

第一章

超高齡社會智慧醫療應用再進化

面對人口高齡化所伴隨的片斷化照護與醫療費用成長，智慧醫療的發展儼然成為提升醫療服務價值的重要可能方案，可以提供病人跨越照護環節的持續性照護，協助醫療照護計畫訂定，提升醫療照護的安全性。此外，數位解決方案改善工作流程、提高效率與精準度，有效改變醫療服務的模式。智慧醫療在社區與居家場域的落實，可以透過穿戴裝置與移動式資通訊科技達成，然而解讀穿戴式裝置所產生的健康數據，目前對於醫界而言仍是極大挑戰。目前臺灣推動智慧醫療應用的主要困難或阻礙在於法規限制，故目前之主要應用仍為提醒與警示等系統，難以真正改變醫療行為的本質。智慧醫療至今仍缺乏明確的商業獲利模式，也是另一大挑戰。智慧醫療的發展不僅止於醫療效率提升與成本下降，而是著重改善目前的照護流程，提供個人化的醫療與健康維護方案，創造健康的價值。

陳亮恭 國立陽明大學醫學系教授、高齡與健康研究中心主任
臺北榮民總醫院高齡醫學中心主任

壹、人口快速高齡化與健康照護挑戰

我國65歲以上老年人口於1993年超越總人口數的7%，成為世界衛生組織所定義的「高齡化社會(aging society)」，此比例將於2018年越過14%而邁入「高齡社會(aged society)」，老年人口比例更將於2026年時突破20%，成為「超高齡社會(super-aged society)」，如此快速的人口高齡化趨勢雖為世界的領先群，但幾乎所有東亞及東南亞國家都有類似狀況，東南亞國家人口高齡化甚至更為快速，人口快速高齡化儼然成為亞洲的區域特色。

人口高齡化帶動的人口結構改變有兩大特色：人口高齡化速度快且80歲以上老年人口增加比例較整體高齡比例增加為高。此趨勢臺灣與大多數已開發國家類似，然而我國的狀況又較世界各國為劇。依照經建會的推估，我國65歲以上人口數在2060年時將增加為2012年之2.9倍，老年人口占總人口比例將由2012年的11.2%增加為39.4%。其中，80歲以上老年族群占老年人口比率，亦由2012年之25.4%大幅上升為41.4%（經建會，2012）。人口高齡化是全球的共同挑戰，然而衝擊的差異決定於人口結構變化的速度，以及各國面臨人口高齡化時的經濟發展狀況，臺灣將歐美七、八十年間的國家轉型挑戰，壓縮至以二十五年的時間面對，不僅是人類歷史上獨有的挑戰，所發展的因應策略更是亞洲與拉丁美洲各國面臨國家轉型時的重要參考。

一、人工智慧重建高齡者所需的完整照護

老化的過程常合併多重慢性疾病與身心功能的衰退與失能，加上社會與家庭結構的轉變，高齡族群維持獨立自主生活的挑戰也更形巨大；不僅是失能或失智所造成的照顧負擔，失能與失智本身也將大幅增加高齡者死亡的風險與健保醫療耗用，這些複雜的議題互相交錯，分割處理只會造成

健康照護體系的片斷化。雖然我國全民健保擁有傲視全球的納保率與就醫便利性，然而過度強調器官疾病的專科化醫療與片斷化的照護模式，間接造成高齡民眾的多重就醫、多重用藥與醫療資源耗費增加等議題。

面對人口高齡化所伴隨的片斷化照護與醫療費用成長，智慧醫療的發展儼然成為提升醫療服務價值的重要可能方案。導入大數據、物聯網等資通訊技術，加上人工智慧的發展，整合醫藥服務跟資訊科技進行跨域整合，將大量臨床數據與即時整合分析資訊科技的智慧應用，協助進行醫療決策、降低可能的醫療錯誤、提升醫療服務效率與醫療服務品質，是提升整體健康照護體系效能的成果。更重要的是藉由智慧醫療的發展，針對人口高齡化所衍生的各項挑戰提供可能解方，利用過去醫學研究難以達成的大數據分析與人工智慧演算，以創新的資料分析改寫醫學領域的專業知識，使醫療專業與資通訊科技的結合產生真正的知識與智慧。

二、遠距醫療補專業健康照護的稀缺

近年來醫護人力不足與過勞的問題已危及醫療體系的穩定性，醫護人力資源除了數量不足之外，分布也有不均的現象，部分重症醫療科別醫師人力減少，加上人力多集中於都會區，造成人力分布的城鄉落差，至今仍是難以解決的困境。「遠距醫療(telemedicine)」的發展使醫療提供者有機會利用現代資通訊系統，經由視訊會議、靜止圖像傳輸、遠端監控生理指數與遠端醫護人員回應等形式，加上多項可透過遠距系統支持的生活方式調整(lifestyle modification)，可望超越傳統醫療的侷限，成為超高齡社會的健康醫療支撐。然而遠距醫療的應用場域在偏遠地區較為適用，以臺灣的現況與法規的限制，遠距醫療的經濟規模難以擴大，也難以形成真正改變醫療服務的模式，將遠距醫療限制於偏遠醫療服務的替代，也低估了遠距醫療所能發揮的成效，並不完全是遠距醫療發展的真正目的。

三、全新智慧照護模式起於系統思考

管理學大師麥可·波特近年對醫療改革提出許多建言(Porter, 2009)，在「醫療革命的迫切性」演講中，波特教授對臺灣的全民健保提出五個建議：(1)轉向以成果導向的績效評估；(2)推動整合醫療模式之組織改革；(3)引進成本會計觀念以精算醫療合理成本；(4)邁向包裹式支付；(5)建構全國性資訊系統建構標準，收集醫療服務提供者與病人治療的整體資訊。智慧醫療能以科技技術大幅整合醫療照護、提升品質，並實現這五項對健康照護體系的處方，但智慧醫療甚至可以帶領醫療體系的轉型，走向更有效能的健康照護，亦即現代智慧醫療除了對醫療照護的改善之外，將開展全新智慧健康與智慧照護的模式。

貳、健康照護模式之智慧轉型

現代醫學強調以人為中心的照護策略，而智慧醫療照護藉由資訊及醫療系統的整合，提供即時決策支持系統，改善疾病的診斷與治療工作流程。透過電子病歷、電子健康照護記錄、電子轉診制度、雲端病歷、檢查與檢驗共享系統，串聯各個醫療環節，達到以人為本的治療模式。經由資訊系統的共享，使上、下游醫療服務提供者緊密合作，提供病人跨越照護環節的持續性照護，促進醫療照護的無縫接軌，提升醫療照護系統的效率從而提升醫療品質。

一、連續性照護計畫可賴資訊系統協作

智慧醫療可利用強大線上資訊資料庫的支持系統，協助醫療照護計畫訂定，提升醫療照護的安全性。最令人熟知的例子，電腦輔助系統在醫師處方藥物時，提供即時藥物處方資訊、相關副作用、警語或藥物交互作用，減少用藥不良反應事件與可避免的醫療疏失，進而減少住院次數與醫療耗用。另一個實務上的例子是癌症的治療。Flatiron公司的OncologyCloud平台，收集美國癌症中心臨床資料，以人工智慧與大數據分析，解讀非結構化資料，幫助醫師分析病情，制訂診療照護方案(Meyer & Basch, 2015)，近年來IBM系統開發的人工智慧Watson也已進入臺灣的醫療體系，協助癌症治療的判斷。

二、智慧醫療應助推臨床效益優化

智慧醫療的建置不僅是為了減少醫療照護的成本，而具有更積極的目的。智慧醫療的數位解決方案改善工作流程、提高效率與精準度，可以有效改變醫療服務的模式，也導引醫療服務的走向。但，智慧醫療系統利用知識數據庫提供以臨床實證為基礎的醫療決策建議，透過即時分析輔助

醫療臨床決策、提供醫師病患診治建議，將是較為前瞻的智慧醫療領域。醫院管理階層或保險提供者，透過醫療照護系統分析，可發展高風險病患族群健康照護結果預測，並提供相對應的臨床治療路徑，監測個案健康相關指標，減少門診、住院或其他照護階段期間可避免的併發症，並提示醫師給予適當之健康促進措施(Cusack et al., 2010)。美國退伍軍人事務部所建構的Veterans Health Information Systems and Technology Architecture (VISTA)系統利用完整的電子健康紀錄系統，應用在預防保健與臨床治療過程指標，已證實可帶來顯著的臨床效益(Hynes et al., 2004)。由此可知，智慧醫療的發展並非僅為了單純的降低成本，而是可以改變醫療服務，並帶領照護體系走向更具價值的方向。

參、社區的智慧健康生態系

智慧醫療的對象不僅是針對住院或是到醫療院所就醫的病患，醫療照護提供者也須思考利用科技使醫療照護變得更具價值，讓健康照護從醫療院所走向社區的照護整合與健康管理。當病患自醫院出院而回到社區後，智慧醫療服務更需要延伸到社區與居家場域，讓民眾維持健康生活型態、持續慢性病管理與接受後續的健康照護建議，乃至於健康老化的具體實現，而智慧醫療在社區與居家場域的落實，可以透過穿戴裝置與移動式資通訊科技達成。

一、連續性監測的臨床應用尚待突破

目前全球穿戴式裝置的應用相當普遍，經由感測器與數據追蹤技術收集各類行為與生理指標，包括心跳、活動量、睡眠模式、壓力狀況或服藥持續性等，可以即時的監控個人的健康狀況。智慧穿戴裝置可結合定位系統，透過感測器對環境、居家活動或行為模式等進行持續的監測與觀察，利用大數據分析生活習慣與行為模式，提供個別化健康管理計畫並對偵測異常值給予提醒，或經由雲端資料傳遞通知醫療照護人員，提供照護計畫調整的依據(Patel et al., 2015；Son et al., 2014)。然而，解讀穿戴式裝置所產生的健康數據，目前對於醫界而言仍是極大挑戰，由於過去醫學知識所產生的過程是透過流行病學與臨床試驗的研究，而傳統的研究設計所得知的數據並非來自大量連續性量測的結果，也就是醫師的醫學知識是來自於系列點狀的數值偵測，而非連續性的長期監測，故醫師難以使用穿戴式裝置所收集的資訊來對疾病與健康狀況進行判斷。因此，穿戴裝置發展大規模商業應用的重點挑戰，是必須要透過全新的資料蒐集型式，以改變醫學知識的根本，否則傳統醫學知識難以搭配穿戴裝置的發展。

二、遠距醫療從無差別診療領域著手

遠距醫療針對社區民眾可以利用視訊設備進行診療，在特定疾病上有其優勢，例如精神疾病，這在過去已有很強的臨床實證，證明利用遠距醫療與面對面的醫療，在疾病的診斷與治療有相同的成效，但在某些情境上具有更好的可近性(Hilty et al., 2013；Piette et al., 2012)。世界衛生組織在評估會員國的遠距醫療推動水平，則從健康照護體系可提供遠距影像、遠距皮膚、遠距精神、遠距病理與遠端病人監控這幾項成熟項目來進行(World Health Organization, 2015)。因此，遠距醫療照護發展至少應從這幾個成熟的項目開始，進而開展更為全面的應用。然而，我國為解決山地離島偏遠地區醫療資源不足的問題，在1995年推動遠距醫療，但目前發展成效仍不顯著，僅在遠距檢傷與緊急醫療飛航服務有顯著成效（許明暉，2011）。

三、「個人資料帶著走」助於社區照護的落實

除了穿戴式裝置與遠距醫療服務，健康雲的開展是智慧醫療在社區應用的再進化，臺灣健康雲計畫係由衛福部資訊處、衛福部附屬醫療及社會福利機構管理會、護理及健康照護司、健保署、國民健康署及疾病管制署分別建制「醫療雲」、「照護雲」、「保健雲」以及「防疫雲」。由政府利用健康資通訊雲端化概念，建立健康資料回歸民眾之整合及應用健康管理系統，進而促成智慧醫療延伸至社區。過去梅約診所利用雲端資訊提醒系統的經驗，證實該系統可顯著提升病人接受癌症篩檢的成效(Chaudhry et al., 2007)，而臺灣健康雲亦提供相仿之健康提醒服務，臺北市政府更利用悠遊卡點數回饋的誘因，鼓勵市民使用市府發行的臺北卡到各區的運動中心運動或接受癌症篩檢。然而健康雲在臺灣推動效果的具體實證，至今仍尚未確認。

肆、智慧醫療轉型的挑戰

一、法規鬆綁與醫學知識創新最為迫切

目前臺灣推動智慧醫療應用的主要困難或阻礙在於法規限制，其中影響最大的是醫療法、醫師法與其他醫療相關法規對醫療行為的定義與規範，例如「醫師親自診察義務」（醫師法第11條第1項）、「醫護人員執業處所限制」、「個人資料保護法對健康資訊蒐集行為之限制」等三方向，均是推動遠距醫療上的障礙，若要強化推動智慧醫療，鬆綁相關規定則是未來推動智慧醫療發展必須調整的內容（醫師法，2002；法務部，2004）。除了法規之外，醫師對於醫療糾紛的疑慮也是遠距醫療的推動障礙，醫師對於無法透過傳統的身體檢查方式評估病人感到不安，對於看診過程中對病患的整體性觀察與醫病關係的維持也是一大挑戰。在醫療行為中，醫師於診治過程對於資通訊科技的信任仍未明確建立，故目前之主要應用仍為提醒與警示等系統，難以真正改變醫療行為的本質。但，透過原創性數據分析與醫學研究，建立資通訊科技在醫學領域的創新知識，方能有效逐漸改變醫師的醫療行為。

二、數位治理的基礎工程尚待興建

在推動智慧醫療應用的同時，資訊安全與隱私權的保障是民眾接受此類科技服務的重要考量。美國在2000年實施的「健康保險便利和責任法案(Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA)」，經由立法保障民眾隱私權與資訊安全(Lumpkin, 2000)。相較國外採取的政策配套措施，國內推動智慧醫療上在資安保障上仍有所不足，然而，法規限制或許也會限制智慧醫療的發展。因此，智慧醫療的推動或可參考金融監管機關的「監理沙盒制度(regulatory sandbox)」，在發展新興科技制度時給予

較寬鬆的法律限制，如此在保障民眾權益的同時，也避免扼殺產業發展活力。

三、解決真實問題的醫療生態系才能永續

除了前面提到的困難之外，智慧醫療目前仍缺乏明確的商業獲利模式也是另一大挑戰。由於目前健保並未支應智慧醫療的費用，如果直接對消費者收取費用，往往因為剛性需求不強，不易行銷且不易建立經濟規模。目前多數商業產品的獲利模式是透過收取廣告費或增值服務等方式，而此類商業模式較為分散，難以成為群聚性智慧醫療聚落，也限制了數位醫療產業的發展。建立智慧醫療的商業模式，必須讓智慧醫療成為改變醫療服務模式的一環，而非僅是提升醫療服務便利性或減少行政費用的作為，如此的策略無法真正改變醫療服務的本質與醫療照護體系的價值，而是必須以智慧醫療為出發點，建立解決人口快速高齡化挑戰的全面策略，抑或是解決民眾就醫困境的真實價值，以問題為導向去建構新的生態系，否則智慧醫療的發展在傳統的醫療知識框架之下難以開展，也難以改變醫療體系的作為。

伍、智慧醫療未來發展

臺灣快速的人口高齡化現象帶給健康照護體系與整體社會新的挑戰，然而，醫療體系的知識架構仍是傳統科學發展模式，目前尚難以導入改變醫療行為的智慧科技。透過智慧醫療科技運用，優化醫療服務品質為智慧醫療的最大目的。智慧醫療的發展不僅止於醫療效率提升與成本下降，而是著重改善目前的照護體系的服務遞送與工作流程，提供個人化的醫療與健康維護方案，創造健康的價值。智慧醫療的發展不僅是醫療與資通訊的結合，而是新科技將加速醫療知識的進展，導引醫療服務進入全新的時代，資通訊科技在智慧醫療的發展不應僅是搭配醫療體系，而是與醫界共同創造全新的健康照護知識與體系建置，以回應民眾健康的需求為主體，共同改變世界的未來。

參考文獻

- Chaudhry, R., Scheitel, S. M., McMurtry, E. K., Leutink, D. J., Cabanela, R. L., Naessens, J. M., ... & Stroebel, R. J. (2007). Web-based proactive system to improve breast cancer screening: a randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 167(6), 606-611.
- Cusack, C. M., Knudson, A. D., Kronstadt, J. L., Singer, R. F., & Brown, A. L. (2010). Practice-based population health: information technology to support transformation to proactive primary care. *Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality*.
- Hilty, D. M., Ferrer, D. C., Parish, M. B., Johnston, B., Callahan, E. J., & Yellowlees, P. M. (2013). The effectiveness of telemental health: a 2013 review. *Telemedicine and e-Health*, 19(6), 444-454.
- Hynes, D. M., Perrin, R. A., Rappaport, S., Stevens, J. M., & Demakis, J. G. (2004). Informatics resources to support health care quality improvement in the veterans health administration. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 11(5), 344-350.
- Lumpkin, J. R. (2000). e-health, HIPAA, and beyond. *Health Aff (Millwood)*, 19(6), 149-151.
- Meyer, A. M., & Basch, E. (2015). Big data infrastructure for cancer outcomes research: implications for the practicing oncologist. *Journal of oncology practice*, 11(3), 207-208.
- Patel, M. S., Asch, D. A., & Volpp, K. G. (2015). Wearable devices as facilitators, not drivers, of health behavior change. *Jama*, 313(5), 459-460.
- Piette, J. D., Lun, K. C., Moura Jr, L. A., Fraser, H. S., Mechael, P. N., Powell, J., & Khoja, S. R. (2012). Impacts of e-health on the outcomes of care in low-and middle-income countries: where do we go from here?. *Bulletin of the World Health Organization*, 90(5), 365-372.
- Porter, M. E. (2009). A strategy for health care reform—toward a value-based system. *New England Journal of Medicine*, 361(2), 109-112.
- Son, D., Lee, J., Qiao, S., Ghaffari, R., Kim, J., Lee, J. E., ... & Yang, S. (2014). Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders. *Nature nanotechnology*, 9(5), 397-404.
- World Health Organization (2015). Atlas of eHealth country profiles 2015: The use of eHealth in support of universal health coverage. *Geneva: WHO*.
- 法務部 (2002)。醫師法。全國法規資料庫。
- 法務部 (2004)。醫療法。全國法規資料庫。
- 許明暉 (2011)。臺灣健康資訊科技之現況與未來。醫療品質雜誌。5(6)·4-7。
- 經建會 (2012)。中華民國 2012 年至 2060 年人口推計。2017 年 12 月 7 日取自 http://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Files/policy/2012/policy_12_037_2.pdf

| 撰稿人簡歷資料 |

陳亮恭

現職：臺北榮民總醫院老年醫學科主任兼高齡醫學中心主任、國立陽明大學醫學系教授、國立陽明大學高齡與健康研究中心主任、亞洲太平洋臨床老年病學及高齡醫學聯盟主席、“Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics”主編、“Journal of Nutrition, Health and Aging”副主編、“Journal of Frailty and Aging”副主編

學歷：國立陽明大學衛生福利研究所博士、國立陽明大學醫學院醫學系學士

經歷：宜蘭員山榮民醫院外科住院醫師、臺北榮總醫院家庭醫學部住院醫師、臺北榮總醫院家庭醫學部總住院醫師、臺北市立陽明醫院社區醫學科主任、臺北榮總醫院家庭醫學部主治醫師