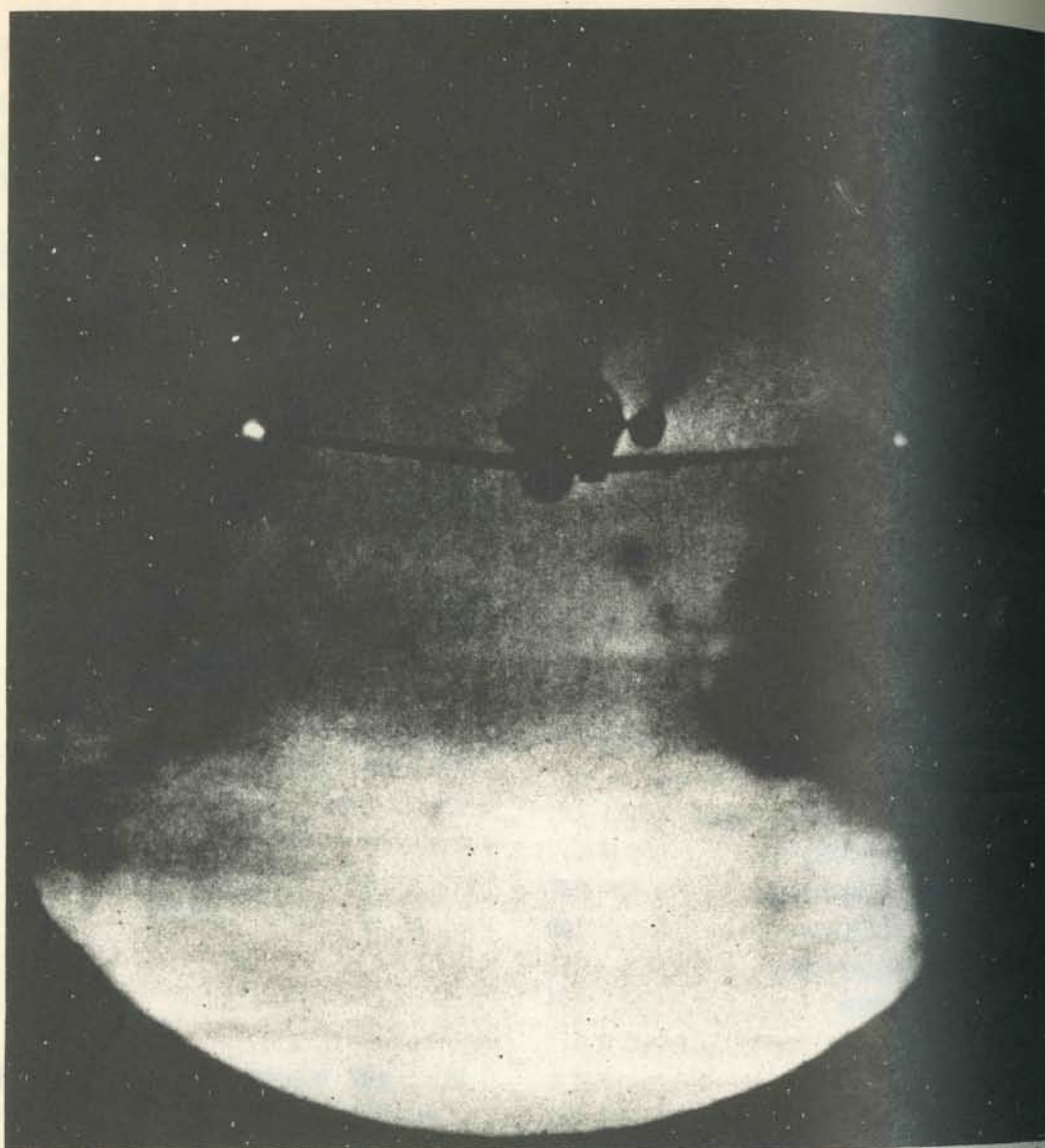




航空醫學會 Aero-space Medicine

醫四 / 呂旭旆

「人類長久生長於地表，但對於宇宙的形成，科學家亦不能解釋其奧妙，只能說是上帝創造的。上帝創造了宇宙，同時也創造了具有微妙構造的「人」，能適應地表的生活且有無窮的活動力；此外上帝還賦與人以野心——征服外太空。「航空太空醫學」就是此野心的支柱，它教導人們如何適應新環境，幫助人類操縱飛行器遠離地表。」

這是民航空運公司醫務處主任鄭文思先生給「航空太空醫學」所下的定義。

筆者此次參加的「太空醫學研習會」，是由空軍總醫院所主辦，介紹一些高空生理、人體脂肪測量，並在低空作感覺飛行，另外又由民航公司鄭先生講解民航方面的航醫制度以及作業範圍。

空軍總醫院於去年（五十八年）八月一日成立「航空暨太空醫學研究中心」，為自由中國航空太空醫學的研究與發展建立一個新的里程碑。此中心就設於空總內，由現任院長黃惠誠先生兼長，現有

大廈兩座，一為研究大樓，另一為低壓艙實驗室。

我國的太空發展目前雖尚在萌芽時期，但太空醫學，廣義來說，是一種預防醫學，與太空探險中太空人如何保持正常生活機能及工作能力，關係至為密切，必須要有完整而健全的太空醫學研究，太空發展工作才能一躍萬里，有志於太空方面的同學，盡興乎來！

有謂是「航空醫學是太空醫學的基礎，太空醫學是航空醫學的延伸。」兩者實際上是分不開的，以下即討論一些基礎性的高空生理問題，談些「高空病」，不適於高空飛行的生理情況，以及一些簡單的太空生理。

高空生理

欲理解高空飛行所致的生理刺激而引起的身體反應，可由感覺飛行的過程中得到。通常一個「生理健全」的人，都可毫無困難地適應這些飛行刺激，但若果某一疾病改變了正常的生理狀況，對於異於海平面生活狀況（高空）的適應力則將大為減低，甚或感覺不適。

空中飛行時，首先遭遇到的問題為大氣壓力之改變，其他如震動、嘈雜、加速等等，亦常遇見。除了這些客艙及大氣環境之外，心理方面的因素，諸如幽閉恐怖症（Claustrophobia），害怕，憂慮等，亦不可忽視，這些因素可改變某些人對於飛行的適應力，而使之呈現病態之情況。

大氣壓力之改變

1. 減壓病（Dysbarism）——在高空中，壓力劇降可使體液中的氣體膨脹，因而產生氣泡，對體內的各組織或器官產生不同的損傷，輕者微痛，重則可致人於死，此種情形稱為減壓病。一些先存的臨床障礙，可令人傾向於易患減壓病。

(a) 漿液性中耳炎（Serous otitis media）——中耳因外界壓力之改變而受傷，引致發炎，出現漿液性滲出液，因而損傷傳導聲音的能力。此類情形在從低氣壓被轉送到高氣壓譬如飛機下降）時常可

遇到。若在歐氏管（Eustachian tube）於鼻咽的開口處患有炎性水腫，尤易出現此症。

(b) 鼻竇炎（barosinusitis）——乃導因於一個或數個副鼻竇的發炎，而漿液性中耳炎同樣地，它主要亦由於鼻竇內外的空氣壓力失去平衡所致。在正常狀況下，鼻竇內面之壓力小於外界壓力，如果上呼吸道發炎或有先天性畸形而使鼻竇開口被發炎組織所阻塞時，便易患鼻竇炎。

(c) 氣泡栓塞（aeroembolism）——此種情況對於普通飛行員並不構成嚴重的威脅，在 2500 呎的高度以下飛行，血液中氮氣氣泡之形成並不足以造成症狀。有明顯的證據指出：在 12 秒內，由 8,000 呎的高度爬升至 30,000 呎時，任何年齡的正常人都可忍受這時壓力的改變，主要問題在壓力急降時所引起的缺氧狀態，這將留在稍後討論。

(d) 航空牙痛（aerodontalgia）——普通的空中飛行員很少因壓力之降低而有牙痛之情形發生，但如有齒列不全、齲齒或齒根尖周圍膿腫者，則易生牙痛。有時航空牙痛亦可能導因於上頤氣竇炎（maxillary aerosinusitis）。

(e) 中空內臟的氣脹（expansion of gases in hollow viscera）——基於波義爾定律，氣體在低壓下體積變大。在 5,000 呎的高度中，氣體擴張 1.2 倍，10,000 呎時為 1.5 倍，這在臨床上的重要性需視下列幾個因素而定：(1) 所牽連到的臟腑，(2) 此臟腑的生理狀態，(3) 氣體存在之量，(4) 氣壓降低之程度，(5) 內臟排出或吸收這些膨大的氣體之能力，(6) 此臟腑對於痛刺激的敏感度。

(1) 胃腸道：在一般飛行的狀況下，消化道內氣體之膨脹，由低壓艙所作的試驗看來，對人並不構成太大障礙。但假若消化道內有某些病理狀態存在，些微的氣脹即可導致不適，通常的現象是噯氣之產生。

(2) 肺系統（pulmonary system）：胸膜腔縱膈腔內，膨大的氣體，可壓迫肺臟或使縱膈腔移位，因而導致嚴重的併發症。

(3) 神經系統：首先應考慮到的是因診斷目的而導入腦中的氣體，如腦室檢影術（ventriculography）、腦蛛膜下腔注氣照像術（Pneumo

encephalography)等。這些氣體膨大時，則壓迫腦中的臨界中樞(critical center)而出現症狀。

2. 乏氧(hypoxia)

在10,000呎以下的高空，肺泡中氧含量之減少與氣壓之下降成正比；10,000呎以上，肺泡中之氧含量則因補償作用所增加的肺泡換氣率而漸趨平穩，高至三、四萬呎時，則因 P_{CO_2} 固定在24mm Hg，而使 PO_2 急劇下降。(參考下表)

高度 (呎)	氣壓 (mmHg)	PO_2 (mmHg)	呼 吸 氣 肺泡中之 P_{CO_2} (mmHg)	肺泡中之 PO_2 (mmHg)	動脈中 O_2 之飽 和度(%)
0	760	159	40	104	97
10,000	523	100	36	67	90
20,000	349	73	24	40	70
30,000	226	47	24	21	20
40,000	141	29	24	8	5
50,000	87	18	24	1	1

在10,000呎的高度，肺泡中的 PO_2 減少36%，而動脈血氧飽和度則只降低7%，一般民航客機的飛行高度在5,000~8,000呎左右，因此，一般旅客絕不會有乏氧的問題出現，但心肺機能或氧氣運送系統不健全者，則對動脈血中氧飽和量之降低有很大的感受性。

乏氧對人首先的影響為視力減低，在5,000呎時，光線之量必須增加23%方足以看清周圍的環境，10,000呎時需增加59%，16,000呎則需增加140%，因為，動脈血中氧含量只稍降低，即可減低網膜桿細胞的正常功能。

高度在12,000呎以上的乏氧，會出現疲倦、昏昏沈沈欲睡甚或頭痛的症狀，隨高度的增加症狀也隨之加重，頭疼變得更沈重，一些大腦的症狀甚至加劇到顫搐或驚厥，在23,000呎的高度則導至昏迷。

此外，乏氧最主要的影響尤在判斷力及記憶力的減低、動作失常。一個飛行員若在15,000呎的高空中停留一小時，其精神能力將降至正常的50%左右，如果沒有氧氣罩或其他供氧設備，就非常容易發生失事。

一些不適於飛行的疾病

今日的每個醫師，不管他行醫的業務範圍何在，他都得有這個常識，也有責任去指導他的病人：是否能參加飛行？飛行應該注意那些事項？並為病人作飛行前的適應處理，這才是一個好醫師。下面便是一個醫師必須知道的常識。

一、心臟血管系統

心臟儲備力低及患有充血性的力衰竭、心肌梗塞的病人，必須在氧氣供給設備完善時才准予飛行。一般而言，只要是能走上一百碼並上爬十二個樓梯而無顯著喘氣的人，就可在加壓過的機艙中飛行，但若患有使心臟儲備力降低的症狀或疾病——諸如發紺、心律不整、暈厥或休克情況、心臟擴大、極度瓣膜狹窄、痊癒中的心癒中的心肌梗塞、顯著的勞力狹心症(exertional angina)、顯著的高血壓以及高血壓性腦病(hypertensive encephalopathy)——之時，必須靠送醫師的仔細思判，才能使他們的飛行更為安全。

對曾患或現有胸部及靜脈疾病者，最好指導他們避免在飛行中長時期的靜止不動，長久不動隨之而來的四肢靜脈血流靜止，被認為是引起「靜脈炎」的重要因素，有時更因此而發生肺臟梗塞。

二、支氣管及肺臟

氣喘——能夠以藥品控制病況且氧氣供應充足時氣喘病人即可准予空中旅行。在一個以肺臟情況為主的試驗中，曾使215個氣喘病人在10,000呎為主的試驗中，曾使215個氣喘病人在10,000呎，機艙未加壓的飛機中航行，結果只有六個人有氣喘症狀出現，其中三人是遭到急性氣喘的侵襲。

氣胸——醫師必須勸告實施人工氣胸中氣體膨脹之故，大多數的病人在飛行中或多或少會碰到一些困擾。

肺結核——對患有肺結核者，最好勸止其飛行，這並不是為了患有本身的健康問題，而是因為肺結核的傳染性對公共衛生有所威脅。

空氣飢渴(air hunger)——在高空中，由於

氧氣分壓的減少，使有效的吸入氧氣量減少，因而引起空氣飢渴之情形。這是一種正常的生理現象，但通常，憂慮或焦急所引起的肺泡換氣率過高或呼吸困難，尤其伴有顯著的空氣飢渴，此時應付的方法是供給新鮮氧氣，並且勸導病人平衡下來，但要注意：氧氣若供給太久，會出現腕足痙攣之症狀。

三、胃腸道

腸內氣體的膨脹，通常引致打 或放屁，但是問題出在患有胃腸道痙攣的人，氣脹可引發進行性劇痛，有時會發生休克。接受過腸管手術的人，在十天內，更要考慮其飛行的可能性，因為腸氣在一萬呎高度時約脹大 50%，一萬八千呎為 100%，可能使縫口破裂，引起麻煩。

四、神經精神病

此類患者被允許搭機時，首先必須考慮到其他旅客及機員全體的安全。有不可預測的行為或需要大量鎮靜劑的人，絕對禁止飛行。

癲癇——癲癇患者在飛行中比在其他地方更容易出現驚厥性的發作，這可能是由於氧氣減少，肺泡換氣率增多及憂慮等種種因素綜合起來的結果。常發作的病人，最好有人陪著，此外，飛行前服鎮靜劑及飛行中充份地供給氧氣，都可增加其安全性。

Motion sickness——這是飛行時引起的生理障礙。飛機的動作，如轉彎加速度、嘈雜、震動等都是主因，焦急、憂慮及懼怕也是因素之一。此時會有不適及嘔吐之現象，以女人為最，男人次之，小孩最不受影響。隨著飛行時間及經驗的增加，此病也就越不容易發生。

五、耳、鼻及咽喉

腫脹、過多的副鼻腔黏膜以及鼻息肉的存在，都可使副鼻腔內之壓力失去平衡，故一有上呼吸道感染便易引起漿液性中耳炎及鼻竇炎。因此對患有急性呼吸道感染、鼻息肉存在或過敏性鼻炎者，最好勸導他們在飛行中使用鼻血管收縮劑或解充血劑，特別是在起飛與下降之時。此外，在鼻竇炎或中耳炎的急性期中飛行，亦屬不智之舉。

飛機下降時，最好讓嬰兒吸吮乳瓶或乳頭，藉著下嚥的動作，可使歐氏管開口保持暢通。經過開窗手術（fenestration operation）者，在飛機作急轉彎或傾斜時，易感到眩暈，聰明的醫師最好勸導他們在起飛或降落時保持病耳耳道之乾燥。

氣壓之改變是耳朵感覺不適的主因，正常情形下，中耳與外界的壓力在起飛時能保持一致，但在下降時，則因歐氏管之鼻咽開口的特殊瓣狀構造，容易閉塞而失去壓力平衡，我們必須藉下嚥或打呵欠等隨意動作來平衡其間之壓力，故此時最好咀嚼些口香糖或薄荷片，使歐氏管的瓣狀開口作週期性的開放。

六、其他雜症

貧血——重症貧血或任何型的血性惡病質（blood dyscrasia）都能干擾氧氣的運送功能，在高空中特別容易發生乏氧，故需時時供以新鮮氧氣。血中血紅素的含量若低於 8.5gm%，或紅白血球數目少於每立方厘米三百萬，即屬重症貧血。

鎌狀血球性貧血（Sickle-cell disease）——此病常見於黑人，約佔其人口的 5%。他們血中循環的氧氣量會出現輕微至中等程度的減少，在未加壓的機艙中升至高至 8,000 至 14,000 呎時，紅血球即成鎌刀狀且有溶血情形出現，曾有多於 30 例的病人更發生腹之左季肋部作痛，噁心及嘔吐的情形，亦有發生胰梗塞症的報告。

患有鎌狀血球性貧血（含純 hemoglobin S）及鎌狀血球特徵（含 hemoglobin C）者，皆可用電泳法探測出，此二類病人最好勸止其飛行。雖然此病的可能率甚低，但對黑人却需特別注意，尤其對飛行中出現腹部不適或腹痛的黑人必須懷疑到此病。

嬰兒——生下七天以後的嬰兒就可乘坐飛機。未滿七天，嬰兒的呼吸系統的結構則未堅固得足以應付飛機行中所遭到的壓力變更。七天後，嬰兒已有正常的心肺系統，但仍比成人更容易受到乏氧的威脅。

老年人——心臟血管及肺系統健全的老人，對高空飛行足可勝任愉快，單只年老，並不構成飛行的

禁忌。

眼疾——眼球受傷或手術時，眼前房必須注意注入空氣，以保持眼珠的形狀，而且飛行的高度不能超過 4,000~5,000 呎，因為網膜是體內需氧量最高的組織，輕度的乏氧即可使視力減低。在 10,000 呎的高度，乏氧可使網膜及脈絡膜的血管擴張、眼內壓顯著升高以及瞳孔半徑減小，這些現象在眼球受傷、手術後或患青光眼時尤易出現。

妊娠——無病的孕婦可視為生理情況正常的人而予飛行。唯一的危險就是飛機上的臨盆，因此一般民航公司對於懷胎達八個月的婦女不加限制，九個月時則必須有產科醫師的證明，言明他在 24 小時內檢查過她，保證不會在飛行時生產，並且書明預測生產的期日。

孕婦乘客必須選擇面向機尾的座位，可能的話最好在膝上置放一塊疏鬆的墊子，扶持鼓出的腹部。又月經期近的婦女，在飛行期間或飛行後，通常會遭到假性陣痛。

在二次大戰中，曾有一項關於流產的試驗，調查 1000 位 16~42 歲的婦女之後，發流產與飛行並無任何關聯，不論懷胎多久，空中飛行對於正常的妊娠並不生損害。

糖尿病——糖尿病病人可准予飛行，但需要胰島素的患者則必須隨身攜帶在機艙內能發揮效用的胰島素及注射筒。未曾好好加以控制的糖尿病患者，由於血糖的降低，引發血糖缺乏症，故容易出現乏氧的症狀。

小兒麻痺——患過小兒麻痺者，一個月後才准予飛行，因為此時已無傳染能力。

傳染病——染有傳染病者不許登機，以免得染其他乘客。一些國際疫病，例如天花、霍亂、鼠疫、傷寒、回歸熱、黃熱病等，更要特別注意，以防經由空氣傳播。

其他情形——對有下列病患的乘客，必須加以仔細照料：縱膈腫瘤、腸阻塞、嚴重的疝氣、腦脊髓液循環障礙、腦瘤、頭骨碎裂、脊髓受傷、新近腦血管意外事件（CVA）、血管神經性水腫。

太空生理

太空生理與高空生理大致相同，但要複雜些，尤其是太空中 gamma 射線 x-ray 對人體的危害，直線加速度的問題。在太空生理中還必須考慮的問題為失重、密封艙中的維生以及太空中的溫度。這裏只簡單討論太空中的溫度及失重。

一、溫度

語云高處不勝寒，實不盡然。雖然在離地表數哩的高空中，溫度可劇降至零下 55°C，但一旦太空船遠離地表數百哩，大氣中的分子、原子及離子，由於地球引力之降低而增加其運行速度，使動能大增，因此太空船到達 350 哩的高度時，周圍的溫度已在 3000°C 左右。

話雖如此，太空中的粒子數量却太少了，少得不足以影響到太空船內的溫度。因之，太空船內的溫度要視其從太陽吸收的輻射能及反射回去的能量之多寡而定；變換太空船表層物質對太陽能的吸收及反射特性，即可正確地獲得太空船所需要的溫度。

二、失重

在太空中，太空人呈飄浮狀態而不會被拉向艙內任何方向，這並不表示身體不受到任何引力的作用，而是由於外來的引力同時對太空船及身體有引力，並且方向大小均相同之故。

幸運的是，失重並非生理上的重要問題，而是技術上的問題，舉例來說，太空人的吃喝（食物與水會飄浮）、廢物處理系統、適度的把手或裝置以穩固太空人俾使其自如地操縱太空船等，才是失重所生的主要問題。

後記

太空醫學是一門新興的學問，美國雖在 1912 年即有航空醫學校，但太空醫學系從航空醫學校中分出而成為一個獨立的部門，還只是 1949 年的事，在自由中國，更不用提了。

近年來，由於太空方面的成就，太空醫學已是新的星際時代不可或缺的一門。本文所討論，大都偏重航空醫學方面，但筆者願強調這句話：「航空醫學是太空醫學的基礎，太空醫學是航空醫學的延伸。」兩者實為一體之兩面，關係密切。