

一氧化碳中毒之高壓氧治療

黃坤崙 醫師

三軍總醫院海底暨高壓氧醫學部

一、前言

一氧化碳中毒事件每年造成數百人的傷亡，若說一氧化碳是無形殺手，的確一點不為過。一氧化碳的危險性並不完全來自其的毒性，重要的是氣體本身無色無味無臭，除非以儀器偵測，否則很難察覺它的出現。一氧化碳雖然產生的是全身性的毒性，輕度至中度的中毒症狀是非特異性的，常常會在急診室被誤診為重感冒的合併症。一氧化碳中毒的治療必須使用高壓氧治療，然而並非每所醫院都有高壓氧設備，而且有設備的醫院也不一定提供急診高壓氧治療服務。所以，一氧化碳中毒不論是在預防、診斷、或治療上，都仍有許多精進的空間。

二、預防重於治療

一氧化碳的來源因國家和工業化的程度而有所不同。在工業化的都市，一氧化碳主要來源是汽車排出的廢氣。在歐美地區於車房內發動汽車引擎常常是造成一氧化碳中毒的主要致命原因。在中國大陸北方和韓國等地區，一氧化碳中毒的主要原因則是冬天於屋子內燒木頭或木炭取暖。在台灣地區則是以瓦斯熱水器安裝使用不當和蓄意燒炭自殺最為常見。

瓦斯燃燒不完全時會產生大量的一氧化碳。冬令時節居家門窗常常是緊閉的，若將熱水器安裝在室內，產生的毒氣將迅速的在房間內累積，造成中毒意外。但所謂的室內，並不限於浴室內。常常在急診室聽到一氧化碳中毒病人或家屬滿臉疑惑地抱怨，大都認為自己已經做到最完善的預防措施，不解為何還會發生這樣的意外。事實上瓦斯熱水器安裝在陽台未必就安全無虞。我們診療的病人中，有些是把陽台鋁門窗緊閉，卻打開陽台與浴室或是起居室之間的門窗，更使瓦斯不完全燃燒時產生的一氧化碳長驅直入，導致全家中毒事件。最令人扼腕的則是許多人仍稱一氧化碳中毒是瓦斯中毒，誤以為沒有瓦斯外洩就不會造成中毒；有人因此以瓦斯自動關閉裝置來預防一氧化碳中毒，有人更因為沒有聞到瓦斯臭味，就斷然排除一氧化碳中毒的可能。這些錯誤觀念若不及時導正，一氧化碳中毒事件的防治工作將難以落實。

近年來由於政府消防、氣象、醫療等單位的不斷宣導呼籲，因瓦斯不當使用所造成的一氧化碳中毒事件日漸減少。這原本是令人鼓舞的事；遺憾的是卻有一些人藉由燒炭引起的一氧化碳中毒自殺輕生。姑且不論自殺對家庭社會所造成的負面影響有多大，燒炭輕生常常是自殺未遂，卻留下行動困難甚至植物人等不同程度的後遺症。因此，雖然我們強調一但發現一氧化碳中毒事件必須立刻送往高壓氧治療醫院接受治療，另一方面我們更要一再提醒醫療人員及社會大眾，延遲送醫的一氧化碳中毒往往無法以高壓氧治療完全治癒。

三、一氧化碳的毒性作用

一氧化碳在體內會造成多重的毒性作用。一氧化碳和血紅素的結合力是氧氣的 200-250 倍。當空氣當中的一氧化碳濃度到達 50 PPM 以上時，吸入肺中的一氧化碳就會長驅直入到血液循環，將會抑制一半以上的血紅素，降低血液輸送氧氣的能力。其次，一氧化碳可使氧氣血紅素解離曲線向左移動者，阻止血紅素將所攜帶的氧氣釋放給組織利用，造成另一層次的組織缺氧。另外，一氧化碳也會嚴重阻斷細胞的能量製造機制，造成身體重要器官組織嚴重能量缺乏而受損。一氧化碳也會與粒線體內電子傳遞鏈中的細胞色素氧化酶及細胞色素 P-450，造成嚴重細胞內缺氧，抑制細胞最重要的能量物質-三磷酸腺苷(ATP)的合成。最後細胞將因能量缺乏而失去功能，甚至死亡。

一氧化碳中毒程度輕重取決於下列三個因素：(1)暴露環境的一氧化碳濃度；(2)暴露期間的活動程度；(3)暴露時間的長短。由於一氧化碳與血紅素的結合力高，當它由肺泡擴散到血液時，只有極少量的游離態分子存在於血漿中，所以幾乎不會達到飽和狀態。環境的一氧化碳濃度愈高，擴散速度愈快，愈多的血紅素受到影響，血液運送氧氣的能力愈差，組織缺氧愈嚴重。其次，所有的一氧化碳都是經由肺部吸入，所以呼吸愈快或換氣量愈大，吸入並吸收的一氧化碳量也就愈多，中毒當然會愈嚴重。也因此，暴露的時間愈久，一氧化碳中毒也就愈嚴重。

四、一氧化碳中毒的診斷

一氧化碳中毒的診斷應以病史和臨床症狀為主，通常詳細的病史詢問便能做出正確且快速的診斷；而配合臨床症狀做仔細的身體檢查更有助於決定適當的處置與治療。舉凡暴露在高濃度一氧化碳環境的時間長短、送醫所發花的時間、以及是否有同時服用藥物等等，都是非常重要的資料。身體檢查則必須著重在心肺功能、神經學檢查、以及外傷的診視等方面。病人意識狀況不但是中毒嚴重度的指標之一，也會影響到治療的選擇。對於昏迷的病人，必須放置氣管內管，以防病人嘔吐吸入異物，造成窒息死亡意外。因為一氧化碳中毒可能會引起心肌受損，甚至造成心臟衰竭和急性肺水腫，仔細的心肺聽診將有助於早期發現這些併發症。尤其是從火災現場救出的病人，常常合併有濃煙吸入或熱氣吸入所病發的急性肺損傷，也可由呼吸聽診診斷。一氧化碳中毒病人也時常會合併燒燙傷、壓傷及深部靜脈栓塞、以及撞擊血腫等外傷問題，可藉由身體檢查及早診斷。

一氧化碳中毒的臨床表徵較無特異性。一般而言，人體對於輕度缺氧是不會有明顯的反應，身體上也不一定會有不舒服的症狀。一氧化碳中毒早期是不易被察覺的，其所引起的症狀也無特異性，常常連醫師也很難在第一時間就診斷出來。舉凡頭痛及全身無力等感冒症狀或是噁心嘔吐等腸胃症狀，都可能是一氧化碳中毒的臨床表徵。但是，對氧氣依賴性極高的中樞神經細胞卻可能在持續缺氧過程中快速失去功能。根據統計資料顯示，一氧化碳中毒常見的臨床症狀中，還是以與神經功能受損相關的表徵為主(表一)。因此，要能從臨床症狀產生一氧化碳中毒的臆斷，臨床醫師必須要有極高的警覺性。

表一、一氧化碳中毒常見的症狀與表徵

症狀與表徵	病人比例 (%)	症狀與表徵	病人比例 (%)
頭痛	91	呼吸急促	40
頭暈	77	視力模糊	25
倦怠無力	53	胸悶	9
噁心	47	意識不清	6
注意力不集中	43	肌肉痙攣	5

資料整理出自 Myers and Snyder, 1985 及 Kindwall, 1994

臨床上診斷一氧化碳中毒常常會依賴抽血檢查血中一氧化碳血紅素(COHB)的含量。就理論而言，COHb 濃度愈高，表示中毒狀況愈深，組織缺氧狀況愈厲害，臨床症狀也應該愈嚴重。報告也顯示這兩者有高度的相關性(表二)。但是，臨床上常常會看到症狀嚴重的病人，其血中 COHb 的濃度並不見得相對增高。造成這現象的因素最常見的是延遲送醫，也就是說病人終止一氧化碳暴露一段時間後才就醫檢查，此時的一氧化碳已經逐漸從血中排除。一氧化碳既是與氧氣競爭結合血紅素，當吸入一氧化碳的量降低時，氧氣就會將血紅素再度搶救回來，回復它攜帶氧氣的功能。一般而言，當呼吸常壓空氣時，COHb 的半衰期(排除一半所需的時間)約為 5 小時；若呼吸純氧，則半衰期將縮短至約 80-90 分鐘。因此，若將所測得的 COHb 推算回暴露當時的血中濃度，則能可見到表二中所列，一氧化碳血紅素與臨床症狀嚴重度的相關性。

表二、一氧化碳血紅素與臨床症狀嚴重度

中毒嚴重度	一氧化碳血紅素	症狀與表徵
潛隱性	< 5%	無明顯症狀
輕度	5~10%	運動耐受性降低
中度	10~20%	頭痛、頭暈、大腦精細功能喪失
	20~30%	嚴重頭痛、煩躁不安、判斷力差、噁心
重度	30~40%	肌肉無力、胸悶、心臟不適
	40~50%	暈厥、意識模糊
	50~60%	崩潰驚厥、癱瘓
極重度	60~70%	重度昏迷、瀕死
	>70%	心跳呼吸停止

資料整理出自 Kindwall, 1994

除了 COHb 以外，實驗室診斷可測血中 pH、LDH、CPK、SGOT，因為這些都是細胞缺氧受損的指標。其次，適婚年齡女性病人應加測妊娠試驗。因為胎兒血紅素對一氧化碳的敏感度比成人血紅素高，更容易造成中毒缺氧。所以懷孕婦女應更積極接受高壓氧治療，以同時保護胎兒與母親。在完成這些血液檢查後，胸部 X 光檢查是進艙治療前必要的檢查。某些潛在性的肺部疾病可能會導致致命性的高壓氧治療併發症，例如氣胸或是腦部動脈空氣栓塞症。

五、高壓氧治療

體內一氧化碳的排除與病患所呼吸的氧氣成分有密切關係。一般空氣呼吸時，排除一半的一氧化碳所需的時間約為 5 小時；純氧氣呼吸則可縮短時間至約 80-90 分鐘。若給予高壓氧治療，則可更加速一氧化碳之排除，將時間縮短至 20 分鐘。救人如救火，在這分秒必爭的救護過程中，時間就是生命。二十分鐘與五小時不只是倍數的問題，可能也是「生與死」的差別。因此，在第一時間給予病患適切的治療，讓病況在最短的時間內獲得最有效的控制，是處理一氧化碳中毒事件的最高指導原則。

高壓氧治療一方面可加速將一氧化碳排出體外，另一方面可改善組織缺氧，可謂是「對症下藥—最佳的治療選擇」。若給予病人三大氣壓(ATA)的高壓氧治療，高壓艙內的氧氣壓力可提高到一般環境的 15 倍。病人在艙內接受治療時，可以增加血液中氧氣壓力及含量，提供缺氧組織足夠的氧氣，體內組織缺氧的問題立即獲得改善。所以一氧化碳中毒的病人常常在接受第一次治療時就逐漸清醒。其次，藉由高分壓氧氣增強其與一氧化碳對血紅素的競爭力，可加速血中 COHb 的清除，盡快恢復血液攜帶氧氣的功能。事實上，高壓氧最重要的作用應該是因為它可以加速粒線體內電子傳遞鏈中細胞色素氧化酶上結合的一氧化碳。粒線體內的氧氣分壓原本就非常低，甚至不及 10 mmHg。如此低的氧氣完全無法與一氧化碳競爭，導致細胞粒線體內的一氧化碳極其難以排除。唯有高壓氧治療提供組織細胞高分壓的氧氣，才可能改善細胞內缺氧，恢復粒線體製造 ATP 的重要功能。

高壓氧治療是有其危險性，所以不是所有懷疑一氧化碳中毒的病人都會給予高壓氧治療。當然，一般社會大眾只要懷疑有一氧化碳中毒的可能就應立即就醫，由醫師抽血檢查後判斷是否需要給於高壓氧治療。尤其是有慢性心肺疾病的病人，千萬不要認為沒有明顯症狀而忽略其潛在的後遺症危險性。若已確定是一氧化碳中毒的問題，則可依症狀判斷需不需要高壓氧治療。表三所列的高壓氧治療判斷依據乃是目前較被採用的通則；表四則針對某些特殊狀況分別規範其高壓氧治療的必要性。

表三、高壓氧治療之適應症

醫院設備	COHb	臨床症狀	處 置
設有高壓氧	>25%	有或無	高壓氧治療
	<25%	有	高壓氧治療
	<25%	無	常壓 100% 氧氣
無高壓氧設備	>40%	有或無	轉院接受高壓氧治療
	<40%	有	轉院接受高壓氧治療
	<40%	無	常壓 100% 氧氣

資料整理出自 Colignon and Lamy, 1986

表四、高壓氧治療之適應症

昏迷或任何一段時間意識喪失
 出現心肌缺血徵兆或心律不整
 呼吸純氧下症狀持續 4-6 小時
 一般病人 COHb > 40%
 懷孕婦女 COHb > 15%
 冠心症病人 COHb > 25%

資料整理出自 Myers and Snyder, 1985

一般而言，會到醫院求診必然已有些症狀出現，就應給予治療。血液檢查的一氧化碳血紅素濃度高低只能當做參考用。某些病人因為被發現送醫的時間稍晚，血中一氧化碳已逐漸排除殆盡而檢測不到，卻仍舊昏迷不醒，時常會造成診療上的延誤。事實上，這類病人身體細胞內還累積著大量的一氧化碳，更需要給予高壓氧治療，因為呼吸一般的氧氣很難加速細胞內一氧化碳的排除。其次，臨床上常常會面臨處理重症一氧化碳中毒的難題。一但中毒太深，病人可能失去意識，甚至造成心肺功能不穩定。一般醫院可能會向家屬解釋重症高壓氧治療的困難和轉院的危險性，而由家屬決定治療的方向。事實上，國內已有數家醫學中心具有在高壓氧艙內治療重症病人的能力，醫療人員應有責任提供家屬轉院治療的資訊，以免錯失治療的時間。

六、結論

一氧化碳是無形殺手，每年造成數百人的傷亡。隨著偵測儀器的普及和適時的宣導，一氧化碳中毒的預防成效是可期的。若不幸發生一氧化碳中毒，儘快就醫是民眾必須知曉的常識。醫護人員則應該對這問題有深入的了解，並且有高度的警覺性，才能在第一時間做出正確的診斷。高壓氧治療是一氧化碳中毒最有效的治療。醫療人員應依據病人中毒嚴重程度以及醫院高壓氧治療能量的高低，決定適當的處置方式。不論是高壓氧治療、轉院治療、或是呼吸常壓氧氣，都應以提供病人最佳醫療服務為考量。

參考文獻：

- Colignon M and Lamy M. Carbon monoxide poisoning and hyperbaric oxygen therapy. In: Schmutz J (ed) Proceedings of the 1st Swiss symposium on hyperbaric medicine. Foundation for Hyperbaric Medicine, Basel, pp 51-68, 1986.
- James PB and Jain KK. Carbon monoxide and other tissue poisons. In: Jain KK (ed) Textbook of Hyperbaric Medicine, 3rd ed, pp 154-187, 1999.
- Myers RAM, Snyder SK, Emhoff TA, et al. Subacute sequelae of carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 14:1163-1167, 1985.