



美軍空中後送沿途照護作為與 我未來發展方向

空軍中校 張維剛 空軍中校 林維安

提 要

美軍近年在阿富汗以及伊拉克戰場，以前進外科小組的模式，把緊急醫療的能力前推至戰線，並且以完善的空中後送系統及沿途照護能量，使負傷官兵能快速的到達決定性醫療單位，獲得更進一步治療，進而大幅度降低作戰傷亡。沿途照護的良莠，關係到負傷官兵的生命維繫，因為沿途照護為串連各級醫療照護的重要能力，傷患若在後送途中死亡，不僅是浪費後送輸具及後送作業能量，也是國家人力的損失。美軍不斷的再強化其空中傷患後送沿途照護之作為，並依據實際經驗及作戰需要，無論在人員訓練、裝備及運作程序上不斷精進，實值得我方借鑑。

關鍵詞：沿途照護、空中後送、戰傷照護、衛勤支援

Abstract

Recent years, American armed forces push advanced medical care capability forward to frontline using forward surgical team at Afghanistan and Iraq battle field. With completed aero-medical evacuation system and en route care, sent casualties to decisive medical unit at German or United States to receive more completed care, which can reduce the death of casualties. The quality of en route care decide the live or death of casualties. The en route care is the most important capability to connect all level of medical care. Casualties lost on route not only wasting evacuation capability, but also the loss of state. American armed forces improving the capability of en route care continuing. With the experience on battle field and the need of casualties, enhances the personnel training, equipments, and operation procedures to provide care. We should learn form their experience to improving our capabilities to care casualties on battle field in the future.

Keyword: en route care, aeromedical evacuation, combat casualty care, health service support.

前言

自越戰以來，美國人民相當注意美軍在外作戰的傷亡，也因此促進了美軍對於衛勤支援之重視。而且美軍自越戰之後轉變為全志願役之部隊，每一個士兵的訓練以及維持都花費相當多的經費，若能透過良善的衛勤支援體系及傷患後送系統，將能減少傷亡以及人力之損失。從索馬利亞作戰之後，美軍發現現今戰爭形態已經有根本性的轉變，往常大軍對峙的狀態已經不容易見到，取而代之的，則是以小型部隊進行的反叛亂作戰、游擊作戰以及城鎮作戰。相對而言，衛勤支援模式也必須加以調整，才能適應於現代戰爭的需求。各層級之間的劃分也較過去不明顯，主要原因就是在於前後戰線的界線已經打破，不管是因為火力投射距離的增加，或是機動力的增強，加上各種戰術作為的混合，過去層級分明的衛勤支援體系，已經遭到嚴重的挑戰；加上我軍目前以「就近醫療，直接後送」的戰場救傷原則，逐級進行醫療後送在戰線不明的戰場當中，更是難以遂行。所以各層級之間的聯繫成為重點，如何將醫療能量統整成一個整體力量，其中最為重要的連結關鍵就是沿途照護系統的發展。

美軍在阿富汗戰場作戰已經九年，就是因為阿富汗戰場並沒有明顯戰線，所呈現的是完全不對稱的作戰方式，從山地戰、住民地作戰等，皆是在敵人不明的狀況下接戰，對方沒有明顯的陣地或是軍隊組織，而是以不同的住家、山洞、地道加以串連；敵人不

會穿上制服，更沒有大張旗幟標示戰線位置，在這些環境當中大部隊通常難以行動和迴轉，增加了作戰上的困難。因此，可以想像美軍目前在阿富汗作戰的場景：在崇山峻嶺當中搜捕賓拉登以及剿滅神學士組織並非易事，因為沒有明顯的制服可以區別敵我，也沒有明確的組織或陣地，而是在許多村落當中搜尋。另高山地形亦不適合大部隊行動，各項支援都不能以傳統方式建置，必須因地制宜，衛勤支援也不例外。既然是特種部隊，有的是小部隊作戰，要以傳統陸軍的營救護站、旅醫療站等層級方式提供戰場救傷支援，幾乎不可能。因此，衛勤支援必須以更為靈活的方式方能提供各項醫療及預防醫學服務；畢竟要在前線建立具規模的醫療單位並非易事，相關的裝備、人員、衛藥材以及補給品輸送都是後勤的負擔，在戰線不明顯，受支援單位分散的狀況下，以大型、固定醫療設施提供作戰部隊衛勤支援，並不經濟。所以美軍改採用另一種方式，就是以前進外科小組搭配靈活的後送機制作為因應。

美軍其主要支援構想，就是以彈性和前進支援，透過靈活調度和前推進階醫療能量，提供戰場救傷。在戰線不明顯的狀況下，不可能確保作戰境內的衛勤設施安全，所以美軍之概念就是將傷患在現地初步處理後，直接後送至安全地點進行進階治療和收容。所以現地處理的單位，必須要機動性要高、整補容易且具備進階醫療能量，可以提供重傷患創傷管理，使之可以支撐至接收醫院。不管是到飛行3至6小時的伊拉克境內野



戰醫院，或是需要忍受飛行12小時以上至德國境內的軍醫院，初步的創傷管理之後，如何串連遠處的醫療能量和戰場現地的緊急醫療，就必須依靠空中後送的沿途照護了^①。

為因應不對稱作戰，部隊必須要能更為機動的部署。同樣的，衛勤支援也必須加以調整，方能提供作戰部隊適切支援，所以前進外科小組就因應而生。以較小的編組，更為機動的方式，將創傷處理能量前推至前線，在作戰地區的近後方提供緊急創傷管理的醫療服務，將傷患初步穩定之後，再行後送。後送的傷患只是經過初步穩定，還不是完全穩定，前進外科小組的功能主要是將威脅傷患生命的傷情先行處置後，使之能在短時間內支撐到達更高層級之醫療院所接受治療，所以手術時間通常是在一小時之內；此手術並不精密，也不完全，但已經足以降低嚴重傷情對傷患的生命威脅，包括大出血、胸腹部的嚴重創傷等，經過處理後的傷患立即送上直升機進行後送，因此後送途中的沿途照護就相當重要。快速的後送也能夠減輕前線部隊的負擔，同時也減輕醫療單位所需之後勤負擔，使其能更為機動，密切支援作戰部隊。傷患到達野戰醫院後，會再次接受更為進階的醫療照護，使其能承受長時間的空中後送作業。美軍以C-17運輸機將重傷患後送德國或是直飛美國本土，所需的飛行時間相當長，空中環境也不如加護病房，且傷

患的狀況卻更為複雜和多變，因此沿途照護的能力就成為關鍵因素。

後送系統之規劃相當重要，包括後送輸具的指定以及調度，後送沿途照護的安排。沿途照護的人員是需要經過特別訓練的，並非是一般緊急救護人員就能勝任。因為在美軍送上直升機的傷患如前所述，是僅經過初步處置的重傷患，在後送途中隨時有可能出現傷勢的轉變，沿途照護人員必須具備應變的能力，在後送途中持續維持傷患的生命。以確保後送任務成功。

而美國空軍則負責就空中傷患後送的作業流程、技術和裝備上持續不斷的賡續發展，以提供各軍種空中傷患後送之精進方向，並提升全軍空中傷患後送能量。以下針對美軍現行作法以及我軍之借鑑進行分析。

沿途照護之考量因素

自1990年代中期，美國空軍就開始了空中加護傷患後送小組(Critical Care Aeromedical Transport Team, CCATT)的建置工作，最初的計畫是要使美國因戰負傷及生病官兵能透過全球化的後送系統回到國內的軍醫院接受治療。

根據一項針對美軍空中加護傷患後送小組之執行任務成效分析研究，從2005年9月到2006年8月^②，一年的期間，美軍在伊拉克總共進行了61架次的空中傷患後送作業，後

註① McGraw, T.A. and S.A. Norton, "Military aeromedical evacuations from central and southwest Asia for ill-defined dermatologic diseases," Arch Dermatol. Vol.145, No.2, 2009, p. 165-70.

註② Fang, R., et al., "Intercontinental aeromedical evacuation of patients with traumatic brain injuries during Operations Iraqi Freedom and Enduring Freedom," Neurosurg Focus. Vol.28, No.5, 2010, p. E11.

送了133人次；65%是作戰戰傷的傷患，35%是屬於病患；而戰傷傷患中有90%的人是屬於重傷傷患。在該研究當中則相當肯定美軍目前所使用的傷患處理模式，也就是前進外科小組加上空中加護傷患小組的作業模式，使傷患能夠快速的脫離戰區，接受決定性的治療。根據其分析，傷患大約必須花費28小時才能從伊拉克戰區後送至德國的美軍總醫院，這包括了傷患在野戰醫院接受手術後恢復的時間、飛機調度和整備時間、飛機飛行時間以及中間各項落地調整裝備或加油時間，直到飛抵目的地，傷患卸載到達醫院的整體時間。而這些後送的傷患當中，有94%在落地後必須接受一項以上的大型手術，表示傷患的狀況並不如想像中的輕微，而要將傷患經過長途運送，沿途維持其生命，並且能避免在後送途中傷情發生惡化，航護的照護能力要求高於其他部門，更顯示了沿途照護的重要。因為這些重傷患並非完全穩定，而是還需要更進一步治療，尤其在長程後送過程當中，傷患的生命維持以及醫療處置作為不能中斷，加護傷患後送小組的能力因而獲得美軍作戰部隊的肯定^③。

空中傷患後送的能力從第一次世界大戰就廣為人知，當初是針對傷患進行長途後送，但是當時的後送技術僅止於將擔架上的傷患裝上飛機，快速的送至大後方，後送的能力相當有限，不管是在人數上或是沿途照

護的能力上，都是遠不如今日，但是其構想卻持續激發後人。經過二次世界大戰、韓戰及越戰，直到最近才有長足的發展。在越戰期間，重傷患通常會在戰區停留平均達21天，等到傷勢完全穩定才會進一步後送至日本，而且飛行時間也不過數小時之內，其最主要仍是在於作戰方式的改變，二次世界大戰到越戰，美軍的醫療後送體制仍舊是傳統的分層節制，逐級後送，各階層有嚴謹的後送政策，有一定的收容能量，且當時對於空中後送的沿途照護發展尚未成熟，照護能力也相當有限^④。但是依據最近美軍的統計分析，傷患在中東戰區內的醫院停留不超過24小時，若戰區內醫院無法完全提供其所需之醫療照護，就會以空中後送的方式直接將之送至德國，而飛行時間大約需要17小時，也就是說當傷患經過戰區醫院治療後決定後送，整體作業到傷患到達德國的軍醫院時間大約是一天多一點的時間，這些傷患大多需要再接受大型手術，所以沿途照護的能量相當重要。畢竟要達到快速後送重傷患，其所需要之裝備、人員都必須依據傷患之需求，詳加整備，並且能以最為精簡、有效率的方式在飛行途中提供傷患適切之照顧。而人員必須具備提供加護照顧的能力，對於各種緊急狀況處置方式熟悉(比如說機艙失壓、飛行時遇到亂流、或是飛機遭到攻擊而採取閃避動作)，同時也必須了解在高空飛行的環境

註^③ Beninati, W., M.T. Meyer, and T.E. Carter, "The critical care air transport program," Crit Care Med. Vol.36,No.7 Suppl, 2008, p. S370-6.

註^④ Beninati, W., M.T. Meyer, and T.E. Carter, "The critical care air transport program," Crit Care Med. Vol.36,No.7 Suppl, 2008, p. S370-6.



特殊性(低溫、低壓、飛行器的震動與噪音等)^⑤，且能臨機應變，面對傷患突如其來的傷情變化(突然的大出血、血壓降低、休克等)，在有限的機上空間以及衛藥材，提供傷患照顧^⑥。針對在沿途照護上應有之考量因素簡述如下：

一、沿途照護的緊急復甦術

傷害管控手術(damage control surgery)的概念是從民間急診室而來的，當初是鑒於地方的急診室能力有限，而傷患又必須遠程後送至城市當中的大型醫院，所以依據傷患的傷情先進行救命手術，使能保持傷患生命直到到達醫院為止。後來美軍將此一概念運用到戰場上，傷患先經過傷害管控手術，然後直接後送至決定性醫療機構，此一作法相當適用於遠征作戰的美軍。毋需在前線建立大型衛勤醫療單位，而是以靈活的運送配合傷害管控手術的實行替代，將傷患快速治療後脫離戰場，提高傷患存活率。

整體之作業從第一線的急救開始，傷患之後以悍馬車或是直升機，進入前進外科小組或是抗休克排，傷患進入前進外科小組作業區之後，只要進行止血，綁紮上止血帶或是進行初步的截肢手術，暢通呼吸道以及處理完軀幹部的大傷口，就要準備進一步後送。此時，由前進衛生連所派遣之空中後送

直升機，就將傷患再後送至地區野戰醫院，經過野戰醫院治療和評估後，若決定再進行後送，此時空中加護傷患後送小組就準備接手將傷患進一步後送至決定性醫療單位接受更精細之手術。如此作為，可大幅降低因延誤所造成的人命損失。因地區醫療能力確實有限，很多傷患若採取過去的衛勤支援模式，將有可能會被列為期待治療類，甚至就算列為緊急醫療類，也有可能因為處理能力有限而無法拯救其性命和保全肢體。所以美軍目前整體概念就是將傷患盡速送至決定性醫療機構，使能在最短時間內接受最完整之醫療，保障其肢體和生命。

當加護傷患後送小組接受傷患後，必須能延續傷患在前進外科小組或是野戰醫院內所接受之急救措施，持續給予血液製品(袋裝紅血球、代用血漿、或是全血)，持續監測生命徵象，並且接上呼吸器給氧，監測顱內壓力；以及延續傷患外科上的傷情穩定措施，如氣管插管、氣胸處置、胸管插管穩定、傷肢固定調整、截肢部分止血等作為^⑦。航護必須能適應不斷變動的工作環境，不管是在酷熱的沙漠還是寒冷的德國，在空中適應顛簸以及飛機起降間的振動，還有時差的問題，以及飛行途中的疲勞，還要在高噪音環境當中進行照護工作，也必須能承受相當之

註⑤ Venticinque, S.G. and K.W. Grathwohl, "Critical care in the austere environment: providing exceptional care in unusual places," Crit Care Med. Vol.36,No.7 Suppl, 2008, p. S284-92.

註⑥ Lamb, D., "The documentation of pain management during aeromedical evacuation missions," Nurs Clin North Am. Vol.45,No.2, 2010, p. 249-60.

註⑦ Collins, S.T., "Emergency medical support units to critical care transport teams in Iraq," Crit Care Nurs Clin North Am. Vol.20,No.1, 2008, p. 1-11

壓力。在惡劣的機上環境運用各項最新的急救知識，保全傷患生命。

二、環境的考量

此處所提到的環境並非是如我們一般所認知的地形和氣候或是季節，加護傷患後送小組的工作環境也大大不同於一般的加護病房，而是在機上工作的環境，包括噪音、震動、光線、溫度、氣壓以及時間，而且這些也都會因為作戰部署的地點而有所變動。以下針對各項環境因素對加護後送小組作業的影響進行說明^⑧：

(一)光線：在一般加護病房當中，通常都是光線充足，且光照穩定。但是對於加護後送小組的人員來說，經常需要在黑夜當中進行照護工作，尤其是要利用黑夜進行傷患搬運和裝載，作業環境因為敵情威脅而必須進行燈火管制，更使得照明狀況惡劣，傷患在搬運時必須更加小心，且又是上下運輸機，擔架含醫療儀器都必須要能妥善固定，避免因飛機起降造成儀器或維生管線鬆動掉落，黑暗當中又必須掌握時間，壓力可想而知，所以作業小組人員必須要能夠熟悉機上各項裝備以及插孔位置，且對於各項固定裝備都能熟練運用，將醫療儀器以及病患都適當固定，使之可承受航行當中之震動；或是在飛機的黑暗機艙當中進行救護作業，而且醫療儀器的指示燈光也必須加以掩蔽，避免成為敵人的目標，使得照護作業上不方便；另外各種指示無法馬上藉由聲光獲得傷患狀況變化，航護要能密切觀察病患各種生命跡象，

並且適度運用監視儀器輔助，以確實掌握病患狀況變化。在飛行途中，機艙內大多是使用暗紅色的燈光，以降低作業疲勞，但這有可能使得觀察傷患的皮膚或是觀察輸注液液面變得相當困難，通常會透過觀察傷患皮膚的血色，以了解其血液循環狀況，但是在紅色燈光下，就難以辨別是皮膚的紅潤顏色還是燈光所致；另外輸注液的液面也因為燈光昏暗或是紅色燈光，尤其是血液紅色液面，在紅色燈光下更難判定，使觀察上較為困難；加上震動，液面持續變動，要判定流動速度以及液面高低變化更是困難。這同時也牽涉到給予藥品時，藥品的液面刻度難以判定，使得劑量較難以傳統方式測定和給予，所以大多是由定量滴管或是其他方式，對於藥品劑量進行測定後給予。

(二)噪音：在一般加護病房當中也是相當吵雜的，大多是由於儀器的警告音。但是加護後送小組的工作環境則是因為外在的因素，包括砲火、運輸機的噪音等，以常用的C-130運輸機而言，機艙內的噪音通常高於85分貝。在這樣的噪音環境當中工作，連儀器的警告音可能都不容易聽見。因此在機艙當中工作通常會戴上減噪耳機以及通話器，以方便其彼此相互溝通聯繫，同時也較能注意到儀器的警告音。在這種環境下，航護必須要習慣用視線關注儀器的警示狀況，並且以聽診器觀察傷患的生理變化狀況。所以在飛行途中必須持續關注傷患的監測儀器，但是目前商用的監測儀器都是以普通加護病房的

註⑧ Johannigman, J.A., "Maintaining the continuum of en route care," Crit Care Med. Vol.36, No.7 Suppl, 2008, p. S377-82.



環境進行設計，螢幕光線以及字體大多不符合機上作業所需，且警示聲無法蓋過飛機飛行時之噪音，這些都必須加以改良。噪音也使航護對於傷患之呻吟以及呼叫無法立即感知並作反應，減噪耳機或許有所幫助，但是航護還是必須密切注意傷患狀況。

(三)震動：由於飛機起飛時，尤其是在戰地起飛，顧慮到敵情威脅或是恐怖攻擊，通常會以短跑道急速拉升的方式，希望快速到達安全飛行高度，所以壓力變化以及機身仰角絕對都不如民航客機舒適；在降落時也有可能以短時間內煞停的方式為之，加上在空中偶爾會遇到亂流，以及機體本身在飛行的震動，這些都會影響儀器的穩定以及在進行急救時的動作。尤其是在飛行時突如其來的亂流，如果架在擔架上的儀器沒有固定妥當，或是傷患的插管以及靜脈輸注管路沒有妥善固定，都會造成鬆脫，甚至砸傷醫療人員或傷患。航護必須在飛機起降過程當中密切觀察傷患狀況。另外擔架本身的固定、傷患的固定以及航護本身在操作時的穩定性，都必須加以考量。

(四)高度及氣壓變化：一般後送機的飛行高度通常維持在8,000呎，有時會視戰術狀況增加到10,000呎，這會造成機艙內氣壓以及含氧量的變化，同時機艙內的溫度也會有些微的變化。而且在8,000呎高空，其氣壓和溫度都較平地低，航護也必須注意傷患的保暖以及供氧是否正常。在低壓狀況下，顱內積氣、氣胸、眼球後視神經炎等狀況都必須密切注意是否出現，並且妥善採取對策。但是低壓狀況可能也對於傷情有益，目前已經

有相關研究針對低壓狀況下，因爆炸負傷的肢體水腫的影響，初步研究發現似乎有正面的幫助。而氣壓降低對於醫療儀器像呼吸器的影響，也是目前所關注的議題。尤其部分對環境狀況敏感的電子儀器，是否會因為機內的震動、氣壓變化而產生讀數的不準確或是不正常，都是值得持續研究的。因為大部分醫療儀器在設計時，並沒有在極端環境下操作的考量，電路板的封裝以及線路固定都是在平穩狀況下操作的考量而做設計，這樣較為節省成本，但是面臨空中後送的極端環境，儀器經常會因為氣壓以及溫度劇烈變化而出現問題。

(五)工作時間長度：在台灣，一般傷患後送，地面上大約是30分鐘，以直升機空中後送也大約是30分鐘左右，若以定翼機從外島後送至台灣也大約僅需要60至90分鐘而已。但是依據美軍目前將傷患從中東地區後送至歐陸，直飛所需時間大約為10個小時。若中途必須加油或是更改航道、或搭載其他傷患，就有可能延長其後送時間。航護必須要能夠有足夠的衛藥材準備，包括氧氣瓶、輸注液等，可以支撐12小時以上的後送時間。超過可攜行的重量限制後，就必須考量衛藥材再補給的點，並且事先做好計畫，與機長進行航路研討，若遇緊急狀況，要如何獲得必要的衛藥材以支持傷患生命到達決定性醫療單位。中間有哪些備用的醫療單位可提供支援，或是在何處可以落地加油補充衛藥材，所以航護在上機前，必須自問三個問題：該帶什麼？何時出發？預期會有什麼狀況？並且據以預作準備，和機長討論過後，

訂定飛行照護計畫，對各種可能狀況有所應變。

(六)裝備考量：在艱困的作業環境當中，儀器所帶來的挑戰也不下於環境。目前所使用的儀器大多是商用儀器，適合在設定好、穩定性高的加護病房環境當中使用。但是飛行途中，不一定有穩定的電力可以使用，電池也有其續航力之限制。儀器讀數的設計也多是考量在光亮且穩定的狀況下可讀。但是在震動昏暗的環境當中，讀數字體相對而言就應該較大，方便航護可以清楚的讀到數據，並進行判斷。氣壓變化也經常使醫療儀器莫名的失常，出現異常訊息或是失去作用，導致照護上的困難。儀器的設計時間大多在1990年代，螢幕太小，規格不一，電池形式大小不同，笨重且耗電。而且警告音和警示燈不能隨環境做調整，加上各種儀器未能整合，航護必須於各項儀器之監視器或螢幕讀取所需讀數，傷患身上要綁上許多電導和管路，使得進行加護照顧更為困難。而項目眾多的醫療監測儀器，也增加了衛材補給體系的困難，電池形式可能就有許多種，又分不同廠商供應，壽期不同，補給時程也有長短，增加後勤補給之複雜度；另外在進行財物交換時，因為要進行逐一清點交接，也大大的降低傷患後送效率。

對我之建議

空中傷患後送是一門學問，依據美軍海外作戰以及其衛勤體系之考量，在空中傷患的規劃上更為複雜。對我而言也許並不需要這麼複雜的系統，但是這當中仍有許多地方

值得我們學習的。依據我國國情，如何設計適當之空中傷患後送作業，並配合我作戰及救災需要，值得進一步探討。針對空中後送作業，提出下列幾點建議，供作參考：

一、就近醫療直接後送之新思維

美軍因應不對稱作戰，需要更為機動的作戰方式。而衛勤支援更是戰場上不可或缺的能量，美軍採取前推預置，快速後送的方式提供作戰部隊緊急醫療照護。簡單的來說，是另一種形式的「就近醫療，直接後送」。其重點並非將傷患就近送往附近的醫療院所，而是將進階的急救能量前推至作戰部隊附近，並透過迅速後送的方式，將傷患快速脫離戰場，直接後送至決定性醫療機構。這必須是有計畫的作為，也就是說，從傷患發生地點開始，就啟動了一連串的衛勤支援作業，從自救互救、戰術戰傷照護，後送至前進外科小組，然後接受創傷管理手術，使能承受直升機後送，接著就以直升機快速後送至戰區醫院，在到達戰區醫院前就已經將傷患的各項資料送達，經過戰區醫院處置之後，若決定持續後送，就會由美國空軍派遣加護傷患後送小組，提供沿途照護，直到傷患到達德國或是美國本土的軍醫院為止。這些措施都是希望能使傷患迅速獲得適當醫療，節省人命損失。

而我國目前在這方面的觀念尚未完全建立，一方面由於我國醫療院所密集，交通方便，幅員狹小，傷患後送距離短；另一方面則是基層單位人員能力不足，訓練單位也缺乏相當能量。但最主要的觀念，在於我們所採取的「就近醫療，直接後送」政策指



導，基本上是沒有計畫性的進行後送，而是採取一種哪家醫院近，就往哪邊送的模式，沒有考量傷患實際的需求，也沒有考量醫療院所的能力。加上作戰時是以防衛作戰為主，後送時間以及醫療院所的運作狀況皆難以掌握，戰術空間有可能比實際空間距離還要大。以美軍在索馬利亞作戰的經驗，發現就算是機場距離戰鬥位置直線距離只有5公里，但是平均傷患後送時間卻高達12小時，最後一個傷患從負傷到進到醫療站，長達15小時。這說明了在戰場上的許多不確定性，我們不能以完全理想的狀況進行計畫，也不能沒有應變機制，更不能隨便制定不可能實行的計畫應付。要體認衛勤支援計畫事關人命，計畫不周全將有可能造成災難中的大災難。

現今應該逐步調整衛勤支援思維，以強化第一線緊急救護能力，並加強後送能量，使傷患能經過有計畫性的作為直接進入適當醫療院所接受治療。而這需要傷患調節中心的管控。後送能量是包括了後送輸具的調配以及沿途照護能力的結合，兩者缺一不可，有輸具但沒有妥善的沿途後送，傷患將有可能在輸具上死亡，形成後送輸具的浪費；有照護人力但沒有輸具，則傷患是難以移動的。不能迅速後送傷患，傷患集中於前線的救護站或醫療站，對作戰部隊而言，是沉重的負擔，不僅打擊士氣，也拖累部隊運動。所以機動作戰要能成功，傷患迅速後送是重要因素之一。

二、機上醫療裝備之配備與發展

工欲善其事必先利其器，加護傷患後

送小組作業環境難以改變，而且環境本身就會隨著作業階段而改變，可能十小時前還在炎熱的沙漠，降落後是德國的寒冬。飛機本身的震動和噪音除非是改以客機運輸，否則亦是無法改變。但是醫療儀器以及相關裝備的改善，將能有助於空中後送作業的效能。從前述美軍的經驗可以發現，目前要提供機上加護沿途照護，儀器的設計基本上並不適合機上使用。尤其是在戰場惡劣環境當中使用，更需要人性化的介面以及更為堅固耐用的設計，並且考量到供電問題，使任務能在最為惡劣的環境當中遂行。

在空中後送任務的環境當中，有很多儀器並無法符合實際需求。因此未來在儀器的設計方面，應該加以整合，並模組化。依據目前科技，要重新設計並不困難，重點在如何整合，以我國的電子產業，要整合各種技術進行醫療儀器的改良，以適應高空作業環境，並非難事。比如說以一個簡易主機，可以模組化的連接其他附屬儀器，透過主機的彩色觸控螢幕對各項儀器進行操控，並可在主機當中設定警示讀數字體大小和顏色以及警示音量，甚至可以選擇特別的音樂做為警示，以藍芽或是無線網路科技進行資料傳輸以及資料查詢。而且主機也能協助判斷傷患目前狀況，提出綜合判斷建議，並且透過主機查詢藥品相關資訊。依據目前科技而言，這些都不是問題。另外就是針對極端環境進行設計，確保儀器和主機能夠承受撞擊，在低氣壓或高氣壓狀況已能正常運作。此外，針對儀器之電源管理，依據目前筆記型電腦都可以持續使用達8小時以上，也可以輕薄到

3公分以下，而且還保有強大的運算功能，電力的調配以及各項晶片的耗電能力都經過精算，這些都可以作為設計空中後送各項監測儀器時之參考。而電池的體積和蓄電能力在近年來都有長足的進步，也可以運用於儀器的重新設計上。運用太陽能以及風力予以充電，將是克服戰場艱困環境的一種方式，同時也能提供醫療儀器替代能源，在沒有額外電力供應的狀況下，仍然可以獨立作業或是持續醫療照護。

給藥系統也必須要能重新設計，可以經過設定協助計算劑量以及給藥流速，並且自動讀取目前給藥劑量和剩餘劑量，並預計何時必須加藥；另外可由主機本身建置之資料庫提供藥物交互作用資訊，供航護參考，並可提升照護品質。

美軍目前雖然有相關儀器和設備在使用當中，但也可以發現在實際使用上仍存有很多問題。裝備的配備是依據實際需求而來，所以在儀器的挑選上，是依據傷患實際的需求，所以裝備必須要能模組化，同時也必須能輕量化，並且具備電池以及多樣充電方式，以提供持續作業之能力，同時也能依據實際需要組合所需之儀器，減少航護以及傷患之負擔。我國除了參考美軍配備之外，也應該建立本身對於機上醫療裝備的需求，並對廠商提出改良方案，甚至主動結合相關研發能量，針對空中加護傷患後送的需求進行醫療裝備的研發，不僅可以提升我國之空中

加護傷患後送能量，同時也能夠提升我研發能力。以我國目前在資訊和光電的研發能力而言，要發展小型化、模組化的醫療監測儀器並非難事，主要的還是在於是否有人願挺身投入此一領域之發展，若能順利發展，除在戰場上之運用之外，亦可用於海外救援任務上，這同時也將是我國軟實力的展現方式之一。

三、人員訓練以及運用

空中加護後送小組的成員，除了航護之外，若以小組的角度考量，應該包含幾個不同的專業人員，或是由航護接受各種不同的訓練，並臨時搭配其他的專業人員共同執行任務。一個合格的加護傷患後送小組成員，除了其專業證照認證之外，對於基本的航空生理，緊急救護都要能相當熟悉，同時也應具備創傷照護的能力；航護若能具備加護病房的經歷，應該對於執行加護傷患後送有幫助，尤其是在外科加護病房當中的經歷。

其他各專業人員如醫師、藥師、呼吸治療師、麻醉醫師或是麻醉護士等，都可納入小組成員的考量，就像是一個小型而完備的加護病房一樣^⑨。因為加護傷患後送，其所面對的，大多是經過穩定但並非完全穩定的重傷患，傷患只是經過初步的傷情穩定，但是隨著時間以及環境的變化，傷情隨時可能也會隨之變化，因此必須在後送沿途上密切觀察變化狀況並給予適當照護。單純倚賴航護或許無法提供完整的醫療照護服務，一個

註⑨ Hurd, W.W., et al., "Physician roles in aeromedical evacuation: current practices in USAF operations," *Aviat Space Environ Med.* Vol.77, No.6, 2006, p. 631-8.



急診醫師或是外科主治醫師在場，或許能提供意見並且協助處置創傷重傷患的各種傷情變化，同時也能負責傷患的插管、液體補充、輸血、藥物處方以及呼吸器調整作業。另外，具備麻醉專長的護士或醫師，能夠隨時觀察傷患在後送途中的麻醉狀況，同時也能適時給予止痛或再麻醉，以維持傷患處在適度的麻醉狀況。

由於空中後送，尤其是長程的加護後送，更需要專業人員以及人員的專業程度，並且要能與航空生理相配合，對於在高空當中生理變化，對傷患傷情的影響要能適當處置。所以人員的專業程度是與地面或一般加護病房有所不同。更是需要航太醫學基礎研究做為臨床作業基礎。

我們現行的航護都已有基本的訓練，對於現行的空中後送都有一定的執行能力，但是要執行加護空中後送，可能還需要更進一步之訓練，以提升其在機上提供重症加護的能力。同時航醫以及航空救護技術員也必須接受相關的訓練，才有提供重症加護的能力。所以日後若要發展加護傷患後送，應參考美軍現行作業，針對相關的準則技令進行了解和發展，並選派適當人員前往受訓；依據我國現況，在現行作業程序、檢查表、風險管理方面做調整，並訂定相關的合格簽證方式，以確保人員結訓之後，確實能運用所學技能提供照護。並且採取邊訓邊做的方式，發掘問題，從經驗當中學習。除此之外，組員也必須了解所使用之裝備、機型，並且能具備基本的飛行常識，能與飛行機組員相互溝通。就像是加護病房人員也要能和

醫院管理者溝通，並了解醫院內部運作方式一樣。

所以小組成員本身就應具備其專業證照，並從基本的緊急救護技術開始，到小組成員的共同訓練，不僅可以單獨作業，亦可以小組方式實施大量重症傷患的加護後送作業。針對各項醫療儀器的操作、檢查、保養都要能嫻熟，不管是麻醉護士還是藥師，都要能在機上操作所有醫療儀器；同時也必須完成航空生理訓練，若能參加基本飛行訓練以及跳傘更好，因為在飛行途中有可能會遇到各種緊急狀況，具備多種技能，將有助於共同解決。

加護傷患後送小組最後必須和飛行機組員共同訓練，以了解飛行作業模式，並促進彼此作業上之特性，以求能相互配合，共同完成任務。在美軍有所謂的空運演習，其中有一個科目就是空中傷患救護，主要目的就是希望透過演習競賽的方式，讓飛行機組員以及救護機組員能相互配合共同演練，因為越是熟練，越能在戰場緊急狀況快速應變。我國若限於飛機數量無法指派專責運輸機擔任空中加護傷患後送任務，更應該使所有飛行機組員都能有機會和加護傷患後送小組共同演練，具備任何一架飛機任何一組機組員都能快速和加護傷患後送小組的能力。

四、落實空中後送及傷患調節機制

空中後送是需要經過計畫協調的，目前現行程序皆已經相當完備，但是在人員訓練、裝備更新上還需要更積極之規劃，也需要上級的支持，使航護能朝向專業領域發展。空中後送是在戰場或災區使傷患能快速

脫離的重要方式，但是在上了飛機之後，要後送至哪裡，就必須透過適當的傷患調節機制進行管控。並不是每一個機場附近都有醫院，也並不是每一個醫院都具備創傷處置或是燒燙傷治療的能力。傷患調節中心必須要能安排適當的醫院以及地面接送輸具，使整體傷患後送流程能順利完成。

當面對大量傷患時，不同架次的後送機要如何分配，分別以多少間隔到達，或是分配不同降落機場，由多家醫院共同負擔大量傷患，這些都必須事先預擬解決方案並加上臨機應變方能畢竟全功。傷患調節中心對於各地醫療資源之管制及運用要非常熟悉，才能在緊急狀況下採取斷然作為。這些其實都可以透過桌上模擬的方式進行演練。結合有能力的空中後送小組，加上調配得宜的傷患調節中心，將能面對重大災難而有條不紊的處置，確保傷患生命安全。

五、強化航太醫學研究能量

國內航太醫學研究目前仍在起步階段，對於高空生理以及傷患在低壓環境中之病生理反應，都有進一步研究之必要。同時也可以針對機艙內的噪音、震動、光線環境，研究這些因素對航護作業的影響，並應用研究結果於醫療儀器的改善，應該能提升空中加護後送的效能。航太醫學是一門專業領域，在運輸機艙內低壓、低氧、大幅震動的環境，對於正常人之生理已經是一項挑戰，而對創傷人員的影響又是如何，進一步研究亦能對空中傷患照護有所助益。

畢竟空中加護傷患後送已經是專業的領域，但較偏向於臨床應用，案例也不多。但

是臨床實作也必須要有理論基礎，如外科創傷處置，很多就是以老鼠實驗的結果，逐步應用於臨床處置方面。航太醫學的研究，也應該以能支持空中傷患後送作業為方向，作為空中傷患處置、人員保健方面的基石。

我應該強化航太醫學研究能量，從人員培訓到師資認證，並配合空中加護傷患後送小組，針對臨床上所遭遇之問題，結合其他專業領域人員，如藥師、麻醉醫師、外科醫師等，共同研究。若能實際參與空中傷患後送作業，深入了解傷患在高空當中的病生理變化情形，將能有助於激發研究構想，切合臨床需要。並且鼓勵航護回到學院進修深造教育，並可與學校教授交換實際作業心得，教學相長，以促進我國航太醫學之發展。

另應整合國內航太相關研究資源，不僅是航醫部以及航訓中心，包括各大專院校的航太科技相關科系以及空軍官校等，共同對航太科技以及相關之人因工程、生理調適等議題進行研究，並透過合作方式也能夠設計適當醫療儀器以及機上空艙，改善空中加護後送人員作業環境，增進傷患舒適程度，使後送任務更能順遂達成。

結語

空中傷患後送是一個相當艱困的任務，其作業環境亦大不同於一般加護病房，人員以及裝備的要求更是高於一般加護病房。若是在戰場狀況下要執行重傷患的空中後送任務，尤其是長程的空中後送，更是需要周詳的計畫和充分的準備。美軍在中東戰場已經熟悉如此的作業模式，訓練出許多傑出的航

護，並依據經驗制定了相關的標準作業程序。

從美軍作為可以看出其對於軍人生命的重視，同時也顯現其戰場救護的新思維，逐步的透過實際作為不斷驗證和改良。面對不確定的戰場環境以及不對稱作戰思維的擴散，美軍也不斷調整其衛勤支援模式，以求能在全球各地作戰，也能在全球各地拯救其軍人之生命。雖然美軍的衛勤體系仍保持五級，但沿途照護已經成為重要的一種能力，為串連各級之間醫療照護的重要鎖鏈¹⁰。

航護在艱困的環境當中，為維持那些為國負傷的戰士們的生命奮戰著。克服各種困難，適應各種極端的環境，成功的一次又一次將身受重傷的官兵送至決定性醫療機構。對我方而言，雖然沒有如此艱苦的環境挑戰，但是為了日後可能的災難，仍不可鬆懈，且更應該日益精進。

作者簡介

張維剛中校，國防醫學院公衛系86年班，國防醫學院航太醫學研究所91年班，美空軍航太醫學院航太生理官班結業(2004年)。曾任國防醫學院航太醫學研究所航空生理官、空軍司令部督察室軍醫組航空生理官、國軍岡山醫院航空生理訓練中心航空生理官、國防部軍醫局參謀，現任國軍高雄總醫院衛勤整備組組長。研究專長為空中傷患後送、航空生理、醫院管理。

林維安中校，國防醫學院藥學系86年班，86年國家藥師考試合格，國防醫學院藥學研究所臨床藥學碩士89年班，國防醫學院生命科學博士。曾任排長、軍醫參謀官、教官、分院長、副營長，現任聯勤第三地支部衛生群營長。研究專長為臨床藥學、藥物流行病學、藥物經濟學、軍陣醫學。



S-70C救護直昇機（照片提供：葉秀斌）

註¹⁰ Harman, D.R., T.I. Hooper, and G.D. Gackstetter, "Aeromedical evacuations from Operation Iraqi Freedom: a descriptive study," Mil Med. Vol.170, No.6, 2005, p. 521-7.