

國軍軍醫人員因公出國報告書

(出國類別 :實習)

「新型模擬深潛訓練艙建案」

人員出國報告

服務機關：國軍左營總醫院

海軍水下作業大隊

姓名職稱：家醫科林冠宏少校軍醫官

胸腔外科陳冠良上尉軍醫官

衛保室程建偉修護員

衛保室徐坤輝修護員

深海組陳達少校副組長

深海組 陳翔任水械上士

第一作業隊胡銘哲 水械上士

出國地點：奧地利 維也納(全員)、

德國 卡爾斯巴德市(全員)、

新加坡 KBA 訓練中心(潛水員)

報告日期：中華民國 112 年 12 月 20 日

出國期間：中華民國 112 年 6 月 30 日~7 月 31 日(歐洲)

中華民國 112 年 8 月 8 日~8 月 12 日(新加坡)

目次

一、前言	3
二、目的	4
三、過程	5
四、心得與建議	7
五、活動照片	8

一、前言

國軍左營總醫院奉國人管理字第 1120167091 號令，並依據本案整規書辦理，案內裝備操作及執行任務所需人力以本院所屬使用單位現有人力實施接裝訓練，規劃由原製造商提供師資、設備、教材於單位接裝前完成對其種子人員操作及保養訓練考量，並由使用單位建立教學種能，負責後續擴訓，本院遴派醫師 2 員、潛水員 3 員(協請海軍司令部派遣)及維修員 2 員，共計 7 員，依三福化工公司(合約廠商)規劃赴德國接受裝備操作及相關技術訓練。

另為取得國際認證，人員至奧地利受訓深潛艙及飽和潛水理論諸元，獲得國際 IMCA 認證，以利後續申請國際訓練機構認證。

圖：奧地利 Seminarzentrum taucherarzt 協會



二、目的

- (一)提升潛水安全：模擬深潛訓練伴隨著壓力異常危機，可能產生無法預期之潛水意外風險。若潛水員於訓練過程中發生意外昏迷，相關的醫療裝備及檢查儀器將可提供緊急醫療處置並嚴密監控各項生理數值，顯著提升潛水安全。
- (二)強化軍陣醫學：本建案以強化海底軍陣醫學為宗旨，從人員的訓練開始，以預防醫學的概念提供生理適應訓練及生理監控；從臨床醫學的角度提供緊急醫療服務；再以復健醫學觀點，減少因訓練失慎或意外而產生之戰力損傷，為我海軍戍衛海疆之堅實後盾，提升國軍戰力。
- (三)提升國軍戰力：確保國軍官兵身心健康為國軍醫院平時之首要任務，故購置醫療裝備系統即著眼於「落實預防醫學、減少戰力損傷」，強化官兵體能素質、提升部隊戰力。
- (四)取得國際認證：至奧地利受訓深潛艙及飽和潛水理論諸元，及新加坡受訓飽和潛水模擬器操作課程，獲得國際 IMCA 認證，以利後續申請國際訓練機構認證。

圖：風險管理及潛水醫學課程



三、實習過程

此次公務出國實習期間為 112 年 6 月 30 日至 7 月 18 日於奧地利維也納受訓；7 月 19 日至 7 月 30 日於德國 HAUX 公司受訓；潛水員 8 月 8 日至 8 月 12 日於新加坡 KBA 訓練中心受訓，為期共 36 天。

為了盡可能將風險降至最低，執行潛水作業及高壓環境作業前都需要進行風險評估，協會提供的課程包括：關於風險評估的教育訓練、潛水員訓練(使其對計畫工作有良好的執行力)及潛水員對於自身狀況掌握(若當日無法潛水，潛水團隊應有備用人選或是取消當日潛水)，潛水作業前要對當日執行之作業、環境等因素進行風險評估、建立緊急應變計畫(包括後送方式、時間及醫院等)、對潛水作業團隊進行口頭簡報等，課程內容摘述如下：

(一)安全設備

為確保潛水作業地點安全，會根據潛水作業而準備急救設備(如急救裝備包、足夠的氧氣供應、長背板或相應設備，用於後送傷患)，另需準備緊急通訊(手機、衛星電話等)，並需擬定緊急應變計畫(根據作業場地及風險管理評估)，最後則是後送載具(汽車、快艇、直升機等)，課程中詳細介紹各類設備。

(二)減壓病介紹與治療

解說減壓病及減壓表的發展史，一開始由生理學家 John Scott Haldane 提出減壓病的概念，後續解說關於減壓病的病理成因等，包括：1.半飽和期：組織達到半飽和狀態所需的時間及半去飽和期，經過 5-6 個半飽和期就可以視為組織已飽和。2.超飽和容忍度：根據 Haldane 的模型，超飽和的組織可在壓力減半時不至於產生致病的氣泡量(環境氮分壓：組織溶氮壓=1:2)(現今使用的模型根據不同組織有不同的參數，最低為 1.38-1.58，適用於半飽和期較長的組織。最高為 4.35，適用血液之類飽和較快的組織)

而後續更發展出根據 16 種不同組織半飽和時間做計算的模型，可視為現今減壓程序的圭臬。包括休閒潛水、技術潛水、美海軍減壓程序甚至現在的潛水電腦錶都是使用此模型作為計算。唯一未補足的是對於高海拔潛水，潛水員需要減壓至低於 1BAR 時，依舊是早期的模型適用。(美海軍潛水教範已有對於高海拔潛水減壓程序做一適用大部分情況的計算流程)。

等壓反擴散減壓病(counter diffusion-DCS)是因在同樣壓力下減壓時轉換不同氣體(即使深度無變化)而產生的減壓病(decompression sickness)此時的組織可能因為新舊氣體不同的半飽和時間，導致組織內總分壓超過"超飽和容忍度"，形成減壓病。評估原則總結如下：

- 1.潛水員用面罩呼吸氮氧混和氣，艙內為空氣：安全，測試深度 180 米
- 2.潛水員用面罩呼吸空氣，艙內為氮氧混和氣：超過 90 米的話有風險
- 3.使用氮氧混和氣潛水，使用空氣減壓：若轉換時的深度不深，且不是飽和潛水後，安全。

- 4.使用空氣潛水，使用氮氧混和氣減壓：危險
- 5.空氣潛水員得到減壓病，使用氮氧減壓：安全
- 6.氮氧潛水員得到減壓病，使用空氣減壓：危險
- 7.氮氧飽和潛水轉換為空氣：非常危險
- 8.空氣飽和潛水轉換為氮氧：非常危險

(三)飽和潛水概論

歐洲關於飽和潛水程序對於不同深度的加壓速率及溫度有詳細規定，規範與美海軍(美海軍潛水手冊)有相當的出入，老師表示因為商業潛水員與海軍潛水員考量的點不同，商業潛水員的工作負荷更大故對於上下變化深度的規範較嚴格。(老師個人觀點)而雖然不同系統有不同規範，但大原則基本相近，例如減壓程序雖規定不同，但最終時間大約會接近每米一小時。

上課內容另包含水中重壓(不同於水中減壓，重壓指的是回到水面後又再到深度做減壓)，課講義中羅列了相當多的缺點，總而言之除非極端情況下，即使最近的減壓艙需要 12 小時才能到達，選擇後送至減壓艙也比水中氧氣重壓還要好。另外也提到，即使潛水作業場地僅有小型氧氣瓶(在歐洲規範每分鐘最少 15 公升每分鐘的流量下能支持 30 分鐘)，最初的一大氣壓氧氣也能起到決定性的治療效果。

最後講師導讀潛水醫療諮詢委員會 Diving Medical Advisory Committee(DMAC) 應對飽和潛水員提供之緊急醫療照護及離岸潛水場地應準備的醫療器具兩份資料，細節多為醫療照護相關內容。

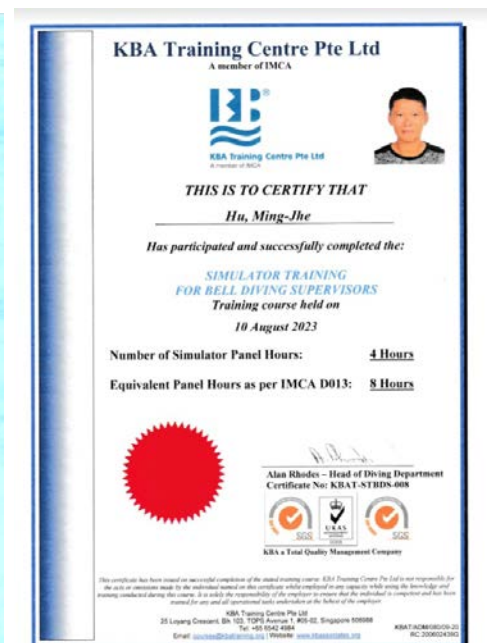
圖：醫師證書



圖：修護員證書



圖：潛水員證書



四、心得及建議

訓練課程中教官強調，在歐洲要成為潛水醫生、技術員也必須取得相關潛水證照，對於潛醫生也要了解艙體該如何操作，才不會下了一些奇怪操作指令，技術員也就是醫工的部分因為有可能要在艙體加壓下進艙維修，所以也必需對潛水及潛醫知識要有基本了解，且在歐洲部分有規定，當只有單名患者在高壓氧艙進行治療時，陪壓醫護員必須入內陪伴，且要考慮到陪壓員的減壓問題，因此課程前半段均著重在潛水訓練的課程。建議國內訓練可參考比照。

後續潛水生理的課程，針對基本的潛水物理，包含壓力單位、波以爾定律、查理給呂薩克、氣體通用定律、道爾吞分壓定律、亨利定律、阿基米德原理及 Joule-Thomson effect 進行說明。透過對基本定律的了解後，接著提到氣體儲量與艙體之間的關係，並以治療表(TT6 版)做為計算的範例。說明有關潛水生理的相關主題，提到循環系統、額竇、耳朵、水中視覺、水中聲音及、呼吸系統及血液循環問題，讓所有人員對潛水生理都有基本的認識。建議國內潛水員訓練可參考比照。

在德國的訓練課程中，建議第一類減壓症(DCS I)和第二類減壓症(DCS II)都建議使用 TT6 版的治療表作處置，除非經驗豐富才會選擇 TT5 版的治療表作為治療。而歐洲高壓醫學委員會 (ECHM) 在 2017 的報告中，也不建議使用大深度的治療表 (EX.TT6A)。學員先是做一遍海軍潛水員的神經檢查程序(由美海軍潛水手冊轉譯而來)與老師分享，後續依照歐洲建議神經檢查程序再實作一次，比較兩者差異，並作交流與討論，海軍檢查流程較為詳細但耗時，歐洲程序較簡單快速但也已包含大部分關鍵檢查。(老師也對於海軍檢查程序熟練度及細節準確度表示驚嘆，故後續要維持原程序或納入歐洲程序建議我們自行考量，但需要對於艙內能執行的流程做更多實作測試來作決定，歐洲流程更便於艙內施做，且其程序著重於治療期間的症狀變化程度)，融合美歐兩種體系的理論，將有助於提升國內技術發展。

綜上心得，建議本院依現行與海軍水下作業大隊合作訓練潛水員之模式，本院提供深潛訓練艙訓場環境及人員操艙期間之前、中、後期醫療評估及處置，為達成長期目標-潛水員訓練機構認證，擬由該大隊循指揮體系完成國外派訓規劃，以獲得 TADS 潛水員、TABS 潛水員證照及教官資格。

後續本院將視未來任務需求及潛水軍陣醫學發展，循國外短期進修流程，本院(或軍種軍醫人員)薦報適員派訓取得 2 類教官資格:1.先取得 DMT 潛水員醫護技術員/ALST 潛水救護助理證書，再訓練獲得 IMCA diver medic certificate 師資認證。2.DMAC 飽和潛水醫學「醫師級」師資。另訓練課程/教案、教具/教材等教學資源建置，將搭配師資預劃取得年度，接續啟動編撰及依預算編列/採購作業辦理。

圖:師資取得規劃

訓練認證項目	TADS	TABS	DMT	ALST
具備條件				
1) IMCA認證之潛水教官	不符合	不符合	不符合	不符合
2) 飽和潛水醫學「醫師級」師資(DMAC證照)	-	-	不符合	不符合
3) IMCA diver medic certificate師資(IMCA證照)	-	-	不符合	不符合
4) 初級/高級救護之專業醫護師資(本院現有急救醫護師資)	-	-	符合	符合
5) 課程規劃、課程教材、課後考評機制設計、完訓課程之檔案紀錄	不符合	不符合	不符合	不符合
6) 教育行政中心團隊、視聽教室	不符合	不符合	不符合	不符合
7) 緊急救護用之教具、教材製作室(含多媒體)、視訊上課網路設備	不符合	不符合	不符合	不符合

附註：
TADS: Trainee Air Diving Supervisors TABS: Trainee Bell Diving Supervisors
DMT: Diver Medic Technician ALST: Assistant Life Support Technician

目前執行 **未來發展**

圖 :完訓大合照



五、活動照片

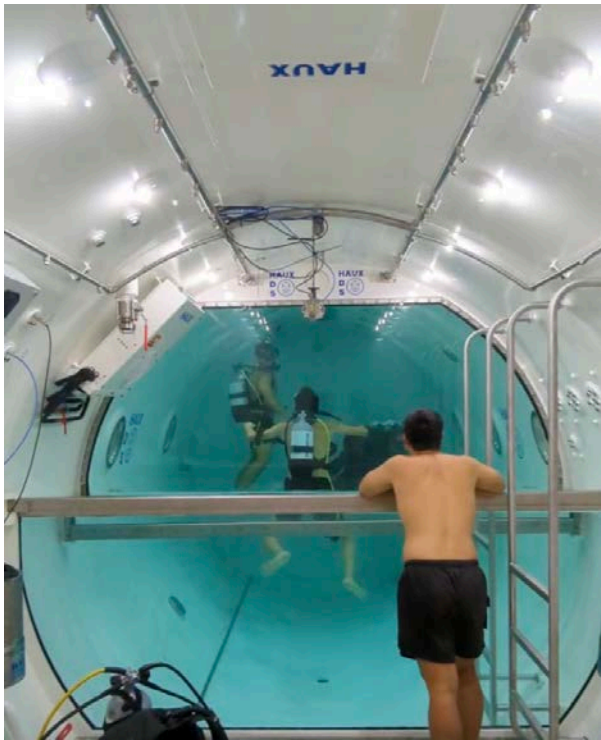
圖：課程講師合照



圖：高壓氧多人艙體驗



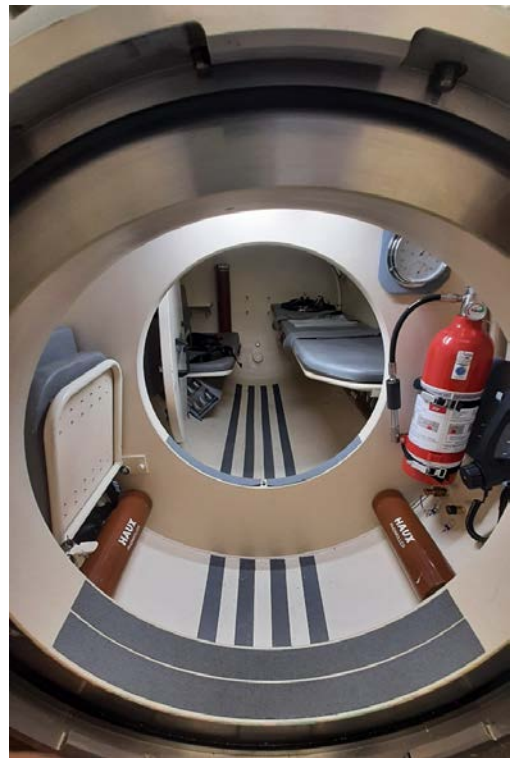
圖：模擬深潛艙測試



圖：潛水鐘加壓設備



圖：高壓氧單人艙參觀



圖：加減壓控制面板



圖：模擬器操作訓練



圖：模擬器實際操作

