

高壓氧治療之禁忌症

李惠傑 康柏皇

國軍高雄總醫院左營分院 潛水醫學部

1. 前言

高壓氧治療在臨床許多疾病之應用上已超過 40 年的歷史且隨著證據的增加，其適應症亦逐漸增多。但沒有任何一項醫療是毫無風險的。在決定使用高壓氧治療前，必須先評估其利弊得失：病患與醫師可接受之風險及預期之療效。因此高壓氧治療之禁忌症會在不同情況下有所改變例如：絕對或相對適應症，急診或門診治療，病情是否危急，高壓氧治療之能量(人員、裝備及位置)。第一個且最主要的禁忌症就是不足的高壓氧治療能量(人員未經過適當的訓練、缺乏裝備及緊急應變計畫)。儘管目前有關病患的醫療講求實證醫學，但是病患的安全仍無法顧及主要有兩個原因：1. 即使缺乏任何已知的證據，讓病患暴露於可預期的高風險是不符合醫學倫理的。2. 大多的醫療意外事件或副作用在文獻上往往是被低估的。在先進國家對於風險控制有其一套風險管理方法而且也是品質管制系統中非常重要的一環。因此我們在探討高壓氧治療之禁忌症前，應先對高壓氧治療可能產生的潛在危險有所認知。

2. 高壓氧治療可能產生的潛在危險

有報導顯示高壓氧治療之副作用，其發生率為 5-50/1000 次高壓氧治療 (Plafki, 2000; Poisot, 1987; Sheffield, 1999)。其潛在危險包括：氣壓改變，呼吸高壓氧及高壓艙的特殊環境。

(1). 氣壓改變產生的潛在危險

氣壓傷害可發生於人體內任何含氣體的空腔，例如：耳朵、腔竇、肺臟、腸胃或蛀牙、氣胸。在加壓過程中，氣壓傷害主要發生於耳朵及腔竇；而中耳氣壓傷害是高壓氧治療最常見的併發症。一般的發生率為 0.1% - 0.5%，但也有些報導高達 10% 甚至於 47%，這些差異性可以因為不同的定義、臨床狀況、病患的選擇或教育、加壓的方法或檢視的狀況而有所不同。氣壓傷害也會發生於減壓過程中，肺部氣壓傷害雖然少見，卻是高壓氧治療最嚴重而致命的併發症。在閉氣狀態下，只要減壓 0.15-0.3 ATA 即可造成肺部氣壓傷害包括咳血、氣胸、縱膈腔氣腫皮下氣腫或動脈空氣栓塞症。蛀牙在氣壓改變時亦可因內部氣體體積之變化而產生疼痛。喉頭氣囊(Laryngocele)或食道憩室(Esophageal diverticula)也可能在減壓過程中因過度膨脹而擠壓甚至阻塞氣管(Plante-Longchamp, 1981)。一個單純的氣胸，在減壓過程中變成壓力性氣胸而導致呼吸衰竭甚至死亡。相同的原理也適用於氣喘及慢性肺部阻塞性疾

病(COPD)，但並無相關文獻的報告。3個少見而戲劇性的氣壓傷案例是顱內氣囊(Intracranial pneumatocele)，在減壓過程中因氣體膨脹而壓迫腦組織(Mahadir, 2004; Lee et al, 2009; Lee et al, 2012)。

(2). 呼吸高壓氧產生的潛在危險

氧氣中毒主要有三種型態：中樞神經系統，肺部及眼(Bitterman, 2006)。而中樞神經系統的氧氣中毒症狀最為常見，其中以僵直陣攣發作(重癲癇病)為代表。預先可發生的症狀有面部抽搐，噁心嘔吐，視覺改變或心跳加快。高壓氧治療中的氧氣中毒(oxygen convulsion)，其發生率為0.1-30/1000 exposures (Davis, 1988; Hampson, 1996)。如此大差異可能由於不同的高壓氧劑量，供氧系統或病患的病情。任何病患合併有癲癇病史、發燒、低血糖或使用類固醇會面臨較高機率的 oxygen convulsion。肺部氧氣中毒較少見，但特別長期的高壓氧治療會引發急性呼吸窘迫症候群(ARDS) (Louge, 2001)。早產兒接受氧氣治療引發視網膜病變是眾所周知的(Palmer, 1991)，因此對於新生兒其高壓氧劑量及監測要特別注意。長時間使用高壓氧治療也可能引發近視或夜視困難(Bitterman, 2006)。此外高壓氧治療超過100次也有報導白內障的發生(Palmquist, 1994)。

(3). 高壓艙特殊環境產生的潛在危險

[1] 重症加護病房病患-對於危急的病患，在高壓艙內所使用的任何醫療裝備都必須評估其安全性且需經過相關法規的許可才能在高壓氧治療中使用；此外，高壓氧設備操作人員也應具備特殊重症照護的訓練及相關設施的配合。

[2] 氧氣呼吸系統產生的潛在危險-任何供氧系統皆有其一定的限制。例如需求閥(Demand valve)的使用，因為一般病患不熟悉此裝置而可能增加其呼吸作功導致呼吸不順。排氣系統中的 overboard dumping 的設計也有可能增加其內在的吐氣末正壓(positive end-expiratory pressure)；當通氣量不足時，也可能導致血液二氧化碳濃度增加，頭罩或過大的面罩即是一例(Kemmer, 2006)。即使是在單人高壓艙內，因為氣體密度增加而也可能增加病患呼吸作功(Weaver, 1999)。

(4). 特殊病患狀況產生的潛在危險

[1] 生理性的：

嬰幼兒在高壓氧治療中面臨較高的氧分壓而易有氧中毒或視網膜病變，因此使用較低治療壓力或較短療程及持續的組織氧分壓監測才能確保安全。

年齡較大者因為經常合併有呼吸系統或心血管疾病，在高壓氧治療中也應特別注意，經常會疏忽的是氧氣面罩未戴緊或需求閥設定太高，監測組織氧分壓或二氧化碳分壓可及早發現此問題。

懷孕婦女在高壓氧治療中由於較高的氧分壓而可能影響胎兒包括畸形發展，視網膜病變，心血管作用(胎盤血流改變或動脈導管早期關閉)，但在臨床或動物實驗許多報告中並未有此副作用(Cho, 1982; Gilman, 1983; Assali, 1968)。尤其是懷孕婦女在一氧化碳中毒作為高壓氧治療的適應症時，一些研究也顯示沒有對胎兒產生影響(Van Hoesen, 1989; Elkharrat, 1991)。

[2] 病理性的:

惡性腫瘤: 有關高壓氧治療是否促進惡性腫瘤成長或復發一直是大家關注的議題(Feldmeier, 2003)。有鑑於此，Feldmeier 等人在 2003 年評估一些細胞或動物實驗，顯示有關細胞增生與血管新生的機轉，在惡性腫瘤與正常傷口癒合兩者是不同的。作者認為現有的文獻缺乏證據顯示高壓氧治療會促進惡性腫瘤成長或復發。因此有惡性腫瘤病史之病患不應視為高壓氧治療之禁忌症。

糖尿病: 糖尿病病患接受高壓氧治療時可能降低其胰島素的需求而面臨低血糖之風險，但現階段相關文獻太少。臨床上糖尿病病患大多合併有細菌感染而接受高壓氧治療，細菌感染時可能會增加胰島素的使用量，而在高壓氧治療後胰島素的需求會降低而可能面臨低血糖之風險。另外由於來高壓氧治療途中的空腹，等待治療的時間，治療糖尿病的藥物使用錯誤或因高壓氧治療引發血糖改變等因素也可能導致低血糖。

體內埋置型醫療裝置: 早期的心律調節器對壓力變化敏感，但目前設計的类型大多在高壓艙內運作正常。如果有疑慮，可事先向心律調節器廠商確認是否可進入高壓艙內。糖尿病病患有些會有體內埋置型的胰島素幫浦也可以接受高壓氧治療。

使用特殊的藥物: Bleomycin 是一種抗癌藥物且被認為會引發肺部氧氣中毒(Berend, 1984; Goldiner, 1978 ;Donat, 1998)。但使用 Bleomycin 多久後再開始氧氣治療才是安全的疑問尚未確定，一年的間隔似乎已足夠。因此似乎只有最近使用 Bleomycin 治療才必須被認定為禁忌症。

Doxorubicin 是另一種抗癌藥物且被認為與高壓氧同時使用會增加老鼠死亡率(Upton, 1986)。但有學者推薦高壓氧與最後一次使用 Doxorubicin 可間隔 2-3 天(Kindwall, 1999)。此外 Cis-platinum (延緩纖維母細胞增生及 collagen disposition), disulfiram (減少抗氧化物產生) 及 mafenide acetate (增加局部二氧化碳產生) 也有學者建議視為禁忌症，但仍缺乏臨床證據。

焦慮或幽閉恐懼症: 有報導顯示幽閉恐懼症或幽禁焦慮在多人高壓艙治療的發生率高達 1-2%，在單人高壓艙治療的發生率為 5%(Weaver, 2006)。高壓氧治療前的適當評估，使用鎮靜劑及艙外或艙內技術員的

衛教等將有助於病患接受高壓氧治療。但仍有 1-2/1000 之機率須終止治療(Sheffield, 1999)。

3. 高壓艙治療的禁忌症

高壓艙治療的禁忌症可分為絕對禁忌症及相對禁忌症。所謂絕對禁忌症是指讓病患可能面臨死亡或嚴重的風險；所謂相對禁忌症是指讓病患可能面臨有限的受傷嚴重度或時間的風險 (Goldiner, 1978)。絕對禁忌症包括：未經治療的氣胸，急性嚴重氣管痙攣，同時使用 Doxorubicin 治療及同時或最近使用 Bleomycin。相對禁忌症包括：上呼吸道感染，過敏性鼻炎，慢性鼻竇炎或耳炎，慢性阻塞性肺疾病合併肺氣腫，胸部 X 光片出現無症狀之空氣囊腫或氣泡，氣胸或胸部手術病史，耳鼻喉手術病史，癲癇，視神經炎，未經控制之高血壓，未經控制之心臟衰竭，幽閉恐懼症，病患危險行為。

(1). 絕對禁忌症

- [1] 未經治療的氣胸：被列為絕對禁忌症之主因為減壓時可能產生壓力性氣胸，因此高壓氧治療前皆應先檢查胸部 X 光片以排除氣胸。如果病患患有氣胸，欲實施高壓氧治療前應先插入胸管以免產生嚴重氣壓傷害。
- [2] 急性嚴重氣管痙攣：由於閉氣時肺部氣體在減壓時會膨脹。立即的處置包括使用吸入性氣管擴張劑，類固醇，控制通氣量等，這些藥品器材在高壓艙內可供氣喘，慢性肺部阻塞性疾病，或煙吸入性創傷患者使用。
- [3] 同時使用 Doxorubicin 或最近有使用 Bleomycin 化學治療：易加強氧氣中毒的發生。
- [4] 未具備合格的高壓氧設備操作醫師，操作技術員，高壓艙設備不足，特別對於急重症病患也應視為高壓氧治療的絕對禁忌症。

(2). 相對禁忌症

- [1] 增加氣壓傷害風險的禁忌症：耳朵氣壓傷害是高壓氧治療最常見的副作用，通常可以經由教導病患作有效平衡耳膜的動作來解決。如果無法平衡耳膜，則須會診耳鼻喉科醫師實施鼓膜切開術或鼓膜切開置管術。腔竇氣壓傷害是第二個高壓氧治療最常見的副作用，通常可以局部使用鼻解充血藥來解決，但有學者認為無效 (Calson, 1992)。通常上呼吸道感染，過敏性鼻炎，慢性鼻竇炎可以得到控制而允許進行高壓氧治療。因耳硬化的手術會增加氣壓傷害的風險而可能需要鼓膜切開置管術。慢性阻塞性肺疾病合併肺氣腫雖然視為相對禁忌症，但一般高壓氧治療減壓速率很慢(1-2m/min)不易造成氣壓傷害，除非遇到急性氣管痙攣。有氣胸或曾接受胸部手術病史者，除非有肺部有囊腫或氣泡，並不會有高風險存在，但仍應小心應變高壓艙內發生氣壓傷害。
- [2] 增加氧氣中毒風險的禁忌症：年齡、性別、生理周期、體溫及一些藥

物會增加中樞神經系統氧氣中毒，但最有影響力的因素是二氧化碳濃度增加。因此任何造成高碳酸血症(Hypercapnia)的因素，例如：換氣不足、慢性肺部阻塞性疾病、注射止痛藥或麻醉劑、手術麻醉後等應避免接受高壓氧治療。癲癇長期以來一直被視為高壓氧治療禁忌症，但缺乏臨床證據。事實上，氧氣中毒引發抽搐機率很低，只要能夠小心監視病患，足夠的空氣間斷，及適當的抗痙攣藥物調整是可以讓癲癇病患接受高壓氧治療。對於早產兒及嬰兒，只要使用較低的氧氣壓力及經常的空氣間斷，甚至抗氧化劑亦可提供相當程度的安全性。另有一案例接受高壓氧治療後因視神經炎造成眼盲(Kindwall, 1999)，儘管原因不明，仍應注意。

- [3] 增加暴露高壓氧環境風險的禁忌症：在高壓氧環境下，正常人體會血管收縮而造成動脈血壓增加，心跳減慢，及心輸出量減少。接受高壓氧治療前應評估病患心臟功能。慢性呼吸衰竭合併有高碳酸血症病患要注意高壓氧環境下，可能抑制呼吸導致急性通氣不足。
- [4] 由於精神上或行為問題而無法接受的風險：如果有幽閉恐懼症及焦慮應先用藥物控制再作高壓氧治療。儘管醫護人員有衛教或監視，病患仍無法配合相關安全措施時，應視為高壓氧治療的禁忌症。

(3). 在高壓艙內可能同時發生的疾病

一些疾病可能會在高壓艙內同時發生，但與高壓氧治療本身並無任何關係，而且常被誤認為是因為高壓氧治療造成的。例如腦中風，動脈粥樣硬化導致心肌梗塞，或有癲癇病史者發生局部抽搐皆有機率會在高壓氧治療中發生，因此在高壓氧治療前應對病患事先說明清楚。

(4). 下列三種狀況也是高壓氧治療要特別注意避免:

- [1] 大顱骨缺陷，未經治療的顱底骨折及腦脊髓液外漏在高壓氧治療中可能引發壓力性氣腦(Tension pneumocephalus), (Lee et al, 2009; Lee et al, 2012)。
- [2] 體內埋置型心律調節器：如果病患有埋置型心律調節器，一定要確認其屬於較新型且耐壓的。在一項最近的調查顯示所有的心律調節器在 3 ATA 下是適當的, (Simmons , 1998)。
- [3] 腦脊髓腔內的幫浦(Intrathecal pump)：以腦脊髓腔內的幫浦注射 Baclofen 常被用於下半身癱瘓病患以減輕痙攣，此類病患也常因褥瘡而接受高壓氧治療。Akman (1994)曾報導一例在 2ATA 高壓氧治療中發生腦脊髓液倒流回幫浦儲存器。

4. 臨床高壓氧治療的應用

當我們了解上述高壓氧的潛在危險及治療的禁忌症後，應有一套特別的程序來確認以減少病患的風險。這個程序包括：初步的醫療會診，病患的衛教

及高壓艙操作技術員的照護與監控。

- (1). 初步的醫療會診：當醫師在執行初步的會診時，不但要考慮高壓氧治療的適應症，也同時要評估其禁忌症。醫師應填寫一個特殊設計的會診醫療記錄表單並作臨床檢查。以耳鏡檢查鼓膜及觀察病患的鼓膜平衡動作。胸部 X 光片檢查是必須的，有必要可加作心電圖。特殊狀況可作肺功能檢查，但通常並不需要。此外最好有一個特別的病患治療計畫置放於高壓艙旁邊，讓所有參與高壓氧治療團隊的醫護人員都能了解病患的狀況。
- (2). 病患的衛教：除非是鎮靜狀態或急診的病患，應針對病患有一套完整有關高壓氧治療注意事項的衛教說明，解釋高壓氧治療中物理及生理的變化，介紹高壓氧治療團隊的醫護人員及高壓氧設備，教導病患如何作鼓膜平衡動作。高壓艙內安全措施包括：穿著棉質衣物，禁止攜帶違禁品，遇到火災時的緊急應變措施及緊急減壓的解說。在高壓氧治療前，應發給病患一張衛教單含蓋上述所有的注意事項。
- (3). 高壓艙操作技術員的照護與監控：在高壓氧治療期間，高壓艙操作技術員一定要確實在工作位置上，這是非常重要的安全措施。技術員可指導病患平衡鼓膜並監視其在治療中的狀況，必要時應進入艙內作處置讓病患安全。

5. 結論

如同其他任何醫療處置，高壓氧治療亦有其副作用與禁忌症。儘管整體風險很低，在執行初步的會診時，仍應顧慮是否有高壓氧治療的禁忌症以減少最嚴重的風險：肺部氣壓傷害及中樞神經系統氧氣中毒。雖然大多可能遇到的情況僅只是相對禁忌症，在高壓氧治療前務必要同時評估其預期的好處與可能的壞處並權衡輕重。此外，我們仍要強調下列四個重點：(1)所使用之高壓艙必須符合 ASME PVHO-1，NFPA 或同等之法規設計製造的；(2)高壓氧設備操作醫師及技術員有經過專業之訓練認證，例如參與中華民國高壓暨海底醫學會 40 小時高壓氧課程及 3 個月操作訓練及通過筆試口試等；(3)正確的使用操作高壓艙例如疾病符合高壓氧適應症及排除禁忌症，嚴禁攜帶違禁品入艙，按照 SOP 程序操艙；(4)高壓艙後續有定期維修保養，包括定期檢測安全閥、空壓機、注意壓克力視窗之使用壽期是否需要更換、及艙內消防系統之測試。才能確保高壓氧治療之醫療品質與病人安全。

參考文獻：

1. Mathieu D: Contraindications to hyperbaric oxygen therapy. In Neuman & Thom (eds): Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy, 1st ed. Saunders publishing company, 2000, pp 587-598.

2. Plafki C, Perters P, Almeling M, et al: Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med* 71:119-124, 2000.
3. Poisot D, Delort G : Accidents survenus au cours de traitements hyperbares dans le service du centre hospitalier de Bordeaux. *Med Sub Hyp* 6:84-91, 1987.
4. Sheffield P, Smith A: Physiological and Pharmacological bases of hyperbaric oxygen therapy. In: Bakker D Crammer F (eds): *Hyperbaric surgery*. Flagstaff, Ariz. Best Publishing Company, 1999, pp 63-109.
5. Plante-Longchamp G: Une redoutable contreindication la plongee sous marine: la laryngocele. *Med Aeronaut Spat Med Subaqu Hyperbare* 20:63-65, 1981.
6. Mahadir C, Szymczak A, Sutherland GR: Intracerebral pneumatocele presenting after air travel. *J Neurosurg* 101:340-342, 2004.
7. Lee CH, Chen WC, Wu CI, et al: Tension pneumocephalus: A rare complications after hyperbaric oxygen therapy, *Am J Emerg Med* 2009; 27:257.
8. Lee LC, Lieu FK, Chen YH, Hung TH, Chen SF. Tension pneumocephalus as a complication of hyperbaric oxygen therapy in a patient with chronic traumatic brain injury. *Am J Phys Med Rehabil* 2012 ; 91:528-532.
9. Bitterman N, Bitterman H: Oxygen toxicity. In: Mathieu D (eds): *Handbook on Hyperbaric Medicine*. Dordrecht, The Netherlands, Springer, 2006, pp 731-765.
10. Davis J, Dunn J, Heimbach R: Hyperbaric medicine: Patients selection, treatment procedures and side effects. In: Davis J, Hunt T (eds): *Problem wounds. The Role of Oxygen*. New York, Elsevier, 1988, 225-235.
11. Hampson N, Simonson S, Kramer C, Piantadosi C: Central nervous system oxygen toxicity during hyperbaric treatment of patient with carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med* 23:215-219, 1996.
12. Louge R, Cantais E, Palmier B : Acute respiratory distress syndrome after prolonged hyperbaric oxygen therapy: A case of pulmonary oxygen toxicity. *Ann Fr Anesth Reanim* 20: 559-562, 2001.
13. Palmer E, Flynn J, Hardy R et al: Incidence and early course of retinopathy of prematurity. *Ophthalmology* 98: 1628-1640, 1991.
14. Palmquist B, Philipson B, Barr P:Nuclear cataract and myopia during hyperbaric oxygen therapy. *Br J Ophthalmo* 68:113-117, 1994.
15. Kemmer A, Muth C, Mathieu D: Patient management. In: Mathieu D (ed): *Handbook on Hyperbaric Medicine* Dordrecht, The Netherlands, Springer, 2006, pp 651-669.
16. Weaver L: Management of critically ill patients in the monoplace hyperbaric chamber. In: Kindwall E, Wheelan H (eds): *Hyperbaric Medicine Practice*, 2nd ed,

- Flagstaff, Ariz, Best Publishing Company, 1999, pp 245-322.
17. Cho S, Yun D: The experimental study on the effect of hyperbaric oxygen on the pregnancy wastage of rats with acute carbon monoxide poisoning. *Seoul J Med* 23:67-75, 1982.
 18. Gilman S, Greene K, Bradley M, Biersner R: Fetal development: Effects of simulated diving and hyperbaric oxygen treatment. *Undersea Biomed Res* 9:297-304, 1983.
 19. Assali N, Kirschbaum THL, Dilts P: Effects of simulated diving and hyperbaric oxygen treatment on uteroplacental and fetal circulation. *Circ Res* 22:573-588, 1968.
 20. Van Hoesen K, Camporesi E, Moon R, et al: Should hyperbaric oxygen be used to treat the pregnant patient for acute carbon monoxide poisoning? A case report and literature review. *JAMA* 261:1039-1043, 1989.
 21. Elkharrat D, Raphael JC, Korach JM, et al: Acute carbon monoxide intoxication and hyperbaric oxygen in pregnancy. *Intensive Care Med* 17:289-292, 1991.
 22. Feldmeier J, Carl U, Hartman K, Sminia P: Hyperbaric oxygen: Does it promote growth or recurrences of malignancy? *Undersea Hyperb Med* 30:1-18, 2003.
 23. Berend N: The effect of bleomycin and oxygen on rat lung. *Pathology* 16:136-139, 1984.
 24. Goldiner P, Carlon G, Cvitkovic E, et al: Factors influencing postoperative morbidity and mortality in patients treated with bleomycin. *Br Med J* 1:1664-1667, 1978.
 25. Donat S, Levy D: Bleomycin associated pulmonary toxicity: Is perioperative oxygen restriction necessary? *J Urol* 160: 1347-1352, 1998.
 26. Upton PG, Yamaguchi KT, Myers et al: Effects of antioxidants and hyperbaric oxygen in ameliorating experimental doxorubicin skin toxicity in the rat. *Cancer Treat Rep* 70:503-507, 1986.
 27. Kindwall E: Contra-indications and side effects to hyperbaric oxygen therapy. In: Kinwall E, Wheelan H (eds): *Hyperbaric Medicine Practice*, 2nd ed, Flagstaff, Ariz, Best Publishing Company, 1999, pp 83-97.
 28. Weaver L: Monoplace hyperbaric chamber use of US Navy Table 6: A 20 year experiences. *Undersea Hyperb Med* 33:85-88, 2006.
 29. Carlson S, Jones J, Brown M, Hess C: Prevention of hyperbaric associated middle ear barotraumas. *Ann Emerg Med* 21:1468-1471, 1992.
 30. Simmons S. Review of permanent pacemakers in hyperbaric chamber. *Undersea Hyperb Med* 25: 14, 1998 (abstract).

31. Akman MN, Loubster PG, Fife CE et al. Hyperbaric oxygen therapy: implications for spinal cord injury patients with baclofen infusion pumps. Case report. Paraplegia 32:281-284, 1994.