

輔助性高壓氧治療應用於壓挫傷(Crush Injury)與腔室症候群 (Compartment syndrome)的應用 ：由基本原理到實證醫學探討

詹益聖 醫師

林口長庚紀念醫院 骨科副教授

高壓氧治療中心 主任

壓挫傷(Crush Injury)是在外傷急診最常見的疾病，通常這類病患往往合併嚴重的開放性骨折、關節脫臼或神經血管受損，一旦處理上有所延遲，將造成難以挽救的嚴重後果！

壓挫傷(Crush Injury)的定義如下：

1. 兩個或更多組織受損（肌肉、骨骼、皮膚、神經或其他軟組織）。
2. 受傷程度必需嚴重到可能引起組織壞死，導致功能受損。
3. 受傷嚴重度介於輕微與嚴重（不可挽回）之間，屬於保存有部份組織活性之灰色地帶(Partially viable gray zone)。而挽救此一灰色地帶之受損組織則是高壓氧治療之目標。

致病機轉 (Pathophysiology)

嚴重外傷導致組織壞死及水腫(edema)，引起部份存活組織缺血(ischemia)、缺氧(hypoxia)、及水腫(edema)，這是構成壓挫傷惡性循環的三大要素，是否能阻止此一惡性循環的形成，是決定組織能否存活的最大因素。特別是在密閉腔室中(closed compartment)，體液壓力更易高於微血管內壓力，導致腔室內組織缺血，紅血球細胞(RBC)會聚集在組織受損處，而干擾到微細循環(microcirculation)，然而血漿(plasma)仍然通過微血管循環，但無法攜帶足夠的氧氣，導致組織缺氧及受損。

診斷(Diagnosis)

病人有無受傷病史及理學檢查，是診斷壓挫傷的重要指標，其中 5 “P”要詳記在心，包括 Pain（異常的疼痛）；Paralysis（患肢無力）；Paresthesia（麻痺）；Pallor（患肢顏色蒼白）及 Pulselessness（無脈搏跳動）。其他實驗室檢查，包括 serum myoglobin, creatinine, potassium 及 BUN，尿液檢查可發現 myoglobinuria。其他特別檢查包括可量測腔室內壓力，使用特殊的壓力量測器，若其壓力值與患者心舒壓(Diastolic pressure)差距小於 20mmHg，則表示腔室內壓力過高。X 光可診斷是否合併有骨折，或組織內是否有空氣；血管攝影術(Angiography)及肌電圖檢查(Electromyography)可確認是否合併有神經或血管損傷。

治療(Treatment)

壓挫傷必須儘快診斷及積極處理，否則後果不堪設想。基本的治療方式包括傷口的清創處理，若有合併骨折，則需一併骨折固定及抗生素治療，一旦發現有嚴重腔室症候群(Compartment syndrome)，則需緊急作筋膜切開減壓術(Fasciotomy)。

高壓氧治療在壓挫傷所扮演的角色

可使用高壓氧 2~3 ATA 壓力治療壓挫傷，其治療的機轉與原理如下：

1. 高壓氧治療可治療因腔室內壓力上升所產生組織缺血的問題。
2. 高壓氧治療可導致血流量減少及血管收縮，減低組織水腫(edema)產生，雖然高壓氧治療引起血流量減少，但可提高溶解在血漿(plasma)之氧容量增加到 10 倍之多，而造成水腫體液(edema fluid)與其他屏障(Barriers)如血液到缺氧細胞之間的氧溶性擴散(Diffusion gradient)，避免壓挫傷組織缺氧所產生一連串的惡性循環，可代償因血流量減少，所引起相對性血氧不定之問題。
3. 高壓氧治療可促進傷口癒合。
4. 高壓氧治療相對減低傷口感染機率。

高壓氧治療在腔室症候群(Compartment syndrome)所扮演的輔助性角色

一旦確定診斷為腔室症候群，外科減壓筋膜切開術仍是治療的第一原則，高壓氧治療的適應症如下：

1. 若病患有腔室內壓力上升之情形，而未嚴重到符合腔室症候群外科減壓之標準，高壓氧治療可延緩其壓力上升，但仍強調高壓氧不可完全取代外科手術減壓的角色，乃屬於輔助性療效。
2. 若病患因本身健康情況危急或暫不適合麻醉及手術時，高壓氧治療可暫時先行治療，延緩組織受損，直到病患接受手術。
3. 病患於外科減壓手術後，仍有部份神經或肌肉受損時，高壓氧治療可促進其功能恢復或組織癒合。

Crush Injury 基礎研究與實證醫學報告

Strauss 等人(1986，附錄一)報告，使用高壓氧治療於腔室症候群(狗)動物模式中，確實可有效減少組織水腫與肌肉壞死；Skyhar 等人(1986，附錄二)使用類似的研究模式於腔室症候群，合併出血性低血壓狀態，也證明有一樣的療效。至今有關於高壓氧治療壓挫傷的臨床研究報告，大多持正面的療效，但大多數是屬於沒有完整歸劃的比較性研究(uncontrolled studies)，雖然在執行上很困難將這類嚴重受傷患者分為高壓氧治療與非治療兩組比較，但以實證醫學的角度(Evidence-Based Medicine)，這是必需且才能說服大眾的結論。回溯整理西元 1966 至 2003 年，經由上網收集整理有關高壓氧治療應用於壓挫傷與腔室症候群，共有 47 篇文章(附錄三)，超過七千位病患是與本研究有關，經嚴格篩選，符合第三級論文標準(A retrospective case series or database review)有

8 篇；符合第一級論文標準(A randomized controlled trial)有一篇，總共 150 位病患(附錄四至十二)。其中僅有一篇(附錄四)，5 個病患的治療結果認為，高壓氧治療於壓挫傷沒有正面療效，其他 8 篇 145 位病患(包括第一級論文)皆肯定高壓氧治療壓挫傷與腔室症候群的成效。除了可減低壓挫傷與腔室症候群之併發症、促進組織癒合、減少病患疼痛外，更可有效減少再次手術機會及減低醫療花費與住院天數(附錄十)，且高壓氧治療是非常安全的。上述研究報告，皆沒有任何因高壓氧治療而產生相關併發症。

結論：

經由高壓氧治療的機轉、動物實驗研究及實證醫學臨床研究顯示，高壓氧治療對於壓挫傷及腔室症候群扮演積極而有效的輔助性治療角色(Adjunctive therapy)，更重要的是安全且對病患沒有傷害，因此對於這類患者應該即早給予高壓氧治療。然而正規的治療方法：外科減壓、清創；抗生素是不可缺少的，一旦患肢受損超過 5 至 6 小時以上，而組織呈現瘀紫或腫脹時，表示其預後不佳，這類嚴重受損患者更需要高壓氧輔助治療。而高氧量狀態在肌肉僅能維持 1 小時(病患出艙後)，在皮下組織僅能維持 3 小時而已，因此若病患組織受損嚴重，可能一天需進艙治療 2 至 3 次或更多，視病情而定，待組織較穩定時再減少每天治療次數，而其決定有賴高壓氧專科醫師的診斷與細心照護！

附錄(Reference):

1. Strauss MB. Hargens AR. Gershuni DH. et al. Delayed use of hyperbaric oxygen for treatment of a model anterior compartment syndrome. J Orthop Res 1986; 4:108-111.
2. Skyhar MJ. Hargens AR. Strauss MB. et al. Hyperbaric oxygen reduces edema and necrosis of skeletal muscle in compartment syndromes associated with hemorrhagic hypotension. J Joint Bone Surg 1986; 68-A:1218-1224.
3. Garcia-Covarrubias L, McSwain NE, Meter KV and Bell RM. Adjuvant hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injury and traumatic ischemia: An evidence-based approach. The American Surgeon 2005; 71: 144-150.
4. Szekely O. Szanto G. Tilhats A. Hyperbaric oxygen therapy in injured subjects. Injury 1973; 4:294-300.
5. No authors. Hyperbaric oxygen therapy in replantation of severed limbs – A report of 21 cases. Clin Med J 1974; 1:197-204.
6. Monies-Chass I. Hashmonai M. Hoerer D. et al. Hyperbaric oxygen treatment as an adjuvant to reconstructive vascular surgery in trauma. Injury 1977; 8:274-277.
7. Shupak A. Gozal D. Ariel A. et al. Hyperbaric oxygenation in acute peripheral posttraumatic ischemia. J Hyperbaric Med 1987; 2:7-14.

8. Strauss MB. Hart GB. Hyperbaric oxygen and the skeletal muscle-compartment syndrome. *Contemp Orthop* 1989; 18:167-174.
9. Radonie V. baric D. Petriccivic A. et al. War injuries of the crural arteries. *Br J Surg* 1995; 82:777-783.
10. Bottachoaur G. Cronier P. Gouello JP. et al. Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries: A randomized double-bliind placebo-controlled clinical trial. *J Trauma* 1996; 41:333-339.
11. Kiyoshige Y. Effect of hyperbaric oxygen therapy as a monitoring technique for digital replantation survival. *J Reconstr Microsurg* 1999; 15:327-330.
12. Matos LA. Hutson JJ. Bonet II. et al. HBO as an adjunct treatment for limb salvage in crush injuries of the extremities. *Undersea Hyperb Med* 1999; 26 (Suppl):66-67.