に分類すれば，芳香族炭化水素類(ベンゼンなど)，塩化脂肪族炭化水素類(トリクロロエチレンなど)，アルコール類(メタノールなど)，ケトン類(アセトンなど)，エーテル類，エステル類などである。一般に，ハロゲン(塩素など)を多く含有する有機溶剤(四塩化炭素など)は爆発や火災などの危険性が小さい。

有機溶剤中毒予防のために，ベンゼンは**特定化学物質等障害予防規則**により，これ以外の 54 種の有機溶剤は**有機溶剤中毒予防規則**により管理が義務づけられている。この 54 種は第一種(クロロホルムはじめ 7 種)，第二種(トルエンはじめ 40 種)，第三種(ガソリンはじめ 7 種)に分類される。