

智慧醫療與醫學專業素養導向教育的整合與發展

陳志豪

國立臺東大學教育學系博士生

衛生福利部臺東醫院副院長

一、前言

智慧醫療是運用科技創新提升醫療品質的模式，也帶來醫學教育的新挑戰和機遇。醫學專業素養導向教育（Competency-Based Medical Education, CBME）是一種以成果為導向的教育理念，強調根據社會需求和專業標準，定義和評估醫學生的知識、技能和態度，並提供個別化的學習支援。醫學專業素養是一種統整性的能力，能夠讓醫學人員在各種複雜和變化的醫療情境中，做出適切和有效的判斷和行動。

CBME是一種符合21世紀需求的教育範式，它強調臨床和教育成果、評估和發展里程碑、醫學教育連續性和以學習者為中心的課程，是以能力成果為目標的醫師培訓方法，根據社會和病人需求分析，並以核心能力設計（core competency）、實施和評估教育計劃和學習者。CBME的核心是問責性，確保畢業的從業者能提供安全有效的病人照護（Caccia, 2005），其優點有：強調學習者的成就和結果、多方面的評估、靈活、不受時間限制的學習進程，以及對利益相關者的責任和共通語言；但其實施仍面臨定義和框架的不一致問題（Hawkins, 2015）。加拿大自2017年起，依CanMEDS 2015和Competence by Design，推行能力本位的婦產科教育，符合專業需求（Caccia, 2015）；荷蘭婦產科醫學會也示範如何設計和實施能力為基礎的產婦培訓計劃。

實施CBME的醫學教育家要克服組織、教學和文化的挑戰。九個關鍵考量包括：教育連續性、時間使用、人力資源、醫師能力、資訊科技、教師發展、學習者權責、變革成本和領導力（Nousiainen, 2017）。變革的抵制是常見的，但可以通過指導性的策略來減少負面影響。醫療領域是變革的自然狀態（Banerjee, 2019），需要培養具備跨領域知識和技能的醫事人員。本文目的有二：(1)分析智慧醫療對CBME的影響、挑戰和對策；(2)探討智慧醫療如何提升醫學教育和培育優秀醫師。

二、智慧醫療的五大領域

（一）遠距醫療

遠距醫療是利用資訊通訊技術提供醫療服務，克服各種障礙，有效運用醫療資源。它的應用範圍廣泛，優點顯著，能改善醫療品質和效率，節省成本和時間，

擴大服務範圍和人群，促進醫學知識和國際合作（Bonvissuto, 2022）。

（二）人工智慧

人工智慧（Artificial Intelligence, AI）是讓機器有智慧，能理解、學習、推理、創造和解決問題，並在各領域中展現人類智慧。AI是以電腦科學執行人類智慧任務的智能機器。機器學習和深度學習改變了技術行業。AI讓機器模擬或提升至人類思維。從自動駕駛到智能助理如Siri和Alexa，是各界投資的領域。AI分為強AI和弱AI，前者能像人類一樣自主學習，後者只能在特定範圍內模仿人類。AI影響每個行業，以大數據、機器人技術和物聯網等新技術為核心。而生成式AI工具如ChatGPT和AI藝術生成器也成為主流創新的引擎。

（三）機器人學

機器人學（Robotics）包括多個領域。機器人是自動的機械裝置，由電腦控制並與環境互動。其工作原理有三個部分：感測、處理和行動（Harris, 2022）。(1)感測：機器人用感測器收集環境資訊，如溫度、光線等，並將其轉換為電信號。(2)處理：機器人的處理過程是：根據資訊，用電腦執行程式碼和運算，生成輸出信號，控制馬達或其他裝置。(3)行動：機器人按信號動作，用電裝置控制力量和運動，完成各種任務（Moravec, 2023）。

（四）物聯網與穿戴式裝置

物聯網（Internet of Things, IoT）是將物品連接到網路，實現互相交流和協作的技術。智能設備如手機、家居設備、汽車、醫療和農業設備，都可以利用物聯網提高效率 and 創造價值（Rose, 2015）。穿戴式裝置（Wearable Devices）是智能感測連接設備，可監測用戶生理活動數據，並通過物聯網技術實現雲端分析和智能應用（Sciforce, 2019）。物聯網設備收傳數據，用於各種目的。自動駕駛汽車可以互動，實現安全高效（Lato, 2023）。預計到2025年，物聯網的設備將達到270億個，改變了生活和醫療，例如可以檢測帕金森氏症的工具（Velazquez, 2022）。

（五）區塊鏈

區塊鏈是一種創新和安全的解決方案，是一種將資訊安全記錄在分散式資料庫（Anwar, 2021），去中心化、透明、可信的技術，能夠保護數據不被修改，並在多個領域促進創新和效率（Daley, 2022）；可減少成本和欺詐，提高公信力和效率，與加密貨幣和NFT有關（Hayes, 2022）。

三、智慧醫療醫學專業素養的影響

（一）視聽媒體教育的影響

視聽媒體教育利用影片、音樂、圖像等媒體資源，傳遞知識和技能，培養學生的批判性思維和創造力。它對現代醫學專業素養導向教育有正面影響，表現在以下方面：

1. 視聽媒體教育以多媒體展示醫學，提升學生興趣、動機、自主性和探索欲（Issa, 2011）。
2. 視聽媒體教育讓學生學習更豐富、更多元，接觸更多醫學知識和資源，培養多元智能和思維技巧（Krishnamurthy, 2022）。
3. 視聽媒體教育幫助學生發展醫學的知識、技能、態度和價值觀；學生透過視聽媒體資源，了解醫學工作的本質和道德（Arulsamy, 2012）。
4. 電影教學在精神科培訓中常見，因為電影對人類有心理、生理和社會影響（Schneider, 1987）；電影可幫助精神科醫生提升臨床技巧、人文素養和創意思維（Schneider, 1997）；此外，精神醫學專書也討論精神醫學與電影的相互關係（Gabbard, 1999）。
5. 電影媒體是家庭醫學科教學的有效工具。它可以呈現不同的生命週期、藥物濫用、性關係、精神疾病和醫病關係等課題，並提供醫學生觀察和討論的機會。北卡大學（Alexander, 1994）和辛辛那提大學（Elder, 2002）的家庭醫學科分別使用了27部和若干部電影片段來教導這些課題。此外，皮膚科（Reese, 1995）和整型外科（Callé, 1994）等醫師也發現電影對其專業領域有教育作用。

（二）資通訊科技、數位學習系統對醫學專業素養的貢獻

1. 網路科技的發展促進了我國資訊教育基礎建設，旨在提升國人及學生資訊能力和素養，並改善教育品質。教育部的計劃涵蓋了資訊設備、學術網路、教學資源、教學模式、數位化教材等方面。資訊科技能夠豐富學習者的學習體驗和效果（林祝君、王淑芳、吳曼阡，2011）。資訊科技在遠距與數位學習中有五大特色，分別是：增加學生學習動機、具備特殊的教學潛力、支援不同的教學型態、提昇教師的工作績效、培養學生資訊時代的技能（Roblyer, 2000）。
2. 數位學習是智慧資本的有效途徑，受到資訊與教材多元化的影響，教育界掀起數位教學風潮（林菁、鍾如雅、陳雅萍，2006；蕭顯勝、蔡福興、游光昭，2005；Anderson, 2011）。醫護教育廣用數位學習平台，如學校、專科醫學會和衛生主管機關的網站。

3. 「行動學習」(mobile learning)是數位學習的新里程碑。它利用智慧手機、平板電腦和穿戴裝置，讓學習不受時間和空間的限制(ubiquitous)，達到移動間學習(learn on the move)(蕭顯勝等，2005)。美國行動學習例子有Duke, Chicago, Purdue, Drexel等大學，教授預錄課程上傳教學平台，學生下載到可攜式載具(Skiba, 2006)。San Francisco University將護理技術影音教材上傳教學平台，學生可下載到可攜式載具，方便學習，提升知識技能(Maag, 2006)。衛生主管機關用Google Classroom教災難醫療救護，包括輻傷和化災等課程，效果顯著。
4. 擴增實境(Augmented Reality, AR)和虛擬實境(Virtual Reality, VR)是近年來在醫學教育領域中廣泛應用的兩種創新技術，可以為醫學生和醫師提供更豐富、更真實、更互動的學習和訓練環境，從而提高醫學教育的質量和效果(Horowitz, 2022)。AR和VR對現代醫學教育的多樣化貢獻如下(Barteit, 2021):
 - (1) AR和VR可以模擬人體的結構和功能，讓醫學界在三維空間中學習和探索人體，增強對基礎醫學知識的理解和記憶(Ghaednia, 2021)。
 - (2) AR和VR能模擬臨床情境，讓醫學人員在虛擬場景中練習和評估臨床技能，提升臨床能力(Craig, 2017)。
 - (3) AR和VR讓醫學教育更個性化、協作化，學習者可以選擇適合的內容，並在虛擬空間中互動，提高學習效果(Nicola, 2018)。
 - (4) AR和VR讓醫學教育更廣泛、更便捷、更國際化(Hsieh, 2017)。

(三) AI、ML和DL對醫學專業素養教育學習方式的影響

1. AI、ML和DL在醫學專業素養導向教育中具體應用：人工智慧(Artificial Intelligence: AI)、機器學習(Machine Learning: ML)與深度學習(Deep Learning: DL)可以在醫學教育中發揮四個方面的作用：個性化的學習和教學、最新的醫學知識和資訊、模擬和實踐、創新和研究(Park, 2021)。
2. AI、ML和DL在對醫學專業素養導向教育中挑戰
 - (1) 教學內容的更新和拓展

醫學教育應隨AI、ML和DL的發展更新和拓展教學內容，培養醫學生的數據科學、編程、算法和AI、ML和DL的相關知識和技能，並讓他們了解這些技術的原理、優缺點、局限性和倫理問題(Chan, 2019)。
 - (2) 教學方法的創新和改進

醫學教育應用AI、ML和DL等技術和教學方法，提升教學品質和效率，培養醫學生的能力和思維(Suh, 2022)。

(3) 教師隊伍的培養和發展

醫學教育需要建立跨學科的教師團隊，提高對AI、ML和DL的教學能力和素質，並引入更多相關領域的專家和教授（Kumar, 2023）。

3. AI、ML和DL融合科技，在醫學專業素養導向教育中，重塑醫療未來

(1) 夢想成真，AI與醫學的奇蹟共舞

AI、ML和DL技術在醫學教育和臨床研究中有利也有弊。數據、結果、透明度、認證和偏見等問題需要解決，才能開發新的醫學領域，為人類帶來福祉。讓我們共同努力，為未來開拓道路（Chen, 2020；Perez, 2021；Smedley, 2002）。

(2) 開拓前景，醫學演進的擁抱

臨床研究中的AI、ML和DL技術有待發展，需要前瞻性研究、時間、努力和合作。數據問題、監管信心、算法透明度和評審是影響利益相關者接受度的因素。溝通和協作是技術實施的關鍵。學術界應該在文獻（Boyce, 2014）和政府部門中（Abdulkareem, Aung, & Petersen, 2022；Bycroft, 2018；Madakkatel, 2021）討論並共享機器學習在臨床研究中的利弊和最佳實踐。

四、結果與建議

(一) 研究結果

智慧醫療架構是當代醫學發展的重要趨勢，它需要資通訊科技、數位學習系統、AI、ML和DL等技術的支持和協作。這些技術不僅可以提高醫學生在知識、技能、態度和價值觀方面的學習效果，也可以促進醫學教育的創新和改革。本文從文獻回顧、案例分析和理論闡釋三個層面，探討了這些技術在醫學專業素養導向教育中的作用和意義，並指出了存在的挑戰和未來的發展方向，並為智慧醫療與醫學專業素養導向教育的整合與發展提供有益的參考和啟示。

(二) 未來研究方向

智慧醫療、人工智慧、機器學習和深度學習是當今科技發展的重要領域，可以應用於醫學等各種領域。醫學是一門涉及人類健康和生命的專業學科。如何將這些技術與醫學專業素養教育相結合，是一個未來研究方向。AI、ML和DL可以幫助智慧醫療和醫學教育實現以下幾個目標：

1. 提高教學效率和質量：AI、ML和DL能夠實現個性化、遊戲化和情境化的教

學，提升學生的學習效果，並協助教師優化教學設計和減少工作量。

2. 擴大教學覆蓋面和深度：AI、ML和DL可以用大數據和資源，提供更多元的醫學教學內容和知識領域，並模擬疾病和治療的虛擬實踐。
3. 增強教學創新和跨界：AI、ML和DL讓醫學教育跨領域創新，並培養人文、倫理、團隊等素養。

（三）啟示與建議

AI、ML和DL技術可以增強醫學教育和研究，對利益相關者有益。機器學習能提升生物醫學證據的效率和質量，有倫理必要性。但要克服數據、結果、透明度、認證和偏見的問題。AI、ML和DL技術在臨床研究中有很大潛力，但目前仍面臨許多挑戰，如缺乏有效性證據、數據質量問題、監管不足和開發過程不透明。要實現這些技術的好處，需要時間、努力和合作，並在學術界和政府部門中進行公開和透明的討論和分享。

綜合以上技術，在醫學專業素養導向教育中，可以透過多元的教學策略，如問題導向學習、案例教學、模擬訓練等方式，讓學生能夠更深入地了解醫學知識和技能，並培養其專業素養。至於如何實施智慧醫療影響醫學專業素養導向教育呢？這需要相關的政策和法規支持，以及相關人員的努力和配合，並建立完善的智慧醫療系統和相關的教育資源，以提供給學生和相關人員使用。

參考文獻

- 何明蓉（2004）。應用電影媒體從事社會醫學教育。**醫學教育**，8(1)，31-38。
- 林祝君、王淑芳、吳曼阡（2011）。護理學生對科技學習輔具接受度之初探。**醫護科技期刊**，13(2)，114-123。
- 林菁、鍾如雅、陳雅萍（2006）。網路教學中學生特質與選課動機和學習成效之研究。**教育資料與圖書館學**，43，413-433。
- 蕭顯勝、蔡福興、游光昭（2005）。在行動學習環境中實施科技教育教學活動之初探。**生活科技教育月刊**，38，40-57。
- Abdulkareem, M., Aung, N., & Petersen, S. E. (2022). *Artificial Intelligence in Cardiothoracic Imaging-Biobanks and Artificial Intelligence*. Springer Nature.

- Alexander, M. (1994). An Innovative Approach to Teaching Psychosocial Medical Care. *Family Medicine*, 26(7), 430–433.
- Anderson, T. (2011). *The Theory and Practice of Online Learning* (5th ed.). Canada: Athabasca University.
- Anwar, H. (2021, December 11). How Does Blockchain Work: Simply Explained. Retrieved March 3, 2023, from <https://101blockchains.com/how-does-blockchain-work/>
- Arulsamy, S. (2012). Multimedia in Medical Education. *Journal of Medical Sciences* 1(1), 711.
- Banerjee, Y. (2019). Mento’s Change Model in Teaching Competency-Based Medical Education. *BMC Medical Education*, 19(1), 472. doi:10.1186/s12909-019-1896-0.
- Barteit, S. (2021). Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *JMIR Serious Games*, 9(3), e29080. doi:10.2196/29080.
- Bonvissuto, D. (2022, December 24). How Does Telemedicine Work? Retrieved March 3, 2023, from <https://www.webmd.com/covid/how-does-telemedicine-work>
- Boyce, R. D. (2014). Bridging Islands of Information to Establish an Integrated Knowledge Base of Drugs and Health Outcomes of Interest. *Drug Safety*, 37(8), 557–67. doi:10.1007/s40264-014-0189-0.
- Bycroft, C. (2018). The UK Biobank resource with deep phenotyping and genomic data. *Nature*, 562, 203–209 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0579-z>
- Caccia, N. (2015). Competency-Based Medical Education: The Wave of the Future. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 37(4), 349–353. doi:10.1016/S1701-2163(15)30286-3.
- Caccia, N. (2015). Competency-Based Medical Education: Developing a Framework for Obstetrics and Gynaecology. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 37(12), 1104–1112. doi: 10.1016/s1701-2163(16)30076-7.

- Callé, S. C. (1994). Plastic Surgery in the Cinema, 1917-1993. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 93(2), 422–33. doi:10.1097/00006534-199402000-00035.
- Chan, K. S. (2019). Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. *JMIR Medical Education* 5(1), e13930. doi: 10.2196/13930.
- Chen, I. Y. (2020). Treating Health Disparities with Artificial Intelligence. *Nature Medicine*, 26(1), 16–17. doi:10.1038/s41591-019-0649-2.
- Craig, E. (2017, August 30). VR and AR: Driving a Revolution in Medical Education & Patient Care. Retrieved March 3, 2023, from <https://er.educause.edu/blog/s/2017/8/vr-and-ar-driving-a-revolution-in-medical-education-and-patient-care>
- Daley, S. (2022, September 1). What Is Blockchain? Retrieved March 3, 2023, from <https://builtin.com/blockchain>
- Elder, N.C. (2002). Using the cinema to understand the family of the alcoholic. *Family Medicine*, 34(6), 426-427.
- Fritz, G. K. (1979). The Role of a Cinema Seminar in Psychiatric Education. *American Journal of Psychiatry*, 136(2), 207–210. doi:10.1176/ajp.136.2.207.
- Gabbard, G. O. (1999). *Psychiatry and the Cinema* (2nd ed.). Washington D.C.: American Psychiatric Association.
- Ghaednia, H. (2021). Augmented and virtual reality in spine surgery, current applications and future potentials. *Spine Journal*, 21(10), 1617-1625. doi: 10.1016/j.spinee.2021.03.018.
- Harris, T. (2022, January 10). How Robots Work. Retrieved March 3, 2023, from <https://science.howstuffworks.com/robot.htm>
- Hawkins, R. E. (2015). Implementation of competency-based medical education: are we addressing the concerns and challenges? *Medical Education*, 49(11), 1086-1102. doi: 10.1111/medu.12831.

- Hayes, A. (2022, September 27). Learn how these digital public ledgers enable crypto and NFTs. Retrieved March 3, 2023, from <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>

- Horowitz, B. T. (2022, December 5). How AR & VR in Healthcare Enhances Medical Training. Retrieved March 3, 2023, from <https://healthtechmagazine.net/article/2022/12/ar-vr-medical-training-2023-perfcon>

- Hsieh, M. C. (2017). VR and AR Applications in Medical Practice and Education. *Chinese journal of Nursing*, 64(6), 12-18. doi: 10.6224/JN.000078.

- Issa, N. (2011). Applying multimedia design principles enhances learning in medical education. *Medical Education*, 45(8), 818-826. doi: 10.1111/j.1365-2923.2011.03988.x.

- Kracauer, S. (1957). *From Caligari to Hitler: A Psychological History of the German Film* (2004 ed.). Princeton: Princeton University Press. doi:10.2307/j.ctvc77cxj.

- Krishnamurthy, K. (2022). Benefits of gamification in medical education. *Clinical Anatomy*, 35(6), 795-807. doi: 10.1002/ca.23916.

- Kumar, K. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning Based Intervention in Medical Infrastructure: A Review and Future Trends. *Healthcare*, 11(2), 207. Retrieve from <https://doi.org/10.3390/healthcare11020207>

- Lato, N. (2023, February 23). What Is the Internet of Things (IoT)? Retrieved March 3, 2023, from <https://www.avast.com/c-what-is-the-internet-of-things#:~:text=The%20Internet%20of%20Things%20%28IoT%29%20is%20a%20network,if%20it%20can%20be%20connected%20to%20the%20internet.>

- Maag, M. M. (2006). Podcasting and MP3 Players: Emerging Education Technologies. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 24, 9-13. doi: 10.1097/00024665-200601000-00005.

- Madakkatel, I. (2021). Can We Use Machine Learning to Discover Risk Factors? Testing the Proof of Principle Using Data on >11,000 Predictors and Mortality in the UK Biobank. *Scientific Reports-Nature*, 11, 203–209. doi:10.1038/s41598-021-02476-9

- Moravec, H. P. (2023, April 20). Robot Technology. Retrieved April 3, 2023, from <https://www.britannica.com/technology/robot-technology>
- Nicola, S. (2018). Mixed Reality Supporting Modern Medical Education. *Studies in Health Technology Informatics*, 255, 242-246.
- Nousiainen, M. T. (2017). Implementing competency-based medical education: What changes in curricular structure and processes are needed? *Medical Teacher*, 39(6), 594-498. doi: 10.1080/0142159X.2017.1315077.
- Park, D. J. (2021). Development of machine learning model for diagnostic disease prediction based on laboratory tests. *Scientific Reports – Nature*, 11, 7567.
- Perez, C. C. (2021). *Invisible Women: Data Bias in a World Designed for Men*. United States: Abrams Press.
- Reese, V. (1995). Dermatology in the cinema. *The Journal of the American Academy of Dermatology*, 33(6), 1030-1035. doi: 10.1016/0190-9622(95)90297-x.
- Roblyer, M. D. (2006). *Integrating Educational Technology into Teaching* (4th ed.). New Jersey: Pearson/Merrill/Prentice Hall.
- Rose, K. (2015). *THE INTERNET OF THINGS: AN OVERVIEW Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*. The Internet Society. Retrieved from <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>
- Schneider, I. (1977). Images of the mind: Psychiatry in the commercial film. *The American Journal of Psychiatry*, 134(6), 613–620. Retrieve from <https://doi.org/10.1176/ajp.134.6.613>
- Schneider, I. (1987). The theory and practice of movie psychiatry. *American Journal of Psychiatry*, 144(8), 996-1002. doi: 10.1176/ajp.144.8.996.
- Sciforce. (2019, February 28). How Does the Internet of Things Work? Retrieved April 3, 2023, from <https://www.ietfforall.com/what-is-the-internet-of-things>
- Skiba, D. J. (2006). The 2005 word of the year: Podcast. *Nursing Education*

Perspective, 27(1), 54-55.

■ Smedley, B. D. (2023). *Unequal Treatment: Confronting Racial and Ethnic Disparities in Health Care*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2003. doi:10.17226/12875.

Suh, J. (2022). Preoperative prediction of the need for arterial and central venous catheterization using machine learning techniques. *Scientific Reports – Nature*, 12(1), 11948. doi: 10.1038/s41598-022-16144-z.

