



未來已來

生醫產業新樣貌

The future of healthcare has arrived



資誠

本文刊載於生技中心《生技醫藥產業透析》第155期

生醫產業新樣貌

時序邁入2022，全球經濟尚未自COVID-19引起的波瀾中恢復穩定，新型變種病毒Omicron再度將生醫產業推向浪尖。疫情之下，創新科技和使用者參與加速推展，從政策法規、公私協力、活絡資金與數位科技四大方面帶來重大變革。生醫產業將更加去中心化，使醫療服務走出醫院科室，並透過數位App、行動裝置、智慧居家系統，與民眾的生活緊密結合。人工智慧(AI)、遠距醫療、虛擬與擴增實境(VR/AR)技術逐漸成熟，打造以數據為導向的醫療服務模式，並消弭時間與空間的不便，讓所有人都能獲得即時且可負擔的醫療照顧。

生醫產業不得不審慎面對這波轉變，醫療機構透過跨領域結盟加速數位轉型、主管機關建立制度加速創新產品上市、生醫業者重新分配資源建構新商業模式。公私協力模式(PPP)在全球各地盛行，產業生態系逐漸完善，並走向以使用者為中心的健康願景。

自資誠全球聯盟組織(PwC Global Network) Strategy& 於三年前發布《2030未來醫療(Driving The Future of Health)》報告以來，預期未來醫療支出結構重心，將從疾病治療延伸至預防保健。傳統醫院和醫藥品成長面臨瓶頸，而預防保健、精準診斷、數位健康將獲得大幅成長。近三年來，PwC Global持續關注全球醫療體系轉變，並透過訪談全球生醫產業意見領袖，彙整對於未來生醫產業樣貌的趨勢見解，以呈現這篇報告。疫情使許多傳統製藥、醫療耗材、專科醫療機構業績遭受影響，另一方面，數位科技與遠距醫療成為各大企業和醫療機構爭相布局的領域。不斷更迭的外部環境正加速未來醫療的到來，生醫產業各參與者皆在嶄新的醫療生態體系中尋找利基定位與競爭優勢。

重塑未來醫療的三大助力

我們正見證歷史性的醫療體系轉型，科技業紛紛投入防疫用品的製造、零售業開始銷售診斷醫材、醫療院所改以線上遠距看診取代傳統門診、生技製藥公司推出 mRNA 與基因、細胞治療等創新藥品、醫藥主管機關以前所未見的速度緊急核准疫苗與新藥投入市場。三大助力正重塑未來醫療的樣貌(圖一)：創新科技突破，改善傳統醫療無法解決的健康議題；建構強韌、靈活與高效的醫療體系，以因應瞬息萬變的疫情和外部環境；以及對全人精準健康的急迫需求，讓產業成長恢復正軌，並帶來下一波高峰。

圖一、三大助力正重塑未來醫療的樣貌



資料來源：資誠全球聯盟組織(PwC Global Network) Strategy& · 2022, Jan.

創新科技突破

創新技術逐漸成熟，改善傳統醫療無法解決的健康議題，消弭時間與空間的不便，並打造以數據為導向的醫療服務模式。資誠觀察，這些技術已深入醫療機構、社區診所、甚至居家與遠距醫療。

人工智慧與量子運算技術：人工智慧(AI)輔助生醫產業進行快速、準確且非侵入式的診斷，全球科技龍頭早已投入發展AI，以網路龍頭Google為例，旗下DeepMind公司發展AI演算法。在閱讀29,000組醫學影像數據後，AI輔助判讀可以幫助影像科醫師減少1.2%偽陽性比率，而偽陰性比率則減少2.7%，增進診斷的準確性¹。

隨著5G通訊和雲端儲存技術演進，健康大數據的類型和總量達到前所未見的規模，傳統電腦科技的運算能力和速度已不足以因應產業應用。量子電腦技術將能即時和準確地進行數據演算，並應用於藥物開發、醫院流程管理、臨床試驗分析及基因體學分析等領域。

在COVID-19疫情高峰期間，AI在流行病風險分析、加速判讀X光影像診斷新冠患者、及開發特效藥物上扮演重要角色^{2, 3}。而IBM、日本電綜集團等具備量子電腦的企業在疫情期間開放其設備供各界利用，以進行COVID-19公共衛生統計和研究創新療法⁴。在台灣，電子科技龍頭鴻海成立離子阱(Ion Trap)量子電腦實驗室，擴大台灣量子運算能量，期待創造更多智慧醫療應用。



量子電腦帶來前所未有的神奇運算效能，並擅長發掘分子間複雜的交互關聯性。預期將在基因體研究、藥物探索、以及精準醫療等應用領域帶來關鍵突破。

Dr. Frederik Flöther · IBM電腦量子科學顧問

健康大數據分析：穿戴裝置和居家監測系統無所不在，累積大量具備高價值的健康大數據。除了發展成熟的血糖、血氧與心律生理數據，基因體學研究與醫療數據共享使民眾得以掌握健康風險，並更加重視健康促進與預防醫學。醫療機構應用這些數據，避免延誤診斷、不必要的再入院、或急診造成的高額醫療支出。保險機構蒐集生活習慣數據，提供健康資訊或健檢服務，建立差異化回饋機制以吸引更多保戶。

疫情加速全球各地網路基礎建設布建，並使醫護人員、數據分析業者、App開發業者共同合作，衍生更多創新生醫產業應用。

數位與遠距醫療：疫情高峰期間，為避免接觸感染和管制人群分流，全球各地開放遠距醫療法規並納入國家健保給付，美國商業保險龍頭(聯合健康保險、安泰人壽、康健人壽等)宣布全額給付因疫情影響發生的遠距醫療支出，醫療機構將大量門診服務轉到線上進行。使用者體驗了遠距醫療的即時性，便利性和高效率，預期在疫情趨緩之後將持續獲得採用，並與實體的治療和給藥流程緊密結合⁵。

數位治療產品，採用數位App取代傳統藥品或醫材達到治療效果。截至2021年底，美國食藥署(FDA)已累積核准6項數位治療產品，在心理、精神科和慢性病治療中展現效益。



依據資誠調查，2021年採用遠距醫療的機構中有高達56%將遠距醫療用於家醫科，且多用於基礎問診。在數位科技成熟之下，未來預期透過感測裝置和AI演算法做更加精密的診斷，或進行糖尿病與心血管疾病等慢性病的預防與管理，搭配數位治療帶來更好的醫療效果。

3D/4D列印醫療科技：COVID-19加速發展3D列印科技於醫療領域的應用，美國國衛院(NIH)、FDA與3D列印業者共組公私協力聯盟「Covid 3D TRUST」，利用3D列印製作防疫設備、個人化呼吸器等，以因應醫材供應鏈缺口⁶。而近年逐漸發展成熟的4D列印技術，則利用材料隨溫度和時間自動產生結構變化的特性，在組織工程與再生醫學中衍生創新應用。

另一方面，對於奈米金屬的研究突破，創造更多特殊材料。如奈米磁珠廣泛應用於核酸萃取，並在COVID-19、其他傳染性疾病、與癌症分子檢測中扮演重要角色。奈米金屬更能與3D列印技術結合製作微小藥物載體，幫助藥物傳輸到人體特定位置，達到精準治療。

虛擬/擴增實境與腦機介面：先進醫療科技改善治療效益並對患者帶來價值，虛擬/擴增實境(VR/AR)應用於手術輔助，讓手術視野更佳，並透過整合影像資訊和AI運算達到更精密的微創手術操作。腦機介面則讓仿生義肢技術更加完善，搭配先進機器人製造技術嘉惠更多患者。

自動化機器人在疫情期間，提供非接觸式診斷服務，如台灣鈦隼生科採用機器人自動鼻咽採檢系統幫助COVID-19檢疫⁷。創新科技的發展持續為使用者帶來價值，並彌補未滿足的醫療需求。

強韌、靈活與高效的醫療體系

疫情衝擊醫療產業，使人員和物資遭受短缺壓力。醫療機構和國家健保改變以往的營運模式和給付制度，以更靈活與高效的管理模式強化效率和控制成本，並即早規劃因應可能危機，在不確定的疫情之中維持強韌性。

公共衛生與群體健康管理：群體健康管理(Population health management)幫助各地主管機關鎖定最易生病的族群，或即早預測重大傳染病風險⁸。醫療機構和保險機構依據群體健康數據推動預防醫學、與進行物流資源規劃⁹。以電子病歷公司Cerner為例，疫情期間與英國倫敦衛生局(NHS London)組成公私協力平台，開放醫療機構共享COVID-19防疫相關數據，並規劃隔離檢疫、前線醫護人員指派作業和疫苗施打配對。透過Cerner的系統，醫療機構得以主動聯繫尚未施打疫苗、感染風險高、發展為重症風險高的民眾，提升群體免疫力。

看準群體醫療數據的未來發展，企業軟體巨擘甲骨文(Oracle)於2021年12月宣布將以283億美元併購Cerner，布局廣大醫療資訊系統市場¹⁰。

重視預防效益指標的醫療給付：全球疫情趨緩，各大醫療機構嚴陣以待，因應短期患者回流高峰。預計自費手術、慢性病治療、專科門診需求都將暴漲。推行以效益為指標的醫療模式有助於減少不必要的醫療浪費，幫助醫護人員把資源用在刀口上，並促進群體更加健康。

醫療機構、保險機構和患者更進一步由療效指標，轉而重視早期預防和診斷效益，以納入給付基準，加速生醫產業重心由偏重治療轉為兼顧預防保健與精準診斷。如美國Kaiser Permanente集團增進給付旗下醫療院所慢性病預防支出，大幅增進高血壓族群血壓控制達41%，使心血管疾病高風險群急診入院率減少30%¹¹。

醫護工作數位與智慧化：數位科技和AI輔助分擔醫護人員、醫管人員工作，將繁重的日常行政流程交給數位化工具，將更多心力投入在照顧患者、創新療法研發、以及預防醫學。並改變以科室為中心的工作流程，強化癌症等慢性病患者的專案管理。

當電子病歷和數位工作流程逐漸普及，醫院數位化的重心由改善既有工作流程轉為強化智慧應用，讓AI不只協助日常行政，更主動進行急重症預警。

接軌前瞻技術的法規設計：前瞻科技要能普及利用，仰賴完善且開放的法規制度，在保護民眾健康的同時鼓勵創新技術和商業模式的發展。政策制定者、醫療機構、和新創業者須緊密合作，針對未來的不確定性，許多國家採用沙盒模式(sandbox)進行場域試驗以控制風險、並更加增進對於技術的了解。

以英國為例，面臨脫歐之際許多制度急需建立，組成專案小組，蒐集業界125位專家意見，針對生技醫療、金融、科技、環境永續等領域提出立法建議，其中醫療領域的立法建議包括推動全基因體定序(WGS)納入常規醫療，為精準治療藥物的推行建立基礎。在推動數位醫療方面，標準化與加速AI軟體醫材等創新產品的核准上市流程，鼓勵數位醫療發展¹²。

提前部屬危機管理：突發性傳染病、氣候變遷、貿易壁壘提升都有可能打亂生技醫療產業的日常營運、造成停工、供應鏈斷鏈與經濟損失。情境規劃、分散式供應鏈、在地製造與危機管理，皆成為政府和民間管理營運、建構組織韌性的重要策略¹³。



全人精準健康

使用者對個人化醫療服務的企求，促使醫療產業去中心化、走出醫院科室，來到社區與居家。當所有民眾皆能獲得即時、便利、與可負擔的醫療服務，全人精準健康的願景已然來到。生醫產業將有許多機會，提早投入以在嶄新的醫療生態體系中尋找成長定位，並進一步發展競爭利基。

以患者為中心的藥物開發：傳統藥物開發以滿足醫護人員需求為目標，但隨著患者團體意識抬頭，新藥研發公司逐漸重視在產品研發初期納入患者意見，採納以患者為中心的藥物開發思維。除了治療效益、用藥遵循便利性、接受治療的體驗、對整體生活的改善都將是藥物開發需要考慮的要素。以美國FDA核准Akili Interactive Lab數位治療產品為例，透過數位軟體作為治療產品，治療學齡兒童過動症(ADHD)成果好過服用處方藥。當數位治療等創新產品展露效益，甚至超越傳統藥品和醫材，大藥廠將不得不加速布局這些創新產品。

基因、細胞與核酸藥物普及：突破性創新醫藥產品，如基因療法、CAR-T細胞治療、mRNA疫苗的研究突破為過去許多難以治療的疾病帶來一線曙光。醫藥主管機關以空前的審查速度緊急核准這些創新產品上市，並逐漸獲得各國國家健康保險給付。COVID-19讓mRNA平台技術廣為業界熟悉，除了莫德納(Moderna)、輝瑞-BNT(BioNTech)的新冠病毒疫苗之外，mRNA平台技術透過基因定序鎖定病源，利用核酸易於重組的特性，設計精準治療藥物，縮短藥物探索的時間。預計往後將能廣泛用於其他病毒、流感或癌症領域¹⁴。

直售消費者的商業模式：當零售通路也大舉投入生醫產業，業者的商業模式，逐漸由銷售給醫療機構(B2B)，轉為直售消費者(DTC)。精準分子檢測、數位醫療App、遠距醫療醫材讓民眾更快速且便利的取得相關醫療服務。在COVID-19期間，全球各地開放於零售通路銷售快篩試劑，幫助民眾自我檢疫，更使醫藥產品在一般零售通路普及^{15, 16}。期待帶動更多醫藥產品與零售通路結合，使民眾更易取得醫藥品，更增加產品銷售。

科技業與ICT跨界結盟： Apple和Google等科技業大廠，Uber和Lyft等創新網路業者皆跨入生醫產業^{17, 18}。生技醫療與資通訊(ICT)產業的結合帶來科技突破和商業模式創新，並能結合兩者資源投入產業，以使用者為中心，使生醫產業生態系的所有參與者都能受惠。

“

在常規醫療中，醫護人員能依據患者完整的健康資訊給予最適當的醫療規劃；在急診室中，及時提供關鍵數據能顯著提升治療效益。過去這些資料儲存在紙本筆記、診斷報告、多種不同的電子病歷和醫療資訊系統中。科技業是生醫產業的重要夥伴，加速整合分散資料、分析數據、並產生價值。

Julien Simon，亞馬遜人工智慧與機器學習產業專家

數位科技結合綠色永續，邁向精準健康願景

生醫產業藉由重塑未來醫療的三大助力，找到趨勢中的成長定位，轉變為組織和產業本身的競爭利基。疫情加速了各地民間、產業與政府合作，聚焦政策法規、公私協力、活絡資金與數位科技四大面向，掌握成長契機(圖二)。

圖二、生醫產業生態系在環境變革中掌握成長契機



政策法規

國家政策加速推動生醫產業創新，包含扶植生醫創新研發、鼓勵跨產業結盟、吸引國際資源投入、並加速突破性產品上市。



公私協力

建立公私協力機制，促進民間創新能量、企業管理決策機制與政府充沛資源緊密整合。透過生態系成員間知識與經驗解決影響民眾的重大健康議題。



活絡資金

穩定財源與鼓勵資金投入產業，引入專業投資人彰顯生醫產業市場價值。完善資本市場環境，並提供成功出場管道以活絡資金活水。



數位科技

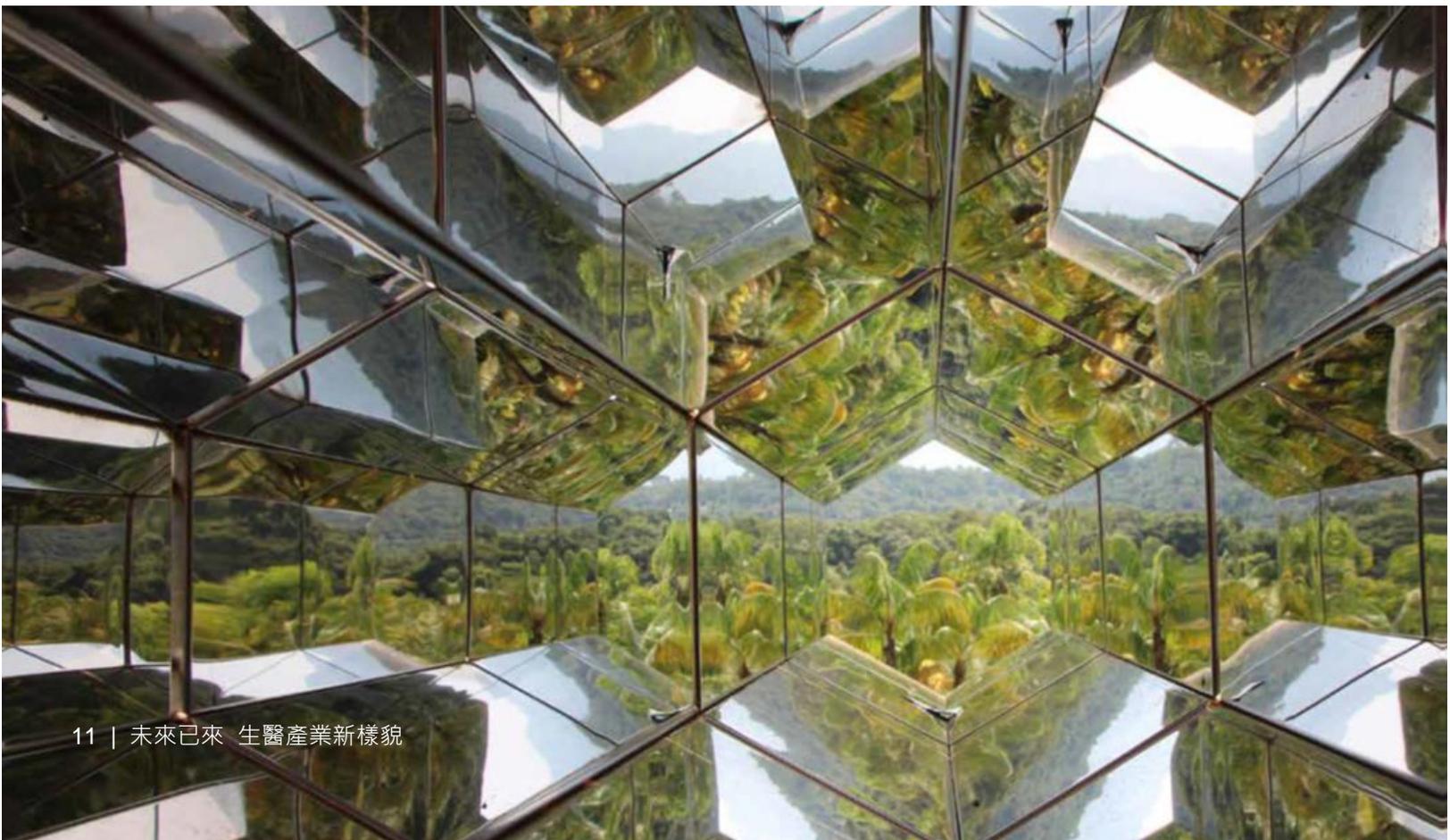
以資料庫建置、數據共享與分析應用，發展數位醫療。

資料來源：資誠全球聯盟組織(PwC Global Network) Strategy& · 2022, Jan.

生醫產業與綠色永續

面對外部環境的不確定性，生醫產業應重視環境、社會及治理(ESG)議題。生醫供應鏈佔全球碳排放量的5%，且為成長率最高的領域。生醫產業的碳排放中，有70%來自生技醫藥產品製造廠。全球大廠正逐漸響應零碳排，進而帶動生醫供應鏈擴大投入綠色能源。美國大廠如Johnson & Johnson宣布將在2025年達到集團完全使用綠電，而禮來(Eli Lilly)及艾柏維(AbbVie)則宣布在2030年達到集團完全使用綠電目標^{19, 20}。生醫產業投入綠色製造，不但讓能源運用更有效率，亦推動增進群體健康，達到良性循環。

未來醫療的於服務模式、給付方式、和管理法規，將與今日的醫療體系有很大的不同。生醫業者、醫療機構、保險業者、主管機關、零售與科技業者都將一同參與這項變革。透過共組聯盟、研擬創新法規、研發新科技、建立健康大數據與共享資料庫，生醫產業將一同邁向以使用者為中心的未來願景。



資誠 PwC Taiwan 生醫產業團隊

資誠生醫產業 負責人



林玉寬 會計師
Amenda Lin

| 現任-經歷 |

- 資誠生醫產業負責人
- 資誠生技醫療產業協同主持會計師
- 資誠聯合會計師事務所竹中所主持會計師
- 資誠科技 (Technology) 產業計劃負責人
- 清華大學、中央大學、證券發展基金會訓練課程講師
- 電腦稽核協會新竹分會委員
- 內部稽核師考試及格

☎ (02) 27296666 #35105
✉ amenda.lin@pwc.com

| 專長 |

- 公開發行及上市櫃之規劃及輔導
- 第一上市櫃 (IPO) 規劃及輔導
- 科技、生技醫療產業財務會計準則
- 內部控制制度及審計準則務顧問諮詢
- 組織架構重整及財稅規劃諮詢顧問

資誠生醫產業 共同負責人



周筱姿 會計師
Zoe Chou

| 現任-經歷 |

- 資誠生醫產業共同負責人
- 資誠聯合會計師事務所合夥會計師
- 衛福部 107 年度長照機構法人財報編準草案研究協同主持人
- 教育部護校改制護專審查追蹤訪視委員會委員
- 教育部生醫產業/新農業跨領域人才培訓計畫委員
- 資誠 Global Government and Public Services 產業負責會計師

☎ (02) 27296666 #26683
✉ zoe.chou@pwc.com

| 專長 |

- 公開發行及上市櫃之規劃及輔導
- 生技及高科技產業、公益及醫療財團法人之顧問諮詢及查核
- 輔導或查核國內多家生醫企業與 10 餘家大型財團法人
- 專書《公益理想實踐之路：非營利組織之設立與管理實務》共同作者

* 本報告由資誠生技服務組協理劉士璋協助完成

資誠全球聯盟組織 Strategy& 產業專家

Dima Sayess 是資誠全球聯盟組織旗下策略諮詢品牌 Strategy& 中東地區合夥人，同時擔任 Strategy& 智庫團隊 Ideation Center 的總裁。Dima 曾擔任阿拉伯聯合大公國 - 杜拜執行理事會 (Dubai Executive Council) 策略發展顧問，並從事公共事業的策略諮詢，服務中東地區政府與團體超過 15 年。

Jan Schmitz-Hubsch 是資誠全球聯盟組織 Strategy& 中東地區合夥人，從事生醫產業策略發展與執行，針對中東與歐洲市場。

Dr. Walid Tohme 是資誠全球聯盟組織 Strategy& 中東地區合夥人，並主持 Strategy& 中東地區的生醫產業數位化與大數據發演業務。

Leyla Azizova 任職資誠全球聯盟組織 Strategy& 中東團隊，Leyla 的專長在生醫產業創新轉型，針對中東與歐洲市場。

引用文獻

1. Fergus Walsh, "AI 'outperforms' doctors diagnosing breast cancer," BBC, January 2, 2020 (<https://www.bbc.com/news/health-50857759>).
2. Vaid et al., "Machine learning to predict mortality and critical events in a cohort of events with COVID-19 in New York City: Model development and validation," *Journal of Medical Internet Research*, November 6, 2020 (<https://www.jmir.org/2020/11/e24018>).
3. Clive Cookson, "Biotechs harness AI in battle against Covid-19," *Financial Times*, May 15, 2020 (<https://www.ft.com/content/877b8752-6847-11ea-a6ac-9122541af204>).
4. Sara Castellanos, "D-Wave opens quantum-computing resources to coronavirus research," *Wall Street Journal*, April 1, 2020 (<https://www.wsj.com/articles/d-wave-opens-quantum-computing-resources-to-coronavirus-research-11585763422>).
5. "Mediclinic Middle East announces launch of coordinated telemedicine service," *Gulf News*, April 23, 2020 (<https://gulfnews.com/uae/health/mediclinic-middle-east-announces-launch-of-coordinated-telemedicine-service-1.1587549796410>).
6. "Trust in the Time of Covid-19: 3D Printing and Additive Manufacturing (3DP/AM) as a Solution to Supply Chain Gaps," *The New England Journal of Medicine*, November 10, 2021 (<https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.21.0321>).
7. "Brain Navi develops new robot performing nasal swab tests to prevent cross infections," PR News Wire, July 31, 2020 (<https://www.prnewswire.com/news-releases/brain-navi-develops-new-robot-performing-nasal-swab-tests-to-prevent-cross-infections-301103725.html>).
8. Zweifel et al., "Why 'optimal' payment for healthcare providers can never be optimal under community rating," *Applied Health Economics and Health Policy*, February, 2016 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26481799/>).
9. Steve Brown, "Population health: under scrutiny," Health Financial Management Association, September 30, 2019 (<https://www.hfma.org.uk/news/healthcare-finance/feature/population-health-under-scrutiny>).
10. "Oracle Buys Cerner," Oracle's press release, December 20, 2021 (<https://www.oracle.com/news/announcement/oracle-buys-cerner-2021-12-20/>).

11. Les Williams and Derrick Wong, "Why Payer-provider networks will help health care flourish post COVID-19," *Risk & Insurance*, May 17, 2020 (<https://riskandinsurance.com/why-payer-provider-networks-will-help-health-care-flourish-post-covid-19/>).
12. "Genome UK: the future of healthcare," GOV.UK, September 26, 2020 (<https://www.gov.uk/government/publications/genome-uk-the-future-of-healthcare>).
13. "Life after COVID-19," Dubai Future Foundation, 2020 (<https://www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2020/08/DFF-Covid19-Healthcare-ENG.pdf>).
14. Matthew Herper, "Moderna to submit Covid-19 vaccine to FDA as full results show 94% efficacy," *STAT*, November 30, 2020 (<https://www.statnews.com/2020/11/30/moderna-covid-19-vaccine-full-results/>).
15. Sharon Terlep, "Walmart, Kroger Raise Prices of Covid-19 Test Kits," *The Wall Street Journal*, January 5, 2022 (<https://www.wsj.com/articles/walmart-kroger-raise-prices-of-covid-19-test-kits-11641320476>).
16. "How to get your At-Home Over-The-Counter COVID-19 Test for Free," CMS GOV, January 12, 2022 (<https://www.cms.gov/how-to-get-your-at-home-OTC-COVID-19-test-for-free>).
17. Dylan Scott, "Why Apple, Amazon, and Google are making big health care moves," *Vox*, March 6, 2018 (<https://www.vox.com/technology/2018/3/6/17071750/amazon-health-care-apple-google-uber>).
18. Jessica Kim Cohen, "Lyft, Uber expand reach into healthcare," *Modern Healthcare*, October 28, 2019 (<https://www.modernhealthcare.com/patients/lyft-uber-expand-reach-healthcare>).
19. Fraiser Kansteiner, "The energy switch: Big Pharma harnesses sun, wind and water in quest for a low-carbon future," *Fierce Pharma*, October 15, 2021 (<https://www.fiercepharma.com/pharma/solar-wind-water-pharma-go-planet-astrazeneca-novo-nordisk-novartis-and-amgen-talk-renewable>).
20. Anna Begley, "Energize initiative to boost renewable energy access for pharma suppliers," *European Pharmaceutical Review*, November 8, 2021 (<https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/165113/energize-initiative-to-boost-renewable-energy-access-for-pharma-suppliers/>).

關於本報告

資誠《未來已來 生醫產業新樣貌》The future of healthcare has arrived (www.pwc.tw/future-of-health-arrived)，彙整資誠全球聯盟組織(PwC Global Network) Strategy&訪談全球生醫產業意見領袖對於未來生醫產業樣貌的趨勢見解，並由資誠 (PwC Taiwan) 加上台灣生醫產業趨勢與觀察，呈現這篇報告。

資誠生醫透視提供全球生技新知，分析產業發展趨勢，不但分享PwC全球資料庫中關於生技醫療產業之資訊，更分析國內產業優勢，協助客戶掌握市場先機及發展競爭策略。期望透過定期資訊分享，陪伴各位產業先進開發創新技術，精進產品服務，並邁向全球市場。

本報告僅提供參考使用，非屬資誠對相關特定議題表示的意見，閱讀者不得據以作為任何決策之依據，亦不得援引作為任何權利或利益之主張。若您有相關服務需求，歡迎與我們聯繫。

若您欲瞭解更多資誠生醫產業相關資訊：

請造訪我們的網頁



訂閱資誠生醫電子報

