

出國報告（出國類別：軍售訓練）

**2016年美國空軍航空生理官訓練班返國報告**  
**Aerospace and Operational Physiology**  
**Officer 101 Course**

服務機關：國軍高雄總醫院岡山分院航空生理訓練中心

姓名職稱：航空生理官賴重宇少校

派赴國家：美國

報告日期：中華民國 105 年 10 月 5 日

出國時間：中華民國 105 年 7 月 26 日至 105 年 9 月 14 日

# 摘要

美國空軍航空生理官訓練班 101 課程(Aerospace and Operational Physiology Officer 101 Course, AOPO 101 Course)為美國空軍航空生理官重要專業養成訓練基礎課程，課程時間如同國軍每年度由高雄總醫院岡山分院航空生理訓練中心（航訓中心）所承辦之航空醫官、航空護理官及航空生理官訓練班，總共 7 週，受訓地點主要在美國俄亥俄州但頓市(Dayton, Ohio)萊特－派特森空軍基地(Wright-Patterson Air Force Base, WPAFB)內之美國空軍航太醫學校(US Air Force School of Aerospace Medicine, USAFSAM)，期間將飛至德克薩斯州布魯克斯基地(Brooks City-Base)進行高 G 耐力訓練。

課程授課對象為即將從事航空生理教育訓練之美國軍士官及世界各友邦負責航空生理之軍士官，課程內容重點為飛行環境、高空生理、飛行個裝、緊急逃生訓練、加速度生理及 G 力昏迷預防、狀態警覺與空間迷向、高科技夜視系統運用、人為因素及人因效能等航空生理議題。

受訓目的在針對美國空軍現行航空生理暨高 G 耐力訓練制度、教材及方式進行深入了解，同時積極分享國軍航空生理訓練課程現況，並藉由與世界各國國際學員研討，開闊國際視野，適時提升國軍形象與地位。同時比較美國空軍與我國在低壓艙航及高 G 耐力訓練執行之差異，作為精進我國訓練制度及內容修訂參考，以維持訓練品質與內容，廣續達到美國空軍專業認證標準，提升軍售訓練效益。

## 目次

受訓目的.....	頁 1
受訓過程.....	頁 1-27
受訓心得與建議.....	頁 28
附錄.....	頁 29-33

## 受訓目的

- 一、瞭解美國空軍航空生理訓練制度、教材及方式，提供國軍航訓中心作為國內訓練方式修訂、精進航空生理官訓練課程參考，
- 二、赴美期間，詳細完成訓練日誌登載，努力學習他國之經驗與長處，返國後對國軍航空生理暨高 G 耐力訓練及航空醫學發展貢獻所學；並積極分享國軍航空生理訓練課程現況，並藉由與國際學生研討，開闊國際視野，適時提升國軍形象與地位。
- 三、瞭解美國空軍各類航空生理暨高 G 耐力訓練裝備現況，作為裝備延壽計畫及裝備規劃建築參考。
- 四、藉由派員參訓，熟悉美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練標準，使航訓中心賡續掌握現況，以利後續專業認證效期展延申請。

## 受訓過程

### 一、交通議題

臺灣搭機從美國西岸入境到俄亥俄州但頓市萊特－派特森空軍基地需轉搭乘二次美國國內線航班。美國空軍航空生理官訓練班 101 課程訓練時程自 7 月至 9 月，但頓市夏季天氣常遇到雷陣雨，飛機航班常延遲或取消，建議後續赴該基地受訓人員，預劃轉機時間至少間隔 3 至 4 小時外，且因每日飛抵但頓市航班數有限，若錯過航班，將必須於機場過夜，隔日再行轉機，故班機抵達但頓市時間應將天候及航班次數等因素納入考量，應規劃充裕時間，必免延誤報到。另有關於報到時間，國際軍事學生聯絡軍官(International Military Student Officer, IMSO)說明並無律定確切報到時間，建議於課程開始前 2 至 3 天抵達，將較有充裕時間辦理各類行政手續，調整適應時差及認識週遭環境。

抵達但頓市國際機場後，由國際軍事學生聯絡軍官負責交通接送事宜，另我國空軍長期派駐萊特－派特森空軍基地之國際聯絡官（圖 1），亦一同前往機場接機，後續派赴該基地接受軍售訓練人員可先行聯繫聯絡官，取得相關受訓資訊。

針對受訓期間交通接駁問題，我國軍售訓練經費未編列補助受訓人員租賃車輛費用，因美國幅遠遼闊，無交通工具情況下，行動相當受限，甚至可能影響受訓課程，而澳洲、丹麥及瑞典等國有編列預算補助該國受訓學生車輛租賃費，建議我國後續針對軍售訓練人員提供部份或全額補助租賃車輛費用，以利受訓交通使用。



圖 1、臺灣派駐萊特—派特森空軍基地聯絡官（右一）

## 二、住宿、服裝及生活用品議題

受訓期間住宿於萊特—派特森空軍基地招待所，每人分配一個套房，房內設備相當齊全，包括冰箱、微波爐、熨斗、保險箱、免費無線網路等設施。另招待所設置有免費洗衣間及簡易健身房等。日常生活用品可至基地內營站採購，每日有交通接駁車往來招待所及營站，受訓人員可利用該接駁車前往，若考慮步行前往，步行時間約 20 至 30 分鐘；另萊特—派特森空軍基地所在城市但頓市氣候類似臺灣夏天，7 月至 9 月間氣溫可達攝氏 30 度，且常出現雷陣雨，濕度亦相當高，故受訓期間建議以夏季搭配薄長袖服裝為主。

## 三、行政手續

- (一) 規定宣達：國際軍事學生軍官於抵達隔日向國際學生宣導各類政策、法令及安全等事項，特別說明攝錄影相關規定，禁止飛行航道、阻絕設施、哨口及出入口等攝錄影；另其他地區雖准予攝錄影，但禁止上傳公布於社群網站，若未遵守攝錄影規定，最嚴重將予以退訓處份。
- (二) 銀行帳戶開立：開立帳戶目的為本次訓練各類費用（例如：移地訓練交通費、住宿費、差旅費等）需由美國空軍航太醫學校支付時，國際軍事學生聯絡軍官將款項存入該受訓人員個人帳戶，由受訓人員自行完成結帳。另受訓人員於國內財務組所領取之生活費、差旅費等費用可存入該帳戶管理運用。
- (三) 醫療評估：受訓人員至醫務所，由航空醫官進行理學檢查及問診，目的在於檢查受訓人員操作 Valsalva 動作效能及評估離心機乘載訓練適合度。受訓人員於國內所接受空勤體檢結果紙本可攜至醫務所，提供航空醫官參考，以便後續問診評估。針對

Valsalva 動作效能檢查，航空醫官利用檢耳鏡觀察人員施作 Valsalva 動作時，耳膜移動情形，藉以判斷施作效能及耳壓平衡是否良好。目前航訓中心針對低壓艙航訓練人員實施 Valsalva 動作重點提示及示範操作，後續觀察人員練習情形，建議可採用檢耳鏡檢查耳膜方式，確保人員施做 Valsalva 動作效能，以降低人員低壓艙航訓練不適情形（醫療評估紀錄表如附錄 1）。問診評估後，職主動向航空醫官詢問缺點免計問題，該位航空醫官即是國際軍事學生部門主任，同時亦是高級航空醫官班 (Advanced Aerospace Medicine for International Medical Officer, AAMIMO) 班主任，詢問題目包括「如何取得 2016 年缺點免計手冊」及「萊特—派特森空軍基地有無判定缺點免計之權責」，囿於時間不足，航空醫官並未回答，後續職於萊特—派特森空軍基地之醫學中心網站下載已更新完成之 2016 年美國空軍缺點免計手冊，並傳回國內航訓中心提供 2016 年度航空醫官、航空護理官及航空生理官教學使用。

#### 四、萊特—派特森空軍基地及附近區域導覽

抵達基地的第一個週末星期六下午，由國際軍事學生聯絡軍官向國際學生進行基地導覽，丹麥學生因天候不佳，導致班機延遲抵達，於本日亦已完成報到，加入團隊，故 5 個國際學生全數平安到達基地。

導覽過程中，介紹基地配列空軍第四四五空運聯隊(445th Air Lift Wing)目前所使用之 C-17 運輸機將逐步取代 C-5 運輸機之工作，主要原因為 C-5 運輸機之發動機損壞率偏高，至使妥善率過低及維護成本過高之故。另提及受訓過程中所使用之教材(實體及電子檔)，將提供國際學生攜回參考，考量實體教材重量較重，可協助國際學生先行寄至各國大使館或辦事處，再轉寄至國內，如此一來，可免除蒐整資料及傳遞回國之問題。國際軍事學生聯絡軍官帶隊前往辛辛那提各大賣場瞭解美國當地生活及風俗，過程中可與其他國際學生閒話家常，討論各類議題，有助於背景瞭解，互相認識，同時加強英文對話。職建議受訓前各類準備不能侷限於航空生理或航空醫學範疇，需初步了解飛行環境、飛行機種等問題，方可用於不同面向之討論，活絡討論內容。

#### 五、美國空軍航太醫學校訓練裝備導覽

美國空軍航太醫學校近期從德克薩斯州布魯克斯空軍基地遷移至現在位置萊特—派特森空軍基地。訓練課程開始前，學校安排受訓人員進行新建置裝備—低壓艙、人體離心機導覽，分別述敘如下：

(一) 低壓艙：目前基地內建置 4 座新式低壓艙，主要提供醫學研究及裝備測試使用，包

含動物實驗、裝備測試均可進行，分成 4 個獨立艙：急速減壓艙、20 人艙、中型艙、大型艙，其中大型艙體積大小可容納悍馬車，若為低壓艙航訓練則利用其他舊艙進行。

(二) 人體離心機：由美國 ETC 公司負責籌建，目前仍在測試階段，尚未正試運轉，原訂於 2009 年正式啟用，但仍有諸多因素尚未解決，因此延宕多時，介紹人員希望能於近期測試運轉成功，加入服役行列。我國後續派赴美國空軍航空生理官訓練班 101 課程人員需更深入瞭解正式運轉之相關性能及參數，針對裝備細部介紹及與介紹人員討論內容如下：

1. 吊艙：目前有 3 個吊艙可進行訓練。

2. 座艙：依不同飛行機種(F-16、F-22、F-35)面版可進行替換，如同國內航訓中心空間迷向機儀錶面版。

3. 座椅角度：可進行人工手動調整，國內航訓中心人體離心機則是透過電腦調整。

4. 視野呈現：採廣角球體投影設計，非傳統螢幕平面影像，以模擬實際飛行環境視野。

5. 討論內容：

(1) 訓練或研究過程，針對 100% 中央視野或 50% 週邊視野喪失，以現在廣角球體投影設計，將如何獲得視覺參考，用以測量視野喪失比例？

介紹人員回答：視覺參考將利用投影方式，呈現於投影區域上。

(2) 六點鐘方位檢查科目，訓練人員觀察視野影像為何？

介紹人員回答：與傳統訓練方式一致，觀看數字燈號，而非投影之模擬飛行環境。

(3) 因為視野採廣角球體投影設計，因此會有最佳視眼點位置，若訓練人員未在最佳視眼點內，將可能造成觀看影像扭曲。

介紹人員回答：訓練過程中，將使訓練人員保持於最佳視眼點內，同時避免移動身體，以獲得最佳影像，同時達到保護訓練人員頸椎、頸部肌肉之功能。

## 六、航空生理官專長介紹(43AX)

2016 年航空生理官訓練班 101 課程受訓人員共計有 17 員（國際學生 5 員、美國學生 12 員）（如圖 2），國際學生來自臺灣、澳洲、丹麥、瑞典及義大利等 5 國，其中一位美國學生及瑞典學生分別為 U-2 高空偵察機及 Gripen 戰鬥機飛行員，受訓過程該 2 員學生提供適切個人飛行經驗，印證航空生理理論基礎，有效結合理論與實務。



圖 2、2016 年航空生理官訓練班 101 課程受訓人員團體照

航空生理官訓練、專長及經管主要律定在 1990 年代中期，航空生理部門業管主官 (Chief of Aerospace Physiology) 訂定航空生理官經管，預劃於每個空軍基地編成具有兩個航空生理專業人員之訓練小組，最初被命名為「人因效能訓練小組(Human Performance Training Team, HPTT)」，目的在使各個基地能獲得專業人力資源，進而提供各基地所需專業知識和有關人為因素之訓練。該計畫於 1990 年代末期開始推行，於 2000 年代中期完成。

航空生理官訓練課程目的在於「藉由飛行任務及不同機型導向訓練，強化空勤人員飛行表現並降低人為因素所導致之失事風險」，完成訓練後，人員授予「43AX」專長，另因訓練課程內容不同，可分別授予「43A1」或「43A3」之分業專長，介紹詳細如後：

- (一) 43A1：完成航空生理官訓練班 101 課程
- (二) 43A3：完成航空生理官訓練班 201 及 202 課程(AOPO 201, 202 Course) (含) 實務經驗。

#### 1.航空生理官訓練班 201 課程 (101 課程後 15 個月內需完成)

- (1) 航空生理官飛行訓練課程(Physiological Officer Flight Training Course)
- (2) 失事調查訓練課程(Aircraft Mishap Investigation and Prevention Course)
- (3) 夜視鏡學科指導課程(Night Vision Goggle Academic Instructor Course)
- (4) AFI 規定與政策宣導(Applicable AFI and Policy Review)
- (5) 試教合格評量(Teaching Qualification)
- (6) 配列屬、聯隊及中隊訓練事件管制(Ancillary Wing/Squadron Training Events)

(7) 航空生理訓練實施計畫管制(AOP Program Management)

## 2.航空生理官訓練班 202 課程 (101 課程後 16 至 30 個月內需完成)

(1) 航空疲勞管理因應對策(Fatigue Countermeasures in Aviation)

(2) 人因效能提升(Human Performance Improvement)

(3) 人為因素趨勢分析(Human Factor Trend Analysis)

(4) 航空心理與航空工程概論(Concepts in Aviation Psychology and Aeronautical Engineering)

(5) 人因系統整合應用(Application of Human Systems Integration)

(6) 抬頭顯示器影像回顧(HUD Review)

(7) 高空減壓症風險評估系統操作(ADRAC Usage)

(8) 低氧呼吸裝置操作認證(ROBD Qualification)

## 3.實務經驗

(1) 具備至少 30 個月於航空生理訓練單位執行 43A1 專長工作之經驗。

(2) 具備至少 25 小時以 AFI 11-403 航空生理訓練計畫以及/或飛行學官/領航學官/武器系統官課程內容之授課經驗。

(3) 擔任至少 15 小時低壓艙航訓練艙內觀察員之實務經驗。

(4) 擔任至少 15 次低壓艙航訓練航空生理官之實務經驗。

(5) 具備 1 年任務督導經驗。

我國報名參與軍售訓練之訓練班為航空生理官訓練班 101 課程，訓練目的使受訓人員瞭解航空生理通識知識及一般性原則，完訓後人員授予「43A1」專長（完訓紀錄卡如圖 3、結訓證書如附錄 2），可執行基礎航空生理暨高 G 耐力訓練。而航空生理官訓練班 201 及 202 課程為進階訓練，課程內容著重於資料分析與評估、人為因素、人因效能、政策管理及實務操作經驗之累積課程，並強調每位學生可選擇有興趣議題進行深入研究探討，目的成為該專業議題之專業人才。此進階課程訓練對象為美國籍軍士官，未提供國際學生參與，實屬可惜。後續國軍航空生理官之培訓，可參照該訓練模式，區分為一般通則與專業專精訓練，使航空生理官訓練更形強化與深入，以建構航空生理專業人才網絡及資料庫。

## 七、學科課程

### (一) 基礎生理學

講授議題包括常用醫學用字及組成原則、基礎細胞生理學、呼吸生理學、神經生理學、肌肉生理學、心臟生理學、視覺生理及生命徵象評估（含實作）等。

授課過程美國學生 U-2 飛行員詢問缺氧及過度換氣（低碳酸血症）如何分別，因為二者症狀相似程度相當高。授課教官回答過度換氣（低碳酸血症）症狀通常持續較久，缺氧症狀於矯正後將很快解除，可用以區別。職續問美國學生 U-2 飛行員，在其飛行訓練過程中，有無接受過如何辨別缺氧及過度換氣（低碳酸血症）的訓練，其回答不太確定有無接受過該項訓練，但瞭解在飛行情形下，應放慢呼吸頻率；職補充在國內航訓中心教學方式，則請飛行員發生當下勿浪費時間辨別是缺氧或過度換氣（低碳酸血症），需立即採取配戴氧氣面罩，開啟緊急供氧系統，並下降高度至 10,000 英尺以內，再行後續處置，因為若是在高高度發生缺氧情形時，飛行員將在數十秒內發生失能；若是過度換氣（低碳酸血症），飛行員將體驗較久之症狀，並不容易在短時間失能，故不能辨別情況下，應立即採取缺氧矯正處置，以避免後續人員陷入昏迷。

針對心臟生理學，職詢問有關在高 G 環境下，心臟參數之心輸出量及心搏出量，哪一個對飛行員比較重要，因為心輸出量單位為分鐘，但心搏出量為每次心臟收縮時血液輸出量，唯飛行員暴露於高 G 環境通常為數秒鐘時間，授課教官回答需看當時情況決定，因為還需納入有關心跳等參數，才可進行比較。另瑞典學生詢問有關交感及副交感神經活化時間，課後職回答分別為 10-15 秒及 2-5 秒，故飛行高 G 科

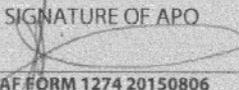
PHYSIOLOGICAL TRAINING	
This is to certify that the following person has met the requirements for the USAF Physiological Training Program.	
Last Name, First Name, MI. Lai, Chung-Yu	
TRAINING COMPLETED 8 Aug 16	
GRADE O-4	FORMAL COURSE ID S-O-B/A-APH-I
PHYSIOLOGICAL TRAINING UNIT WPAFB, OH	
SIGNATURE OF APO 	
AF FORM 1274 20150806 Previous Edition Will Not be Used	

圖 3、航空生理官訓練班 101 課程完訓紀錄卡

目前，建議先於 3-5G 環境暴露 10-15 秒，以活化交感神經，提升 G 耐力。

## (二) 航空生理

講授議題包括大氣物理、氣體定律、高空減壓症、講授缺氧、過度換氣與正壓呼吸、氣壓性生理反應、高低溫生理、噪音與振動課程、加速度生理學、空間迷向、航空營養學、體適能與空勤人員表現、航空生理訓練新興議題—Combined Altitude Depleted Oxygen (CADO)。

高空減壓症課程內容包括減壓症定義、分類及治療，指出減壓症影響因子包括高度、停留時間、去氮及體能活動等四大因素。臺灣地區如遇乾季缺水時，常需由空軍配合天候執行人工增雨作業，職詢問實施人工增雨時，空勤機組人員可能發生減壓症之相關高度及暴露時間等問題，授課教官指出可利用高度、停留時間、去氮及體能活動等四大因素進行預測，若任務執行完畢後，空勤機組人員若出現減壓症情形，需減少患部移動並立即實施治療。

在航空生理訓練新興議題—Combined Altitude Depleted Oxygen (CADO)缺氧體驗訓練方式，主要將低壓艙航高度保持在 10,000 英尺，配合著在該模擬高空環境下給受測者呼吸 10% 氧氣、90% 氮氣之混合氣體，即相當於在 25,000 生理英尺高度實施缺氧體驗。目前使用 CADO 訓練方式之國家有加拿大及澳洲空軍，此訓練方式之優勢為受訓人員亦可感受到大氣壓力變化對生理之影響，另有訓練時間短、不需去氮、不容易產生減壓症之優勢，唯美國空軍評估後，仍有許多待克服及修正之處，故目前仍在積極努力研究中，期待未來 5 年內能有所進展。

## (三) 飛行裝備及個裝

講授議題包括座艙加壓、氧氣裝備、機上造氧系統(On-Board Oxygen Generating System, OBOGS)、高高空生理與壓力衣、MBU 20/P 氧氣面罩 (含實作)、夜視輔助系統、緊急逃生與求生技巧及雷射之特性。

職於課堂上參與討論有關過去氧氣調節器設計之缺陷，未將綠色撥桿與白色撥桿進行連動設計，於未注意情況下，飛行員可能將綠色撥桿置於 OFF 位置，白色撥桿置於 NORMAL，致使飛行員吸入座艙內低壓空氣，一旦發生座艙加壓失效或座艙高度超過 10,000 英尺，將使飛行員暴露於缺氧環境，後續氧氣調節器設計修正為將綠色撥桿置於 OFF 位置時，白色撥桿將連動置於 100% OXYGEN 位置，如此，則可提醒飛行員使用氧氣之正確性，同時有效避免上述情形發生。

針對機上造氧系統由創始工程師進行介紹，過去機上造氧系統在初期應用上產生多起飛行中缺氧案例，甚至導致重大失事事件，引起極大爭議，經過多年持續修正與克服，目前美國空軍使用該系統之機種包括 F-35、F-22 及 F-16；職亦詢問了解瑞典學生其飛行機種 Gripen 戰鬥機亦是使用該造氧系統，目前 F-16 戰鬥機仍是我國主戰機種之一，故後續有關氧氣系統之軍售將亦可能朝向機上造氧系統進行，故仍應持續關注此議題。

有關氧氣面罩，現階段我國航訓中心低壓艙航訓練人員仍使用 MBU 5/P 面罩，在美國幾乎已不使用 MBU 5/P 面罩進行訓練，改使用 MBU 12/P 及 MBU 20/P 進行。另介紹面罩應於每 30 天進行拆解、清潔及檢查，以維護其妥善，過程中由受訓人員進行實地操作。

在緊急逃生與求生技巧課程中，針對彈射椅內容介紹著墨不多，僅著重於彈射前準備、降落傘介紹及求生技巧等相關議題，我國航訓中心將上述內容細分成不同課程大綱進行說明，並搭配術科實地操作，內容較為豐富。

#### (四) 基礎飛行原理及機種介紹

講授議題包括美國現役飛行機種介紹、基本飛行術語、基本航空動力學、基本飛行儀錶講解、基本飛行姿態操作、基本飛行進場落地。

#### (五) 美國空軍航空生理訓練

- 1.航空生理制度：美國航空生理訓練課程內容規定於 AFI 11-403 航空生理訓練計畫文件內。美國航空生理訓練每 5 年複訓，我國則為每 4 年複訓。針對缺氧訓練，我國初、複訓皆使用低壓艙進行訓練，美國空軍初訓時使用低壓艙進行訓練，複訓時可利用低氧呼吸裝置進行訓練，另其中較為特別是一般民眾(傑出人士)欲搭乘美國空軍戰機，亦需接受航空生理訓練。班主任提及當年曾替第一位登上月球 Neil Amstrong 實施航空生理訓練，使他能符合搭上美國空軍戰機之條件。另班主任詢問職，在臺灣負責管制空勤人員完成航空生理訓練之單位或人員為何？職回答由戰鬥部隊醫務所航空醫官負責登載管制，以確保空勤人員均於適飛狀態。
- 2.航空生理複訓見習：見習美國空軍 Track T(加油機、運輸機及轟炸機)空勤人員航空生理複訓課程實施方式，訓練內容包括學科講解及利用低氧呼吸裝置進行缺氧體驗；學科內容講解 3 小時，議題包括狀態警覺、空間迷向、飛行高度的威脅及人因效能影響因素等，過程中授課教官主動跟飛行員互動討論並請其分享經驗，較能有效引起受訓

人員興趣，內容分項述敘如下：

- (1) 狀態警覺：包括人為因素介紹、狀態警覺程度、影響狀態警覺因素、如何認知感受及矯正錯誤狀態。
- (2) 空間迷向：包括空間迷向定義、人體感受系統、空間迷向分類、各種錯覺（含夜視輔助裝置）。
- (3) 飛行高度的威脅：包括缺氧種類、缺氧症狀、缺氧影響因素、過度換氣、氣體體積效應及高空減壓症等。
- (4) 人因效能影響因素：包括疲勞、睡眠、藥物、壓力、冷/熱溫度、脫水、噪音與振動、強光與輻射、飲酒、抽菸、體適能等議題介紹。

見習課程結束後，澳洲學生士官長詢問有關 G 力警覺之介紹，授課教官回答是根據授課對象來調整上課內容，因為本日複訓人員無飛行高 G 機型之空勤人員，故未提示有關 G 力警覺之內容。

職詢問有關美國空軍如何管制空勤人員航空生理訓練事宜，授課教官回答是由人力資源管理部門負責，另申請受訓時間可由人力資源管理部門或空勤人員電話申請，複訓時間為 1 天，澳洲學生補充說明澳洲航空生理複訓時間為 2 天。

3. 飛行學生航空生理訓練現況：除依照航空生理初訓執行外，特別介紹航空動暈症原因及訓練方式。現階段美國空軍飛行學生於航空生理訓練初訓時，需完成連續 3 天巴氏旋轉椅訓練，職詢問未完成人員如何處置？授課教官回答，至目前為止尚未遇過未完成案例，如遇未完成人員，將轉介航空醫官進行評估，檢視該員是否適合飛行職務。
4. 空軍安全計畫及失事調查：授課教官以個人參與之案件，分享失事調查處置之經驗及重點，推測失事可能發生之原因。另授課教官多年前曾至我國航訓中心執行「美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練專業認證」現地訪查，職主動與授課教官合影，教官表示往後如職有任何航空生理問題，可主動與他取得聯繫，將盡力幫忙與協助（圖 4）。
5. 其他議題：包括介紹美國空軍航空生理訓練單位組織與任務，美國空軍士官階級、角色與任務，美國空軍航空生理訓練單位經費來源、編列與運用，美國空軍航空生理訓練單位行政事務與訓練成效回報，美國空軍技令系統及航空生理訓練團隊等。

職詢問如何獲得通過「美國空軍航空生理訓練暨高 G 耐力訓練專業認證」國家名冊，授課教官回答可由 AF Portal 網站查詢獲得（如圖 5），但需有相關權責單位所授權之通行卡、登入帳號、密碼，才可查詢，故無法直接進行查詢獲取資料。



圖 4、與授課教官合影（左一）

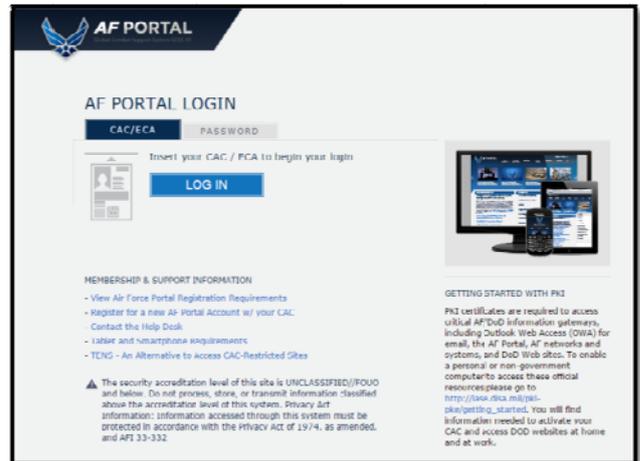


圖 5、AF Portal 網站首頁

## （六）人為因素與人因效能

講授議題包括座艙資源管理系統，以軍、民航失事案件說明座艙資源管理之問題及重要性；人因系統整合、人為因素訓練方式、狀態警覺與認知過程之理論、疲勞及耐受度管理、FAST(Fatigue Avoidance Scheduling Tool, FAST)疲勞管理等。

針對疲勞管理，美國空軍使用 FAST 軟體管理系統，因為 FAST 系統是建置於美國空軍電腦系統內，故國際學生僅能於一旁觀看美國學生如何操作。該系統主要收集飛行員有關疲勞相關因素，預測人員於重大或緊急任務前之狀態，可用於人力派遣調整之參考。

## （七）教學及表達技巧

講授議題包括學習目的擬訂、教學方法及教材介紹、課程規劃、學習步驟、成績評量方式、表達方式與過程、問題發展技巧、動態分組小班教學及任務提示技巧等。此一類型教學議題目的在於協助後續受訓人員必需利用上述方式完成 10 分鐘軍事任務提示及 45 分鐘課程模擬教學。

## 八、術科課程

### （一）低壓艙航訓練

#### 1. 初訓 25,000 英尺低壓艙航訓練實施流程

- （1）飛行頭盔及氧氣面罩套量：頭盔使用規格與國軍相同，氧氣面罩分成 MBU 5/P、12/P 及 20/P；測量人員鼻子根部至下頷骨處，選擇適合之面罩型號，氧氣轉接頭已與氧氣面罩上之軟管接合，而並非接合於低壓艙內氧氣軟管上。
- （2）低壓艙內裝備介紹：攜帶個人已套量好之飛行頭盔及氧氣面罩，於低壓艙內進行

裝備介紹，實際練習操作，氧氣調節器及低壓氧氣鋼瓶均實施 PRICE 檢查，通訊裝備清晰程度相當優異，實施約 30 分鐘。

- (3) 低壓艙航前提示：由授課教官實施約 10 至 15 分鐘低壓艙航流程提示，職詢問初訓及複訓提示時間之差異，授課教官回答並無顯著不同。
- (4) 訓前裝備測試：首先由艙內觀察員進行受訓人員面罩調整，並進行密合度測試；測試方式將氧氣調節器紅色撥桿撥至 EMERGENCY 位置，請受訓人員吸氣後閉住氣，若眨眼指示器(FLOW)變成黑色，代表面罩密合度佳，若面罩產生漏氣，眨眼指示器由黑色變成白色。
- (5) 通訊測試(COM CHECK)：由受訓人員報出名字及號碼，由帶訓教官確認。訓練進行過程中，為確保人員意識狀態及通訊情況，反覆執行通訊測試。
- (6) 上下 5,000 英尺，檢查耳道及竇室情形，用以判定是否合適進行低壓艙航訓練。
- (7) 去氮 30 分鐘：授課教官實施學科內容複習，透過問答方式，使受訓人員保持清醒，並提醒去氮過程不要有壓迫肢體等情形。職詢問去氮過程是否可以中斷，授課教官說明原則上不要中斷，唯某些因素可能必須中斷，如：氧氣調節器損壞、受訓人員身體不適等，可利用低壓氧氣鋼瓶替代，但不可中斷過久(3 至 5 分鐘)，並無提及明確時間。另低壓艙航訓練結束後，職詢問有關人工增雨議題，空勤機組人員如因任務關係，去氮可否使用低壓氧氣鋼瓶，授課教官說明因低壓氧氣鋼瓶去氮過程需充填，將中斷去氮過程，故必須使用機上氧氣設備進行去氮。
- (8) 爬升至 25,000 英尺，進行缺氧體驗：將人員分成二組，一組實施體驗，另一組觀察，後續替換，實施過程受訓人員自行體驗缺氧症狀（缺氧體驗測試單如附錄 3），察覺症狀後自行佩戴面罩進行矯正，較符合實際飛行情況，艙內觀察員僅從旁觀看人員情形，並不主動協助矯正缺氧。
- (9) 下降至 18,000 英尺，進行 5 分鐘缺氧對視覺敏銳度影響體驗：下降至 22,000 英尺後，受訓人員自行卸除面罩，綠色撥桿並置於 ON 位置；至 18,000 英尺停航後，關閉艙內大燈，並遮蔽所有玻璃窗，艙內僅由黃光照明，於關燈時、3 分鐘後及帶上氧氣面罩後觀看夜視力卡，比較缺氧前後之差異。
- (10) 下降至地面，實施換裝低壓氧氣鋼瓶練習：換裝過程進行不同高度及需求切換 (NORM, 30, 42, EMER)，體驗不同供氧壓力之感覺。

## 2. 急速減壓低壓艙航訓練實施流程

- (1) 通訊測試：受訓人員於副艙內，請受訓人員報出名字及號碼，由帶訓教官確認。  
後續訓練過程中，為確保人員意識狀態及通訊情況，反覆執行通訊測試。
- (2) 副艙爬升至 2,000 英尺，主艙高度維持於 18,000 英尺。
- (3) 實施急速減壓：爬升至 2,000 英尺時，不通知副艙內受訓人員，無預警實施急速減壓，主、副艙高度將平衡於 12,000 英尺。
- (4) 下降至地面
- (5) 歸詢：授課教官於教室進行歸詢，提醒低壓艙航訓練後注意事項。

### 3.人員配置

- (1) 初訓 25,000 英尺低壓艙航訓練實施流程
  - A.艙外人員：1 員授課教官、1 員低壓艙操作員、1 員紀錄員、1 員裝備維修員。
  - B.艙內觀察員：3 員艙內觀察員（含急救人員 1 員）。
- (2) 急速減壓低壓艙航訓練實施流程
  - A.艙外人員：2 員低壓艙操作員（主、副艙各 1 員）、1 員紀錄員、1 員裝備維修員。
  - B.艙內觀察員：1 員艙內觀察員（兼授課教官）。

### 4.裝備介紹

- (1) 低壓艙體：前為主艙可容納受訓學員 16 員，艙內觀察員 2 員，副艙可容納受訓學員 8 員，艙內觀察員（兼授課教官 1 員）。主艙進行訓練時，關閉副艙門，而非關閉主艙門（如圖 6-7）。
- (2) 高度壓力變化指示教具：用燒瓶灌注藍色液體，倒置於另一注有相同顏色液體之容器，觀看液面隨壓力變化之情形（圖 8）。
- (3) 急性缺氧（25,000 英尺）體驗測試教具：使受訓人員走迷宮、算數學、邏輯辨認圖形及閱讀回答問題（如附錄 3），另於背面附上艙航後注意事項（如附錄 4），使受訓人員可隨時觀看，相當具有參考價值。
- (4) 夜視力卡教具：急性缺氧（25,000 英尺）體驗測試教具及夜視力卡均由置於塑膠夾內，掛於受訓人員座位後面艙體上，使用時，由受訓人員自行取下（如圖 10）。
- (5) 氧氣調節器：白色及綠色撥桿部份設置有連動裝置，即綠色撥至 OFF 位置時，白色撥桿連動置於 100% OXYGEN 位置，可避免飛行時因座艙失壓，吸入外界低壓空氣造成缺氧事件，職嘗試將綠色撥至 OFF 位置，白色撥桿置於 NORMAL 位置，則可呼吸到低壓艙內空氣，於訓練時，可提醒人員注意。



圖 6、低壓艙外觀



圖 7、低壓艙內



圖 8、艙內教具



圖 9、高壓氧氣裝置

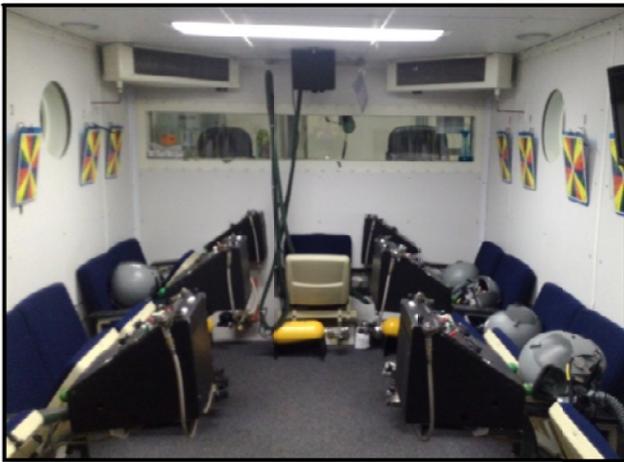


圖 10、低壓艙內配置情形

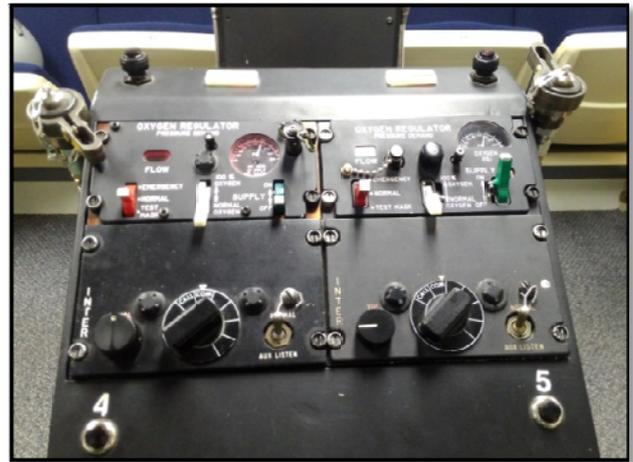


圖 11、氧器調節器面版

- (6) 面罩密合度測試指示器：於氧氣調節器面版上方，設置有紅、綠顯示裝置，完成面罩密合度測試人員，將由艙內觀察員撥置綠位置，以顯示該位已完成測試。
- (7) 緊急逃生高壓氧氣接頭及啟動裝置：設置於氧氣調節器面板下方，與通訊線及氧氣軟管接頭置於同一部位，可使受訓人員訓練使用，唯無實際供氧功能(如圖9)。

(8) 通訊裝備：通訊線上設置通話鈕，另於氧氣調節器面版下方裝置另一通話鈕，易於受訓人員使用，按下通話鈕時，氧氣調節器面版上方有一指示燈即亮起，易於觀內、外人員注意（如圖 11）。

(9) 氧氣充填裝置：每氧氣調節器面板旁均附有一條氧氣充填裝置，便於低壓氧氣鋼瓶灌充（如圖 11）。

#### 5. 訓練裝備及內容差異比較（如表 1）

我國航訓中心針對初、複訓航空生理訓練均使用低壓艙來實施缺氧體驗，美國空軍初訓使用低壓艙來實施，複訓可使用低氧呼吸裝置取代訓練，急速減壓體驗均利用低壓艙來進行。

缺氧體驗訓練內容，美國空軍初、複訓實施高度均為 25,000 英呎，我國航訓中心初訓缺氧體驗實施高度分別為 35,000、30,000 及 25,000 英呎，複訓缺氧體驗實施高度為 25,000 英呎。缺氧對夜視力影響體驗均於 18,000 英呎執行，唯美國空軍實施時間 5 分鐘，航訓中心實施時間 10 分鐘。

急速減壓訓練內容，美國空軍主艙高度為 18,000 英呎，副艙高度為 2,000 英呎，急速減壓後平衡高度為 12,000 英呎；我國航訓中心主艙高度為 30,000 英呎，副艙高度為 8,000 英呎，急速減壓後平衡高度為 22,000 英呎。美國空軍初訓及急速減壓訓練於同一天實施，考量高空減壓症問題，我國航訓中心初訓及急速減壓訓練於不同天實施。

#### (二) 低壓艙航訓練不良事件處置流程介紹、演練及測考

授課教官於課堂介紹低壓艙航訓練不良事件處置流程後，開始實施不良事件處置流程演練，每位受訓人員需依標準流程處置 4 種不同狀況，包含幽閉恐懼症、換氣過度、缺氧、窒息（限制性呼吸）、脹氣腹痛、牙痛、竇室阻塞、耳痛、昏迷、缺氧矯正後短暫性昏迷、頭盔面罩造成之不適、噁心嘔吐、減壓症等。職為第一位演

表 1、美國空軍與我國航訓中心低壓艙航訓練內容差異比較

科目	美國空軍	航訓中心
35,000 英呎	—	✓（初訓）
30,000 英呎	—	✓（初訓）
25,000 英呎	✓（初、複訓）	✓（初、複訓）
18,000 英呎夜視力	✓（5 分鐘）	✓（10 分鐘）
急速減壓	主艙高度 18,000 英呎 副艙高度 2,000 英呎 平衡高度 12,000 英呎	主艙高度 30,000 英呎 副艙高度 8,000 英呎 平衡高度 22,000 英呎

練人員，依過去於國內航訓中心低壓艙航不良事件處置經驗及先行熟悉美國空軍之緊急處置標準流程，最終能順利完成演練處置，並獲授課教官及同學高度讚許。

在低壓艙航訓練異常人員處置測考部份，受訓人員需依標準流程處置 4 種不同狀況，職順利通過考試，處置狀況分別為幽閉恐懼症、過度換氣、脹氣腹痛及竇室阻塞等情形。測考內容以受訓人員身體不適處置為主，並未實施艙內外火災、停電、供氧系統異常、抽氣泵停機等異常事件處置。返國後，將美方處置標準程序攜回，提供國內航訓中心於訂定低壓艙航訓練異常事件處置流程參考。

測考完畢後，職詢問有關人員因身體不適而未全程完訓人員之處置，授課教官說明，若受訓人員完成 25,000 英尺及 18,000 英尺之缺氧體驗科目後，於下降過程因身體不適而未全程完訓，仍給予訓練結果總評為「合格」，但若未完成 25,000 英尺及 18,000 英尺其中一項科目，訓練結果總評為「不合格」，需再次接受訓練，但結果總評判定可能因不同受訓單位，有所不同。另詢問若受訓人員因身體不適而需中斷訓練緊急出艙，與其一同出艙之 3 號艙內觀察員，若因訓練需要，仍需回到艙內，再次上升至訓練高度，是否有罹患高空減壓症之疑慮？授課教官回答，身體不適受訓人員出艙時，3 號艙內觀察員並不卸除面罩，僅陪同下降高度至地面，身體不適人員出艙後，將由其他艙外人員接手負責處置，3 號艙內觀察員隨即再次回到艙內進行訓練，故降低罹患高空減壓症之疑慮。針對受訓人員身體不適之異常事件回報，僅針對罹患高空減壓症及緊急後送住院人員進行書面方式回報。

### (三) 低壓艙操作練習

由受訓人員實際操作某一特定艙航流程科目，進行低壓艙實際操作，學習利用上、下升閥，控制指定上、下升速率，包括每分鐘 2,000 或 5,000 英尺上升及下降、每分鐘 10,000-12,000 英尺急速上升、低壓艙內空氣與外界進行交換等科目，以瞭解低壓艙航訓練操作方式，練習科目如下：

1. 上升至 6,300 英尺（每分鐘 2,000 英尺上升）
2. 急速上升至 25,000 英尺停航（每分鐘 10,000-12,000 英尺急速上升）
3. 下降至 18,000 英尺停航（每分鐘 5,000 英尺下降）
4. 下降至 5,000 英尺（每分鐘 5,000 英尺下降）
5. 模擬受訓人員耳痛，急速上升 2,000 英尺（每分鐘 10,000-12,000 英尺急速上升）
6. 下降至地面（每分鐘 5,000 英尺下降）

#### (四) 急速減壓術科操作

將受訓人員分成二人一組，進行急速減壓訓練艙內觀察員之模擬演練，人員需於過程說明訓練內容、注意事項及課程操作等項目，過程順利完成擔任艙內觀察員之工作（流程內容如附錄 5）。

#### (五) 低氧呼吸裝置

有關低氧呼吸裝置進行常壓缺氧體驗實務操作，因受訓人員需於模擬飛行操作情況下進行缺氧體驗，先行讓每位受訓人員進行飛行熟悉操作，之後授課教官於體驗過程中隨機給予受訓人員低濃度混合氧氣，改變氧氣濃度之方式是比照每分鐘 5,000 英尺爬升速度，持續降低氧氣濃度百分比，直到相當於 25,000 英尺之氧氣濃度（濃度約 8.1%）後保持定值，受訓人員察覺缺氧症狀後，立即進行矯正。體驗過程刻意使缺氧症狀較明顯後（血氧飽和濃度降至 58%），才進行矯正，另全程佩戴口罩，較貼近實際飛行。職之缺氧症狀與低壓艙航訓練相似，症狀為發熱、視覺模糊、頭昏等，唯在低氧呼吸裝置進行常壓缺氧體驗時，感受程度較不強烈，另有對空氣渴望之感覺，且有呼吸壓迫及較費力之情形產生（如圖 12-13）。

低氧呼吸裝置進行常壓缺氧體驗，美國空軍現階段仍僅用於航空生理複訓階段，唯後續該裝置亦可以用於航空生理初訓階段，主要因為 2 至 3 位授課教官提到美國海軍基地 Pensacola 之低壓艙，因艙體結構出現裂縫，暫停使用，考慮將低壓艙航訓練，改由低氧呼吸裝置取代。

#### (六) 人體離心機高 G 耐力訓練

有關人體離心機高 G 耐力訓練，移動至德克薩斯州布魯克斯空軍基地進行，訓練日數為 2 天，第 1 天實施正常訓練，第 2 天實施 Combined Advanced Technology



圖 12、氧氣面罩測試



圖 13、進行常壓缺氧體驗

Enhanced Design G Ensemble(COMBAT EDGE)體驗訓練。

### 1.第 1 天：正常訓練

本日進行著 5 個充氣球囊傳統抗 G 褲進行訓練，大多數受訓人員選擇接受 F-16 型機科目訓練，少部份受訓人員選擇 T-38 型機科目訓練。因訓練順序由階級排定，另 U-2 飛行員選擇不接受訓練，丹麥學生因頸部問題未獲得醫療證明，無法接受訓練，故職成為第一個接受訓練人員。

職進入訓練座艙，訓練士官檢查及測試各項裝備，關上艙門，訓練正式啟動，授課教官開始與職進行訓練前注意事項提示與身份確認，職選擇 F-16 型機科目訓練，總共 5 個訓練內容，依靠在國內航訓中心的訓練經驗，順利通過訓練，獲得合格簽證(如圖 14-15)。回到訓練等待室，獲得同學們熱烈歡迎，職也成為一個示範樣本及領頭羊的角色，同學說：「Maj. Lai 怎麼做，我跟著怎麼做，就會通過」，甚至更同學說：「Maj. Lai 是 Super Star」，職深感受寵若驚。

在無心插柳成蔭情形下，克服各項恐懼，增進同學間對職的認識，另又因為第一個完訓練，除協助同學解答訓練上問題外，更有心力替訓練後的同學攝影紀錄，整體成效出乎預期，返國後，將經驗傳承給後續派訓人員瞭解。

### 2.第 2 天：COMBAT EDGE 裝備體驗訓練

COMBAT EDGE 裝備包含頭盔、MBU 20/P 面罩、背心及抗 G 褲，目的讓受訓人員體驗在 COMBAT EDGE 輔助下，可較輕鬆執行抗 G 動作。本日訓練採自願方式執行，訓練科目自行律訂，為不放棄任何學習機會，職亦自願主動參與，全部僅 5 位同學願意進行測試(如圖 16-17)。



圖 14、高 G 耐力訓練紀錄影像

PHYSIOLOGICAL TRAINING	
This is to certify that the following person has met the requirements for the USAF Physiological Training Program.	
Last Name, First Name, MI. Lai, Chung Yu N	
TRAINING COMPLETED 17 Aug 2016 / 9.0GZ	
GRADE O-4	FORMAL COURSE ID S-O-B/A-APC-A
PHYSIOLOGICAL TRAINING UNIT San Antonio OL, TX	
SIGNATURE OF APO 	
AF Form 1274 20150805 Previous Edition Will Not Be Used	

圖 15、合格簽證小卡

職自訂訓練科目為 5G/15 秒及 F-16 型機模擬空戰演練科目(Simulated Air Combat Maneuver, SACM)。5G/15 秒設計目的為用於模擬飛行高 G 科目前 10 至 15 秒之暖身科目，用以活化感壓反射及評估自身 G 耐力情形，後續再進行模擬空戰演練科目訓練。執行完 5G/15 秒，因頭盔重量緣故，頸部肌肉似乎出現痠痛拉傷情形，為能順利體驗 COMBAT EDGE 的效益，仍持續順利完成模擬空戰演練科目訓練，唯頸部肌肉拉傷情形加遽，頭部無法自由轉動，再次顯示飛行員頸肌訓練的重要性。

本次體驗在 COMBAT EDGE 輔助之訓練，職未能感受到裝備帶來的效益，可能因為此次為第一次使用 COMBAT EDGE，未能確實掌握裝備操作技巧，導致抗 G 動作操作與 COMBAT EDGE 裝備未能整合使用；或訓練過程因為 G 力造成面罩下移，使正壓呼吸時從面罩未密合處漏氣，降低對肺臟預先充氣效果。

### 3.訓練內容及裝備之比較

- (1) 訓練科目：針對 F-16 型機訓練科目均有 5 項，唯美方第 1 個訓練流程僅測試鬆弛性 G 耐力，航訓中心目前測試鬆弛性及緊張性 G 耐力；模擬空戰演練科目訓練訓練流程 G 力峰值均包含 7G 一次、8G 一次及 9G 二次，唯持續秒數略有差異。
- (2) 訓練流程：美方訓練流程順序可彈性調整，且於 3 天內完成 5 個科目即可，航訓中心目前為於 1 天內完成 5 個科目。
- (3) 抗 G 褲著裝：美方利用自製高凳，以方便人員著裝調整，正確著裝原則是一個手掌平行可放入之鬆緊程度（如圖 17）。
- (4) 訓練座椅：美方訓練座艙為密閉長方體盒狀空間，座椅（含扶手）置於內，扶手將有助於人員置於上方；航訓中心訓練座艙為一圓形球狀空間，座椅僅右手有扶手，左手訓練時為懸空狀態，故左手訓練後常較疼痛（如圖 18）。



圖 16、COMBAT EDGE 裝備體驗訓練人員



圖 17、COMBAT EDGE 裝備體驗練

- (5) 操控裝置：美方訓練操控桿分成中置及旁置，可依不同訓練機型進行變換，航訓中心訓練操控桿為旁置（如圖 19）。
- (6) 訓練增加 G 方式：美方訓練方式為由受訓人員主動控制操控桿開始增加 G 值，達到受訓時間後，由授課教官告知人員鬆開操控桿，解除 G 值；航訓中心訓練方式為被動由授課教官告知受訓人員開始增加 G 值並要求其緊握操控桿，達到受訓時間後，電腦設備將自動解除 G 值。另在美方模擬空戰演練科目訓練流程時，由受訓人員用左手緊握另一操控鈕，訓練方式類似航訓中心，唯在美方訓練時，前方螢幕出現模擬追擊之敵機，受訓人員可利右手操控桿進行追擊，唯追擊之效果並不影響訓練 G 值。
- (7) 訓練後歸詢：美方可於訓練進行下，於另一教室執行影帶歸詢，由歸詢教室電腦連結至錄影電腦，進行影帶播放；航訓中心現階段則需中斷訓練才可進行歸詢。
- (8) 離心機轉向：美方離心機轉向為逆時針，航訓中心離心機轉向為順時針。
- (9) 體能訓練：職詢問於布魯克斯空軍基地進行高 G 耐力訓練授課教官，針對無法通過訓練之飛行員，如有需要加強體適能訓練，是否有提供相關訓練諮詢和建議，授課教官回答，將由航空生理官給予建議訓練內容。
- (10) 抗 G 動作：特別強調下肢用力是抗 G 動作的基礎，另帶 G 前，第一口氣之吸氣量約為最大吸氣量之 70%（保持正常吸氣量即可），另保持上半身放鬆，吐氣時發出 K 音，便於緊閉聲帶及控制換氣。
- (11) 其他：美方於人員訓練時，可攜帶飲水入艙內。

#### 4.F-16 型機飛行員訓練內容比較（如表 2）

美國空軍與我國航訓中心針對 F-16 型機飛行員高 G 耐力訓練科目大同小異，美國



圖 17、調整抗 G 褲高凳



圖 18、左右手均設置扶手



圖 19、中置操控桿

表 2、美國空軍與我國航訓中心 F-16 型機飛行員訓練科目比較

科目	美國空軍	航訓中心
鬆弛性/緊張性 G 耐力	√ (鬆弛性)	√
6G/30 秒	√	√
9G/15 秒	√	√
六點鐘方位檢查 (7G) /10 秒	√	√
模擬空戰演練 (SACM)	√	選擇性*

\*：赴美接受飛行訓練 F-16 型機飛行員列為測評科目

空軍於第 1 個科目僅測試鬆弛性 G 耐力；我國航訓中心針對國內 F-16 型機飛行員模擬空戰演練科目由國內飛行員自行決定是否選擇接受測試，唯我國空軍定期派遣 F-16 型機飛行員前往美國接受飛行訓練，為符合美國空軍對 F-16 型機飛行員高 G 耐力訓練要求，空軍要求即將派赴美國接受飛行訓練之 F-16 型機飛行員需再至航訓中心再次完成有所高 G 耐力訓練，包含模擬空戰演練科目。

## 5.其他

航訓中心 2016 年通過「美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練專業認證」，當時負責現地訪查人員及單位為美國空軍教育訓練指揮部航空生理訓練分部中校主任魏居·大衛(David A. Welge)及二等士官長蘇伊若斯·馬丁尼茲·菲力西特(Felicita Sueiras Martinez)，職擔任全案聯絡人，負責接待美方訪查人員，本次赴美軍售訓練，仍與保持相當好之聯繫。

當職至魯克斯空軍基地實施人體離心機高 G 耐力訓練時，中校主任魏居·大衛已從美國空軍教育訓練指揮部航空生理訓練分部調至美國空軍軍官學校擔任助理教授職務，而二等士官長蘇伊若斯·馬丁尼茲·菲力西特仍任職於附近的拉克蘭空軍基地(Lackland AFB)。

受訓期間職主動告知至於魯克斯空軍基地接受高 G 耐力訓練時程，士官長與接任航空生理訓練分部主任麥可·路比(Michael Luby)中校則安排前往觀察受訓情形，職主動自我介紹，並遞上個人名片，建立聯繫管道，以利後續認證相關作業推動(合影照如圖 20-21)。

### (七) 夜視力及夜視輔助系統術科體驗

實施夜視力術科操作時，授課教官將受訓人員分成二組，於操作前 1 小時，一組帶上紅色眼鏡(第一組)開始進行暗適應(如圖 22)，另一組正常視覺(第二組)，授課教官亦帶上紅色眼鏡。操作教室實施教具分成電腦(播放上課檔案)、投影幕、



圖 20、航空生理訓練分部人員合影 (1)



圖 21、航空生理訓練分部人員合影 (2)

單槍投影機(濾鏡置於鏡頭)、強光裝置(分成前照及後照),過程中教室燈光全關,實施開始請第一組拿下紅色眼鏡,在無任何光線,所有人員均無法看到任何物體或影像,隨著開始投影上課檔案,第一組即可看到影像,唯第二組尚未開始暗適應,故仍未能看到影像,隨著時間全部人員均可看到影像,上課教材持續反覆播放 30 分鐘,並複習學科內容,至第二組人員完成暗適應,後續實施生理盲點、掃描技巧練習、強光視盲及採取措施(睜一眼閉一眼)、光源自移現象等科目,時間約 50 分鐘。

課程結束開燈後,授課教官請人員看授課檔案,原檔案為綠色背影、黑色圖像,但經過投影機濾鏡投影後,變為黑白影像,以模擬實際終昏視覺(桿狀細胞)所看到之影像特性。

介紹夜視輔助系統學科並實作過程,學科內容主要介紹夜視鏡操作原理,但未著重於操作程序介紹;實作課程中主要比較陸用夜視鏡、F-16 型機夜視鏡(ANVIS-9)及全景式夜視鏡之差異,觀看內容並非是地形圖,而是觀察單槍投影機之影像實施。

職詢問飛行員於起降時是否有佩帶夜視鏡,授課教官回答根據不同機型而有不同,但就其瞭解戰鬥機飛行員於起降時不佩帶夜視鏡,另彈射前需將夜視鏡移除,以避免彈射過程造成傷害;課程結束後,職亦詢問瑞典學生 Gripen 戰鬥機飛行員,亦獲得相同之答案。

#### (八) 基本飛行操作

進行基本飛行科目操作使用設備為 T-6



圖 22、佩帶紅色眼鏡進行暗適應

飛行模擬器，訓練過程，使受訓人員實際操作油門、配平、操縱桿、起落架，訓練科目包括起飛、保持平飛、固定高度及航向、左右轉彎、帶 G 急迫轉彎、副翼滾、進入螺旋（含改出）、斛斗、失速處置等。

#### （九）巴氏旋轉椅操作

以學科方式於課堂中介紹巴式旋轉椅操作方式，後續由受訓人員模擬擔任授課教官及學生，進行教學或體驗。過程中授課教官向學生解釋巴式旋轉椅的功能，由學生親身體驗前庭系統所造成之錯覺，過程學生帶上眼罩及耳罩，以阻絕其定向功能，後續授課教官利用手動方式轉動坐於巴式旋轉椅上之學生，學生感覺未旋轉時，雙手拇指朝上；感覺旋轉時，雙手拇指指向旋轉方向，過程授官教官改變加、減速度方向，使學生產生錯覺後，請其拿下眼罩，比較視覺與前庭系統定向之差異，並由其他學生觀察其眼振現象。

#### （十）空間迷向機術科體驗

實施空間迷向術科體驗使用設備為 T-6 飛行模擬器，職為第一位進入體驗人員，使用時間約 30 分鐘，訓練內容順序飛行操作（起落航線）、黑洞進場、傾斜錯覺（含改平）、偽雲層、柯氏錯覺。訓練過程中，不同科目之切換需場景轉換，無法於單一航程中實施完畢，過程有電腦語音指示，模擬與塔台、長機等對話，實施飛行動作變換體驗錯覺，可減少教官說明所產生之疲勞程度，另柯氏錯覺之體驗亦融入飛行中，可增加訓練真實性。

#### （十一）降落傘操作實作

以學科方式於課堂中介紹降落傘操作方式後，實作過程則利用降落傘實作模擬器（如圖 23-24），設定人員於 3,000 英尺跳傘逃生各種情況之操作，含傘繩纏繞傘衣、傘繩自行纏繞等狀況排除，學習控制降落傘於預設著陸點定點著陸，著陸前 200 英尺高度時，雙手握住傘衣釋放器，於著陸前直視前方，著陸時利用五點著陸，必免傷害。

### 九、口頭報告

#### （一）10 分鐘軍事任務簡報（如圖 25-26）

受訓人員需完成 10 分鐘軍事任務簡報，美國學生選擇航空生理相關議題，國際學生可自訂簡報題目。職報告題目為「臺灣空軍戰鬥機飛行員航空生理暨高 G 耐力訓練簡介(Aviation Physiology and High G Training for Fighter Pilots in ROCAF)」。



圖 23、降落傘操控



圖 24、著陸準備

報告內容大綱包含我國航訓中心所在地理位置、組織架構、宗旨與目的、任務特性、訓練裝備及空軍戰鬥機飛行員航空生理暨高 G 耐力訓練各階段課程內容，於介紹課程細項內容同時，亦與目前美國空軍訓練內容進行差異比較。

針對軍售訓練部份，我國空軍定期派遣 F-16 型機戰鬥機飛行員至美國空軍路克基地(Luke AFB)進行戰術飛行訓練，因為航訓中心自 1998 年起迄今已通過 5 次「美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練專業認證」，故空軍 F-16 型機戰鬥機飛行員至航訓中心完成相關訓練後，航訓中心將開立英文完訓證明，空軍 F-16 型機戰鬥機飛行員領取完訓證明後，赴美國將可直接參與戰術飛行訓練，不必接受其他相關訓練，有效節省軍售費用及提升訓練成效。

(二) 45 分鐘課程模擬教學 (如圖 27-28)

本次課程完訓後，受訓人員將取得航空生理官之專長，返回各基地後將教授空勤人員各類有關航空生理之議題，為使人員先期瞭解授課方式及過程，每位受訓人



圖 25、任務簡報題目



圖 26、任務簡報情形

員需獨立完成 45 分鐘課程模擬教學，教學題目則透過抽籤方式決定，題目包括如下：

- 1.大氣物理、氣體定律及呼吸循環生理
- 2.缺氧、過度換氣、正壓呼吸、氣體體積脹縮效應及高空減壓症
- 3.視覺與飛行
- 4.人為自加壓力—用藥、飲酒、抽菸、營養、疲勞、體適能
- 5.空間迷向與動暈症
- 6.加速度生理學

職抽到模擬教學題目為「空間迷向與動暈症」，過去職在航訓中心擔任航空生理官過程，已有二次針對空間迷向議題進行讀書會專題報告，題目分別是「空間定向與空間迷向」及「空間迷向演進與盛行情形探討」，因此，對模擬教學題目「空間迷向與動暈症」已具備某種程度的認知，及擁有部份製作授課教材資料。

班主任說明模擬教學之方向以簡報方式為主，可自由搭配短片收視、白（黑）板、問題導向等方式輔助進行，簡報檔案已有標準檔案可供使用，依個人教學方式稍做修改後即可運用。

職因有個人講授課程之方式，故自行花費時間重新製作全新簡報檔，授課過程更搭配模型飛機、短片收視及動畫視效等，使用授課過程精彩生動，班主任於模擬授課完畢後，給予高度讚許，說明職重新製作之簡報內容緊扣主題(Engagement)，每頁關係銜接相當恰當，適當搭配教具及影片運用，使得授課過程不枯燥乏味，對於整體結果無負面評價(No Negative Comment)，給英文非母語的職相當大的鼓勵。

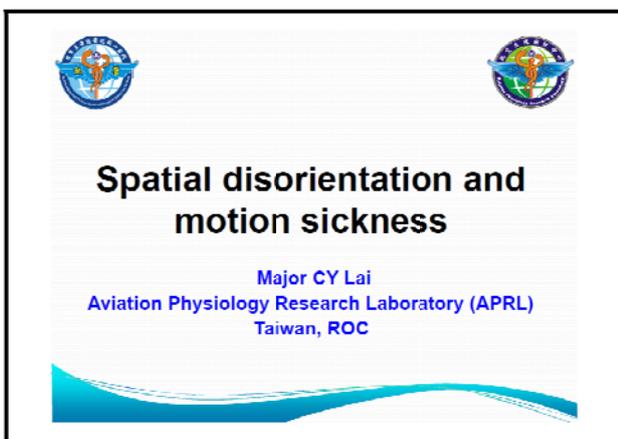


圖 27、模擬教學題目



圖 28、模擬教學情形

## 十、課餘休閒

### (一) 參訪美國空軍博物館(National Museum of the US Air Force) (如圖 29-30)

利用週末空檔，職與義大利學生至美國空軍博物館參觀，入館參觀免收門票費用，展場利用棚廠建構而成，共分成四個棚廠，第四個棚廠近期才完成開放民眾參觀，第四個棚廠主要展示美國總統專機、太空發展及波音實驗機等，而整體展出佈置是以時序進行鋪陳進行，分成早期、第二次世界大戰、東南亞戰爭、韓戰、冷戰、總統專機、全球發展、太空發展、實驗發展等不同時段之飛行器介紹，如進時光隧道，瞭解飛行器之發展過程，後續將有助於與航空生理發展時序相互串連。

### (二) 參觀霍夫曼試飛大草原(Huffman Prairie Flying Field) (如圖 31-32)

利用假日職與丹麥學生及義大利學生，至位於萊特一派特森空軍基地內之霍夫曼試飛大草原進行了解，此為萊特兄弟首次測試具動力且可降落飛機(Wright II)之大草原，過去測試草原用白色旗幟標明，地處偏遠加上周遭有樹阻擋，另木屋當棚廠，所以當時飛行測試無太多人知道，相當保密到家。

### (三) 俄亥俄州導覽觀光 (如圖 33-34)

在俄亥俄州但頓市有一位來自臺灣的鄒鴻鵬老師 (英文名字叫做 Brian)，鄒老師搬至美國定居迄今已有 50 餘年，過去曾任美國空軍視覺生理實驗室資深研究員，現已退休，2015 年曾回到臺灣協助國內航訓中心進行阿帕契攻擊直升機飛行員視覺生理問題研擬及建議。雖然鄒老師目前已退休，但仍居住俄亥俄州但頓市，離萊特一派特森空軍基地約 30 分鐘車程，過去，臺灣派赴萊特一派特森空軍基地受訓人員，無不受到老師的熱情招待。

職於每週假日均與老師及師母外出用餐，從談話內容可知，老師雖然已經退休，但仍一直掛念臺灣在航空生理暨高 G 耐力訓練事務發展，如：阿帕契攻擊直升機飛行員視覺生理問題發展、航訓中心申請美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練專業認證情形等，並鼓勵職更應把握本次受訓機會廣交各國學生，努力建立良好國際人際關係，後續將有助於國際發展。在萊特一派特森空軍基地受訓的 7 週過程，相當感謝老師的照顧，使人生地不熟及沒有交通工具的情形下，還能到處走走認識，以豐富整個除訓練外的假日生活。



圖 29、參觀美國空軍博物館（1）



圖 30、參觀美國空軍博物館（2）



圖 31、參觀霍夫曼試飛大草原（1）



圖 32、參觀霍夫曼試飛大草原（2）



圖 33、與老師及師母合照（1）



圖 34、與老師合照（2）

## 心得及建議：

- 一、職已於 2011 年完成國內航空生理官訓練班，且目前任職於航訓中心之航空生理官，迄今已有三年之航空生理暨高 G 耐力教學經驗，此次參與 2016 年美國空軍航空生理官訓練班 101 課程，憑藉過去經驗與歷練情況下，才能夠與來自澳洲、義大利、瑞典及丹麥國際學生及美國當地學生一起學習、一起討論，最終能夠順利完成訓練，建議後續派赴軍售訓練人員以有實務經驗與研究能力者列為優先考量。
- 二、從 1990 年代中期，美國空軍訂定航空生理官培訓流程，開辦專業訓練班隊分成二階段，並授予不同專長；國軍航空醫官、航空護理官及航空生理官統由航訓中心承辦，於一個班隊同時培訓，優勢在於航空生理官不僅可獲航空生理通識知識，更可同時認識航空醫學，後續學習美國空軍二階段訓練制度，使航空生理官可於在職訓練情況，獲得實務經驗及取得專精領域優勢，短期目標將有助於我國航空生理官之進階培訓與運用，長期目標更可建立航空生理專才優勢。
- 三、航訓中心為我國唯一負責三軍空勤人員航空生理暨高 G 耐力訓練之單位，更應定期派員前往萊特－派特森空軍基地參與航空生理官訓練班，瞭解各類航空生理暨高 G 耐訓練內容及現況，作為國內訓練內容修訂、裝備延壽計畫及裝備規劃建案參考，同時，積極拓展人際關係，以建立國際聯絡網。
- 四、航訓中心自 1998 年起已通過 5 次「美國空軍航空生理暨高 G 耐力訓練專業認證」，使國軍飛行人員赴美接受飛行相關訓練時，只須檢附航訓中心簽核之完訓證明，即無須再向美軍支付額外相關航空生理暨高 G 耐力訓練費用，可節省訓前預約相關訓練之作業期程，亦使飛行員直接接受飛行相關訓練，不用重複實施訓練。為使航訓中心持續符合美國空軍訓練標準，藉由持續派員參訓，擴展國際關係，與美國空軍教育訓練指揮部航空生理訓練部保持良好互動，以利後續專業認證效期展延申請。
- 五、針對受訓期間交通接駁問題，國內軍售訓練經費未補助人員租賃車輛相關費用，因美國幅遠遼闊，無交通工具情況下，行動相當受限，甚至可能影響受訓課程，建議我國後續針對軍售人員考量受訓地點之交通狀況，提供部份或全額租車費用補助，以利受訓交通使用。

附錄 1：醫療評估紀錄表

MEDICAL RECOMMENDATION FOR FLYING OR SPECIAL OPERATIONAL DUTY (Read Privacy Act Statement and Instructions on back before completing form.)			
1. TO:		2. FROM:	
4. MEMBER NAME (Last, First, Middle Initial) Lai, Chung-yu		5. IDENTIFICATION NUMBER 1524847422	6. GRADE O4
8. ORGANIZATION USAFSAM		9. TYPE OF DUTY	10. FLIGHT PHYSICAL DATE (YYYYMMDD) (If applicable) 2016 05 30
3. DATE (YYYYMMDD) 2016 07 29			
7. DATE OF BIRTH (YYYYMMDD) 18-Feb-82			
11. UP: THE ABOVE INDIVIDUAL HAS BEEN FOUND QUALIFIED BY MEDICAL AUTHORITY.			
a. X one:			
<input type="checkbox"/> CLEARED AFTER (X): <input type="checkbox"/> Temporary medical disqualification <input type="checkbox"/> Waiver recommended (Not USAF) <input type="checkbox"/> Aircraft mishap <input checked="" type="checkbox"/> Reporting to new duty station <input type="checkbox"/> Waiver granted <input type="checkbox"/> Other (See remarks)			
<input type="checkbox"/> CLEARED AFTER FLIGHT DUTY MEDICAL EXAMINATION			
b. EFFECTIVE DATE (YYYYMMDD)		c. EXPIRATION DATE (YYYYMMDD)	
12. DOWN: THE ABOVE INDIVIDUAL HAS BEEN FOUND DISQUALIFIED BY MEDICAL AUTHORITY.			
a. X one:			
<input type="checkbox"/> TEMPORARY DISQUALIFICATION DUE TO (X): <input type="checkbox"/> Illness or Injury <input type="checkbox"/> Aircraft mishap <input type="checkbox"/> Other (See remarks) <input type="checkbox"/> MAY PARTICIPATE IN (X): <input type="checkbox"/> Simulator duties <input type="checkbox"/> Ground based flight line duties <input type="checkbox"/> Other (See remarks)			
<input type="checkbox"/> PERMANENT DISQUALIFICATION			
b. EFFECTIVE DATE (YYYYMMDD)		c. ESTIMATED DURATION OF GROUNDING	
13. REMARKS/LIMITATIONS			
<input type="checkbox"/> VISION CORRECTION DEVICES REQUIRED IN THE PERFORMANCE OF FLIGHT DUTIES. <input type="checkbox"/> MUST CARRY EXTRA SPECTACLES.			
<i>cleared for all aspects of initial physical training</i>			
14. (X one): <input checked="" type="checkbox"/> FLIGHT SURGEON <input type="checkbox"/> OTHER (Countersignature required for Air Force and Navy upsip)			
a. TYPED NAME (Last, First, Middle Initial)		b. GRADE	c. PROVIDER SIGNATURE
e. TYPED NAME (Last, First, Middle Initial) Lt Col, USAF, MC, SFS USAF School of Aerospace Medicine		f. GRADE O5	g. FLIGHT SURGEON COUNTERSIGNATURE
d. DATE SIGNED (YYYYMMDD)		h. DATE SIGNED (YYYYMMDD) 2016 07 29	
15. MEMBER CERTIFICATION			
a. I certify that I understand the above recommendations and that I:		b. AIRCREW MEMBER SIGNATURE	c. DATE SIGNED (YYYYMMDD)
<input checked="" type="checkbox"/> MAY <input type="checkbox"/> MAY NOT perform flight duties.		<i>Chung Yu Lai</i>	2016/7/29
16. ACTION TAKEN BY COMMANDER (Not required for Air Force and Navy)			
a. TYPED NAME (Last, First, Middle Initial)		b. TITLE	c. SIGNATURE
d. DATE SIGNED (YYYYMMDD)		<input type="checkbox"/> APPROVE <input type="checkbox"/> DISAPPROVE	

DD FORM 2992, JAN 2015

REPLACES DA FORM 4186, AF FORM 1042, AND NAVMED FORMS 6410/1 AND 6410/2, WHICH ARE OBSOLETE.

Adobe Designer 9.0



UNITED STATES AIR FORCE



SCHOOL OF AEROSPACE MEDICINE

Be it known

**MAJOR CHUNG YU LAI**

has completed

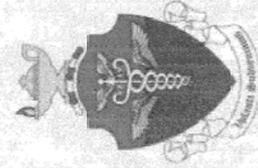
**AEROSPACE AND OPERATIONAL PHYSIOLOGY OFFICER 101  
COURSE**

**B3OBY43A1 0A1C, PDS CODE XBO**

this 14th of September 2016



*Allden D. Hilton*  
 ALDEN D. HILTON, COL, USAF, MC, CFS  
 Commander



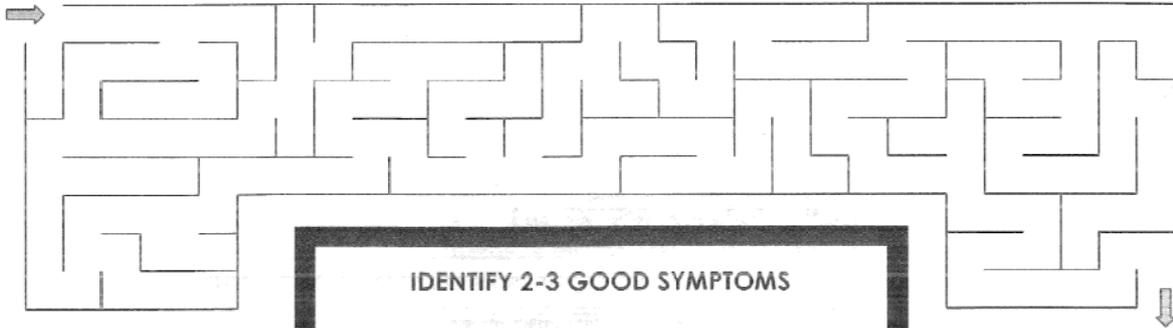
*Penelope F. Gorsuch*  
 PENELOPE F. GORSUCH, COL, USAF, NC, DNP  
 Dean

HYPOXIA WORKSHEET

NAME \_\_\_\_\_

REMEMBER

- ① GANGLOAD REGULATOR    ② SWING MASK TO FACE    ③ PRICE CHECK



IDENTIFY 2-3 GOOD SYMPTOMS

- \_\_\_ HOT
- \_\_\_ NUMBNESS
- \_\_\_ TINGLING
- \_\_\_ NAUSEA
- \_\_\_ FATIGUE
- \_\_\_ DIZZINESS
- \_\_\_ APPREHENSION
- \_\_\_ EUPHORIA
- \_\_\_ BLURRED VISION
- \_\_\_ CYANOSIS
- \_\_\_ AIR HUNGER
- \_\_\_ MENTAL CONFUSION
- \_\_\_ OTHER \_\_\_\_\_

IF:  = 

THEN:  =

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

2, 4, 6, 8, \_\_\_

1, 5, 2, 6, 3, 7, \_\_\_

12 + 34 + 4 = \_\_\_

(6+4) x (6-3) = \_\_\_

If the fastest you could run for one hour was 5 MPH, how far would you run after one hour?

Larry got on the bus at the first stop and got off on the fourth stop. Marry got on the bus when Larry got off the bus and rode to the tenth and final bus stop. How many bus stops were there?

If the day before yesterday was hotter than the day after yesterday, was today hotter than the day before yesterday?

## POST FLIGHT REGULATIONS

### IAW AFI 11-403 and AFI 11-401

>> Personnel that participate in a chamber flight that **DOES NOT** exceed 25,000 feet may fly without delay as crewmembers or passengers if their cabin altitude does not exceed 15,000 feet.



**NO EXERCISE OR PROLONGED DUTY FOR THE NEXT 12 HOURS**

### IF YOU HAVE ANY ISSUES

If you suspect decompression sickness (12-48 hrs), while still in our facility, inform unit personnel.

If you are not in our facility, report to WPAFB ER or contact 257-9111 from on base. If off base, contact the WPAFB Hospital After Hours Hotline at 1-877-667-5573 and relay the following:

- Unpressurized chamber flight to FL 250 and Rapid Decompression to 12,000 ft
- Your symptoms
- Have ER contact the Flight Surgeon on call

### *Things you may experience in the next 12 hours:*

- >> Ear blocks (perform valsalvas regularly)
- >> Increased fatigue (relax tonight and get some sleep)

**NOTE:** If you can't get in contact with anyone listed above, call 911 or have someone take you to your local hospital's emergency room immediately- do not drive yourself. **Make sure you tell them you were exposed to low barometric pressures (an altitude chamber) and that a flight surgeon must be contacted for guidance.**

## Rapid Decompression (RD) Briefing

### At Ground Level before Starting Climb:

1. Ensure student regulators are configured ON/NORM/NORM.
2. Ensure students check oxygen flow and connections.
3. Have students perform intercom check.
4. Check for emergency supplies (Afrin, masks, etc.)
5. Have outside crew perform intercom check on OPER channel.

### During Climb to 2,000 ft: (may continue briefing items while level at 2,000 ft)

6. Get a thumbs-up from students prior to climb.
7. Remind students that Valsalvas aren't required on ascent because the ears clear naturally.
8. Discuss that the flight is a simulation of flying in a pressurized aircraft and a seal on a window or door is lost. In actuality, the main chamber is at FL180 and the lock is at 2,000 ft. Both compartments will equalize at 12,000 ft in around 2-3 seconds once the RD valve opens.
9. Describe the physical indications of an RD: explosive noise, wind blast, fogging, temperature drop, pressure drop, and flying debris.
10. Discuss trapped gas expansion
  - a. Lungs – remind students not to hold their breath and to maintain an open airway. Do not do anything that will close one's glottis (airway) i.e., coughing, sneezing, yawning.
11. Review corrective procedures following a rapid decompression: regulators on ON/100%/EMER
12. Upon clearance from the Lock Operator (reached target altitude), use the verbal signal: "A RAPID DECOMPRESSION CAN HAPPEN AT ANY TIME" to initiate the rapid decompression.

### After Rapid Decompression:

13. Ensure all students corrected properly and ask them to perform a connections check.
14. Perform com checks with students.
15. Start descent with thumbs-up from students.
16. Remind to students to perform Valsalvas periodically to clear their ears and sinuses.

### During Descent to Ground Level:

17. Discuss the physical indications of a RD.
  - a. Cold temperature: Wear flight gear properly; don't touch freezing metal with bare hands.
  - b. Fogging: Occurs due to the sudden temperature drop: obscures vision, so know where your equipment is located.
  - c. Windblast & flying debris: Keep cabin neat, all loose items stowed, and wear safety belts.
  - d. Explosive noise: From cabin structure being breached.
  - e. Pressure drop: Might notice items with air suddenly inflating (seat cushions, etc).
18. Discuss the physical and physiological results following an RD.
  - a. TUC can be reduced up to ½.
  - b. RD vs. slow decompression: slow decompressions have insidious onset, hard to detect.
  - c. Gas expansion: Monitor to diet prior to flying...avoid gas-producing foods before flight.
  - d. If DCS is suspected after RD: 100% O<sub>2</sub>, com with A/C commander, report to FS.
19. When below 10,000 ft: have students drop their masks from the right-hand side.
20. Upon reaching ground level: check student status to make sure everyone is ok.
21. Once flight is complete, ensure the students post-flight their regulators.