

## 減壓病(Decompression Sickness, DCS)之介紹

李惠傑 主任

國軍左營總醫院 教學研究部

### 前言(Introduction)

減壓病是一種疾病由於環境壓力快速減小而導致身體組織溶解之氣體超飽和形成氣泡阻塞血管或組織造成病變。因為早期不知道原因僅觀察到不同部位出現各種症狀而有許多不同之病名如潛水伏症(Diver's disease), 沉箱症(Caisson disease), 關節痛(The bends), 哽塞(The chokes), 暈倒(The staggers), 脊髓受傷(The hits)。減壓症可能發生之對象包括: 休閒(運動)潛水員, 水下工程(沉箱、建築挖井、水中焊接等)潛水員, 潛盾施工作業員, 水下漁撈潛水員, 軍事(救難、爆破、獵雷、兩棲偵搜)潛水員, 科技研究潛水員, 飛行至高空或減壓艙內人員等。

### 病理生理學(Pathophysiology)

當潛水人員下潛時, 必須呼吸高壓空氣以對抗水壓(每下潛 10 公尺或 33 英尺即增加一大氣壓), 空氣中主要為氮氣(79%), 隨著水壓增加, 大量氮氣依照亨利定律(Henry's Law)溶入身體組織, 因此潛得愈深、愈久或重覆潛水則體內氮氣累積愈多; 當減壓上升時, 這些氮氣亦必須遵行亨利定律釋放出, 如果上升速度太快或未作適當之減壓停留, 組織或血管內則會產生氮氣泡阻塞而導致一種系統性之病變。基本上氣泡形成可藉機械性之組織撕裂或血流阻塞, 及非機械性之血液生化反應造成組織傷害。有證據顯示人體肌腱結締組織內氣泡形成是引發減壓症關節痛之主因。經由超音波氣泡探測器之發展, 不但顯示人體組織可容忍一定量之氣泡存在而沒有任何臨床症狀也提供了許多與減壓症有關血管內氣泡之人體證據。此外氣泡與血液界面產生表面作用; 可刺激血小板聚集, 使脂蛋白變性, 活化聚集白血球, 增加細胞素(cytokines)釋放, 活化補體(complements)、激肽(kinin)及血液凝固系統, 藉此發炎前反應導致血管擴張, 血管內液外滲, 血液濃縮, 甚至造成低血容性休克(hypovolemic shock)。

### 減壓病症狀學(Symptomatology)

依照不同之臨床症狀, Haldane (1907)將減壓病分類為第一型(關節痛), 第二型(中樞神經系統或心肺系統性症狀), 及第三型(動脈空氣栓塞症以抽搐及死亡為主)。而 Golding(1960)將減壓病分為第一型(症狀輕)及第二型(症狀嚴重)乃目前最常使用之分類法。第一型症狀包括: 皮膚癢、水腫及大理石狀紅斑(Cutis marmorata); 關節酸痛或刺痛(第一型最常見), 有時此痛會跑來跑去, 大多出現於肩、肘、膝、腕部; 肌肉: 極度疲倦、酸痛或刺痛; 淋巴: 肢體水腫; 周邊神經: 手腳麻木或感覺異常。第二型症狀包括中樞神經系統: 頭痛、頭暈、噁心嘔吐、視覺模糊、語言障礙、記憶喪失、同側肢體麻木無力、昏迷; 脊髓: 腰背痛(Girdle pain)、下半身麻木無力、大小便困難(第二型最常見, 侵犯部位多出現於下胸節); 內耳: 頭暈、目眩、耳鳴、步態不穩; 肺部: 胸痛、胸悶、咳嗽、呼吸困難(少見僅占 2%, 死亡率高); 全

身(最嚴重):低血容積性休克、死亡。大多數(95%)之減壓病症狀會在離開水面 3 小時內出現但亦可能延遲至 35 小時; 而中樞神經系統之減壓症或動脈空氣栓塞症會在離開水面 3 分鐘內立即出現。

### 減壓病之診斷學(Diagnosis)

減壓病之診斷依據主要以潛水病史或暴露異壓環境工作史及臨床症狀為主, 潛水深度大多超過 10 公尺或 2ATA, 但有報告深度淺長時間之潛水亦可能發生減壓病。實驗室檢查對減壓病之診斷目前幫助不大, 僅作輔助診斷包括例行血液檢查 (CBC)看是否有血濃縮 (Hgb & Hct 值是否增加)或血小板濃度減少, FDP (Fibrinogen Degradation Products )Test 以顯示有否彌散性血管內凝固(DIC), 醫學影像檢查如 Tc 99 bone scan, CT scan, & MRI 在中樞神經系統病變有時會現 positive findings。超音波氣泡探測儀可在無症狀之潛水員偵測到氣泡, 但與減壓病之發生似無相關性。如果減壓病發生時, 可用高壓艙立即重覆加壓後症狀即刻改善, 則也是減壓病診斷的一種方法; 少數案例重覆加壓後症狀反而更痛, 有人稱之為"Bone Bubble", 可能是因為骨膜下氣泡壓縮後受刺激造成。

臨床上減壓病與動脈空氣栓塞症(AGE)不易分辨, 有時甚至同時出現。其鑑別診斷如下: 1. AGE 可出現於任何型態之潛水而 DCS 則出現於深度較深(超過 10 公尺)時間較長之潛水 2. AGE 離開水面立即發病(<10-120 分鐘)而 DCS 則發病較晚(可延至 35 小時) 3. AGE 僅出現腦部神經症狀如突發昏迷或痙攣而 DCS 則出現腦部及脊髓神經症狀。

### 減壓病之治療(Treatment)

減壓病意外發生後送至醫院高壓艙前之處置包括 1. 保持躺臥姿勢即可, 遇 AGE 則可採用 steep Trendelenburg position(頭低腳高)不超過 10 分鐘。 2. 身體裹以毛毯、衣物避免低體溫症。 3. 給與病患呼吸純氧最好使用 close-fitting mask 。 4. 補充體液: 症狀輕者給與口服液; 嚴重者給與靜脈點滴, 最好給予 Normal saline 或 Ringer's solution, 避免使用 5% Dextrose solution 以防止進一步之神經組織水腫。 5. 脊髓型減壓病導致排尿困難時需插留置型導尿管。 6. 如有肺部擠壓傷導致氣胸, 需先經胸部 X-ray 檢查及作胸膜穿刺術, 未經治療之氣胸病患如果重覆加壓則可能引發 tension pneumothorax 而立即致死。 7. 其他藥物如 Corticosteroids 在減壓病治療作用上有爭議, 但仍有許多學者使用於中樞神經系統減壓病以減輕組織水腫及神經傷害; Aspirin 及 Heparin 之 clinical efficacy 在 AHA(American Heart Association)臨床效用分類等級僅為 2B(證據不足)。 8. 在軍方潛水作業船有設置移動式高壓艙或船上型高壓艙可在減壓病發生時立即重覆加壓治療, 同時後送至具備有可加壓至 6 大氣壓, 雙隔間且具內建型氧氣呼吸系統(BIBS)多人高壓艙之醫院作子母艙結合以完成後續治療。 9. 送至醫院, 使用高壓艙實施重覆加壓及高壓氧治療是減壓病最主要之治療原則。重覆加壓主要目的乃使氣泡體積減小以解除血管內阻塞或使氣泡再溶於體液; 而高壓氧則可改善組織水腫及缺氧狀態。

治療表之選擇: 在美國的原則是以美國海軍治療表 5 (USN Table 5, 60 ft/135 min)如 Fig.1, 用來治第一型減壓病, 以美國海軍治療表 6 (USN Table 6, 60 ft/285 min)如 Fig.2, 用來治第二型減壓病, 以美國海軍治療表 6A (USN Table 6A, 165 ft/319 min)如 Fig.3, 用來治嚴重型減壓

病或動脈空氣栓塞症。在國內早期亦採用此方法但療效不彰，以 USN Table 6 治第二型減壓病治癒率僅 8.3%，1982 年開始我們改以 USN Table 6A 取代 USN Table 6 對於第二型減壓病治癒率提升至 67.7%，更進一步我們修改 USN Table 6A 為 Table 6A1 (增加 3 個減壓站: 120 ft/1 min, 80 ft/8 min, 70 ft/15 min) 如 Fig.4, 將治癒率提升至 76.3%，復發率從 16.1 減少為 4.1% (Lee 1988, Lee 1991)。現階段在國內較常使用 USN Table 5A 如 Fig.5, 用來治第一型減壓病，其與 USN Table 6A 大致類似，僅治療時間較短(165 ft/154 min); 使用 USN Table 6A 用來治第二型減壓病或動脈空氣栓塞症; 對於殘餘症狀可後續使用數次 50 ft/120 min 之一般高壓氧治療。

## 減壓病之危險因素(Risk factors)

1. 運動: 如同搖晃香檳酒，氣泡容易釋出，因此水底應儘量避免過度運動或粗重工作。
2. 肥胖: McCallum(1984)建議理想體重超過 20%者應避免潛水。
3. 性別: 女性潛水員得減壓病機率是男性之 3-4 倍，但 Zwingelburg(1987) 之研究卻未證實此論點。
4. Ward (1987)認為對於補體活化反應較敏感之潛水員易得減壓病。
5. Webb (1988)認為高膽固醇及血液濃縮者較易有氣泡形成。
6. Patent foramen ovale 之存在對於潛水者是減壓病危險因素，因為它允許靜脈系統之氣泡栓塞經由 Right to Left shunt 進入 systematic circulation ( Hagen 1984, Moon 1989, Wilmhurst 1989, Powell & Smith 1985)。
7. 潛水深度較深時間較久且有快速上升, Lee 1994 及 Huang 1998 之研究結果顯示台灣潛水漁民及挖井潛水工人之潛水深度時間皆超過美國海軍”No-decompression limits”且無經過適當減壓停留，以導致較高之減壓病及異壓性骨壞死發生率。
8. 潛水後乘坐飛機至高空及快速上升至高緯度。

## 結論(Conclusion)

預防減壓病最重要在於養成良好的潛水習慣(如:加強潛水員或異常氣壓工程的正確觀念與正規訓練, 實施正確與確實的減壓操作步驟, 潛水專業裝備與施工器具的保養與重視, 定期健康檢查與重視個人疾病問題), 及對於減壓病危險因素之認知。潛水者應了解即使遵守現行之”No-decompression Limits”或減壓表實施水中減壓程序, 並不能保證沒有體內氣泡形成或減壓病之發生。潛水後有任何症狀發生, 應儘早接受重覆加壓及高壓氧治療以避免導致嚴重神經後遺症或異壓性骨壞死。

Fig.1

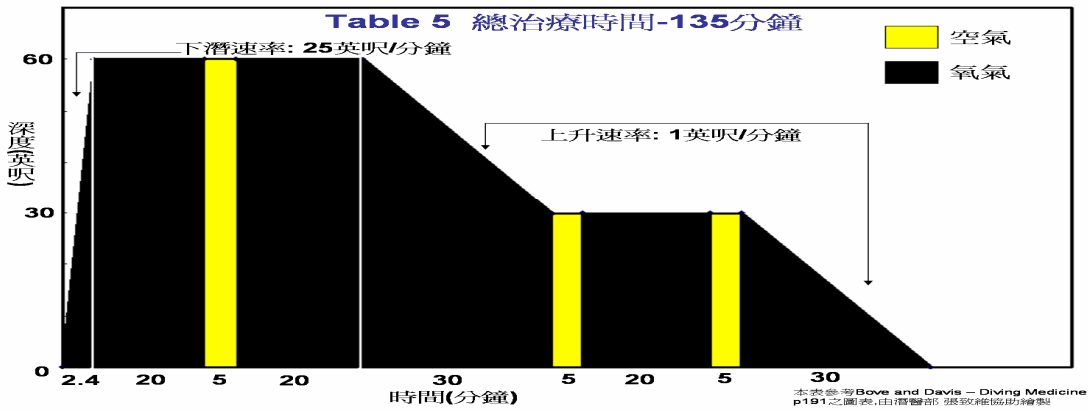


Fig.2

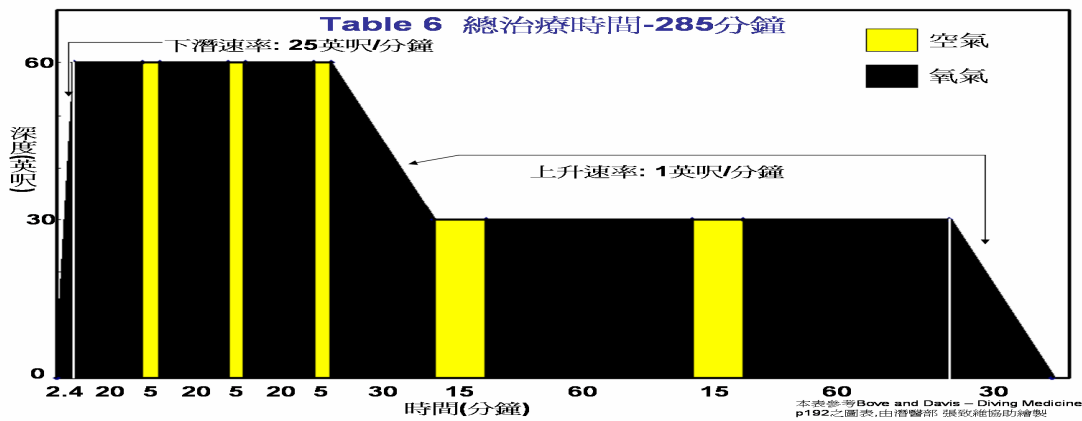


Fig.3

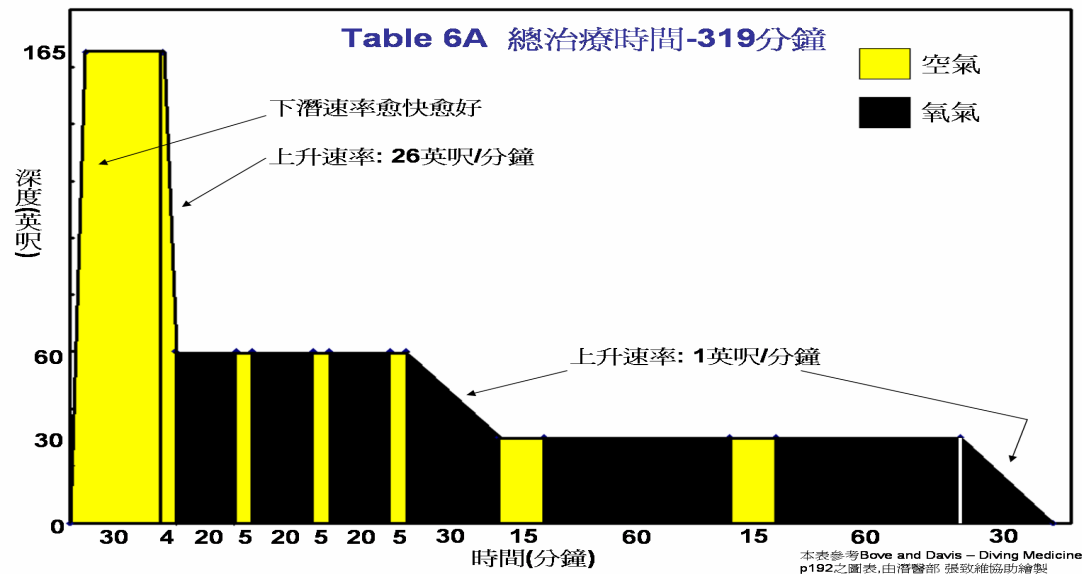


Fig.4

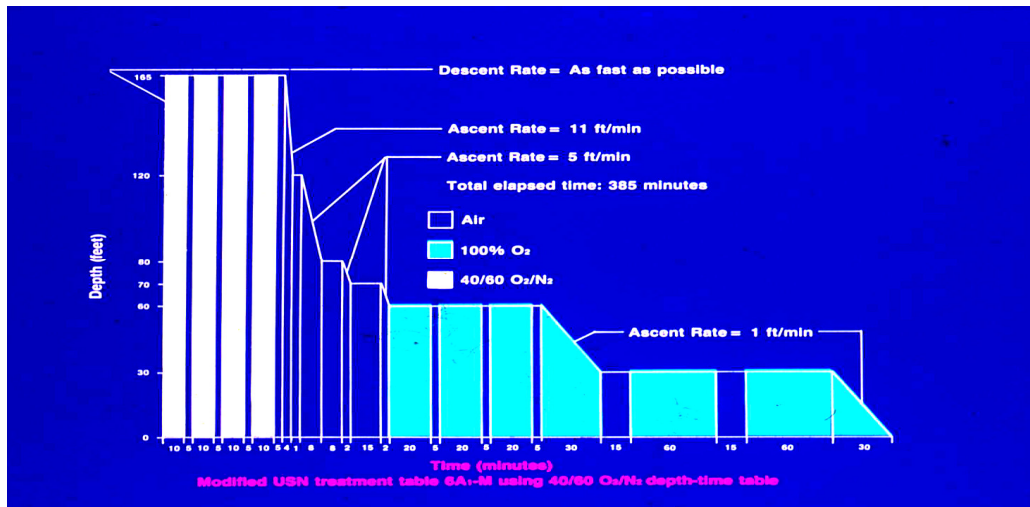
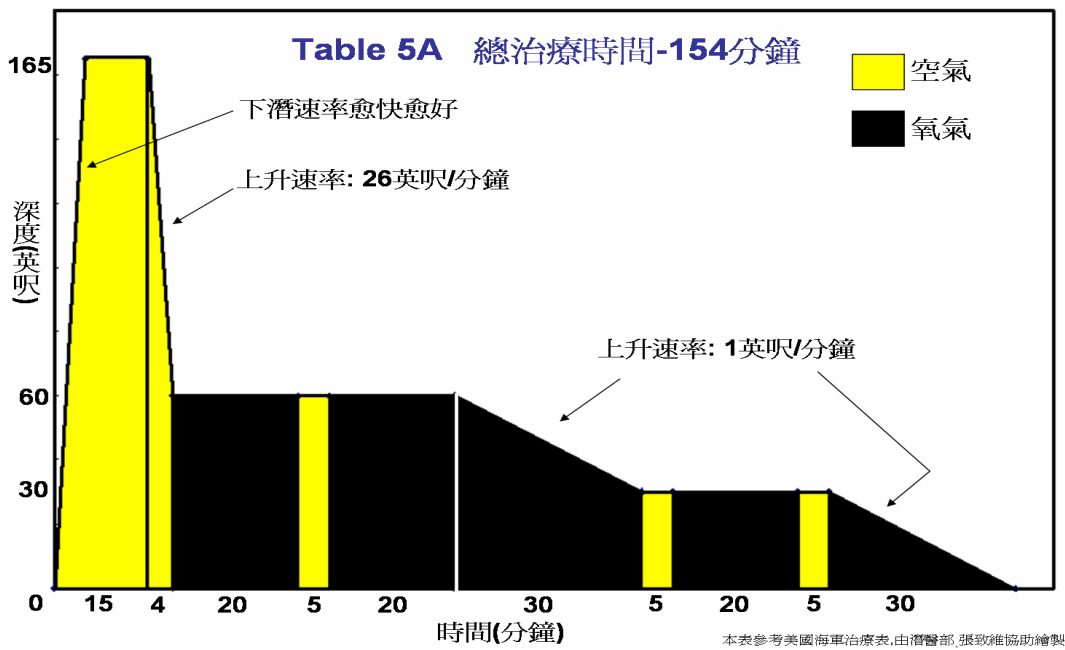


Fig.5





參考文獻

1. James PB, Jain KK: Decompression sickness. In: Jain KK ed. Textbook of Hyperbaric Medicine, 3<sup>rd</sup> ed. Seattle: Hogrefen & Huber Publisher, 1999: 118-140.
2. Moon RE : Treatment of Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism. In: Bove AA ed. Bove and Davis' DIVING MEDICINE. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997:184-204.
3. Elliot D. , Kindwall EP: Decompression Sickness. In: Kindwall EP, Whelan H eds. HYPERBARIC MEDICINE PRACTICE. 2<sup>nd</sup> ed. Flagstaff: Best Publishing Company, 2002: 433-485.
4. Moon RE, Gorman D. Treatment of Decompression Disorders. In: Brubakk AO, Neuman TS, eds, BENNETT AND ELLIOTT'S PHYSIOLOGY AND MEDICINE OF DIVING, 5<sup>th</sup> ed. New York: SAUNDERS, 2003:600-650.
5. Lee HC, Niu KC, Huang KL et al. Diving pattern of fishermen in the Pescadores. Undersea & Hyperbaric Medicine 1994 21(2): 145-158.
6. Huang KL, Lee HC et al. Diving pattern and work schedule of construction well divers in Taiwan. Undersea & Hyperbaric Medicine 1998;25(2) 99-109.
7. Lee HC, Niu KC, Chen SH. et al . Therapeutic effect on Type II decompression sickness : a Comparative study between USN Treatment Table 6A and Modified Treatment Table 6A1. Journal of Hyperbaric Medicine 1988; 3(4):235-242,.
8. Lee HC, Niu KC, Chen SH. et al . Therapeutic effects of different tables on Type II decompression sickness. Journal of Hyperbaric Medicine 1991; 6(1):11-17.