

——楊策淳、劉律寬——

國軍戰術戰傷救護模擬訓練之 成效分析與鏈結AI人工智慧發展

提要

- 一、美軍分析二次大戰以來之重大作戰統計數據，官兵因作戰產生傷患，大部分是到院前死亡。因此在1996年發展出以實戰經驗為基礎之戰術戰傷救護，而戰傷救護係屬軍事作業之一環，並統合醫、衛能量運用，進而有效支援作戰。
- 二、近年來國軍為配合新一代兵力的整建，不斷檢討精進各項軍事模擬教育訓練，然因訓練場地增加不易、高科技武器日趨昂貴，加以聯戰訓練內容複雜，因此運用電腦模擬輔助軍事訓練，已成當前國軍科技發展之潮流。
- 三、國防醫學院為全國唯一培訓戰傷救護員單位，參酌美軍相關教育課程及訓練方式，積極發展有關戰術戰傷救護模擬訓練，藉以提升教訓能量，增進部隊戰力。故希冀透過人工智慧運用於戰術戰傷、緊急救護、心律指標及國軍人員體檢醫療雲等相關領域，分析近五年來人員培訓成效及檢討，藉以精進未來軍事模擬教學訓練重要參考。

關鍵詞：戰術戰傷救護、
AI人工智慧、3D列印技術、
模擬訓練

圖片來源：美國國防部



壹、前言

近年來國軍配合新一代兵力整建，不斷檢討精進各項軍事模擬教育訓練，¹然因訓練場地增加不易、高科技武器日趨昂貴，加以聯戰訓練內容複雜，因此運用電腦模擬輔助軍事教育訓練，已成當前國軍軍事科技發展之潮流，其中有關軍事醫療與衛勤支援（Health Service Support, HSS）訓練係屬軍事領域一環，結合專業部隊任務、特性與專長，並統合醫、衛能量運用，期達成「為戰而訓、戰訓合一」理念與目標，進而有效支援作戰，發揮整體有生戰力。^{2、3}

軍事醫療與衛勤專業需與最新資訊科技（例如虛擬實境及人工智慧等）、醫療技術及訓練模擬器相結合，用以強化國軍在「戰術戰傷救護」、「重大災難事故」、「多元醫護

技能」、「救護載具情境」及「特殊危害環境與物質」領域上之模擬訓練，進而提升兩段三級衛勤支援作戰效能。

戰術戰傷救護（Tactical Combat Casualty Care, TCCC）係指作戰時敵火下進行救護觀念與作法，其重點在減少第一線官兵死亡率，有效維繫戰力。美軍將近年作戰經驗，制定敵火下救護程序和方法，其過程區分三階段：第一階段敵火下救護，第二階段戰術區醫療及第三階段戰術後送與沿途照護（如表一），⁴作戰單位以完成作戰任務為目的，並維護傷患生命安全，確保傷患後送作業順遂。⁵訓練整體範疇含括個人體能、緊急救護、戰術戰鬥技能與裝備等。^{6、7}

國防醫學院（含括三軍總醫院及衛勤訓練中心）為全國唯一負責軍醫衛勤戰術戰傷救護模擬訓練之單位，近五（103至107）

- 1 Amy McCullough著，趙公卓譯，〈制空優勢—茁壯與生存：人工智慧與虛擬實境訓練〉《國防譯粹》（臺北），第45卷第7期，民國107年8月，頁32。
- 2 U.S. Department of Defense (DoD). Joint Health Services. Joint Publication 4-02, 11 December, 2017, p. I-1.
- 3 中華民國108年國防報告書編纂委員會，〈108年中華民國國防報告書〉（臺北：民國108年9月），頁118。
- 4 楊策淳、許聖德，〈美軍戰術戰傷救護指南暨醫療整備訓令簡介〉《陸軍後勤季刊》（桃園），108年第1期，民國108年2月，頁7-28。
- 5 姜人瑜、陳建浩，〈國軍戰術戰傷救護發展與精進作法探討研析〉《陸軍後勤季刊》（桃園），107年第4期，民國107年11月，頁63-78。
- 6 National Association of Emergency Medical Technician (NAEMT). PHTLS—Prehospital Trauma Life Support, Military Eight Edition. (Burlington: Jones and Bartlett Learning, 2016), p.1.
- 7 U.S. Department of Defense (DoD). DoD Instruction 1322.24-Medical Readiness Training (MRT), March 16, 2018. p. 3.

表一 TCCC照護三階段

第一階段 敵火下救護 Care Under Fire	第二階段 戰術區醫療照護 Tactical Field Care	第三階段 戰術後送及照護 Tactical Evacuation Care
		

資料來源：同註5，頁68

年約培訓「戰傷救護員（含緊急救護技術員 EMT）」近7千人，藉由分析其人數、模擬訓練方式及其心律狀況、課程時數、軍種類型等，並在人工智慧（Artificial Intelligence, AI）科技導入下，精進軍事模擬教學訓練成效，此也可擴大運用於其他不同教育訓練層面及範疇。

貳、戰術戰傷救護簡介

美軍自1920年起，作戰過程已具備TCCC初步概念，使得戰場官兵死亡率在近年大型

戰役中大為降低。⁸ 數據顯示，越戰和二戰死亡率由19.1%下降至15.8%，伊拉克和阿富汗作戰則為9.4%；⁹ 另經統計分析，作戰官兵因肢體受傷死亡數由原9%下降至3%，開放/張力性氣胸死亡由5%降至1%，此證明TCCC可減少戰場死亡數，進而有效支撐與協助整個作戰部隊。¹⁰

美軍境外作戰的軍事行動多為城鎮作戰型態，傷患產生型式大多小量但分布廣泛，藉第一線打擊部隊建制班配賦之醫務兵，即能對重大傷患進行施救，在穩定傷勢後便立即後送衛勤設施。據美軍統計在近年的伊拉

- 8 Frank K. Butler, "Tactical Combat Casualty Care: Beginnings," *Wilderness & Environmental Medicine*, Vol. 28, Iss. 2, Supplement (2017), p. s12-17.
- 9 John B. Holcomb, Lynn G. Stansbury, Howard R. Champion, Charles Wade, and Ronald F. Bellamy, "Understanding combat casualty care statistic," *Journal of Trauma*, Vol. 60, No. 2 (2006), p. 397-401.
- 10 Russ S. Kotwal, Harold R. Montgomery, Bari M. Kotwal, Howard R. Champion, Frank K. Butler Jr, et al., "Eliminating Preventable Death on the Battlefield," *JAMA Surgery*, Vol. 146, No. 12 (2011), p. 1350-1358.

克戰爭和阿富汗作戰中，10.7%戰鬥中陣亡和1.7%死於傷口（共有419員傷亡），戰場各種致死受傷部位中，以肢體44%及軀幹32%高居前兩位，^{11、12}而傷兵致死率不斷持續下降，其原因除了改進個人保護裝備、快速的傷患後送、訓練精良的救護人員外，最重要的就是TCCC的推廣與戰場應用。

近年來，隨著資訊科技日新月異，世界各國在面對新的軍事技術變革，均盡力應用科研技術發展新式裝備武器，探索可用的模擬訓練方式，強化作戰技能以提升軍事實力。¹³因此訓練模擬器（Training Simulator, TS）漸漸被廣泛推展，其運用亦更加多元，以美軍為例，其將戰術戰傷救護全面納入部隊訓練後，已大幅提升戰傷創傷處置能力，創下現代戰爭史上最高戰場存活率。¹⁴因此，如何將新興技術運用在戰傷模擬訓練至關重要，而國軍亦可參考美軍有關戰傷救護之培訓方式，藉以精進戰場救護能力，進而支撐作戰。

以下就國軍當前運用各戰術戰傷與緊急救護模擬訓練及其裝備說明如后：

一、戰術戰傷救護模擬訓練

- （一）當前國軍戰術戰傷模擬訓練係透過虛擬實境（Virtual Reality, VR）、投影及模擬作戰（災害）狀況下（閃光、煙霧、震動、敵火攻擊、氣味及環境音效等視、聽、嗅覺與體感連動效果），於城鎮戰、灘岸戰鬥、山地與叢林之戰場或災害環境，運用緊急救護技術（EMT Skills）實施戰術戰傷救護訓練，包括敵火下照護、戰術醫療救護及戰場後送救護等三大階段之情境作業演練，使受訓學員於擬真戰場景況下實施戰術戰傷救護之三階段訓練，且可結合載具照護模擬訓練系統執行戰術戰傷患者後送照護之組合訓練，同時運用模擬傷情假傷患、仿真假人訓練模組等個別訓練，並結合情境場景設計（數位影音及環場佈景等）提供多人

- 11 José A. Acosta, Jack C. Yang, Robert J. Winchell, Richard K. Stmons, Dale A. Fortlage, et al., "Lethal injuries and time to death in a level I trauma center," *Journal of the American College of Surgeons*, Vol .186, Iss. 5 (1998), p. 528-533.
- 12 Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P., Cantrell J., Tops T., et al., "Death on the battlefield (2001-2011): Implications for the future of combat casualty care," *J Trauma Acute Care Surg*, 73 (6 Suppl 5) (2012), S431-7.
- 13 簡民儒，〈VR產業強化戰備訓練之研究〉《陸軍後勤季刊》（桃園），106年第1期，民國106年2月，頁100。
- 14 George A. Alexander, "The History and Future of Combat Care," ASSOCIATION OF THE UNITED STATES ARMY, <https://www.ausa.org/articles/history%E2%80%94and-future%E2%80%94combat-care>, retrieved 2 June 2019.

(8~100人) 同步組合或綜合之大量傷患搶救演練。

(二) 國防醫學院及所屬衛勤訓練中心為全國唯一培訓戰傷救護員 (Combat Life Saver, CLS) 與緊急救護技術員單位，平均年培訓超過3千人，目前與國內宏

達電HTC與品臻公司簽立合作備忘錄，運用VR及智能眼鏡 (Smart Glasses) 進行有關戰術戰傷救護、心肺復甦術 (Cardio-pulmonary Resuscitation, CPR) 與基本生理解剖及傷患緊急救護模擬訓練 (如圖一、二)。

二、參訪與訓練

國防醫學院、三軍總醫院與衛勤訓練中心，已分別派員參訪美國聯合公職醫療大學 (Uniformed Services University of the health sciences, USU) 之客觀式結構臨床技能測驗 (Objective Structured Clinical Examination, OSCE) 中心與戰術戰傷大量傷患綜合演練場 (Operation Bushmaster)，並運用高端模擬假人實施各項傷病況之擬訂，創設高擬真訓練環境，藉以培訓醫學院學生及



圖一 運用HTC VR設備實施CPR模訓狀況

(資料來源：作者拍攝)



圖二 結合智能眼鏡設備實施救護模訓狀況

(資料來源：作者拍攝)

臨床醫師(如圖三)。

三、軍事醫療與衛勤模擬訓練之主要裝備概述(如圖四)

(一) 高階無線戰傷模擬人訓練模組

主要運用於模擬戰場(災害)環境下之傷況,可模擬高達約300種傷情與症狀反應,有效協助部隊衛勤及緊急救護官兵與臨床醫師、護理等人員模擬訓練。功能:1.具「全無線」功能模擬人;2.自動化生理驅動反應;3.可搭配擴充各式模組,因應不同訓練需求;

4.配有可運行8小時(含以上)的充電電池、肺、大容量儲血空間,加上其精確的機械系統,能逼真的模擬人的呼吸運動和脈搏搏動、出汗、流淚、口耳鼻分泌物、創傷出血、胸腔引流和導尿。

(二) 高仿真醫療模擬人訓練模組

臨床與急診運用之模擬假人,可模擬傷況較「高階無線戰傷模擬人訓練模組」少,約為150種,主要運用於模擬臨床上病患病況及處置。功能:1.生命特徵模擬—頸動脈的脈搏



圖三 美國聯合公職醫療大學救護模擬訓練

(資料來源:作者拍攝)

及心電圖 (Electrocardiography, ECG) 測量功能；2.心肺復甦—可行胸外按壓、氣道開放、人工呼吸等功能，具無線傳輸，並選擇訓練和考核方式；3.氣道開放—可進行標準的氣道開放操作；4.可操作靜脈輸液、輸血操作；5.假人患處可隨時更新傷情，並可重複使用。

(三) 軍用生理監視心臟電擊器

因其具有抗震、航空等特殊用途，故主要用於三軍部隊緊急醫療與救護任務。具有：1.心電圖監視—可監測並具顯示各種3、5及12導程心電圖之導程、系統具連續監視功能，且可設定心跳警告範圍；2.體外節律—具命令式 (Demand) 及非命令式 (Non-Demand) 兩種模式；3.血氧飽和監視—監測範圍0~100%，可顯示並儲存功能血氧飽和性 (SpO₂) 數值。4.非侵入式血壓監視—具手動及自動測量模式，可顯示收縮壓、舒張壓、平均壓；5.呼吸末端二氧化碳監視—監測範圍0~150mmHg或更寬範圍、顯示CO₂波形及吐氣末端CO₂數值；6.防震、空用、電池續航時間。

(四) 整合型心電圖模擬資訊系統

可錄製、回放、分析之整合型心電圖模擬系統，主要用於國防醫學院學生、各國軍醫院臨床人員及高級救護技術員EMT-P等人員之模擬訓練。裝置功能有：1.寬大、彩色且高解析度 (至少1024p Full HD) 之觸控式螢幕；2.具胎心率正常範圍區域標識、雙胎心率

重合報警 (SOV)；3.可同步顯示和列印胎兒活動圖曲線；4.有線/無線聯網功能 (支持無線WiFi) 支持臺車和掛牆支架；5.可選配無線感測器系統 (無線探頭、多晶片寬波束脈衝多普勒防水探頭)；6.標配雙胎監護功能、智能血壓監控功能、60小時 (含以上) 影片或圖片之存儲和回放；7.多種監護介面可選；8.內置鋰電池。

(五) 超音波技能模擬訓練器 (含軟體、探頭與感應器等)

臨床上模擬訓練使用，其功能具有：1.具彩色、能量、超音波 (連續性波 Continued Wave、脈衝聲波 Pulse Wave、多普勒 Doppler) 等功能；2.可連續掃描1.5小時以上；3.30秒內快速開機；4.具13.5吋以上多點彩色觸控螢幕；5.具高畫質多媒體介面 (High Definition Multimedia Interface, HDMI) 輸出、醫療數位影像傳輸協定 (Digital Imaging and Communications in Medicine 3.0) 插槽；6.128G以上固態硬碟；7.腹部、心臟用。

(六) 可攜式自動體外去顫器 (Automated External Defibrillators, AED) 監視模擬訓練器

主要用於部隊緊急救護、急診、加護病房與教育訓練等。規格為：1.雙向方波電擊波形提高存活率；2.訓練用貼片節省成本；3.具無線上傳機器自檢狀態及臨床資料；4.具備病患資料分析軟體；5.可紀錄模擬急救狀況。



圖四 軍事醫療與衛勤模擬訓練之主要裝備

(資料來源:CAE Healthcare)¹⁵

- 15 CAE是一間公司名稱，於1947年加拿大前皇家空軍(RCAF)官員肯·帕特里克(Ken Patrick)先生創立(當時稱為加拿大航空電子有限公司)，主要發展項目有民航、國防與安全及醫療保健項目等。圖七相關照片為CAE公司臺灣代理商錫昌科技股份有限公司網站所列。<https://healthcare.kyst.com.tw/>，檢索日期：西元2019年8月26日。

參、運用人工智慧科技於軍事醫衛教學模擬訓練

一、人工智慧

所謂人工智慧AI，亦稱機器智慧或是「智慧主體 (Intelligent Agent) 研究與設計」的領域。¹⁶約翰·麥卡錫於1955年的定義是「製造智慧機器的科學與工程」，¹⁷意指經由人類製造出來的機器所表現出來的智慧。而安德里亞斯·卡普蘭 (Andreas Kaplan) 和麥可·海恩萊因 (Michael Haenlein) 將人工智慧定義為「系統正確解釋外部資料，從這些資料中學習，並利用這些知識透過靈活適應實現特定目標和任務的能力」。¹⁸

人工智慧的研究是高度技術性和專業的，各分支領域均深入且各不相通，因而涉及範圍極廣。人工智慧的研究可以分為幾個技術問題，其分支領域主要集中在解決具體問題，其中之一是如何使用各種不同的工具完成特定的應用程式。AI的核心問題包括建構

能夠跟人類相似甚至超越的推理、知識、規劃、學習、交流、感知、移動和操作物體的能力等。¹⁹人工智慧目前雖然已經有初步成果，甚至在一些影像辨識、語言分析、棋類遊戲等，單方面的能力達到了超越人類的水準，而且人工智慧的通用性代表能解決上述問題 (AI程式)，無須重新開發演算法就可以直接使用現有的AI完成任務，與人類的處理能力相同，但達到具備思考能力的統合強人工智慧還需要時間研究，比較流行的方法包括統計方法、計算智慧和傳統的AI。目前有大量的工具應用人工智慧，包括臨床醫學、搜尋和數學最佳化、邏輯推演、認知心理學、概率論、軍事領域和經濟學等方面，其中有關軍事醫療的AI人工智慧發展亦逐步前瞻擘劃中。

二、國軍衛勤教學模擬訓練之運用

目前國防醫學院及衛勤訓練中心已將模擬假人、裝備、虛擬實境VR、擴增實境 (Augmented Reality, AR)、混合實境 (Mixed

16 Stuart Russell and Peter Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Third Edition. (NJ: Prentice Hall, 2010), p.1-2.

17 Martin Childs, "John McCarthy: Computer scientist known as the father of AI," independent, <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/john-mccarthy-computer-scientist-known-as-the-father-of-ai-6255307.html>, retrieved 26 Sep. 2019.

18 Andreas Kaplan, Michael Haenlein, "Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustration, and implications of artificial intelligence." *Business Horizons*, Vol. 62, Iss. 1 (2019), p. 15-25.

19 George F. Luger, *Artificial Intelligence: Structure and Strategies for complex problem solving*, 6th Edition. (Boston: Pearson/ Addison Wesley, 2009), p. 1.

Reality, MR)、影像實境(Cinematic Reality, CR)、擴展實境(Extended Reality, XR)、智能眼鏡及模擬情境等，運用於各醫療與救護課程，有關戰傷與緊急救護模擬訓練之資料，採問卷、電腦輸入方式，使用統計軟體分析並建置大數據資料庫，將之導入人工智慧於教學模擬訓練，始更臻完備。以下為戰術戰傷救護、重大災難事故、救護載具、危害物質等模擬訓練系統及鏈結AI人工智慧於教學訓練介紹：

(一) TCCC模擬訓練(含模擬器)

用以達到國軍實施戰場敵火下救護、戰術區醫療及傷患後送與沿途照護等整合、系統、回饋性與高仿真性之組(綜)合模擬訓練需求，運用於三軍衛勤部隊之教育訓練，從而累積現代戰傷救護的經驗。

(二) 重大災難事故模訓

以重大災難、事故產生之大量傷患處置為目的，其中模擬傷情傷患，結合外部體感設備及佈景設計，並搭配數位內容或影片顯像輔助及環場音效設備等，以營造災難事故逼真現場。

(三) 救護載具照護模訓

美軍在分析伊拉克與阿富汗戰爭死亡傷患中，有90%是負傷後1小時內失去生命，而在黃金救護1小時內拯救最多傷患為救傷新目標。²⁰醫療與緊急救護除人力外，最重要的

就是救護輸具，因此，救護輸具的模擬器也與訓練息息相關。

(四) 特殊危害環境與物質(化生放核)模訓

國軍面臨特殊危害場域(包含化學、生物、放射線、核子等狀況)，需藉由平時各項教育、訓練與演訓等，才能針對不同環境有效應變。因此，模擬訓練系統可提供模擬傷患及核生化偵檢等(含簡易生物微浮粒子偵檢及採樣裝置、輻射個人劑量警報器)，以執行在特殊環境(放生化核及冷、熱環境傷害等)與危害物質傷害之生理狀況評估與緊急救護處置等訓練。

以上各項模擬訓練均運用AR、MR及智能眼鏡等資訊模擬訓練裝備，藉以輔助及加強教育訓練成效，並在部隊野戰衛勤及臨床醫療模擬情境上均能夠將各模擬訓練系統導入，在訓練課程前、中可輔助人員，訓練後行動後可執行分析(After Action Review, AAR)，結合大數據資料庫建置及統計分析軟體運用(例如SPSS、SAS等)，可有效鏈結AI人工智能。

三、國軍醫院模擬訓練之運用

國軍醫院為有效推動AI人工智慧運用於戰術戰傷救護模擬教學訓練，國防部軍醫局以三總國醫中心及衛訓中心為TCCC應用研發單位，研發成果可推廣至TCCC實務應用及教學訓練方面。近年國醫三總有許多人工智慧

20 林維安，〈搶救黃金一小時—國軍戰場救護新目標〉《聯合後勤季刊》(桃園)，第17期，民國98年5月1日，頁112。

研發成果可應用於TCCC領域，列舉重要成果如下：

(一) 心電圖 (Electrocardiography, ECG) 人工智慧判讀

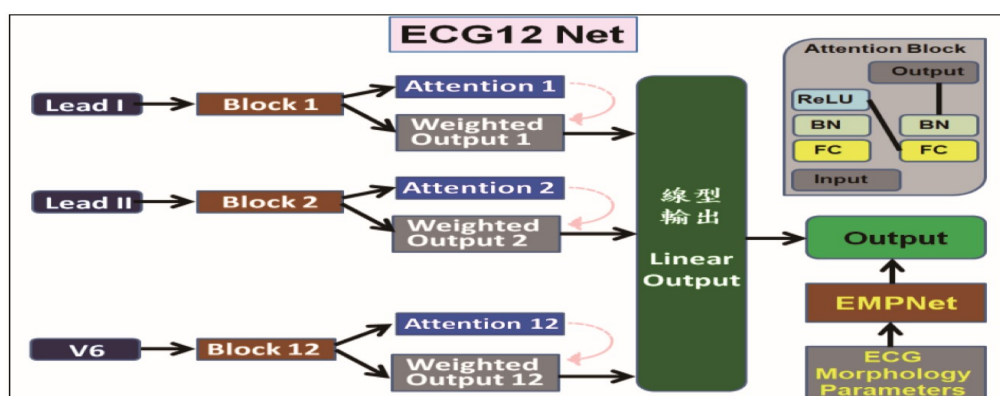
AI目前技術上能夠分析醫療數據，並依其重要性提供決策建議，能夠節省醫護及行政人員作業時間與增進工作效率，進而提升醫療品質。以國軍而言，因應未來作戰及衛勤醫療環境，發展人工智慧輔助醫療決策，特別針對心肺功能快速診斷工具，能有助於戰場救傷、醫院快速檢傷及診療等。

民國106年三總開始進行AI概念性驗證專案，成效斐然，進而研發相關醫療人工智慧分析系統，結合私有雲服務架構，支援各項醫療系統。在醫療人員作業面進行單一人工智慧功能服務，針對心電圖與檢驗血液鉀離子報告進行資料蒐集、整理及AI深度機器學習—將此學習結果結合響應式網頁應用程式，讓AI服務進行分析，軍醫人員亦可藉此平

臺學習心電圖血鉀判讀，在臨床實務應用極具價值。系統主要執行工作為：

- 1.AI分析技術輔助醫療人員進行心電圖判讀，預測血鉀離子濃度。
- 2.快速、準確之運算效能，縮短醫療決策作業時間。
- 3.以響應式網頁架構進行雲端服務與HIS功能整合，操作便利。
- 4.透過R語言，以卷積式神經網路 (Convolutional Neural Networks, CNN) 之概念撰寫相關機器學習程式。從2016年9月開始經過6個月的研究實作及驗證，並與醫院系統介接成功上線，經實證AI判讀準確率達八成以上。

判讀方法係以心電圖資料中心數據，進行圖檔等相關資料轉置及運算，共使用有效之66,321ECG圖檔及相對應血液鉀離子 (K^+) 檢驗數據 (如圖五)。再將數據透過網路服務介接AI深度學習機器，並以自行研發之卷



圖五 心電圖導程ECG Lead Block多層CNN運算示意圖

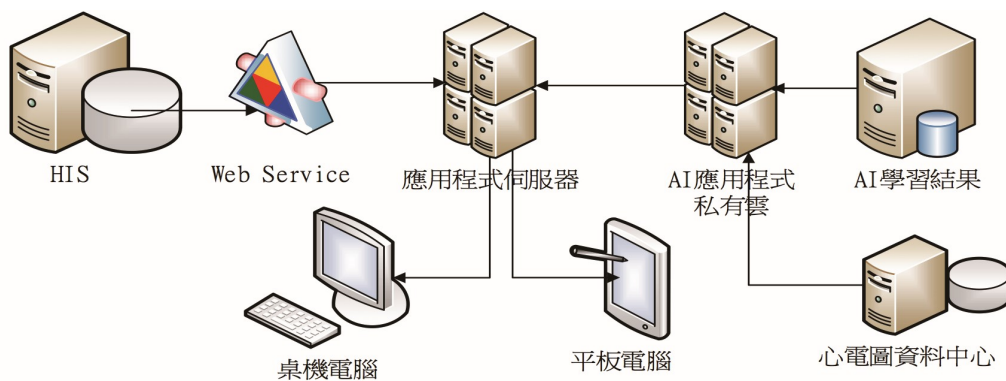
(資料來源：作者繪製)

積神經網路為主的人工智慧演算程式，進行機器深度學習。

AI心電圖部署介接醫院管理系統 (Health Information System, HIS)，以提供相關資料 (如圖六)，由臨床人員實際測試相關功能及驗證AI準確率，針對臨床判讀ECG

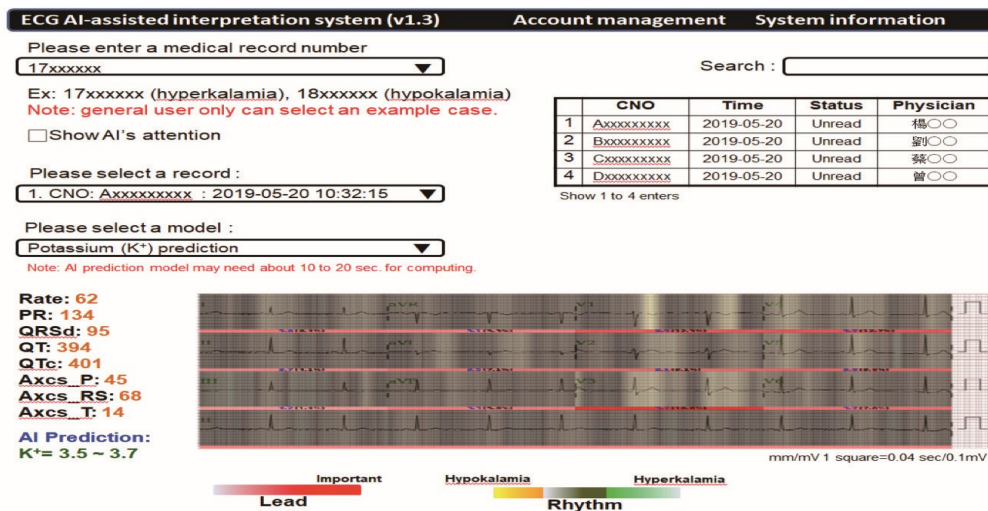
波形進行典型血鉀過高及過低之驗證。

最後全院測試上線收集使用者回饋及監控服務使用量，透過雲端SAAS (Software as a Service) 服務可計算服務量之特性，計算每月及上線後累計使用數量，以AI心電圖判讀鉀離子界面 (如圖七)。



圖六 AI心電圖部署介接HIS系統

(資料來源：作者繪製)



圖七 心電圖AI判讀的使用者介面

(資料來源：作者繪製)

(二) AI教學訓練成效

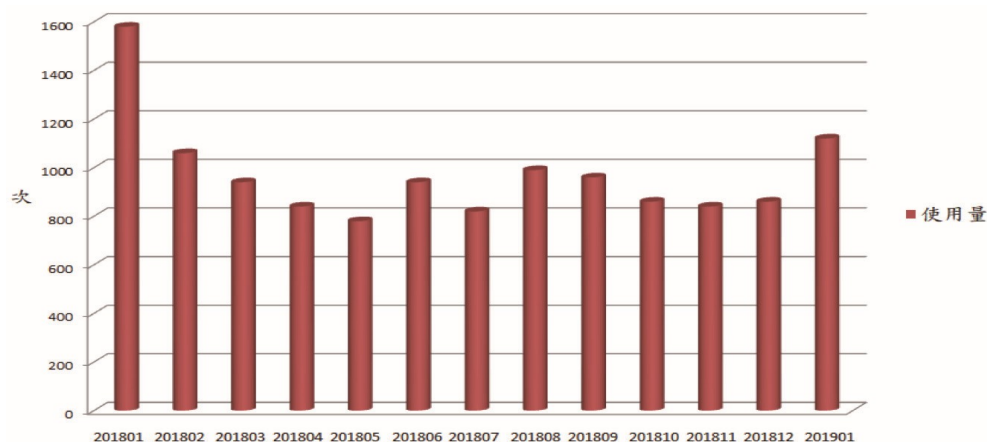
1. 使用者使用經驗回饋：經臨床醫師反應，若遇到狀況不佳或情況緊急之病人，立即用AI分析處置給藥或直接送洗腎，病人都可以馬上恢復正常，而等實驗室報告後才處置的病人，往往因等待時間太久導致病況不佳而須住院觀察（AI心電圖雲端服務使用量統計如圖八；AI心電圖上線後每月使用平均數統計如表二）。
2. 以人工智慧輔助醫療進行決策：在心電圖診斷方面，可提供血鉀異常病患的快速診斷，未來對於一線戰場或後勤醫院的戰傷病患心臟功能監測，能提供精準

且快速的初步診斷，有助於軍醫快速掌握戰士重要器官狀況，進而減少戰場傷亡。

(三) 運用穿戴式裝置與心力指標結合，進行心臟功能監測

由於國軍戰備演訓等任務為高強度、高風險訓練工作，加以年度須完成體能鑑測，較其它工作易發生心臟超出負荷之意外傷害事件。

透過國防醫學院研發之心力指標（Cardiac Forces Index, CFI）結合相關穿戴式裝置，從計算每次心跳每秒身體移動所需的心臟作功，能即時監控國軍官兵心肺功能及預判完成訓練或鑑測與否。此指標模型納



圖八 AI分析系統使用量統計

（資料來源：作者繪製）

表二 AI分析系統使用量統計

項目	每月平均使用量	使用總量
心電圖AI判讀鉀離子數值	800	9,574

資料來源：本研究整理

入運動期間加速度參數，透過數值可充分瞭解個體在執行任務時狀況，以作為身體健康程度和體能訓練強度評估及監測。當前國軍訓練時無法透過肉眼直接觀察生理參數，透過CFI將可作為量測與記錄個人進行體能活動改變健康效果之依據。

根據CFI推導公式結果修改穿戴裝置計算程式，收集模擬訓練人員之心率、最大加速度及時間，以便及時估計個案體能作功與計算CFI，作為評估體能指標參考的隨身設備（如圖九、十）。

國防醫學院之心力指標模型結合穿戴式裝置，用以監控國軍官兵心臟功能，作為體能鑑測時之依據及訓練參考，並運用相關生理參數指標，提前篩選體能不佳及可能肇生危安人員，期達「訓練零傷害」目標，提升部隊戰力，減少醫療與救護經費支出、降低訓練成本損耗及提升官兵生活品質；另可建立國軍體能鑑測資料庫，將蒐整之資料上傳至雲端，並提供各施測者之運動生理學、基礎醫學基本概念，更可將資料作為臨床診斷依據及體能鑑測之政策擬訂。

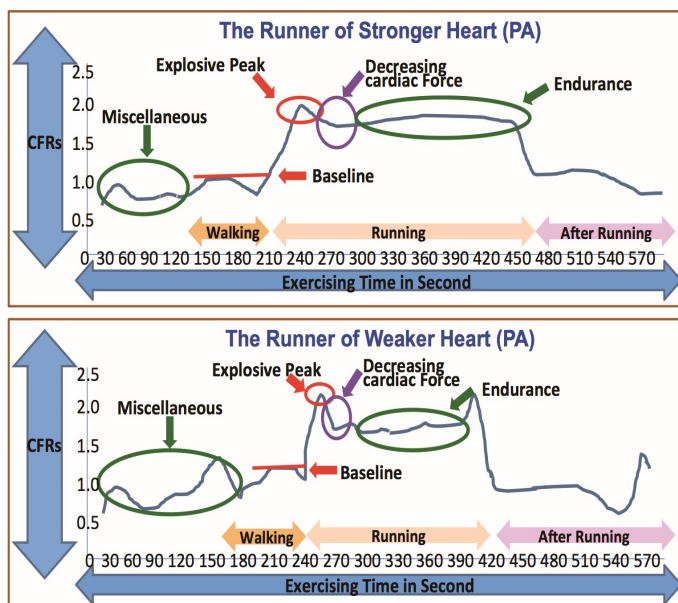
（四）運用3D影像模擬執行微創肺葉肺節切除

官兵身心健康是維繫戰力之泉源，根據新英格蘭醫學雜誌（The New England Journal of Medicine）於2011年發表的大型隨機分派研究（National Lung Screening Trial, NLST）結果顯示，低劑量電腦斷層攝影介入，可降低20%肺癌死亡率。藉由早期影像學檢



圖九 結合穿戴式裝置配合心力指標監控跑步者狀況

（資料來源：作者繪製）



圖十 心臟強健（上）與虛弱者（下）之心力指標比較

（資料來源：作者繪製）

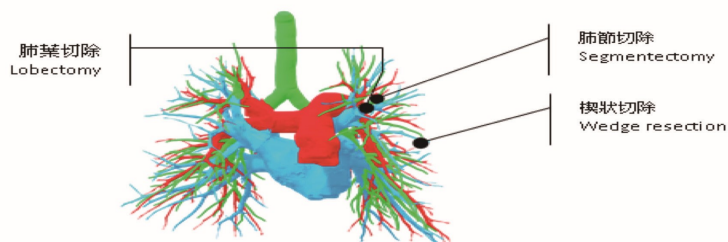
查，可大幅增加微小肺部病灶偵測率，同時針對微小及微侵襲病灶，胸腔鏡微創手術可為病人保留更多正常肺組織跟肺功能、維持病患術後生活品質，也可達到同樣的腫瘤治療預後。²¹

AI目前的技術成熟度上能夠分析醫療數據並依重要性提供決策建議清單，有效扮演高級醫療決策支援之角色，能為醫療人員或是醫療行政人員節省作業時間、避免過多的腦力消耗、提升工作效率進而提升醫療品質，在三軍總醫院團隊中，利用AI輔助3D模擬技術，開發出「肺葉切除手術訓練教具」，除了可以預知血管走向、降低術中併發症發生機率外，更利用3D模擬決策，在這些適合執行次肺葉切除的病患當中，選擇適當個案接受較為複雜的「肺節切除」手術，而非一般之「楔狀切除」，藉以降低病患之復發機率，增進早期肺癌病患之預後，造福更多肺部疾病患者。²²

國軍為因應戰術戰傷與醫療作業環境，發展人工智慧輔助醫療決策，特別是針對肺部微小病灶的快速診斷工具，能有助於

模擬執行微創肺葉肺節切除術，期能為肺部疾病治療開創新頁，其系統服務目標為：以AI輔助3D模擬技術輔助醫療人員進行微創肺葉肺節切除術、以快速、準確之3D模擬技術縮短醫療決策作業時間及建立雲端醫病共享決策服務。操作方法與作業流程係將電腦斷層數據，運用於醫用3D影像模擬軟體進行影像數據立體化呈現，再將此3D影像模擬進行臨床醫師確認（如圖十一）。之後，透過影像學仔細評估病患適合接受之手術術式（楔形切除Wedge resection、肺節切除Segmentectomy、肺葉切除Lobectomy），並透過3D影像雲端服務平臺，建立醫病共享決策服務。

三總自2014年起開始投入3D影像模擬應用於肺癌治療研究，迄2018年6月，篩選早期肺癌Stage 1A2病患總計281人，其中99人使



圖十一 3D影像模擬

（資料來源：三軍總醫院）

21 The National Lung Screening Trial Research Team, “Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening,” The New England journal of medicine (Massachusetts), Vol. 365, No. 5 (2011), p. 395-409.

22 〈三軍總醫院胸腔外科手術再精進 榮獲SNQ國家品質標章—領先全球3D列印胸腔手術教具高科技擬真醫療創新教學新趨勢〉，三軍總醫院，<https://www.tsgh.ndmctsgh.edu.tw/news/191/102327/25633/4177>，檢索日期：西元2020年2月11日。

用此3D影像模擬技術進行早期肺癌切除，餘182人未使用。結果顯示，使用3D影像模擬技術能降低發病復發比率，99人術後復發病人共2人(2.02%)，未使用此技術182人術後復發病人共21人(11.5%) (如表三)。

肆、戰術戰傷救護模擬訓練成效與未來展望

一、訓練成效

(一) 以民國103至107年(5年)，在國防醫學院及衛勤訓練中心參加戰術戰傷救護班、緊急救護技術員(包括初級緊

急救護技術員EMT1、中級緊急救護技術員EMT2、高級緊急救護技術員EMTP及繼續教育學員)，採普查式發放問卷，總計完成建檔之問卷共7,669份(已扣除無效問卷21份)。

(二) 研究資料應用SPSS statistics 21.0統計軟體加以處理。問卷回收後經剔除無效問卷建檔於電腦，其所採用統計方法有：描述性統計中類別變項以次數及百分比表示資料分布情形，連續變項以平均值標準差；推論性統計以獨立T檢定、變異數分析及複回歸分析自變項對依變項的影響。

表三 運用3D影像模擬之研究數據報告

		臨床階段Clinical Stage 1A2（總人數281人）					
		3D影像模擬（99人）			非3D影像模擬（182人）		
		肺癌手術 （29人）	解剖限制 （70人）	P值	肺癌手術 （37人）	解剖限制 （145人）	P值
年齡		66.5±9.8	62.6±8.5	0.049	69.0±9.8	60.7±11.1	<0.0001
性別（男）		12（41.4%）	16（22.9%）	0.063	13（35.1%）	52（35.9%）	0.934
腫瘤位置	左上肺	7（24.1%）	17（24.3%）	-	11（29.7%）	34（23.4%）	-
	左下肺	3（10.3%）	7（10%）	-	5（13.5%）	23（15.9%）	-
	右上肺	9（31%）	23（32.9%）	-	8（21.6%）	56（38.6%）	-
	右中肺	4（13.8%）	10（14.3%）	-	5（13.5%）	10（6.9%）	-
	右下肺	6（20.7%）	13（18.6%）	-	8（21.6%）	22（15.2%）	-
大小		1.3±0.3	1.5±0.3	0.038	1.4±0.2	1.5±0.3	0.01
組織學	第1類	27（93.1%）	63（91.3%）	0.883	36（97.3%）	135（93.1%）	0.388
	第2類	1（3.4%）	4（5.8%）		1（2.7%）	3（2.1%）	
	第3類	1（3.4%）	2（2.9%）		0（0%）	7（4.8%）	
腫瘤期	第1期	6（20.7%）	23（32.9%）	0.42	23（62.2%）	70（48.3%）	0.187
	第2期	21（72.4%）	41（58.6%）		13（35.1%）	60（41.4%）	
	第3期	2（6.9%）	6（8.6%）		1（2.7%）	15（10.3%）	
抽菸		-	-	0.156	-	-	0.481
復發		1	1	0.516	1	20	0.059

資料來源：本研究整理

(三) 資料處理與分析方法：

1. 描述性統計 (如表四)。

2. 訓練滿意度調查統計結果：由問卷平均滿意度分數得知，學員在各項訓練滿

表四 基本人口學 (人數為7,669)

變項名稱	人數	百分比	平均標準差值 (範圍)
性別			
男	5,928	77.3	
女	1,741	22.7	
年齡	7,669		28.5±4.8 (19.17-53.33)
20歲以下	667	8.7	
21-30歲	5,039	65.7	
31-40歲	1,825	23.8	
41歲以上	138	1.8	
持有證照種類或參訓類別			
戰傷救護員TCCC	2,561	33.4	
初級救護技術員(EMT1)	3,075	40.1	
初訓	1,233	70.4	
複訓	1,842	29.6	
中級救護技術員(EMT2)	1,449	18.9	
初訓	680	46.9	
複訓	769	53.1	
高級救護技術員(EMTP)	583	7.6	
初訓	99	16.9	
複訓	484	83.1	
官科 (N=7,669)			
軍醫	4,916	64.1	
其他	2,753	35.9	
軍種			
陸軍	5,338	69.6	
海軍	598	7.8	
空軍	644	8.4	
後備	329	4.3	
憲兵	361	4.7	
其他(中央單位等)	399	5.2	
現階			
校級軍官	368	4.8	
尉級軍官	606	7.9	
士官長	644	8.4	
士官	3,643	47.5	
士兵	339	32.4	
服役年資	7,669		6.32±3.54 (0-26)
0-4年	3,482	45.4	
5-9年	2,247	29.3	
10-14年	1,281	16.7	
15-19年	513	6.7	
20年以上	146	1.9	

資料來源：本研究整理

意度平均都在尚可以上(綜合評估_整體評價=4.24)，尤其在「教師教學之教學態度」及「教師教學之專業能力」方面，平均滿意度分數較高較為滿意，而另外針對

若「課程時間縮短」、「課程考核移除筆試測驗」及「課程考核改採單項技術」等三項，則會造成滿意度較低，顯示以現況而言，前揭項目之重要性(如表五)。

表五 訓練滿意度(人數為7,669)

項目	平均值	標準差值
課程教材_內容充實	4.20	0.707
課程教材_實用性	4.28	0.681
課程教材_難易度	4.06	0.748
課程教材_針對問題解決的學習方法	4.19	0.718
課程教材_整體	4.23	0.683
課程教材構面	4.192	
教師教學_上課引起動機	4.28	0.690
教師教學_講解說明	4.31	0.682
教師教學_教學態度	4.40	0.642
教師教學_專業能力	4.47	0.624
教師教學_分組練習教學方式	4.29	0.725
教師教學_整體	4.37	0.658
教師教學_納入國軍師資	4.16	0.824
教師教學構面	4.326	
課程時間_時數安排	3.59	1.058
課程時間_練習時間安排	3.70	1.011
課程時間_練習時間縮短	2.81	1.244
課程時間構面	3.367	
課程考核_學科採筆試測驗	4.03	0.894
課程考核_課程移除筆試測驗	3.21	1.221
課程考核_段落測驗完成學習目標	4.10	0.751
課程考核_期末測驗以情境模式測考	4.16	0.774
課程考核_若期末測驗改單項技術	3.59	1.107
課程考核構面	3.818	
綜合評估_課程進行流暢度	4.04	0.806
綜合評估_本次課程提升能力	4.34	0.716
綜合評估_整體評價	4.24	0.734
綜合評估_提升專業能力	4.36	0.709
綜合評估_訓練裝備滿足需求(含VR、智能眼鏡等)	4.15	0.804
綜合評估構面	4.226	

資料來源：本研究整理

3. 運用複回歸分析控制相關干擾因子，觀察對訓練滿意度的影響以複回歸分析進行檢定，*表示p值小於0.05，**表示p值小於0.01（如表六）。

4. 結果

- 人口學統計：由描述性統計結果得知（如表四），參訓學員以男性>女性（77.3%>22.7%）；年齡方面21-30歲為主，佔65.7%，其次為31-40歲，佔23.8%；受訓學員官科為軍醫專長佔64.1%、非軍醫專長佔35.9%；軍種以陸軍為主，佔69.6%；受訓學員階級以士官兵為主，分別佔47.5%（士官）及32.4%（士兵）；服役年資以0-4年為主，佔45.4%。
- 訓練滿意度：整體訓練滿意度達中等程度（M=4.226），在「教師教

學」構面訓練滿意度平均得分最高（M=4.326），其次為「課程教材」（M=4.192）及「課程考核方式」構面（M=3.818），而在「時數安排」部分滿意度分數較低（M=3.367）。

- 滿意度之複回歸：模式1顯示在未校正任何因子前，官科為「軍醫」與訓練滿意度有顯著負相關；模式2在控制基本人口學後，發現「課程教材」對於訓練滿意度有顯著正相關；模式3顯示較模式2多控制「教師教學」變項，發現「課程教材」及「教師教學」對於訓練滿意度有顯著正相關；模式4顯示較模式3多控制「課程時數安排」、「課程考核測驗方式」及「訓練裝備」變項，發現「課程教材」、「教師教學」、「課程時數安排」、「課程考核

表六 基本人口學特性與訓練滿意度之線性迴歸（人數為7,669）

變項	模式1 β 標準化係數	模式2 β 標準化係數	模式3 β 標準化係數	模式4 β 標準化係數
性別	0.052	0.005	0.008	0.009
年齡	0.032	0.018	0.006	- 0.008
官科	- 0.073**	- 0.050*	- 0.038	- 0.024
階級	- 0.012	- 0.031	- 0.035	- 0.009
年資	0.057	0.035	0.040	0.025
課程教材_整體		0.659**	0.437**	0.219**
教師教學_整體			0.334**	0.160**
課程時數安排				0.101**
課程考核_測驗				0.118**
一般訓練裝備				0.316**
VR、智能眼鏡 等訓練裝備				0.383**

*p<0.05； **p<0.01

測驗方式」及「訓練裝備」變項對於訓練滿意度有顯著正相關，表示前述變項滿意度越高，有助於提升整體訓練滿意度。

- 在訓練裝備運用方面，使用一般操作裝備（例如較為低階之模擬人、急救AED等）其模式4滿意度為0.316之顯著差異，而在導入VR、AR及智能眼鏡於訓練過程後，其模式4滿意度為0.383之顯著差異，可見當前資訊科技教育訓練裝備可有效增加訓練成效。

二、未來展望

（一）當前國軍軍醫之戰術戰傷救護模擬訓練已初步具備成效，同時也逐步將資料建檔及建置資料庫系統實施統計與分析作業，未來將此一大數據擴大為醫療衛勤雲（Cloud），並使AR、VR及智能眼鏡之情境模擬能運用AI人工智慧系統自主學習，使得戰術戰傷場景之營造、緊急救護作為能夠更加擬真，教育訓練更臻實用與有效益。

（二）全軍戰術戰傷救護AI人工智慧模擬訓練暨判讀平臺：

1. 為提升國軍整體醫療衛勤能量，達成快速有效戰場救護及後送醫療之目的，國防部軍醫局規劃垂直整合醫

療網路平臺，以結合戰場戰術戰傷救護、後送各級醫院及運用通訊技術進行戰場戰傷救護指導。

2. 運用此垂直整合醫療網路平臺，結合慧醫專案建置全軍醫療資料整合資料庫，提供醫療AI所需之大數據資料訓練來源。後續透過此垂直整合醫療網路平臺，可擴大三總國醫人工智慧於醫療及戰術戰傷方面之教學與服務成果，並可提供全軍各醫院及戰場醫療人工智慧判讀服務。²³

3. 此資訊服務平臺規劃建構在一私有雲架構下與其他國軍醫院透過VPN（Virtual Private Network）連線分享此AI雲端服務，未來更將運用先進通訊技術延伸至戰場及基層（如圖十二）。

（三）運用3D影像模擬輔助醫療進行決策，在早期肺癌診斷方面能提供精準且快速的醫療決策，有助於手術前的術前規劃，透過3D影像模擬及電腦斷層定位，更能避免不必要之組織及血管傷害，同時切除足夠之病灶（安全範圍）並降低手術後復發比率，為肺部診斷、治療、追蹤開啟一個新紀元。未來也將運用3D列印技術暨影像模擬輔

23 李家政，〈迎接新世紀醫療挑戰，打造智慧醫療資訊系統—國軍醫院「慧醫專案」辦公室揭牌啟用〉《軍醫雙月刊》（臺北），第31期，民國106年3-4月，頁3-4。

24 葉祖德、游智勝，〈三總與國研院攜手打造亞太區醫用3D列印服務平臺〉《軍醫雙月刊》（臺北），第38期，民國107年5-6月，頁7-8。

助醫療決策，可有效擴增戰術戰傷救護之醫療層面效益。²⁴

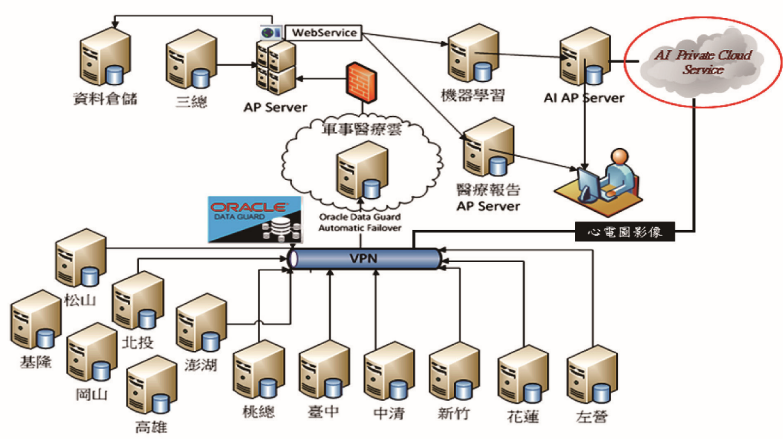
伍、結論

近年來，將VR、AR及MR、AI人工智慧醫療等技術已逐步運用於軍事領域之中，且成為世界各國軍隊建設的新發展趨勢，主要集中在高技術裝備的研製仿真、智能操控以及戰場環境模擬訓練等方面。此外，更將此領域推展至武器毀傷效應、戰爭場景、災難預測、軍事地圖製作和戰場醫療救助等諸多方面。

戰術戰傷救護為當前世界各國在軍事模擬訓練領域上極力推動的工作之一，我國軍亦朝此發展主軸方向前進，且運用各項尖端科技技術實施輔助訓練，並頗具訓練成效。

因此，我國軍軍醫人員應在軍陣醫學之「三位一體」前瞻架構下，以「為用而訓、訓用合一」為目標，秉持「教育(教學)、訓練及研發」宗旨，前瞻發展部隊衛勤訓練，期使衛勤能有效支援作戰(救災)任務之需求。

未來AI平臺服務計畫 -支援全軍醫院AI雲端服務



圖十二 全軍AI 模組訓練暨判讀平臺

(資料來源：作者繪製)

作者簡介

楊策淳中校，國防醫學院公共衛生學系86年班，國防醫學院微免所92年班，美國NAEMT講師，曾任排、連、營長、專門委員及教官組組長等職，現任職國防醫學院衛訓中心副主任。

作者簡介

劉律寬上尉，國防醫學院公共衛生學系99年班、國防醫學院公衛所104年班，曾任組長、排長、醫政官，具衛福部高級救護技術員EMT P、美國NAEMT證照，現任職國防醫學院衛訓中心軍醫實習所所長兼教官。