

全球首次聖母峰心電圖遠距傳輸

作者：高偉峰*

摘要

在我國歐都納公司贊助下，國內組成第一支攀登七頂峰(即七大洲最高峰)挑戰隊。自 96 年 8 月起至 97 年 1 月已完成六頂峰之攀登，而世界最高峰—聖母峰(七座中最危險的一座)之登頂壯舉也於今年(2009)5 月 19 日圓滿完成。此攀登計畫締造了許多傲人的記錄，包括是台灣第一支完攀世界七大洲最高峰的攀登隊伍、台灣第一支登頂人數最多的聖母峰攀登隊伍、第一支將青天白日滿地紅的國旗插在聖母峰頂的攀登隊伍、隊員江秀真成為全世界第一位同時完成世界七頂峰及聖母峰南北二側路線攀登成功的女性登山家。

在醫療上，我們有幸能參與這次活動，並整合台北榮民總醫院、國立陽明大學、工研院、台灣遠距醫療器材公司、新新憶公司、嘉義吳鳳技術學院等專業團隊的共同合作與努力，在高山醫學上，協助攀登隊員安全登頂平安下山，在心電圖生理訊號方面，從儀器及傳輸系統之設計、開發及改良，包括心電圖儀，電池及傳輸系統等技術，皆由國內產官學團隊合作自製研發完成，在歐都納公司及選手團隊們的共同合作下，也完成了許多人類第一次的醫療新創舉，如全球即時傳輸心電圖生理資訊的海拔最高記錄、連續記錄攀登聖母峰心電圖、聖母峰心電圖記錄等，也為人類醫療科技開創新的里程碑。

關鍵詞：聖母峰、高山疾病、低氧訓練、心電圖、遠距醫療、

Mount Everest, High altitude illness, hypoxic training, Electrocardiography, Telemedicine

*台北榮民總醫院急診部主治醫師，台灣生醫電子工程協會(TWEMBA)急診組召集人，國立陽明大學環境與職業衛生研究所暨急重症研究所副教授。

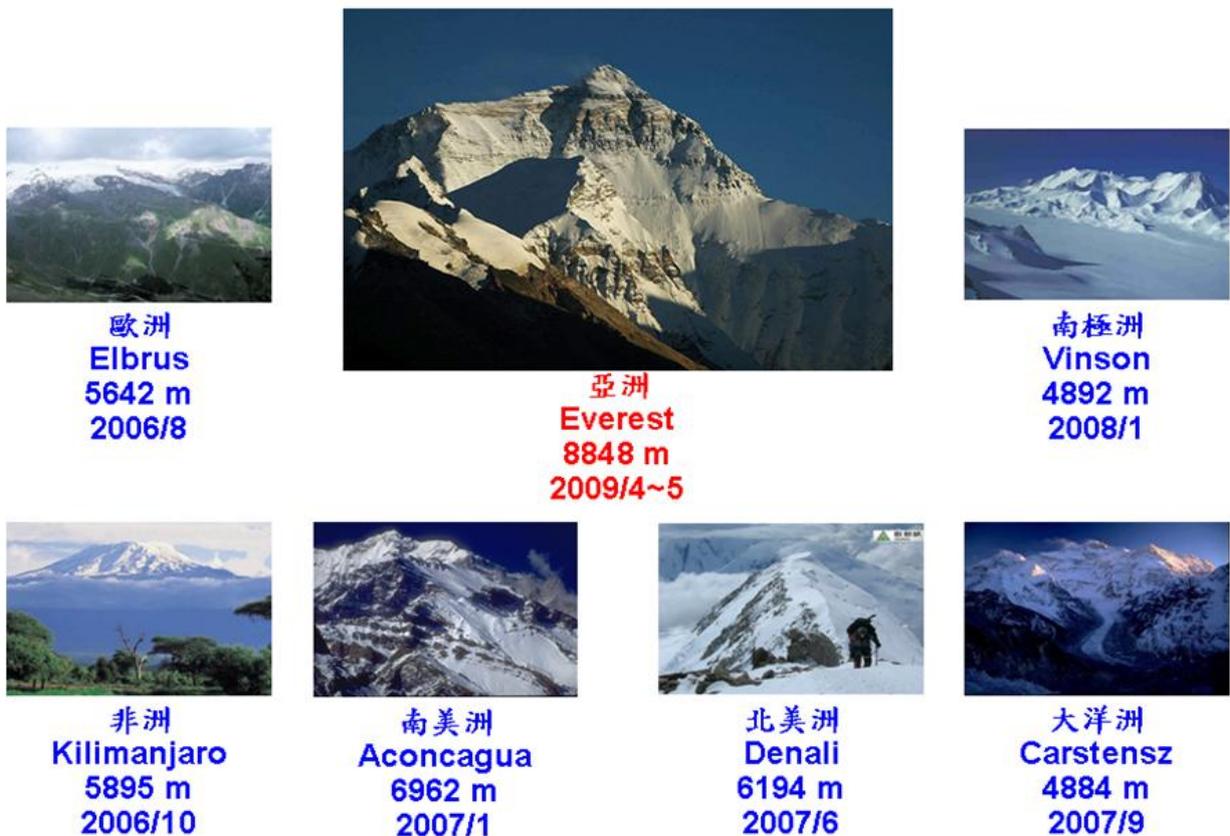


全球首次聖母峰心電圖遠距傳輸

作者：高偉峰

一、前言

世界七頂峰攀登計畫



圖一、七頂峰攀登隊攀登七頂峰計畫簡圖

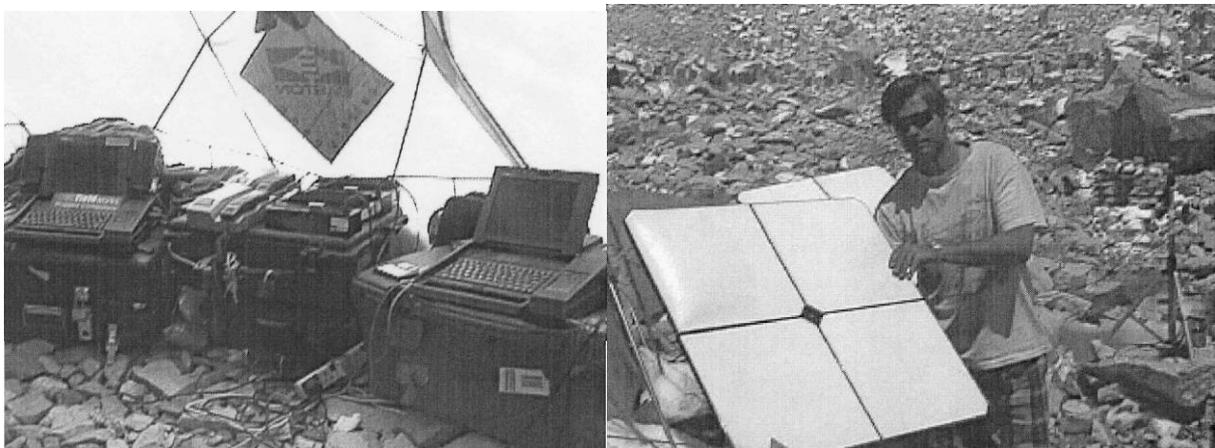
根據 2009 年新英格蘭醫學雜誌(New England Journal Medicine)研究報告顯示，攀登聖母峰成功者，在降到 8400 公尺時之平均動脈氧分壓(PaO₂)為 24.6mmHg(正常人在平地約為 100 mmHg)，表示隊員在攀登聖母峰時會面對極度低氧的挑戰。根據 2006 年英倫醫學雜誌(British Medical Journal)的研究報告，攀登聖母峰有登頂者(排除雪巴)，死亡率約 10%，死因主要為雪崩、失足及高山症，而其中最重要的原因即是高山症。根據 2006 年美國醫學雜誌(American Journal of medicine)的研究報告顯示，登上聖母峰之爬山專家，13 人中有 12 人在大腦 MRI 有病變，這些病兆經過三年後追蹤，許多病兆仍然存在。一般認為 5500 公尺以上人類即無法常

期居住，身體終將逐漸惡化。要攀登 5500 公尺以上高山，人類主要須克服的問題即是低氧適應與高山症問題。之前的研究顯示，到 5200 公尺的聖母峰北側基地營，急性高山病的發生率即超過 90%，要攀登聖母峰幾乎每個人都會發生高山症，只是嚴重度不同而已。

吾等多年來積極推動高山醫學與遠距醫療發展，此次經由國內登山界、醫療界及科技界的專業合作，讓國內聖母峰攀登隊能安全地登頂成功並平安歸來(如按死亡率 10%的機率計算，4 個人都成功登頂，4 個人都平安回來的機率小於三分之二，也就是說至少有一人死亡的機率大於三分之一，登頂的風險很大。)。因此整合國內專家與資源，在台灣先在嘉義吳鳳技術學院以低氧訓練及服用鐵劑，大幅提昇攀登隊員低氧適應能力(根據 2009 年新英格蘭醫學雜誌研究報告顯示，攀登聖母峰成功者在 8400 公尺測得之平均血紅素達每百毫升 19.3 克，本次低氧訓練，已大幅增加血紅素至預期登頂所需血紅素之 57%，或提昇選手原本血紅素平均值之 26%)，並以高山症防治計畫，提昇隊員在高山的血氧、運動能力及減輕高山症狀。而攀登隊在基地營以上，最需要醫療的時刻，現代醫療卻不易獲得，因此希望借由台灣對遠距醫療資訊相關專家的合作，讓遠在平地的醫師能瞭解攀登隊的生理狀況，即時予以醫療協助，降低意外事件的風險。

二、世界各國科學家的努力

科學家們長期以來即不斷努力，想了解人類在高山的各項生理變化，並將之傳輸到平地。1998 與 1999 年美國耶魯大學(Yale University)與美國 NASA(National Aeronautics and Space Administration)太空總署合作，耗費近 100 人的雪巴人力及許多隻犛牛，合力運輸的方式，經過十天的路程，將數千磅繁重的傳輸設備「原裝進口」，由尼泊爾 2600 公尺高的盧卡拉(Lukla)運至聖母峰基地營(Base camp 簡稱 BC，5334 公尺)，在大量的人力及物力之投入下，雖然它們認為僅傳回有限的生理訊號，並沒有將原本預定要傳的許多生理訊號由基地營傳回平地，但由於也完成了與耶魯大學的視訊遠距會診及傳輸了都卜勒血管血流等資訊，他們在 2000 年的報告文獻已經認為這是人類醫療科技上新的突破與新的里程碑。



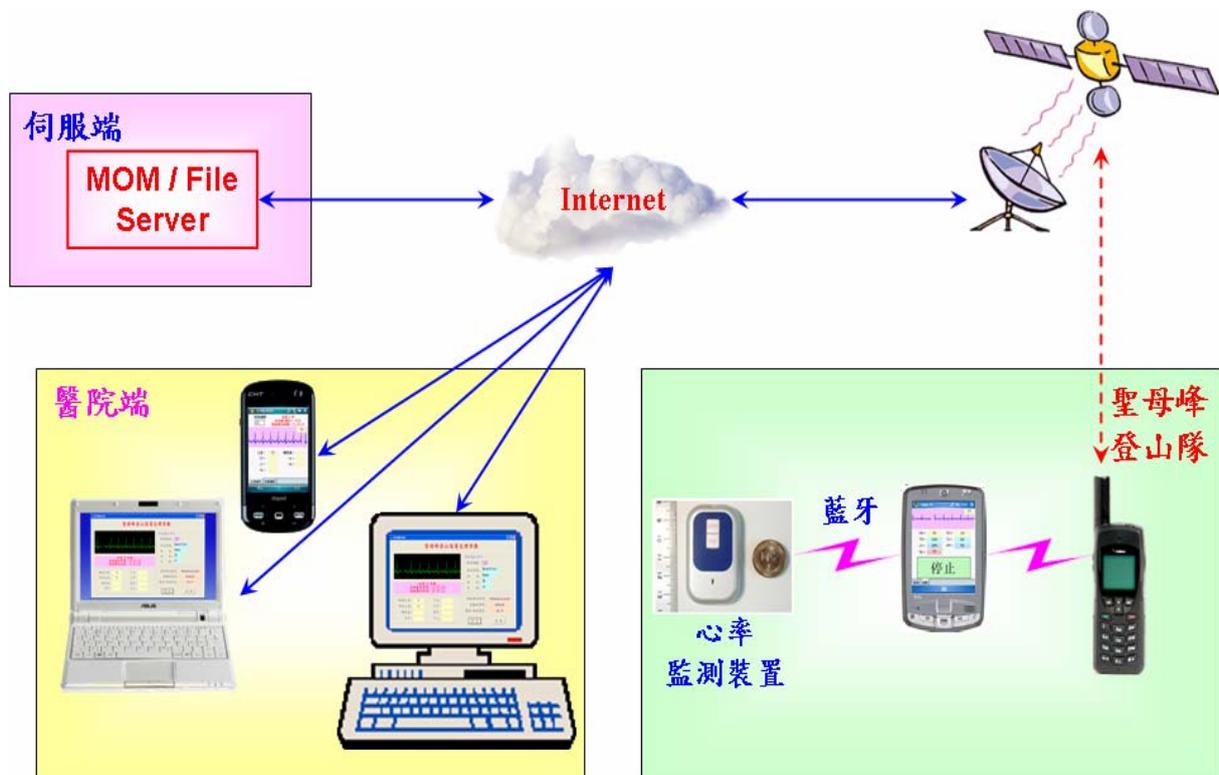
圖二、1998 及 1999 年美國耶魯大學與太空總署合作於攜帶裝備到基地營預備傳送生理參數



三、整合專業團隊共同合作

為能將生理資訊自聖母峰遠距傳回台灣，吾等結合台北榮民總醫院、國立陽明大學(包括腦科學研究所、生物醫學資訊研究所、運動科學健康中心及環境與職業衛生研究所)、台灣遠距醫療器材公司、新新憶公司、及工研院量測中心，使用陽明大學腦科學研究所所長郭博昭教授研發之微型生理監測儀(重約 20 公克)來監測登山隊員之生理參數。而資訊之傳輸則由陽明大學生物醫學資訊研究所張博論副教授團隊進行規劃。由於工研院量測中心團隊曾於 96 年與高偉峰醫師及本院資訊室和陽明大學生物醫學資訊研究所合作，執行衛生署委託研究案「戶外緊急醫療系統開發計畫」，成功地以 PDA 手機擷取智慧衣之生理資訊，並透過「3G/GPRS」網路，將生理資訊自玉山主峰傳送至台北榮總。因此今年 3 月也特別邀請工研院量測中心張文成經理團隊加入共同合作。

吾等整合國內各相關專業團隊，以陽明大學郭博昭教授之微型生理監測裝置為選手端儀器，以之前工研院量測中心在玉山研究的「戶外緊急醫療系統」架構為藍圖，並經由陽明大學生物醫學資訊研究所張博論教授、在大家合作努力改良後，在數星期內，即完成系統之軟體設計與測試，其系統架構如下圖所示。3/31 交給登山隊員。登山隊於 4/1 攜至尼泊爾，4/14 抵達基地營進行高地訓練，4/15 首度將四名隊員、領隊及隨隊經理六個人之生理參數傳回台灣。



圖三、聖母峰醫療資訊即時傳輸示意圖

在登頂隊員於基地營進行高地訓練期間，我們持續進行軟體修改。我和台北榮總急診部廖婉如醫師於 5/5 出發赴尼泊爾再轉至基地營，對攀登隊高山症防治策略做最後確認，並將改良之新版即時傳輸記錄裝置及衛星電話交給登山隊員。新版軟體竭盡所能簡化操作步驟，使用者只需按 PDA 上一個按鈕，即可自動完成：與生理監測裝置之藍芽連線、遙控衛星電話連接 INTERNET 及生理參數擷取/傳送等過程；並加入 GPS 定位功能，遠端可透過 Google 衛星地圖掌握隊員之經緯度位置及高度；軟體在執行階段，則會以語音通知使用者軟體執行狀況。考慮登山隊員裝備厚重且在天寒地凍狀況下，無法按到 PDA 上之小按鈕，張博論教授在 PDA 手機皮套上特別設計起動裝置，可讓使用者在完全不接觸 PDA 情況下開啓程式。

登山隊於 5/14 離開基地營，5/15 及 5/16 宿第二營(C2, 6400 m)，5/17 宿第三營(C3, 7162 m)，5/18 宿第四營(C4, 7900 m)，5/18 晚上 9 點 30 分出發攻頂，5/19 早上 10 點 52 分，三位隊員皆登上海拔 8848 m 之聖母峰主峰。隊員自抵達基地營至登頂期間，共傳回 25 次生理參數。雖然在完成攀頂時，衛星電話連結不上通信衛星而無法將信號傳回。但已將人類從高地將生理參數傳回平地之記錄，自 5334 m 提昇至第四營 7900 m 之高度。要以衛星傳送數據，衛星電話天線必須指向看不到的衛星位置，而持用人、衛星、地球都在動，因此不易連線，連線後也容易斷線，加以待在峰頂的時間有限，最終未能如願從峰頂即時傳回生理資訊。由於台灣遠距醫療器材公司及新新憶公司將電力持續使用時間延長至 20 天，攀登隊員在主峰的心電生理訊號(非即時傳輸的記錄)仍然記錄了隊員的資料，在隊員返國後帶回台灣。

四、期許台灣技術發揚光大

對照 1998 及 1999 年美國耶魯大學與 NASA 合作案，我們為什麼能締造新記錄呢？我們知道世事並非全是「知難行易」，「知易行難」的情況也有許多。本項技術為一典型之行動即時傳輸技術，以目前較成熟之行動網路技術來看，其傳輸最大限制是頻寬，而要在有限頻寬下作即時傳輸，其難度又更高了。一般家用網路頻寬是以 Mega 計算，而本例中，我們所使用的衛星電話，其頻寬只有 10 Kbit。前面提到美國耶魯大學曾與 NASA 合作之例子，其衛星電話頻寬達到 128 Kbit，但我們傳輸效果應該是有過之而無不及。其中我們有陽明的微型生理監測裝置，有現代 PDA 這種真正手持之數據擷取傳輸工具。科技到位後，有很多以前做不到的事將會變成水到渠成的事。當聖母峰傳輸成功後，在其他地區將變的更容易。陽明的微型生理監測裝置不是絕無僅有，我們的行動即時傳輸技術也不是多尖端的技術，但重要的是數個團隊的合作，當然還要加上難能可貴的攀登聖母峰隊員登頂成功與安全下山的機會，才讓台灣能夠開創醫療的極限，開創新的。

經由這次科技整合的傳輸，為國內及世界上登山、醫療及資訊科技開創新的里程碑。也為旅遊及登山者生理資訊傳輸及安全保障開創新的里程碑。希望再經由大家共同的努力，讓這些技術發揚光大，運用在登山以外的場合，台灣的技術能更廣泛地為世人所用。



參考資料

1. Peter B. Angood, Richard Satava, Charles Doarn, Ronald Merrell. Telemedicine at the Top of the World: The 1998 and 1999 Everest Extreme Expeditions. *Telemedicine Journal and e-Health*. 2000, 6(3): 315-325.
2. Firth PG, Zheng H, Windsor JS, Sutherland AI, Imray CH, Moore GW, Semple JL, Roach RC, Salisbury RA. Mortality on Mount Everest, 1921-2006: descriptive study. *BMJ*. 2008; 11:1-6.
3. Grocott, MPMartin, DSLevett, DZMcMorrow, RWindsor, JMontgomery, HE. Arterial Blood Gases and Oxygen Content in Climbers on Mount Everest. *N Engl J Med*, 2009; 360(2):140-149.
4. Huey RB and Eguskitza X. Limits to human performance: elevated risks on high mountains. *The Journal of experimental biology*. 2001; 204(18):3115-9.
5. Sutherland AI. Why are so many people dying on Everest? *BMJ* 2006; 333:452.
6. Fayed N, Modrego PJ, Morales H. Evidence of brain damage after high-altitude climbing by means of MR imaging. *Am J Med* 2006; 119:168 1-6.