

## 高壓氧治療動脈氣栓塞個案實例報告及文獻探討

吳惠如技術師 1、廖偉志1, 2、夏德椿1, 2

中國醫藥大學附設醫院 高壓氧治療中心 1,

中國醫藥大學附設醫院 內科部 胸腔暨重症系 2

### 一、案例分析：

一位42歲家庭主婦，近兩年有月經疼痛、月經異常、出血量多、貧血病史，常有下腹部脹痛及便意感，但在月經期間卻有便秘情況，經由腹部超音波檢查發現子宮肌瘤（6.1公分x4.4公分），胸部X光檢查正常，心電圖檢查亦正常，故安排經由子宮頸電刀作切除肌瘤手術TCR-M(Transcervical resection-Myomectomy)。TCR-M是在靜脈注射全身麻醉下執行，以生理食鹽水灌入子宮將子宮腔撐起，剪刀透過子宮鏡的working channel 用以剪下肌瘤，手術開始監測生命徵候：心跳每分鐘60下、血壓：100/50-90/45mmhg、經皮測氧（SPO2）為100%，呼氣末二氧化碳（PETCO2）（End tidalCO2）：25-29mmhg，在手術當中測得經皮測氧(SPO2)：96%-69%、呼氣末二氧化碳（PETCO2）：25-13mmhg、心跳每分鐘78-100下、血壓不穩、隨即病患有低血氧狀況發生，呼吸呈現肺泡換氣不足，擴散障礙，很快因缺氧而陷入昏迷，從經食道心臟超聲波檢查(TEE)顯示在作TCR-M手術時有氣體栓塞於心臟的左心室內(如圖一)。在呼吸器使用下，全氧供給及液體供給。會診胸腔科醫師，急作高壓氧治療。整個的治療時程，以三大氣壓時間九十分鐘，艙內全程以呼吸器使用百分之百氧氣，並有陪艙護理人員隨艙在艙內照護病患，病患經過一次高壓氧治療後，從昏迷狀態轉而清醒，當日進入加護病房密切觀察，隔日病情穩定，拔除呼吸器轉入一般病房，且無神經方面的後遺症產生。

### 二、前言：

氣體栓塞(Gas embolism)是空氣或氣體栓塞時出現氣泡進入動脈、靜脈或毛細血管，導致血流量減少和因氧氣不足到身體各部位受影響。如果不是致命的，氣體栓塞可導致嚴重的、長期和不可逆轉的身體和精神殘疾。四肢可能發生無力或癱瘓，視力受到損害，或是腦、心臟、肺臟和其他器官的損害亦可能發生的。輕者可能需要拐杖走路，嚴重殘疾的，可造成需以輪椅代步或臥床不起。這些可能是永久性的，並會嚴重影響生活品質(1)。在臨床醫療工作中，有些情況下可發生空氣栓塞，如心血管鏡手術、胸腔外科手術、子宮內手術(包括引產、人工流產)、分娩、需要注射空氣的操作(人工氣胸氣腹空氣造影)、血液透析、靜脈輸液等。在高壓環境下，減壓不當所導致的減壓病(decompression illness)，其本質也是氣體栓塞。

高壓氧已經證明，可以減少氣泡的大小阻礙血流。所增加的壓力可以在高壓艙內減少氣泡尺寸，且以呼吸器驅動百分之百的氧氣進入身體治療方案，而高

壓氧亦可沖刷掉惰性氣體所形成的泡沫。當氣泡較小或被解決掉時，血流量恢復。含氧組織恢復正常，然後接受更高濃度的氧氣。另一方面是氣體栓塞時，血管受阻的氣泡可能會洩漏到周圍的組織液導致腫脹。高壓氧可以進一步降低腫脹組織的血流量。當血流量恢復後，局部腫脹會消退，並立即恢復細胞的氧含量。(2.3)

此案例為子宮內手術過程因空氣栓塞引起呼吸衰竭，在使用呼吸器同時進行高壓氧治療，藉由此個案在使用呼吸器的患者接受高壓氧治療時，陪艙護理人員應如何照護病患及對空氣栓塞病例有更深入的了解。

### 三、病理生理學

在醫源性氣體栓塞症(Iatrogenic gas embolism)的病例中，空氣是被負壓吸入靜脈，或在壓力下被擠入靜脈或動脈。當空氣緩慢注入時，肺通常對直徑大於22 $\mu\text{m}$ 的氣泡有過濾作用。氣泡在血液裡介面(alveoli-capillary membrane)有很大的表面張力，以致氣泡難以被破壞而沿毛係血管運行。當多於1.5-3ml/kg的空氣注入時則超過了肺的過濾能力，引起空氣經左心進入動脈循環而造成空氣栓塞，直至阻塞直徑為30-60 $\mu\text{m}$ 的小動脈。

氣體栓塞症可以分為兩大類：動脈氣體栓塞症(arterial gas embolism)和靜脈氣體栓塞症(venous gas embolism)，主要是以氣體進入的機轉和氣泡最後栓塞的位置來決定。

#### 一)動脈氣體栓塞症 (AGE, arterial gas embolism)

在臨床上少見，卻需要立即處理。動脈空氣栓塞會有致命的後果，特別是當冠狀動脈或腦循環有空氣栓塞，這種情況較常發生在心臟手術與使用體外循環時；氣泡阻塞住末端動脈，造成組織的缺氧(hypoxia)和缺血(hypoxemia)。例如，當栓塞發生在冠狀動脈時，可能會造成心肌梗塞、心律不整、心臟衰竭、心搏停止和低血壓等。

#### 二)靜脈栓塞(Venous gas embolism)

通常是由外在因素造成的。如因靜脈破裂後空氣經破裂傷口進入血流所致。分娩或流產時，子宮強烈收縮，空氣被擠入破裂的子宮壁靜脈竇；頸、胸部創傷或手術時，損傷局部大靜脈，因其接近心臟而處於負壓狀態，大靜脈壁又與周圍組織緊密粘連，血管創口不易收縮，因而空氣迅速進入靜脈。更多起因是偶然地如鎖骨下靜脈穿刺或在有負壓狀況下操作時，空氣被吸入靜脈內形成栓塞，一般存留在靜脈的空氣無立即性傷害，除非空氣經左心進入動脈循環而造成空氣栓塞。

### 四、治療方式

#### 一)緊急處置維持生命徵候(4)

在動脈氣體栓塞症這些疾病，病人可以看到臨床表現為急性呼吸衰竭、血液動力學不穩定、低血容量、心臟和神經性心律失常或心源性休克。維持生命徵候是緊急治療的首要目標。對於昏迷的病人，應該立即執行氣管內插管，以維持充

分的氧氣供給和換氣。氧氣應人工呼吸器以100%濃度的氧氣給予，目的不僅是矯正缺氧，也可以增加氣泡中的氣體與氧氣的交換速率，減少氣泡的總量。其次是體液的補充。

## 二)高壓氧治療(Hyperbaric oxygen Therapy)

治療動脈氣體栓塞症，無論其致病原因是潛水減壓相關的或是醫源性的，使用高壓艙(hyperbaric chamber)進行再加壓治療是最重要的治療方式。其治療理論首先是利用波以耳定律(Boyle's Law)，將體內的氣泡，壓縮至儘可能的小，此氣體再經由血液循環至肺部，藉由氣體交換，呼出體外。其次是利用亨利氏定律(Henry's Law)，在一定的溫度下，溶解在液體中的氣體量，與環境的壓力成正比，增加艙內的壓力，將更多的氧氣溶解在血漿中(5)。在增加艙內的壓力的同時，可將更多的氧氣溶解在血漿。且因為血漿具有較廣的分佈性和較高的流動性，所以即使血管因為部分阻塞，導致血球不易或無法流經過阻塞部分時，富含氧的血漿仍然可以有效地將氧氣帶到缺氧的組織，縮短治療時間。動脈氣體栓塞症緊急情況，這些病人需在重症監護治療下繼續進行高壓氧治療，在操作高壓艙期間，需執行正確的壓力及全氧供給過程，在艙內照護病患血液或液體的輸入，會在氣泡和周圍的血液之間產生氣體的濃度差。這個濃度差會使惰性氣體，如氮氣，從氣泡面擴散出來，使氣泡縮小。這種治療方式，就是高壓氧治療(6)。高壓氧除了可以替換部分的惰性氣體，縮短整個的治療時程，以及修補體內缺氧受損的組織之外，高壓氧還可以藉由化學感應性的血管收縮作用(chemosensitive vaso-constriction)以及阻斷缺氧與水腫相伴而生的惡性循環作用(hypoxia-edema vicious cycle)等，減少受傷組織的水腫。缺氧的改善，也能減少血管滲漏的情形，以及維持必要的血腦屏障(7)。

目前針對動脈氣體栓塞症的高壓氧治療，是根據美國海軍治療表為範本，所作的修訂表6或依據本國國人需求制定表6A操作。

## 三)高壓艙內重症醫療設施：

艙內設有定容呼吸器[volume cycled]，用於控制呼吸。艙壁置有抽痰設備。陪艙的醫療人員對病人進行監測心率、血壓、中心靜脈壓、體溫的功能。觀察儀器如需設在艙外時，應放置在通過艙上的窺測口或觀察窗而容易看到的地方。艙內應備有急救藥箱，必需備有呼吸興奮劑、收縮血管和擴張血管藥、抗心搏停止和心律失常藥、鎮靜止痛藥、利尿劑和脫水劑、類固醇素等急救常備藥物，並應設有除顫器。最好在艙內設置閉路電視攝影機以供艙外工作人員監測。

醫護人員因需要在重重壓力下照護病患，因此需要高壓潛水醫學和重症護理之經驗。當病患有呼吸系統的功能不全，血流動力學不穩定和無意識時在高壓艙治療時需要下列措施：

1. 呼吸不全患者氣管插管需要人工呼吸器Oxylog，是在高壓艙內強制給予患者通氣使用，由於呼吸器Oxylog維持最初的一套潮氣量也受到壓力，在越來越大的壓力下必須調整潮氣量。所有必要的設備可以安裝外傾角，並通過連接器



transwall連接到病患。

氣管內插管的患者必須注意加減壓時套囊內的空氣量會發生變化，雖然推薦用水代替空氣注入套囊內，但可能會由於高壓氧治療後的負壓吸引效應而無法將水抽出。因此如果艙內有醫生陪同時，最好隨著監視器上壓力的變化，通過氣體量來調節。

2. 建立靜脈輸液和血管必要性，如靜脈，最好是中央靜脈。輸液以塑膠袋裝為主，不宜以玻璃瓶裝入艙。
3. 控制和監視生命徵候包括心電圖、心率、經皮測氧(SpO<sub>2</sub>)、呼吸、頻率、血壓。
4. 艙內備妥心臟去纖顫器，為特別去纖顫器是在壓力下可使用。
5. 與相關科部之間的協調和明瞭麻醉程序。對於興奮躁動的患者以靜脈或肌肉注射鎮靜(Valium)，如發生支氣管痙攣引起嚴重呼吸困難的應及時給予解攣治療。高壓氧中心醫護人員如果在艙內工作若沒有呼吸氧氣，減壓需要很長的時間才能避免減壓症的產生(8.9)。

#### 五、文獻報導

以色列海軍醫學研究所以高壓氧治療心臟手術時造成的動脈大量空氣栓塞。從1985年至1998年共治療17例。有八例(47.1%)神經功能完整的恢復;6例(35.3%)出院時處於昏迷狀態,3例(17.6%)死亡。以從發生動脈大量空氣栓塞至做高壓氧治療平均時間,範圍為1-20小時。若為1-12小時就做高壓氧治療病人,病患的神經得以完全恢復,若延遲5-20小時則重症病人有神經殘疾之後遺症,延遲至16-20小時患者死亡率增高(10)。

#### 六、結論

回顧我們十年來治療動脈氣栓塞個案,雖為數不多,但經高壓氧治療都獲得良好療效,因此我們相信病人遇到空氣栓塞時應盡快做高壓氧治療。地區(如台灣北、中、南、東部及外島地區金門、馬祖、澎湖)應盡快建立諮詢診斷系統,附近是否有高壓氧設備,與足夠的人員和裝備以可以就護危急病重患者,並在運送病患的過程輸應作出適當的安排。對於沒有高壓艙設備的醫院,一旦動脈氣體栓塞症患者的病情穩定到可以轉送時,就應該考慮轉送病患到具備有高壓艙設施的醫院接受治療。

#### 參考資料:

- (1) Mushkat Y, Luxman D, Nachum Z, David MP, Melamed Y. Gas embolism complicating obstetric or gynecologic procedures. Case reports and

- review of the literature. European Journal of Obstetrics, Gynecology, & Reproductive Biology 1995;63:97-103.
- (2) Kindwall EP. Uses of hyperbaric oxygen therapy in the 1990s. Cleveland Clinic Journal of Medicine. 1992;59:517-528.
- (3) Dutka AJ. Air or gas embolism. In: Hyperbaric Oxygen Therapy: A Critical Review. Camporesi EM, Barker AC, eds. Bethesda, MD, Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1991:1-10.]
- (4) Abstract of the paper presented in the 3th European Conference on Hyperbaric Medicine, Basel, 1988
- (5) 內科學誌 2009 ; 20 : 301-308 王賢和著動脈氣體栓塞症
- (6) Ramaswami RA. Use of hyperbaric oxygen therapy in Hong Kong. Hong Kong Med J 2000; 6: 108-12. 13. Leach RM, Rees PJ, Wilmshurst P. ABC of oxygen. Hyperbaric oxygen therapy. BMJ 1998; 317: 1140-3.
- (7) National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, 20894 USA
- (8) Problems in Respiratory Care, Clinical applications of Hyperbaric Oxygen, Richard E. Moon, Enrico M. Camporesi; Vol 4, No. 2, June 1991, JB Lippincott Co. Philadelphia
- (9) Trauma Anesthesia, Hyperbaric Medicine: A Trauma Perspective, CM Grande, RAM Myers; chapter 14: 368-406
- (10) J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:818-821