

DOI:10.53106/230674382025021141004

軍醫與AI：革新未來戰場

譯者/陳駿穎

審者/楊策淳、李亞偉、王明嬋

提要

- 一、本文旨在探討人工智慧(Artificial Intelligence, AI)如何影響軍事醫療系統，特別是在大規模戰鬥行動(Large-scale combat operations, LSCO)中的應用。指揮官可藉由AI和機器學習(Machine learning, ML)技術來提高決策效率、改善情境感知和優化資源補充來獲得支援。上述技術可處理大量數據、識別趨勢和模式，從而提升人類無法達到的計算速度和準確性，以應對高傷亡率、疏散和補給延遲等挑戰。
- 二、文章提及運用實驗，預測在未來的大規模作戰中，美軍可能在七天內損失逾21,000名士兵。這樣的結果強調部隊需要增加疏散及迅速處理傷患之能力，用以維持部隊戰力。AI有助實現上述目標，並藉改善監控、快速治療病患、提高傷員疏散效率以及精確補給來應對未來挑戰。
- 三、結論指出AI在軍事醫療領域具有巨大潛力，藉由改善診斷、治療和決策過程來顯著提高醫療支援的速度與準確性。AI技術亦能優化物流和供應鏈管理，確保醫療人員獲取必要設備和藥品。然而，使用AI也需要考慮倫理問題和潛在風險等因素，必須實施保障措施在專業技術監督下，確保AI系統在開發與使用時之相關責任，才能在未來衝突中發揮關鍵作用，並贏得勝利。

關鍵詞：人工智慧、機器學習、軍事醫療、大規模戰鬥行動

圖片來源：shutterstock

壹、前言

人工智慧(Artificial Intelligence, AI)、機器學習(Machine Learning, ML)和機器人學(Robotics)透過開發智能軟體和機器,相互增強人類表現和軍事戰備能力。¹ 人工智慧及相關科技的持續發展不斷影響著流行文化、科學、機器人學、金融、行銷、供應鏈和醫療保健等領域。²

運用重複的模式識別,人工智慧業已實現模擬人類的智力和處理功能,如語言、學習和問題解決能力。³ 機器學習和神經網路過程吸收大量數據集,這些數據集「訓練」演算法並發展自適應的「自適應人工智慧」。⁴ 量化研究和應用研究復已證明人工智慧、機器學習和人

機整合的有效性。在軍事環境中,人機整合提升射程、耐力、有效負載、逃生能力和適應性等提高殺傷力,並已顯著改變人力任用策略(如圖一)。⁵

2022年,OpenAI(開放人工智慧研究機構)推出的ChatGPT(對話生成模型)徹底改變了現代文化與社會動態。這個生成式人工智慧平台將曾經遙不可及的科幻概念引入公共領域,讓任何擁有網路連接的人都能廣泛使用其技術能力。隨著其快速發展,未來的應用前景無限,尤其是這項技術被評估為可增強指揮官的決策能力、改善狀態意識和優化資源補給來支援人類認知,以便在當前和未來戰場上獲取勝利。人工智慧為軍事決策者提供基於演算法處理大量高速、高

- 1 Laszlo Monostori, "Artificial Intelligence," in CIRP Encyclopedia of Production Engineering, ed. Sami Chatti et al. (Berlin: Springer, 2019), 73–76, https://doi.org/10.1007/978-3-662-53120-4_16703.
- 2 "Homage to John McCarthy, the Father of Artificial Intelligence (AI)," Teneo.ai, accessed 21 March 2024, <https://www.teneo.ai/blog/homage-to-john-mccarthy-the-father-of-artificial-intelligence-ai>.
- 3 Christopher Collins et al. "Artificial Intelligence in Information Systems Research: A Systematic Literature Review and Research Agenda," International Journal of Information Management 60 (2021): Article 102383, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102383>.
- 4 Greg Allen, Understanding AI Technology (Washington, DC: Department of Defense Joint Artificial Intelligence Center, April 2020), <https://www.ai.mil/docs/Understanding%20AI%20Technology.pdf>.
- 5 Thomas Davenport and Ravi Kalakota, "The Potential for Artificial Intelligence in Healthcare," Future Healthcare Journal, 6 no. 2 (June 2019): 94–98, <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>.



圖一 人工智慧在提升傷患轉運之準確性和效率上發揮重要作用，減少後送任務所需飛行員和機組人員數量，並執行行政功能及在途中監控病患。

資料來源：美國陸軍，作者轉引

容量數據後的寶貴見解和分析；特別是在大規模跟各指揮層級上能識別超越人類認知所無法企及的趨勢和模式。

在大規模戰鬥行動(Large-Scale Combat Operations, LSCO)期間，人工智慧在應對醫療護理的極端挑戰上，提供潛在解決方案。美國陸軍未來司令部描述出在未來作戰環境中，陸軍保健系統(Army Health System, AHS)將要面臨的

挑戰：包括有高死亡率、疏散和補給的延遲以及多重領域和新型複雜地形環境的致命性等。⁶為應對此等挑戰，陸軍保健系統將在所有作戰領域中支援受威脅的部隊。敵人的反介入和空中拒止能力將限制美軍的空中、陸地和海上軍事投射能力。在網路領域，敵方網軍將試圖存取部隊編裝組織與病人數據、利用虛假、錯誤訊息進行資訊作戰，並進行網路攻

6 Army Futures Command Pamphlet 71-20-12, Army Futures Command Concept for Medical 2028 (Austin, TX: U.S. Army Futures Command, 4 March 2022), <https://api.army.mil/e2/c/downloads/2022/04/25/ac4ef855/medical-concept-2028-final-unclas.pdf>.

擊以及中斷網路連接，這些都會對系統造成一定程度之威脅。在衝突期間，陸軍保健系統將面臨過度活躍、致命和動態的戰鬥，阻礙穩定和定期的醫療救治作業。這些未來作戰環境的挑戰，將對陸軍保健系統完成保持戰力這樣的長期任務，帶來巨大壓力。

近期實驗顯示出，自第二次世界大戰以來未曾遭遇的壓倒性傷亡率：在未來的大規模戰鬥行動中，陸軍可能在七天內損失21,000名官兵人員，這相當於一個軍團級別的單位人數。⁷ 實驗亦指出，陸軍保健系統在未來戰場上需要增加疏散和治療能力，同時要能迅速使大量患病或受傷的士兵恢復健康並返還前線作戰，藉以保持部隊戰力。

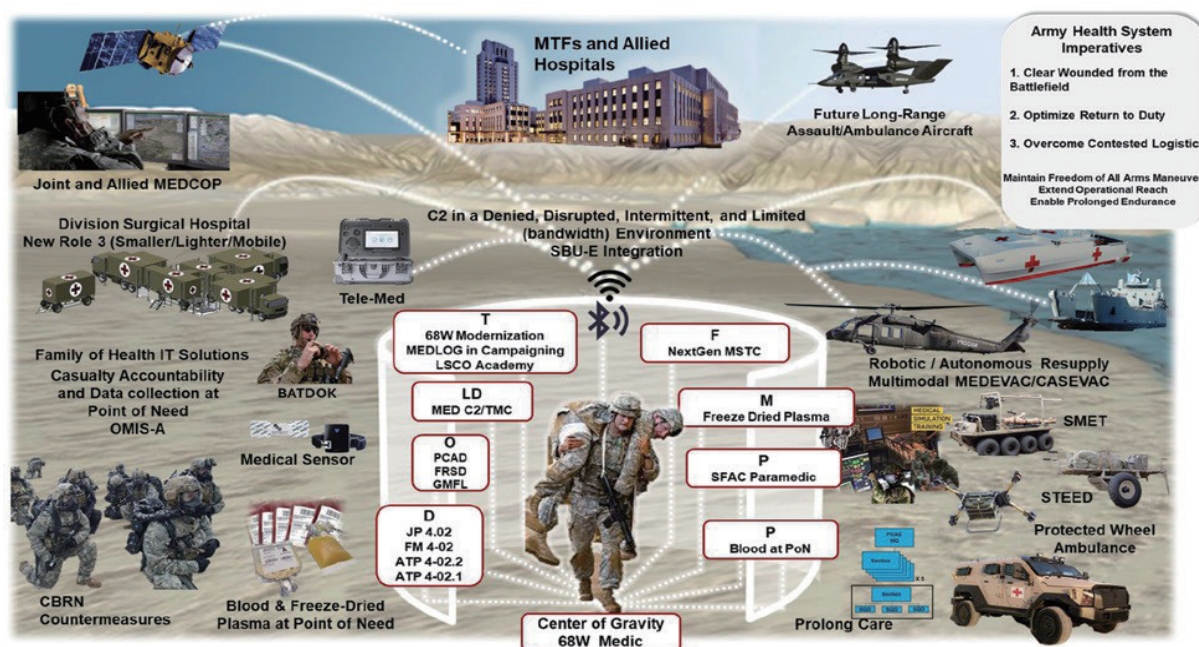
陸軍保健系統有三個作戰關鍵以應對未來作戰環境之挑戰，每一個關鍵均可應用人工智慧支援之。首先，陸軍保健系統必須清理戰場上的死亡人員，以減輕戰鬥部隊的負擔，使其能自由移動和作戰；在未來戰鬥中，機動性至關重要。為能在清理戰場後保持戰力，陸

軍保健系統必須盡可能在前線恢復士兵的服勤能力，而這一工作始於駐地陸軍保健系統的部隊健康防護(Force Health Protection, FHP)任務。駐地護理提供醫療準備，以減少服勤人員因疾病、感染和受傷而產生的併發症風險，確保渠等在部署前能有效地履行職責。在前線環境中，陸軍保健系統藉由作業醫療組織執行的保健服務支援(Health Service Support, HSS)任務來保持持續戰力。最後，陸軍保健系統尚必須克服預期中的後勤物流挑戰。軍事醫療補給不會超過機動部隊的補給需求，因此陸軍保健系統必須在醫療物流管理中保持靈活和適應性，特別是在減輕預期的大規模傷亡事件方面。⁸ 只有解決這三個相互交錯影響的關鍵問題，陸軍保健系統才能在維持戰力方面發揮其作用，而人工智慧將是陸軍保健系統解決大規模作戰資訊、風險和決策挑戰的革命性工具(如圖二)。

貳、指揮與管制

7 Todd South, “21,000 Casualties in Seven Days: The Push to Update Medic Training,” Army Times, 6 October 2023, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2023/10/06/21000-casualties-in-seven-days-the-push-to-update-medic-training/>.

8 James Jones, “Mass Casualty Evacuation and Treatment 18th MDO Gap Decision Brief,” October 2023, Joint Base San Antonio – Fort Sam Houston, Texas.



圖二 2030/2040年支援陸軍醫療能力發展整合構想

資料來源：作者自繪，譯者轉引並翻譯於表一供讀者參閱

正如過去幾十年科技迅速發展一樣，陸軍越來越依賴數據來做出決策並獲取資訊優勢。從指揮與管制 (Command and Control, C2) 的角度來看，可利用人工智慧來快速處理數據。現今這可藉由深度學習、模式識別、不斷地做決策以及人工智慧辨別圖像中獨特之特徵屬性和元素的能力來實現。⁹ 深度學習的進一步應用可實現自動化、

整合無人系統，並通過分擔和加速戰場上的資訊流動來減少人為錯誤。人工智慧透過更快的電腦、改進的演算法，以及存取大量高度精確且驗證後的可靠數據，得以加速為戰鬥人員提供數據的過程，這些數據也促進機器學習和深度學習的進步。¹⁰

美軍重新獲取並保持資訊和決策優勢的能力仰賴於聯合全域指揮與管制

9 Yann LeCun, Yoshua Bengio, and Geoffrey Hinton, "Deep Learning," *Nature* 521 (2015): 436–44, <https://doi.org/10.1038/nature14539>.

10 Simon London, "Ask the AI Experts: What's Driving Today's Progress in AI?," *McKinsey*, 7 July 2017, <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/ask-the-ai-experts-whats-driving-todays-progress-in-ai>.

(Combined Joint All-Domain Command and Control, CJADC2)概念。CJADC2提供一種連貫的方法來塑造聯合作戰部隊的指揮與管制能力，並在戰爭的各個層級、階段和領域內，與合作夥伴及盟友協同作戰。這種方法使得部隊能感知、理解並採取行動，在最短時間內傳遞資訊優勢，並於對手做出反應前採取行動。¹¹

「感知」是指發現、收集、判斷關聯性、彙總、處理和利用來自所有領域和來源(包括友方、敵方和中立方)的數據，然後分享這些資訊以支援決策。「理解」指的是分析數據以利更能理解和預測作戰環境、敵方的行動和意圖，以及友軍的行動。理解數據轉化為資訊，再進而轉化為知識，從而增強聯合部隊和合作夥

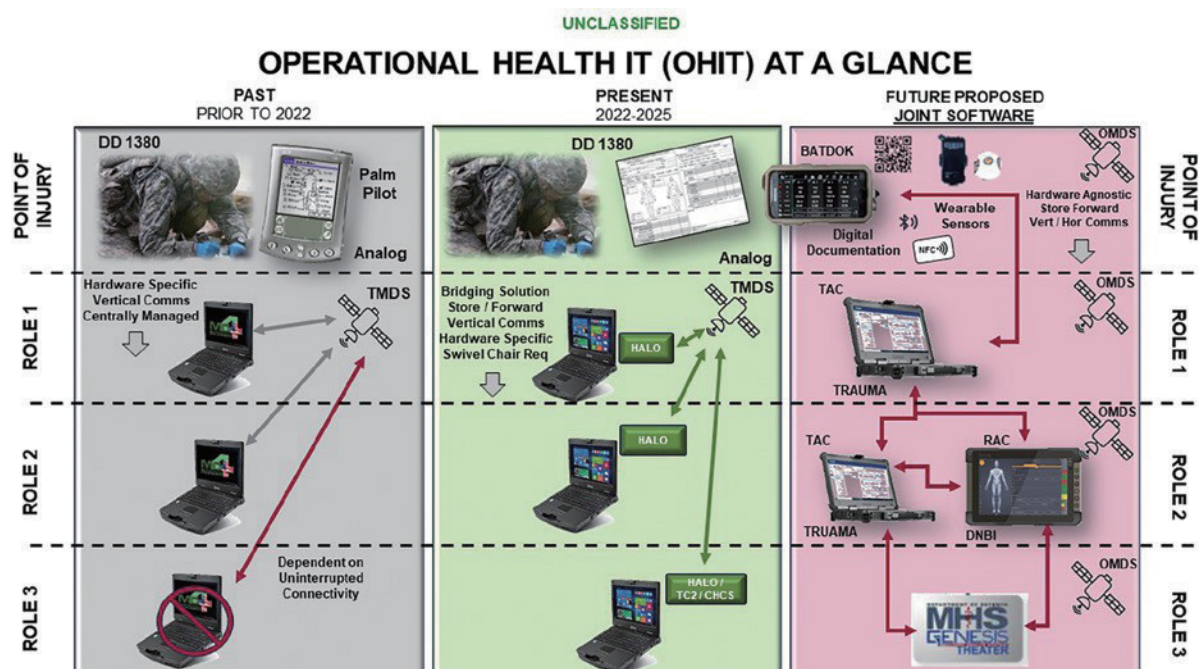
伴的決策能力。¹² 當人類的判斷與技術手段結合用來感知和理解時，指揮官可更有效地採取行動來應對敵人。

人工智慧和陸軍保健系統的結合有可能徹底革新軍事醫療專業人員在戰場上的運作方式。¹³ 隨著AI技術的進步，醫療系統有望變得更加高效、準確和快速反應，從而拯救生命並改善傷員整體治療效果。透過改善監控、快速治療病患、更高效地後送傷員以及精確補給，人工智慧可用來支援該系統應對未來的挑戰(如圖三)。

參、最大化回復服勤能力

於早期進行精確介入治療，能最大

- 11 U.S. Department of Defense, Summary of the Joint All-Domain Command and Control Strategy (Washington, DC: U.S. Department of Defense, 17 March 2022), 2, <https://media.defense.gov/2022/Mar/17/2002958406/-1/-1/1/SUMMARY-OF-THE-JOINT-ALL-DOMAIN-COMMAND-AND-CONTROL-STRATEGY.PDF>; J. Stuckey, “Artificial Intelligence Design Engineering for People and Technology (ADEPT): Open Framework for Implementing AI Engineering” (AI Engineering Symposium: AAAI Spring Symposium Series 2022, Pittsburgh, PA, 23 March 2022).
- 12 U.S. Department of Defense, Summary of the Joint All-Domain Command and Control Strategy, 7.
- 13 Benjamin P. Donham, “It’s Not Just About the Algorithm: Development of a Joint Medical Artificial Intelligence Capability” Joint Force Quarterly 111 (4th Quarter, October 2023), <https://ndupress.ndu.edu/JFQ/Joint-Force-Quarterly-111/Article/Article/3569597/its-not-just-about-the-algorithm-development-of-a-joint-medical-artificial-inte/>.



圖三 作戰健康資訊系統概況今昔比較圖

資料來源：作者自繪，譯者轉引並翻譯於表一供讀者參閱

表一 圖二及圖三英文縮寫說明表

BATDOK	戰場輔助創傷分佈觀察套件	CBRN	化生放核
CASEVAC	傷亡後送	DNBI	疾病及非戰傷
FRSD	前進急救外科分遣隊	GMFL	全球醫療野戰實驗室
HALO	簡化健康評估操作	LSCO	大規模作戰
MEDCOP	醫療共同作戰圖像	MEDEVAC	醫療後送
MEDLOG	醫療後勤	MSTC	情境模擬醫療訓練中心
MTF	醫療機構	OMDS	作戰醫學數據儲存
OMIS-A	作戰醫療資訊系統	PCAD	延長護理分遣隊
RAC	例行門診護理	SBU-E	非機密敏感資訊加密
SFAC	安全援助指揮部	TC2	戰術指揮與管制
TAC	創傷急救	TMDS	戰區醫療數據儲存庫

資料來源：國軍簡明美華軍語辭典及譯者整理

限度地提升士兵重返執行任務的能力，並提高其於戰場內外的生存率。隨著醫療技術不斷發展，系統變得更準確、成本更低、速度更快、體積更小，並且能達到人類無法單獨達到的範圍。無論是急性、例行性或是緊急情況下，醫療保健利用數據來支援臨床決策；整合AI科技將帶來無限價值。如同大多數醫療系統一般，陸軍保健系統由訓練有素的專業人員組成，他們的任務是在巨大壓力下迅速匯集數據後，得以治療和拯救人員和動物，意即我們的戰士。這些全面的功能仰賴人類來收集、整合、解釋、分析和利用數據，以提供有效的醫療護理服務。軍事醫療保健的基石仍是其人員，人員是軍事組織中最複雜且最昂貴的資產。然而，鑒於未來作戰資源有限和數據飽和的情形，人工智慧運用機器力量來增強人力。在陸軍保健系統中，人工智慧可使醫療保健的作用倍增、提升成本效益、彌補人員短缺、擴展有限的醫療能力、減少錯誤、優化工作流程、改進數據處理和分析能力，最後促成精準醫療。人工智慧具有在監測和服務提供領域徹底改變陸軍保健系統醫療護理的臨床和作戰潛力。並且人工智慧亦可提升本土健康保護和海外作戰時保健服務支援的生產力和醫療效果。

肆、部隊健康防護：監控

人工智慧可透過回溯和前瞻性的健康監測和疾病預防計劃來提升部隊健康防護。藉由分析數據，人工智慧為醫療規劃提供資訊，並針對群體和個人的潛在健康風險予以識別。

在應用範圍上，人工智慧從預測分析到數據整合，再到對高風險人群疾病進展的預測以及預防措施的建議。這些預測將使臨床和非臨床領導者能及早診療，並可能減緩疾病蔓延或完全防止疾病惡化的發生。

人工智慧亦可整合生物識別數據，幫助瞭解疾病進程、藥物反應並提前識別病患所需的早期診療。可穿戴式生物特徵識別感測器，如個人佩戴的腕帶或戒指監測器等，是能增加治療所需數據的各種因素之一。這些現場數據來源將提供醫療人員即時和彙整累積的資訊，並指導傷患如何進行最好的健康管理及復健訓練，同時在戰鬥中提供治療建議資訊。更進一步，這種穿戴式裝置所收集到的數據在部隊中將為物理治療師、職能治療師、營養師、行為健康專家、基層醫療人員和急救醫護人員提供資訊，助其改進治療計劃，做出最佳診療措施，同時自動更新患者的長期健康記錄。

即時醫療監測及趨勢分析將為各級領導者提供具體可行之建議。異常生命體徵的群聚現象可能暗示渠等人員受到某種人為或自然環境的影響，並向相關領導者示警，示警的同時亦提供可能原因及相關建議。這些記錄乃根據來自世界各國和各種來源的數據彙總而成，來源包括國家衛生部、世界衛生組織和非政府組織等，從而提供更全面的戰場健康情報準備。

來自醫療傳感器的臨床數據將使戰場上的醫療領導者能獲取臨床數據，並評估其組織各自之績效。人工智慧亦可解釋臨床數據，找出與治療結果相關的模式、開發預測分析，並向臨床和非臨床領導者提供解決方案。

在軍事醫療護理中，包括醫院外的能力，如獸醫和牙科服務，¹⁴ 培養一名保健系統的醫療服務提供者需要專業培訓教育，此為一項有大量人力需求的繁重任務，但人工智慧有助減緩此負擔。與其由保健系統醫療人員進行個別的公共衛生和預防篩檢(如每月檢查)，可由非醫療技術人員在人工智慧協助下進行疾病篩檢，如此可提供具成本效益的健康風險評估。疾病篩檢是一項公共衛生活動，

無法為個別患者提供診療，但能評估其罹患特定疾病的風險。一項針對大範圍人口的口腔疾病監測系統可改進篩檢流程，除省去人工篩檢決策需求，每年可為數萬名士兵提供服務。利用這類人工智慧輔助系統，能擴展單一專業牙醫或醫療提供者在保健系統中的影響範圍。此外，人工智慧還可利用患者數據，識別士兵在其職業生涯中的風險因素，並將額外的健康因素納入計算。當士兵準備部署時，經人工智慧強化的風險評估將有助於識別最有可能患病的士兵，並轉介渠等至醫療院所進行診斷和治療。僅針對行為健康方面，人工智慧就有潛力於早期且經常性地識別出高風險人員。

藉由回顧性和前瞻性的健康監測與疾病預防計畫，人工智慧可提升部隊健康防護效能。並應用在部隊健康保護中，有助於為醫療規劃提供資訊。

伍、健康服務支援：治療

與非軍事醫療保健和人工智慧在醫療應用的進步類似，陸軍保健系統可利用人工智慧來改進治療與醫院管理。人工智慧、深度學習、自然語言處理和機器

14 譯者註：所謂「醫院外能力」係指軍事醫療不僅限於醫院內的治療，還包括前線或野外的醫療服務，如獸醫和牙科服務。這些服務確保軍犬和作戰人員在部署期間能保持最佳狀態。

學習技術業已在非作戰醫療環境中證明其在提高診斷準確性、訂定治療計劃、風險因素評估、健康溝通和醫療管理方面的有效性。¹⁵ AI演算法可快速識別趨勢、模式和見解，這適用於受傷現場、臨床治療以及指揮與管制(C2)的監督，使得存活率提高並改進未來的保健系統。保健系統和軍事醫療能從針對作戰醫療任務調整這些分析工具中顯著受益。

充分擴展並整合當前醫療保健領域內可用的人工智慧基礎設施，將直接應用於戰時的治療和護理。目前的整合工作包括使用機器學習演算法進行醫療診斷、預測模型和客製化治療計畫，並將輸入數據整合進電子健康記錄中。利用這些工具及其他技術有助於擴展臨床決策支援系統，更廣泛地納入循證實證照護，¹⁶ 並迅速縮小鑑別診斷範圍，同時大規模提供精準治療計畫。未來作戰環境的挑戰需要在資源有限的環境中提供長期護理，並納入不斷發展的大規模傷亡應變計劃。人工智慧作為一項工具，將使

保健系統中的醫療人員在任何護理層級上，皆可迅速又靈活地針對疾病診斷和患者管理進行調整，並在檢傷分類過程中提供立即性建議。對於從戰鬥醫護人員到神經外科醫生的醫療人員來說，人工智慧有潛力同步和標準化護理計畫，並在資源有限的情況下，系統性地提供提高傷患存活率的方法和建議。

當前，在軍事醫學中人工智慧的採用速度雖較慢但確實是存在。然而，將人工智慧整合到保健系統中將使士兵重返任務的能力最大化並拯救生命，同時為未來的臨床實踐提供建議。人工智慧使各級醫療團隊能在其能力範圍內發揮最佳作為，緩解未來戰場的嚴酷環境，從而挽救更多生命。

陸、清理戰場

清理戰場之能力，以及在陸軍保健衛生系統中有效管理和安排傷患的後送和治療，對機動部隊的順利行動非常

15 Thomas Davenport and Ravi Kalakota, "The Potential for Artificial Intelligence in Healthcare," *Future Healthcare Journal* 6, no. 2 (June 2019): 94–98, <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>.

16 譯者註：循證醫療 (Evidence-Based Medicine, EBM) 是一種醫療方法，強調根據最新且高質量研究證據進行醫療決策，同時考慮臨床專業和患者需求。此法旨在提高治療效果和患者滿意度。

重要。人工智慧將在提高病患移動請求(Patient Movement Requests, PMR)處理的準確性和效率方面發揮重要作用。從運送途中開始提供傷患護理，一直到提供確定性的治療，人工智慧可大幅改變保健系統中病患的移動方式。

當啟動病患後送請求(PMR或9-Line)時，¹⁷ 生物特徵識別感測器等的数据輸入技術可將數據傳輸到陸軍數據網路中。這種早期的病患移動請求通知讓醫療團隊能更充分地準備應對病患的需求，醫療數據亦可藉由近端(無線)通信設備或低軌衛星(如無人機和氣球)即時共享，確保決策時彼此擁有共同作戰圖像。當醫護人員接到潛在傷亡通知時，人工智慧會自動完成檢傷分類並填寫傷患後送請求，使醫護人員能專注於傷病護理而非處理或發送行政數據。AI演算法會整合並總結傷害模式、生存率分類、運輸時間、醫療物資可供性和可用的醫院床位資訊，以提供最佳的後送移動決策參考。這些資訊將幫助醫護人員在受傷現場決定合適的護理措施以及安排最佳的病患運輸方式。此外，人工智慧還可智能地分配運輸平台到病患後送請求，並

通知相關醫療護理人員。

人工智慧在後送撤離平台中的整合可有多種形式。全自動化載具可在無需人類監控的情況下運作。半自動化平台可降低機組人員工作負荷來減少所需的駕駛員或飛行員人數。將人機協作模式引入會減輕醫療部隊所需的體力負擔(如圖四)。

柒、克服受阻的物流挑戰

無論在何種環境下，優質的醫療保健都需要醫療用品(第八類補給品)。後勤物流等問題的關鍵在於供應鏈受阻斷，無法順利運送物資，同時也無法在戰場的某個或多個領域中取得主導優勢。對於醫療物流而言，必須迅速運送血液和第八類補給品，但由於空域受敵人所控，致使物資設備等無法空投，最終導致補給間的運送時間增加。在多領域作戰中提供醫療服務更加複雜，因為天氣、道路狀況和水域橫貫等都會增加延遲時間。此種嚴峻的戰場環境中，將人工智慧整合到第八類補給品的運送中，成為創新和效率的關鍵驅動因素。我們須探索如

17 譯者註：9-Line 是北約國家所用的標準化軍事報告格式，主要用於請求醫療後送或其他緊急援助情況。報告內容包括九個關鍵資訊，這些資訊涵蓋有傷員位置、受傷性質、所需支援類型等。其目的是確保快速、準確地傳遞信息，以便及時提供必要之醫療支援。



圖四 一架Sikorsky UH-60A黑鷹直升機於2022年2月5日在肯塔基州的坎貝爾堡上空飛行，這是其作為國防高等研究計劃署的機組人員駕駛艙自動化系統計劃的一部分，首次進行無人飛行。

資料來源：國防高等研究計劃署，譯者轉引

何利用人工智慧與機器學習科技，在艱苦嚴峻環境中徹底改變供應鏈管理，並重塑在此等條件下需要複製的傳統流程。¹⁸

為克服受阻的物流挑戰，陸軍保健系統需要一個強大且整合的醫療指揮與管制(C2)系統，該系統結合自生物識別穿戴式傳感器、電子健康記錄系統和後勤支援系統的數據輸入，再結合機器學習與人工智慧，將被動之物流轉變為預

測性的物流。

人工智慧業已重新定義民間部門數十年來的預測和需求計劃。就像在醫療治療中一樣，多年來人工智慧在非戰爭環境中也已增強供應鏈管理。人工智慧演算法透過檢查外部因素、市場趨勢和歷史數據，提供更精確的需求預測。¹⁹像在貨櫃場中使用的機器學習模型，不斷學習和適應以改進預測性物流。²⁰引入人工智慧與機器學習將有助於減少過剩庫

18 C. J. Lovelace, "Army Medical Logistics Participates in DOD AI Research and Development," Army.mil, 19 April 2022, <https://www.army.mil/article/255821>.

19 Ben Unglesbee, "AI Opens New Frontier in Supply Chain Planning," Supply Chain Dive, 23 May 2023, <https://www.supplychaindive.com/news/inventory-demand-forecasting-ai-machine-learning/650781/>.

20 Frankie Youd, "Artificial Intelligence to the Rescue: Assisting the Shipping Container Crisis," Ship Technology, 18 November 2021, <https://www.ship-technology.com/features/artificial-intelligence-to-the-rescue-assisting-the-shipping-container-crisis/?cf-view>.

存，同時提升整體供應鏈產出效率。

人工智慧有助各級補給人員進行精確且有效之庫存管理。藉由即時數據與預測分析，人工智慧有助於指揮與管制及精確補給支援、調整庫存水準，縮短處理時間和降低成本，提高即時分配效率，進而拯救生命。計畫人員則將擁有檢測模式和功能各異的工具，為指揮官提供即時資訊，以助其進行前瞻性決策。²¹ 當人工智慧能更輕鬆地整合數據並推送預期需求時，地面部隊在補給時則可減少主動請求的需求。

機器學習作為人工智慧的分支之一，能利用即時分析大量數據來重新定義預測及需求計畫。這將帶來非凡的準確性，使後勤支援組織能在各個層級上快速適應。

機器學習在受阻環境中進行自主決策時至關重要，因在此種環境下，供應鏈變得越來越複雜。演算法會篩選複雜的數據集，提供作戰圖像，從而指導戰略決策，改進風險管理並增加靈活性。²² 於此，指揮官將擁有識別潛在風險並實施預防措施的工具，得以強化供應鏈應對

意外威脅的能力。

利用人工智慧優化物流挑戰，陸軍保健系統和軍方可讓士兵重返戰鬥任務的比例最大化，提高生存率，終致在戰場上拯救戰士們生命。

捌、美國陸軍保健系統中的人工智慧障礙

儘管人工智慧在大規模戰鬥行動中支援陸軍保健系統的潛在益處顯而易見，但仍存在幾項挑戰。作戰時通信預計會被阻斷、削弱、中斷或僅得有限頻寬；機動部隊之數據傳輸通常會優先占用頻寬，使得健康數據傳輸受限。作戰醫療會產生大量數據，但目前的AI系統可能仍無法有效優先處理如此龐大且高速的健康數據。同樣地，人工智慧和相關應用程式嚴重依賴大量的「訓練數據」來識別模式與關係。然現代醫療數據中，植基於大規模作戰和多領域作戰 (Multidomain Operation, MDO) 中產生之傷亡流量、受傷模式和健康資源的數據尚不存在，無法為這種模式學習提供資

21 C. J. Lovelace, "Army Medical Logistics Participates in DOD AI Research and Development."

22 Clint Reiser, Chris Cunnane, and Steve Banker, "The Rise of Machine Learning," Supply Chain Exchange, 21 August 2019, <https://www.thescxchange.com/articles/1996-the-rise-of-machine-learning>.

訊。²³ 作為一項現代科技，AI工具和系統尚未在所有軍事醫療訓練或臨床環境中普遍使用。醫療保健和教育中對AI的理解需求顯而易見。然而，軍事醫療團隊還需要現實的訓練、更新的教學計畫以及有意識且持續的接觸，方能準備好在所有作戰醫療功能領域中採用人工智慧流程與其系統。²⁴

電子健康數據還需要額外的安全和保護協議，以確保數據安全，正如《健康保險可攜式及責任法案》(Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA)安全規則所描述的，這限制健康數據在不同戰場管理以及指揮與管制系統中的公開傳輸。²⁵ 在作戰環境中生成的醫療數據將會被彙編至軍事成員的長期健康記錄中。儘管AI支援工具可改進作戰醫療實

務、後送、後勤物流和回復服(值)勤，人工智慧仍無法取代對健康數據的安全性、隱私性、公正性、真實性以及準確性的需求，這些數據同時還需要高質量且可靠的來源。²⁶ 作戰健康數據的保護比駐防時更加重要，因為作戰數據可能會洩露部隊位置、戰鬥效能，甚至是機密或極其重要人員的身份，從而帶來風險。

在陸軍保健系統中實施人工智慧還面臨額外障礙，這些障礙類似於民間部門中使用人工智慧所遭遇的挑戰。人工智慧仰賴於易於存取、安全且極其昂貴的大容量數據儲存系統。²⁷ 除數據管理和治理的需求外，人工智慧在陸軍保健系統還必須遵守額外的軍事專屬法規，同時確保其對作戰需求的價值和相關性。²⁸ 此外，AI工具和流程的開發仍然需

23 Jonathan Spirnak and Sameer Antani, “The Need for Artificial Intelligence Curriculum in Military Medical Education,” *Military Medicine* (20 October 2023): usad412, <https://doi.org/10.1093/milmed/usad412>.

24 Ibid.

25 “Health Information Privacy,” U.S. Department of Health and Human Services, accessed 25 March, 2024, <https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/security/index.html>.

26 Robbie Hammer, “Defense Health Agency Paving the Way for Digital-First Health Care Delivery,” *Health.mil*, 12 October 2023, <https://www.health.mil/News/Dvids-Articles/2023/10/12/news455622>.

27 Damco Solutions, “7 Biggest Barriers to AI Adoption & Their Solutions,” *IoT for All*, 30 June 2022, <https://www.iotforall.com/barriers-to-ai-adoption-and-solutions>.

28 Ibid.

要與陸軍作戰以及戰時的艱難醫療環境緊密結合。如來自陸軍軟體工廠的畢業生以及軍團級首席數據官等如此的團隊及專業人員，推動陸軍內部強調數據應用和管理的文化發展。²⁹ 儘管已意識到對技術專家的需求，但在保健系統中，這方面的發展依舊處於初期階段，缺乏專門的技術團隊來迭代開發、部署和維護這些動態工具。雖然人工智慧在醫療服務中的益處顯而易見，但廣泛應用這些系統來支援軍事醫療仍需要對更大規模的軍事醫療數據戰略進行重大投資。

玖、人工智慧的倫理問題

國防工業基地內的公司往往會傾向與美國政府客戶方的法律和政策合規專家協調合作，俾確保人工智慧系統符合相關法律和政策要求。國防工業的人工智慧系統遵循有效利用可追溯和可靠系統的原則，並在任務生命週期內持續產出公正無私的結果。

機器學習系統會在包含偏見的數據

集上進行訓練，且有可能在創建演算法時表現出這些偏見。人類語言本身就存在偏見；機器如果在這種語言上進行訓練，很可能會反映出這些偏見，從而導致歧視的產生。使用不含歧視性語言的政策和數據集可用來防止偏見及成見產生。儘管在開發人工智慧系統時存在不確定性和未知因素，但美國政府刻正制定政策，以確定某個人工智慧模式是否足夠安全、可靠和符合道德標準，俾供國防部使用。³⁰

信任數據使戰鬥人員在執行任務時，充分利用所掌握之資訊進行決策、採取行動並擊敗敵人。然而，AI/ML演算法無法完全彌補物理上之理解差距。雖然人工智慧提供眾多好處，但仍需要考慮其道德層面。人們對於在醫療保健領域，使用人工智慧的道德影響及其對人性元素(如同情心和憐憫心)的潛在影響提出不少質疑。人工智慧可幫助增進軍事醫療服務，但無法取代醫療人員在提供醫療時的關懷和奉獻精神(如圖五)。³¹

在聯戰部隊中運用人工智慧來提供醫療服務並進行醫療決策，應該對政策

29 Army Software Factory, accessed 21 March 2024, <https://soldiersolutions.swf.army.mil/>.

30 Rick Robinson, "AI Ethics: Building Security and Responsibility into Intelligent Systems," Northrop Grumman, accessed 21 March 2024, <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/ai-ethics-building-security-and-responsibility-into-intelligent-systems/>.

31 Hammer, "Defense Health Agency Paving the Way for Digital-First Health Care Delivery."

實施更新。未來的陸軍醫療概念闡明將自動化納入醫療保健的必要性，以確保能為最多數的患者提供最大的益處。在人工智慧和人類在決策中的「參與程度」方面仍存在道德爭議。一方面，我們在道德上有義務利用新興技術，為士兵提供最高水準的醫療照護。³² 假設新興的人工智慧科技帶來的利大於弊，而即時性原

則認為使用演算法進行檢傷分類和自主疏散在大規模戰鬥行動中是合理的。於此情形，只要人類仍然參與在決策過程中，即可認為這是合乎倫理的。³³

拾、結論

人工智慧、機器學習和人機整合能



圖五 人工智慧可幫助增進軍事醫療服務，但無法取代醫療人員在提供醫療時的關懷和奉獻精神。

資料來源：shutterstock

32 Army Futures Command, Army Medical Modernization Strategy 2022 (Austin, TX: U.S. Army Futures Command, 1 May 2022).

33 John Ramiccio, “The Ethics of Robotic, Autonomous, and Unmanned Systems in Life-Saving Roles” (Newport, RI: Naval War College, 12 June 2017), 1–35, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1041802.pdf>.

在戰場上提供資訊優勢，使作戰人員在關鍵時刻做出明智決策，同時展現戰力。人工智慧促進戰場上的共同作戰圖像；人工智慧與機器學習是融合數據的關鍵催化劑，其已顯著改善決策過程和網路攻擊鏈的時間軸。人機協同讓人類和機器共同訓練，確保作戰人員對機器的信任。人工智慧和人機協同減輕戰士的認知負擔，直接優化基於掌握資訊進行決策的過程，同時提升聯合作戰部隊之優勢。

人工智慧與陸軍保健系統的結合能徹底革新戰場上的軍事醫療支援。人工智慧具有巨大的潛力來增強軍事行動並確保每位士兵的健康。諸如演算法護理、醫療監測、撤離和預測分析等人工智慧科技可徹底改變前線的醫療支援方式。透過部署人工智慧系統，陸軍保健系統可顯著提高診斷、治療和決策過程的速度和準確性。人工智慧演算法能迅速分析大量醫療數據，擴展醫療護理和後送撤離範圍，減少人為錯誤，降低高壓作戰環境中的風險，並協助醫療專業人員改善傷兵的治療效果並拯救生命。

人工智慧可提升陸軍保健系統的物流與供應鏈效率。藉由運用預測分析，AI演算法能預測醫療物資需求，調整庫存管理，並簡化戰場上關鍵資源的配送流程。這種主動積極的方法確保醫療人員

能獲得所需的設備和藥品，從而為受傷士兵提供充分且及時的護理。

隨著人工智慧持續發展演進，迫切需要解決其在戰場上使用所致之倫理問題和潛在風險。必須實施安全防護措施和專業技術監督，以確保人工智慧系統的開發和使用符合負責任的標準。透明度、問責制和健全的治理框架，對於維護人工智慧驅動的陸軍保健系統的倫理完整性至關重要。藉由利用人工智慧科技的巨大力量，陸軍保健系統有潛力徹底改變軍事醫療支援，從而拯救無數生命，並在未來的衝突中發揮關鍵作用並贏得勝利。

作者簡介

陳駿穎中校，國防大學管理學院國防財務管理所碩士班畢業，國防大學管理學院財務正規班96年班、美國海軍陸戰隊後勤軍官班101年班。曾任語文中心中隊長、教行官、人事官，現為國防大學管理學院國管中心人資組教官。