

智慧醫療數位轉型與再進化

陳亮恭 國立陽明大學醫學系教授

李威儒 臺北榮民總醫院員山分院老年醫學科醫師

摘要

臺灣人口結構逐年趨向高齡化，高齡者醫療需求與日俱增。但近年醫療人力不足與醫護工作超時，都讓照護人力更顯捉襟見肘。臺灣全民健保雖有近乎百分之百納保的傲人成績，卻仍有醫療資源分佈不均、城鄉差距與就醫可近性低的問題。在照護需求增加，人力供給不足與資源不平等的情況下，照護品質同時受到影響。為提升照護品質、建立醫療服務的新價值、克服照護場域困難，解方包括健康照護朝智慧醫療服務轉型、導入新興資訊技術及系統、建立新世代智慧醫療服務。透過醫療大數據創造全新醫學知識，以人工智慧，帶動精準醫學，改變既有服務流程，改善民眾就醫習慣，使民眾獲得預防保健服務、全人的醫療治療。期盼達成以人為中心的照護，提升醫療效率與服務品質，從而引領並促成新世代醫療照護智慧化與再進化，回應社會結構改變的需求，改變世界的未來。

關鍵詞：智慧醫療、遠距醫療、健康雲、創新醫療模式

壹、臺灣健康照護挑戰

我國 65 歲以上老年人口於 1993 年超過總人口數 7%，成為世界衛生組織所定義的「高齡化社會」(Aging society)，推估 2018 年將超過 14% 邁入高齡社會 (Aged society)，至 2026 年更將突破 20% 成為超高齡社會 (Super-aged society)。我國人口高齡化的趨勢有兩大特色：人口高齡化速度快與老老年人口 (係指 85 歲以上老年人) 增加比例高，此趨勢雖與大多數已開發國家類似，但我國的狀況又較世界各國為劇。依國發會推估，臺灣 65 歲以上高齡人口在 2060 年時將大幅增加為

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 歲以上老老年人口占老年人口比率，由 2012 年之 25.4% 上升為 41.4%。老年人口比例上升在全球都是挑戰，但在臺灣更特別的是全世界數一數二的人口老化速度，將歐美各國七、八十年間的國家轉型挑戰壓縮至二十五年的時間中，我國亟需發展出獨到的策略以因應此歷史上未曾出現過的獨特挑戰。

老化的過程常合併多重慢性疾病與身心功能的衰退、失能，加上社會與家庭結構的轉變，

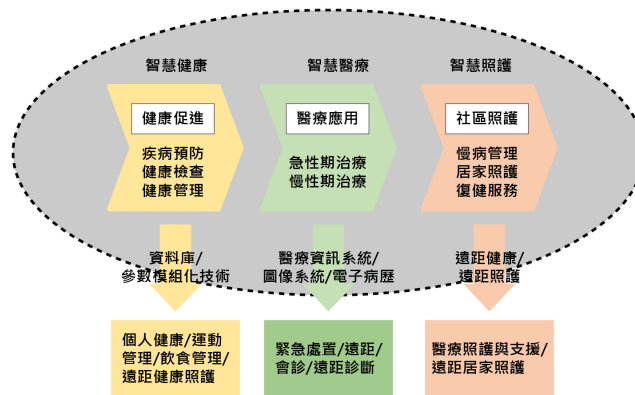


圖 1 智慧醫療數位轉型應用方向
資料來源：作者繪製

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長照負擔，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，無法分割處理。我國全民健保擁有傲視全球的納保率與方便就醫性，然而過度專科化與片斷化的醫療照護模式，再加上欠缺分級醫療的就醫便利性，反而造成高齡民眾多重就醫、多重用藥，與潛在不當用藥與醫療耗費增加等問題。面臨人口高齡化所伴隨的片斷化醫療照護與醫療費用增加，智慧醫療的發展是提升醫療服務價值的可能解方。透過導入新興資通訊技術，藉由跨領域應用，整合醫藥服務及資訊科技，應用大量臨床數據積累與即時整合分析的資訊科技，協助醫師進行醫療決策、降低可能的醫療錯誤、提升醫療服務效率與醫療服務品質。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。

近年來醫護人力不足與過勞已危及醫療體系的穩定性，除了醫護人力不足之外，資源分佈也有不均的問題。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，造成分布的城鄉落差，不論醫療人力的品質，「無醫村」的現象在現今的臺灣仍是一個難以解決的困境。不僅是醫療人力的分布不均，城鄉落差的現象本身就是公共衛生的重大議題，也造成所謂的健康不平等（health inequality），將影響到民眾醫療照護品質與健康狀態。遠距醫療（telemedicine）使醫療提供者有機會利用現代資通訊的健康照護支持系統，經由視訊會議、靜止圖像傳輸、遠端監控生理指數與醫護人員回應等型式的電子醫療，加上多項可透過遠距系統支持的生活方式調整（lifestyle modification），可望超越傳統醫療侷限，成為超高齡社會的健康醫療支撐。

管理學大師麥可·波特近年對醫療改革提出許多建言（Porter, 2009），其在「醫療革命的迫切性」演講中，對臺灣全民健保開出了五個建議處方：第一，轉向以成果導向的績效衡量；第二，推動整合醫療模式組織改革；第三，引進成本會計觀念了解醫療合理成本；第四，邁向包裹式支付；以及第五，建構全國性資訊系

統標準，收集醫療服務提供者與病人治療的整體資訊。智慧醫療能大幅整合醫療照護、提升品質並實現這五個對健康照護體系的處方。然而，現代智慧醫療除了對醫療照護的改善之外，亦提供全新智慧健康與智慧照護的模式。

貳、健康照護模式之數位轉型

一、創造全新整合式醫療模式

現代醫學強調以病人為中心的治療策略，而智慧照護模式藉由資訊及醫療系統的整合，提供醫療即時決策支持系統，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、雲端出院病歷、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。運用資訊系統的共享，使上、下游醫療提供者密切合作，提供病人連續性照護，醫療照護無縫接軌，降低醫療浪費與提升醫療照護系統轉銜的效率並提升醫療品質。健保署經由全國性雲端藥歷的建構，將病人資料傳至健保署雲端，並且提供個人健康存摺，透過雲端資料的共享，可以加強醫師與不同醫療機構間資訊交流，增加病人資訊的透明度與參與治療計畫的個案。

二、智慧醫療支持醫療決策

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，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。Flatiron 公司的 OncologyCloud 平臺，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 and Basch, 2015)。近年來 IBM 公司開發的人工智慧 Watson 也進入臺灣醫療體系，協助癌症治療的判斷。

三、以人為本高效能健康照護系統

智慧醫療的建置不僅是為了減少醫療照護的成本，而是具有更積極的目的。智慧醫院的數位解決方案經由導入電子病歷記錄、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。智慧醫療系統利用知識數據庫提供臨床實證為基礎的醫療決策建議，透過臨床分析輔助醫療臨床決策，提供醫師臨床建議。醫院管理層或保險提供者，透過醫療照護系統分析，可發展高風險病人族群預測，並提供相對應的臨床治療路徑，監測主要住院健康相關指標，提供資訊分析，減少住院期間可避免的併發症，並提示醫師給予健康促進措施 (Cusack et al. 2010)。

四、現實世界的實例

現實世界中已有數個經由智慧醫療建構的成功範例：美國退伍軍人事務部所建構的 Veterans Health Information Systems and Technology Architecture 系統 (VISTA)，利用完整的電子健康紀錄執行系統，應用在各種預防保健與臨床治療過程指標中，已經證實有顯著的臨床效益 (Hynes et al. 2004)。由此

範例可以得知，智慧醫療的發展並非單純為降低成本的考量，而是可以改變醫療服務模式，也可以帶領照護體系走向更具價值的方向。

參、社區智慧醫療與健康

智慧醫療的對象不僅是針對住院病人，醫院也須思考如何利用科技讓醫療照護變得更具價值，從醫院走向社區的照護整合與健康管理。病人出院回到社區後，智慧醫療需要延伸到社區與居家環境，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，乃至於健康養生的具體實現。智慧醫療可以利用智慧穿戴裝置與移動式資通訊科技達成全方位的健康管理。

一、智慧穿戴裝置

目前穿戴式裝置的應用相當普遍，可以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、燃燒卡路里、睡眠模式、體力活動、壓力水準或服藥持續性等。智慧穿戴裝置可結合定位系統，透過感測器對環境、日常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，提供醫療照護計畫更動的依據（Patel et al. 2015; Son et al. 2014）。然而，解讀穿戴式裝置所產生的數據目前對於醫界仍是挑戰，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，而傳統的研究方式對於解讀大量連續性量測的數據有其限制，醫師對於疾病與健康狀況

的判斷依舊停留在傳統的醫學研究模式。因此，穿戴裝置發展的另一個重點則是必須要透過全新的資料蒐集型式，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、遠端醫療或行動健康

遠距醫療利用視訊設備進行診療特定疾病，例如精神疾病，已有強力臨床實證，證實利用遠距面對面的醫療在疾病診斷與治療有相同成效，但有更好的可近性（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，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評估（World Health Organization, 2015）。因此，我們發展遠距醫療照護可從這幾個成熟項目著手，我國為解決山地離島偏遠地區醫療資源不足的問題及偏遠地區居民健康，在 1995 年開始發展遠距醫療，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、健康雲與社群

健康雲是智慧醫療在社區應用的再進化，臺灣健康雲計畫由衛福部資訊處、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置「醫療雲」、「照護雲」、「保健雲」及「防疫雲」。政府利用健康資通訊雲端化概念，建立健康資料回歸民眾整合及應用健康管理系統，促成智慧醫療延伸至社區。依過去梅約診所利用雲端資訊提醒系統的經驗，成功證實此系統可提升病人接受

癌症篩檢的成效 (Chaudhry et al. 2007)。臺灣健康雲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，鼓勵市民使用市府發行的臺北卡到各區運動中心運動或接受癌症篩檢。

肆、智慧醫療轉型的困難挑戰

一、政策與法規的限制

目前臺灣推動智慧醫療應用（例如遠距醫療、遠距會診）主要困難或阻礙在於法規限制，主要是《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」（《醫師法第十一條第一項》）、「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」等三方向鬆綁是未來推動智慧醫療發展時必須調整的內容（醫師法，2002；醫療法，2004）。法規之外，醫師對於醫療糾紛的疑慮也是遠距醫療的障礙之一，醫師對於遠距看診無法透過傳統的身體檢查來評估病人亦感不安，看診過程中對病患的整體性觀察與醫病關係維持也是挑戰。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。

二、資訊科技安全

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與否的重要考量。如美國在 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，國內在推動智慧醫療上在資安保障上仍有所不足；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理機關的「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，在保障民眾權益時，避免扼殺產業發展活力。

三、財務誘因不明確

智慧醫療仍缺乏明確的商業獲利模式，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，因剛性需求不強，不易行銷且不易建立規模經濟。多數商業產品的獲利模式是透過收取廣告費或加值服務等方式，這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，而非僅是搭配醫療服務而開展提升便利性或減少行政費用的作為，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來健康照護體系與整體社會的新挑戰；醫療體系的知識架構

仍是傳統科學發展模式，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，來優化醫療管理、提升服務品質，使得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，資訊科技在智慧醫療的發展不應僅是搭配醫療體系，與醫界共同創造全新的健康照護知識與體系建置，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

1. 全國法規資料庫。2002。醫師法。<<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=L0020001>>（檢索於 2017 年 11 月 10 日）
2. 全國法規資料庫。2004。醫療法。<<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=L0020021>>（檢索於 2017 年 11 月 10 日）
3. 行政院經濟建設委員會。2012。**中華民國 2012 年至 2060 年人口推計**。臺北：行政院經濟建設委員會。
4. 許明暉。2011。臺灣健康資訊科技之現況與未來。**醫療品質雜誌**第 5 卷第 6 期：4-7。
5. Chaudhry, R., Scheitel, S. M., McMurtry, E. K., Leutink, D. J., Cabanela, R. L., Naessens, Stroebel, R. J. 2007. Web-based proactive system to improve breast cancer screening: a randomized controlled trial. **Arch Intern Med** 167, no.6: 606-611.
6. Cusack, C. M., Knudson, A. D., Kronstadt, J. L., Singer, R., Brown, A. 2010. Practice-based population health: information technology to support transformation to proactive primary care. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.
7. 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. **Telemed J E Health** 19, no.6: 444-454. (doi:10.1089/tmj.2013.0075).
8. 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. **J Am Med Inform Assoc** 11, no.5: 344-350. (doi:10.1197/jamia.M1548).
9. Lumpkin, J. R. 2000. e-health, HIPAA, and beyond. **Health Aff (Millwood)** 19, no.6: 149-151.
10. Meyer, A.-M., Basch, E. 2015. Big data infrastructure for cancer outcomes research: implications for the practicing oncologist. **Journal of oncology practice** 11, no.3: 207-208.
11. Organization, W. H. 2015. **Atlas of eHealth country profiles 2015: The use of eHealth in support of universal health coverage**. Geneva: WHO.
12. Patel, M. S., Asch, D. A., Volpp, K. G. 2015. Wearable devices as facilitators, not drivers, of health behavior change. **JAMA** 313, no.5: 459-460. (doi:10.1001/jama.2014.14781).
13. Piette, J. D., Lun, K. C., Moura, L. A., Jr., 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? **Bull World Health Organ** 90, no.5: 365-372. (doi:10.2471/BLT.11.099069)
14. Porter, M. E. 2009. A strategy for health care reform—toward a value-based system. **N Engl J Med** 361, no.2: 109-112. (doi:10.1056/NEJMp0904131).
15. Son, D., Lee, J., Qiao, S., Ghaffari, R., Kim, J., Lee, J. E., Kim, D. H. 2014. Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders. **Nat Nanotechnol** 9, no.5: 397-404. (doi:10.1038/nnano.2014.38)