





敘述, 系統性回顧, 元分析

利用區塊鏈改變醫療照護資料管理：綜合研究議程

Horst Treiblmaier, PhD¹, Abderahman Rejeb, PhD², Mike Gault, PhD³, Anjum Khurshid, PhD⁴, Alex Norta, PhD⁵, Jim Poteet, BS⁶ and Suresh Sivagnanam⁷

¹奧地利維也納 Modul University Vienna 國際管理學院全職教授；²匈牙利 Győr Széchenyi István University 企業經濟學院；³瑞士沃州洛桑 Guardtime；⁴Sentinel Program and Faculty, Department of Population Medicine, Harvard Pilgrim Health Care Institute and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA；⁵Dymaxion OÜ, Tallinn University, Tallinn, Estonia；⁶Technology and Operations Leader, Oracle Cerner, Overland Park, Kansas, USA；⁷Healthcare and Higher Education, Talents Squared Limited, London, UK.

通訊作者：Horst Treiblmaier, 電子郵件：horst.treiblmaier@modul.ac.at DOI:

<https://doi.org/10.30953/bhty.v7.301>

關鍵字：區塊鏈、分散式總帳、醫療保健、醫療保健資料、小組討論、研究議程

摘要

妥善管理醫療照護資料是一項複雜的工作，必須平衡許多利益相關者的需求與利益。在本文中，我們將呈現與醫療照護專業人員和學者進行專題討論的結果，他們闡述了醫療照護資料管理的現況，以及區塊鏈在此領域可能扮演的未來角色。基於專題討論的結果，我們建構了醫療照護資料管理的研究領域，並提供許多未來研究的途徑。結果是一個框架，強調醫療照護資料的重要角色，並將它們放入背景中。從病患的角度來看，我們特別闡述了信任與隱私權，以及預期的效益。

此外，我們還指出了四個重要的資料層面：完整性、安全性、互操作性，以及最後的分享與傳輸。我們也概述了目前問題的重要性，並衍生出幾個相關且及時的研究問題，為健康照護資料管理中區塊鏈驅動的創新研究議程奠定基礎。總而言之，此架構可讓從業人員瞭解區塊鏈在醫療照護領域的潛力，並為研究人員建構該領域的架構，而研究人員則需要更詳細地研究各個主題。

收到：收稿日期：2024 年 2 月 20 日；接受日期：2024 年 3 月 20 日；發表日期：2024 年 3 月 20 日；2024 年 3 月 20 日；發表：2024 年 4 月 30 日

近年來，醫療照護產業經歷了由數位轉型所引發的深刻發展，並因 COVID-19 大流行而加速。物聯網 (IoT)、人工智能 (AI) 和區塊鏈等技術，以及這些技術之間的相互影響，已經引起了學者和實踐者的關注。正如 Dionisio 等人在一份全面的文獻回顧中所指出的，²必須區分兩種類型的區塊鏈應用：基於病患和基於實體。前者的例子包括促進授權實體存取病患資料，以及在維護資料隱私与安全性的同時管理病患的處方記錄。從

從實體的觀點來看，資料管理的準確性尤其有助於避免病患的錯誤辨識與醫療記錄的重複，並確保資料來源的真實性。

區塊鏈對於管理安全且可分享的電子醫療記錄的重要性早在幾年前就已被強調，³但儘管有許多前景看好的應用程式和創意用例，仍有許多障礙有待克服，才能充分發揮這項技術的潛力，並開發出解決方案，在顧及病患隱私的同時，也讓醫療機構能夠存取準確、完整且及時的資料，以提供高品質的服務。Krishnasamy 和 Gopalakrishnan⁴在最近的一項薈萃分析中總結了目前的技術障礙。

(頁碼非為引用目的)

情況：「……儘管技術仍處於成熟階段，但這一努力表明並強調醫療保健企業需要更廣泛、更大膽地研究區塊鏈和相關新興技術」。

在這篇文章中，我們將依照這項行動呼籲，仔細檢視醫療照護資料管理的重要角色，以及區塊鏈如何有助於改善現有系統。我們的目標是彙整和構建有前景的研究途徑，作為未來研究專案的起點，並總結和強調對實務人員而言最重要的主題。

文獻回顧

⁵區塊鏈以分散式、不斷擴展的記錄系列（稱為「區塊」）的方式運作，這些區塊透過一個需要多個對等方達成共識的過程按順序相互連接。⁶任何區塊資料的變更都會引發多米諾效應，有可能擾亂整個鏈條。在處理資料時，網路中的每台電腦都會同時同步，並形成永久且不可篡改的數位記錄。

區塊鏈系統還為誰可以添加新區塊以及添加新區塊的要求制定了規則。區塊鏈的顯著特點包括能夠在不可更改的點對點網絡上共享數據和交易，並提高透明度和安全性。區塊鏈最初在加密貨幣和金融交易方面表現突出，現在已被眾多其他領域所接受，例如旅遊、製造、物流、智慧城市和運輸，這些領域都利用了其強大的安全性和隱私功能。

必須指出的是，區塊鏈並不是一個單一的概念，而是一組巧妙結合的技術，可產生理想的功能，如不可變性和分散性。¹¹因此，新興的平台可能在概念上有很大的差異，可能對任何人開放（「公開」），也可能僅限於一群實體（「私有」、「財團」）。

同樣地，在這樣的點對點網絡中也有不同的方式來達成共識。最著名的機制是工作證明 (Proof-of-Work)，使用能量來決定誰有資格將新區塊加入到鏈中。然而，也存在其他機制，例如根據特定硬幣或加密貨幣的持有量來選擇驗證者的 Proof-of-Stake¹²。

在本文的其餘部分，作者從具體的實作中抽象出來，並使用區塊鏈這個詞來表示一個能產生上述理想屬性的系統。

^{13,14}區塊鏈技術可用於解決核心問題，如資料分散、互操作性挑戰、安全漏洞和高運營成本，從而為醫療保健資料管理設定新標準。區塊鏈的影響不僅限於營運效率，還能從根本上提升病患照護與安全。^{15,16}區塊鏈也有助於更全面地瞭解患者的病史，包括過敏史、用藥史和治療史，並提供更個性化、協調和有效的護理。¹⁷這在緊急情況下尤為重要，即時獲取患者病史可拯救生命。

區塊鏈儲存資料的安全性和統一性為醫學研究開闢了新的途徑。例如，研究人員可以存取大量匿名的病患資料，並確保技術試驗和研究有健全的資料集，這可以加速新療法與藥物的開發，最終造福病患照護。由於區塊鏈允許每筆資料交易的可追蹤性和可審計性，因此患者可以追蹤其資料的使用情況，並授予或撤銷對其健康記錄的存取權，從而確保增加隱私和自主性。這種賦權和以患者為中心的方式不僅增強了對醫療系統的信心，還鼓勵患者更多地參與健康管理，並願意分享他們的資料用於臨床試驗和醫學研究。

隨著人們對資料隱私和安全性的重視程度日益提高，醫療保健提供者也在應對嚴格的法規要求。¹³此外，區塊鏈可降低資料篡改的風險，並有助於減輕詐騙問題，而詐騙是醫療保健計費和保險索償中的一大隱憂⁽¹⁹⁾。

鑑於藥物詐欺的問題，區塊鏈改善了藥物的可追蹤性，²⁰可有效解決廣泛存在的假藥問題，確保藥品從生產到客戶交付的整個供應鏈的真實性。區塊鏈中不可變且有時間戳記的轉換動作令假藥滲透合法供應鏈變得極為困難。區塊鏈可以提高臨床試驗和精確醫療相關數據的可靠性和準確性。

這對於確保臨床試驗資料的完整性和改善分析尤為重要。對於精準醫療而言，區塊鏈在安全管理基因組序列方面的作用，賦予個人控制其基因資料的權力。²¹因此，這有助於針對遺傳基因疾病採取主動治療策略，這是個人化醫療的一大進步。在緊急情況下，區塊鏈可滿足持續存取病患資料的需求。它使用智慧契約和密碼鑰匙，提供無縫且安全的資料存取管理，從而減少錯誤，並加快危急狀況下的資料收集程序。

⁽²²⁾區塊鏈技術也可以建立一個可靠和防篡改的病人身份管理系統，這是當今實體和虛擬醫療服務環境所需要的。

區塊鏈在資料傳輸透明度和分享效率方面的進步，也是偵測索賠、提高醫療保險承保精確度的關鍵。這是由於該技術的潛力，可透過智慧契約自動化交易和記錄協議，將第三方參與的需求降至最低，並簡化行政流程。

最後，在帳單處理流程中採用區塊鏈，特別是在保險理賠中，可確保資料儲存和更快地處理交易，從而降低營運成本。總體而言，區塊鏈的出現在提升廣泛醫療流程的效率、安全性和可信性方面扮演了重要角色，促進了更具凝聚力和以病患為中心的醫療系統的發展。然而，這個發展的方向不一定是預先決定的，而且存在著巨大的潛力來創造以區塊鏈為基礎的系統，使其更精簡、更有效率，最重要的是，能顧及病患的利益。

研究問題

醫療照護領域面臨著大量且多層面的問題。為了提出可行的解決方案，重要的利害關係人必須通力合作，創造出最符合病患利益的解決方案。大部分未解決問題的共同點是患者資料，這是每個醫療照護系統的核心。相較於其他產業領域，這些資料可被視為對侵犯隱私權更為敏感，而且必須準確且為最新資料。因此，在本文中，我們提出以下研究問題：

- 醫療照護資料管理的現存問題為何？
- 誰是醫療照護資料管理的主要利害關係人？
- 患者如何從區塊鏈技術的潛力中獲益？
- 區塊鏈如何幫助儲存、處理和傳輸資料？
- 未來與醫療照護資料管理區塊鏈創新相關的最重要議題是什麼？

方法論

2023年6月，一組專家在ConV2X會議(<https://conv2xsymposium.com/>)上召開會議，針對區塊鏈和分散式技術可能如何重塑醫療照護資料儲存、分享、隱私和存取的未來，進行發人深省的討論。在維也納Modul大學Horst Treiblmaier教授的支持下，這群跨領域的專家帶來了跨越醫療照護、科技、研究和公共政策的多元觀點。

該專題討論會由來自業界和學術界的區塊鏈和醫療保健專家組成。Guardtime的創辦人兼執行長Mike Gault (G)於2008年在愛沙尼亞部署了醫療保健領域的第一個區塊鏈，至今仍在使用。Anjum Khurshid (Khurshid 博士)是哈佛Pilgrim醫療保健研究所的首席數據科學家，也是哈佛醫學院的教員，他幫助建立了健康資訊交換系統，以連接電子健康記錄(EHR)和EHR中的臨床決策支援系統，以及一個基於區塊鏈的身份管理平台MediLinker。²⁴Alex Norta (Dr. Norta)，研究員兼企業家，創立了Dymaxion，一家專注於多因素自我主權身份驗證的公司。來自Oracle Cerner的Jim Poteet (Poteet 先生)在醫療照護產業擁有25年的經驗，並擁有臨床資料交換的專利。Suresh Sivagnanam (Suresh Sivagnanam)是醫療保健與高等教育領域的企業家、投資人、董事兼董事長，曾創立vdoc (vdoc是提供遠距醫療服務的另類全球醫療保健平台)，目前則開發Aider (Aider是整合遠距醫療與基本醫療保健服務的全球統一醫療保健解決方案)。長達1小時的對話已完全轉錄。分析過程遵循定性內容分析的既定做法，包括編碼程序，將訪談文字的相關部分歸類。結果是建立了一個分類系統，可辨識與醫療照護資料管理相關的核心主題，並說明這些主題之間的關係。分析以歸納和反覆的方式進行，因此，新出現的類別會被持續精煉，直到所有研究人員達成共識為止。

再交回所有參與的專家做進一步的改進和最終確認。

結果

在以下幾節中，我們首先勾勒出醫療保健系統的現有問題，為深入探討如何利用區塊鏈技術解決這些問題提供了一個起點。在簡短提及未解決的問題，並承認在這個複雜的環境中有眾多利益相關者之後，我們接著將重點放在病患的問題，以及他們可能從區塊鏈解決方案中獲得的潛在收益。接下來，我們會深入討論值得進一步關注的幾個重要資料屬性。在本節的最後，我們展望未來，並提出一個完整的研究框架，強調需要透過開發實際應用程式或嚴謹的學術研究來解決的幾個重要主題。

目前的問題

首先，小組成員指出了困擾目前醫療保健系統的主要挑戰。其中有些問題是由於人口統計與在職醫療照護專業人員的關係所造成的，表述為「全球人口老化、透過網路來的醫療照護專業人員太少」(Siva-gnanam 先生)。儘管問題相關且情況緊急，但利益衝突或普遍疏忽卻妨礙了可行解決方案的發展："不同政府部門之間的合作非常困難，尤其是在醫療照護方面"(Dr. Gault)。由於「[目前的系統]所使用的法律和規範架構可能是 15 或 20 年前制定的」(Khurshid 博士)，整個情況變得更加複雜。從全球的角度來看，假藥問題讓情況變得更加複雜："近年來，科技大幅演進，為資料的儲存、處理和檢索開啟了新的方法。與此同時，一般人對於個人資料的價值及其值得保護的意識也提高了。立法機關已意識到這一發展，並通過了更嚴格的法律來滿足個人需求，並增加收集和儲存敏感資訊者的責任和義務。

必須避免非授權個人輕易取得資訊的情況，如 (Norta 醫生) 所說：「護士她有點好奇，在沒有實際允許的情況下，偷看了健康記錄」：「護士她有點好奇，在沒有實際允許的情況下，偷看了健康記錄」。然而，鑑於目前轉型的速度，政府的反應預計會滯後："他們會被動反應，而且會落後

10 到 15 年" (Khurshid 博士)。即使是在醫療照護領域應用科技非常先進的國家，也可能無法充分發揮科技的潛力："愛沙尼亞的 ID 卡並不夠用，其他國家也有許多類似的例子" (Gault 博士)。大型經濟體的情況尤其如此："美國市場的醫療保健從技術角度來看變革非常緩慢" (Poteet 先生)。

此外，必須考慮到病患日益意識到資料濫用對其造成的傷害。透過在集中管理的系統上共用敏感資訊，可能會使此類濫用情況更加嚴重："要建立另一個共用資料庫，並讓人們將資料上傳至集中式系統，是絕對不可能的事。它永遠不會成功，因為沒有人願意改變自己的行為，或以自己無法控制的方式共用資料" (Gault 博士)。

COVID-19 大流行也引發了消費者行為的重要改變，例如越來越多的病患會嘗試在網路上尋找健康相關資訊，這可能會造成問題："嘗試了解其意義會導致對風險或可能提供的治療種類得出錯誤的結論" (Khurshid 博士)。在這方面，一個主要的成功因素將是製作技術解決方案，並告知大眾區塊鏈技術可能提供的優勢："這不是技術的成本，而是教育每個人如何使用它的成本" (Gault 博士)。總括而言，資訊在醫療保健產業中的角色至關重要："就消費者與資訊提供者如何使用資訊而言，醫療保健產業比其他許多產業複雜得多" (Norta 博士)。

利害關係人與法律環境

醫療照護產業非常複雜，由許多利益相關者組成，他們的角色和相關性因國家而異。在本文中，我們以病患為中心，並採用以資料為中心的觀點。然而，我們必須考慮到，這個產業的大環境已發展了數十年，許多利益相關者都有積極塑造目前發展的既得利益。醫療照護提供者包括直接參與病患照護的專業人員 (例如醫師、護士、治療師)，他們是實際提供醫療服務的人。這些服務通常由醫療照護機構 (如醫院和診所) 提供，這些機構負責人員編制、一般基礎建設及所有活動的協調。這些專業人員經常組織在協會中，以維護他們的利益並建立行業標準。病人的權益則由倡導團體保護，這些團體致力於影響政策、提高對待問題的意識，並為病人提供服務。

藥廠與醫療器材公司推動研究與創新，並在藥品的銷售上扮演重要角色。此外，專門的技術和研究實體以及教育機構也可以進行研究和教學活動。如果創新是由技術引發的，就像區塊鏈一樣，初創公司可以扮演重要的角色，成為創新的早期採用者，並開發可能破壞現有商業模式的創新解決方案："目前沒有辦法[...]擁有一個超級系統，從法律的角度來看，可以讓我們有效地與美國或英國的公共部門組織分享資料。它必須是一個破壞者" (Sivagnanam 先生)。法律/法規架構由政府 and 相關的監管機構提供，這些機構會為醫療保健的提供設定政策和程序，也可能負責資金、研究和健康計畫的執行。然而，「大多數的區塊鏈法律框架都是對金融市場所發生的事情的反應，而不是其對社會服務和健康的潛力」 (Khurshid 博士)。當涉及到個人健康資訊時，保護法尤其嚴格。例如，歐盟的「一般資料保護規範」(GDPR) 並非特別針對醫療照護，但對醫療照護資料的處理和處理有重要的影響。它強調保護個人資料，並加強個人對其資料的權利。此外，它規定組織在收集和處理個人資料前必須先取得同意，並證明他們符合 GDPR 的規定。在美國，健康保險可攜性與責任法案 (Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA) 涵蓋了多項與醫療照護資料相關的議題，目標是保護敏感資訊不會在未經病患同意的情況下被揭露。在英國，健康安全局 (Health Security Agency) 的目標不僅是保護個人免於健康威脅，同時也要控制個人資訊的使用²⁶。

病患

患者及其個人健康照護資料是我們架構的核心。病患對於從醫療照護提供者所獲得的服務有特定的期望。然而，在此背景下，關注其感性資料的品質和處理非常重要。在這方面，區塊鏈是其中一種有潛力改善現有醫療保健系統的技術，並能以多種方式讓病患受惠。患者的核心議題之一是信任，這涉及到對組織以適當方式處理其資料的信任，同時也涉及到對這些資料能夠在以下方面符合患者利益的信任

以最有效率、最有效益的方式使用這些資料，以符合病患的利益。

與信任密切相關的是隱私權的觀念，隱私權可以透過個人資訊的保密得到保證。最終，為了引發可持續的改變，必須讓病患清楚知道他們如何能從以區塊鏈為基礎的解決方案中獲得潛在利益。

信任與隱私

醫療照護系統中的信任通常包含兩方面：「不僅是資料，也包括提供這些服務的人」 (Khurshid 博士)。信任與認證主題密切相關，以便能夠證明資料來源以及允許使用或存取資料的人。那些為病患提供服務的人，例如醫師，也需要信任他們所能取得的資料，才能做出符合病患利益的最佳臨床決策。在這方面，目前的發展可以預示機器對一切經濟的出現，在這種經濟中，「人類擁有可穿戴設備，並直接與系統接觸」 (Norta 博士)。

為了達到理想的信任度，必須保持透明，並傳達區塊鏈能為病患帶來的好處。區塊鏈上資訊的不可篡改性提供了防止欺詐和篡改患者資料的保護。具體而言，「重要的是要了解我們在與最終用戶建立信任方面實際要達到的目標」 (Sivagnanam 先生)。

總而言之，基於區塊鏈的醫療保健系統必須具備「驗證和搜尋患者記錄的能力，並在不破壞隱私的情況下獲得可驗證的結果」 (Gault 博士)。透過「我以病患身份控制的 MPI (Master Patient Index, 主要病患索引)」，將資料控制權交還給病患，就有可能實現這一目標。我只需要指向所有擁有我資料的系統」 (Potet 先生)。

預期效益

正如任何新技術一樣，基於區塊鏈的系統的引入可能會使患者對其功能和所帶來的變化產生期望。顯然，區塊鏈將被應用為後端技術，同時保持前端簡單易用，但這些變化的影響仍必須傳達給患者。

除了賦予系統使用者權力之外，讓病患實際體驗掌控一切的感覺也很重要："患者希望能夠授權傳輸某種類型的資料" (Sivagnanam 先生)。

為了促進受控制的資料分享，區塊鏈可以建立在代幣化的概念上："他們可以下載代幣，並決定要與誰分享這些資

Dr. Treiman 博士)。從病患的角度來看，使用代幣可以
提供

可以在世界各地輕鬆存取重要資料的優勢：「然後我會 [...]說，這是我的病患記錄，你可以從中取得所有你想要的詳細資料[...]這表示無論我在世界任何地方旅行，我都可以讓任何醫生存取該記錄」(Sivagnanam 先生)。除了與敏感資料相關的問題外，這也可能帶來降低成本的機會，最終可為醫療照護機構和病患節省成本："在這個使用案例中，提供者和付款者有很大的機會降低成本」(Poteet 先生)。

區塊鏈的核心功能之一是去中心化，即消除中介。區塊鏈最初是為金融業設計的，但同樣的概念可能與醫療保健行業同樣相關，這為患者端以及醫療保健服務提供商創造了節約成本的機會："在美國市場上，有一整個中間產業，將收集這些資料賺錢。因此，在這個使用個案中，提供者和付款者有很大的機會降低成本」(Poteet 先生)。

資料

當談到資料的相關性時，定性內容分析得出了四個重要類別，其中區塊鏈可以引起重大變化：數據的完整性，使不必要的更改變得不可能；數據在儲存和交易過程中的安全等級；創建可互操作的系統，促進數據交換；最後，共享和傳輸高度敏感的數據。

必須指出的是，前兩個類別是資料的屬性，第三個類別是系統的屬性，第四個類別是指活動。因此，這些類別並非互不相關，而是相互交叉。

完整性

資料完整性是指資料在整個生命週期內的準確性和一致性。此外，它還保證資料未被篡改，這與區塊鏈的核心功能完美契合：通過加密手段確保資料的不可篡改性。這就意味著，只要將資料寫入區塊鏈，就可以對其進行驗證，而不需要信任中介來完成這項任務：「它們具有審計追蹤，它們具有來源，您可以對其進行驗證，而無需信任管理這些記錄的所有中間方」(Gault 博士)。

區塊鏈的另一個重要特點是它能夠為一群授權實體提供共用存取權。這需要多方獨立驗證數據品質："這樣任何人都可以保證醫療記錄是一致的」(Dr. Gault)。

安全性

一言以蔽之，「安全性」是指保護資料免於未經授權存取、竄改、揭露、竊取或刪除的所有措施。再一次，這就是區塊鏈的正當性派上用場的地方："區塊鏈和醫療保健的機會一直都是安全性」(Dr. Gault)。在這方面，核心問題是結合資料安全性與系統使用者的認證："因為您無法擁有多因素挑戰集所能提供的精細存取管理」(Norta 博士)。結合區塊鏈的核心成分，例如底層帳本的不可變性、加密技術的使用、達成共識的複雜方式，以及透明度和可稽核性，就能設計出改善敏感病患資料安全性的創新系統。

互操作性

互操作性是指 EHR 系統之間無縫溝通和互動的能力。在這方面，區塊鏈的分散式網路結構有助於醫院和研究機構等實體之間的資料共用，增強的安全性使資料共用更容易，平台可以執行統一的標準，消除中介使資料交換更有效率。因此，專家預期這將對醫療照護系統造成重大影響，因為醫療照護系統是由許多需要存取資訊的利害關係人所組成，而這些利害關係人可能使用不同的系統，其中許多甚至可能是專屬系統。「我們需要互通性，因為在一個國家或地區中永遠不會只有一種 EHR，而是會有多種」(Poteet 先生)。

除了需要協調和整合這些系統以改善病患的醫療照護外，在某些國家，也存在著強大的外部壓力，要增加該產業的合作："聯邦政策迫使其中一些參與者進行互操作」(Khurshid 博士)。鑑於醫療照護系統通常與國有機構有密切的關係，這包括公共組織的參與："互操作性是一項挑戰，不僅是醫療照護，也是政府所面臨的挑戰」(Gault 博士)。這個問題也與資料整合的問題緊密相關，因此需要立即提供所需的資訊："個人健康照護記錄可動態整合至醫院管理的靜態電子健康照護記錄」(Norta 博士)。

分享與傳輸

以區塊鏈為基礎的系統可以從根本上改變醫療保健資料的處理方式。問題的核心是需要共用和傳輸高度敏感的資料。

這些資料不僅可能在傳輸過程中被攔截，而且一旦共享，就會在無數地方被獲取："我們如何才能在全球範圍內安全、真實地傳輸這些資料，並有效繞過目前存在問題的一切？(Sivagnanam 先生)。

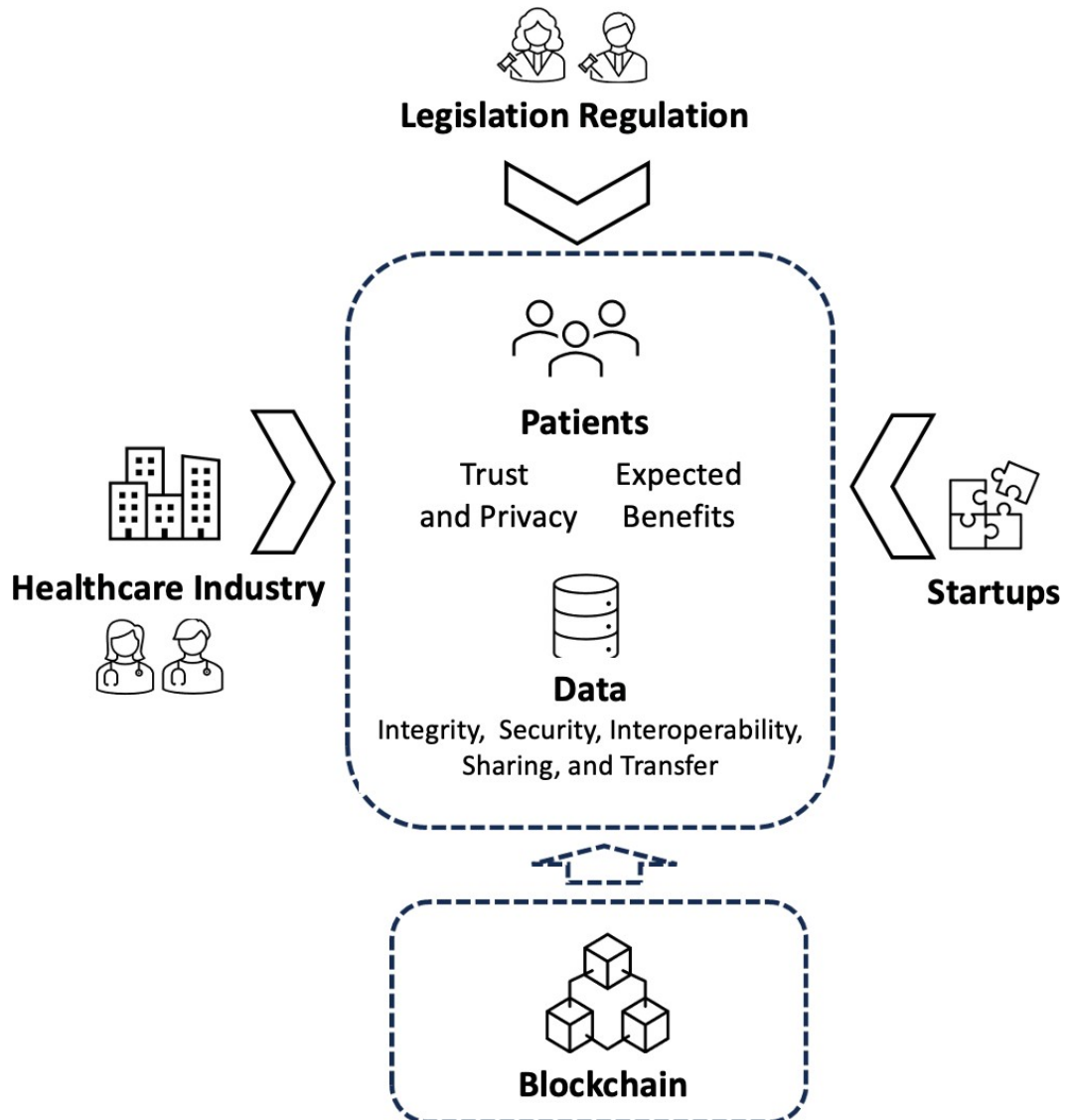
作為一個潛在的解決方案，與其傳送和分享資料，倒不如授予存取可驗證資料的區塊鏈系統："您並非透過網路傳送打包的資料。您允許 API 交換模型，在此模型中，資料在整個過程中保留在原始系統中" (Poteet 先生)。這同時也賦予病人額外的權利，他們可以有效地逐案授權資料存取："但與此同時，他們可以決定要與誰共用資料，而不是將資料載入集中式系統。

資料庫」 (Gault 博士)。自我授權也提供了降低交易成本的機會："當您想要與他人分享您的資料時，您有控制權可以這麼做，而且您有一個機制，將資料移動到集中式資料庫的費用也就沒有了" (Poteet 先生)。

最後，與病患資料相關的一個主要因素是法律以及遵守法律的必要性："每個國家和司法管轄區都有自己處理病患記錄的方式" (Sivagnanam 先生)。

研究架構與未來主題

圖 1 總結了我們上述框架工作的核心部分，並將其放在上下文中。從外部影響發展的決定性力量是現有的醫療照護產業，它驅動了醫療照護產業的發展。



創新，但也可能對可能威脅現有公司核心利益的破壞性創新持懷疑態度。相反地，創新創業公司沒有任何可能決定其運作方式的傳統系統，而且他們可以率先在醫療照護資料管理中實施基於區塊鏈的解決方案。

所有參與者都在決定系統邊界的法律與法規框架內運作。重要的是，這個框架也可以在超國家層級上進行分析，這限制了個別國家的策略彈性，必須透過國際合作才能促進改變。

在圖 1 的底部，區塊鏈被顯示為技術顛覆的主要驅動力。儘管這項技術，或更確切地說是一組技術，是多方面且持續發展中的，我們假設分散式帳本的應用為醫療照護領域開啟了無數機會，並有助於解決許多有待解決的問題。患者及其資料構成框架的核心。患者主要關心其高度敏感資料的正確使用，並需要信任技術才能進一步採用。此外，他們有特定的期望，需要看到具體的好處，才願意改變現狀。從資料的角度來看，確保資料的完整性與安全性，以及開發可促進現有與未來解決方案之間互通性與資料分

享的解決方案，是至關重要的。

和未來解決方案之間的互操作性和資料分享。

在討論的最後，專家們被要求提出未來值得進一步研究，且有可能由區塊鏈技術支援的醫療照護資料主題。在這方面，身份管理被多次提及。正如 (Khurshid 博士) 所指出的，「能夠確保身份是未來醫療保健中一個非常重要的角色」。Norta 博士也證實了這一觀點，他還強調了基於多種因素實現自我主權身份驗證的重要性。

此外，也可以利用在不同使用案例中應用區塊鏈所獲得的經驗，例如之前用於創建社區的不可篡改代幣 (NFT)。使用相同的做法，區塊鏈可以用於「將 NFT 分配給嚴肅的產品，如醫藥」(Norta 博士)。儘管區塊鏈技術的潛力令人好奇，但要取得成功，就必須開發整合式解決方案，「在全國各廠商的系統之上，讓個人能夠存取其醫療保健資料」。這些解決方案還需要結合財務醫療資料」(Poteet 先生)。

最後，病患對於這項技術能為他們做什麼或與之相關的潛在威脅的看法將

最終決定其成功與否："表 1 總結了所討論的主題，列出了許多重要的研究問題，其中許多問題可以使用社會科學的定性或定量方法來回答。"如何的問題顯示設計科學的方法可能是適當的，其目的在於設計和開發可證明特定想法或方法可行性的系統。

討論

先前的學術文獻已經辨識出許多區塊鏈技術可以貢獻更有效率的醫療照護管理的領域。該產業已經產生了前景看好的應用程式，讓我們得以一窺這項技術如何為這個重要產業增加價值。

在這篇文章中，我們使用定性內容分析來總結醫療照護資料管理中區塊鏈轉換的專家小組討論結果。我們首先討論了幾個有待解決的問題，接著提出了一個新興的框架，描繪了醫療照護產業現有的參與者、作為潛在破壞者的創業公司，以及法律/法規背景。

患者是我們框架的中心。一方面，病患對於他們的敏感資料期望有一定程度的隱私權，同時也需要信任一般系統。另一方面，他們對於創新解決方案如何讓他們受惠也有特定的期望。從資料的角度來看，我們認為完整性、安全性、互操作性以及分享/傳輸是重要的課題。

我們以專家們提出的未來重要議題，以及針對各個議題所衍生的相關研究問題，來完成我們的分析。這些問題的目的在於啟發實務人員與學者的進一步研究，並應該能激發應用程式的設計與開發，以解決現有的挑戰並提供價值。

我們的研究有幾個限制。首先，專業知識是專案小組專家的經驗和知識所特有的。儘管我們確保了參與者具備廣泛的實務與學術專業知識，但來自其他地理區域、醫療照護專業與技術背景的專家可能會提出其他不同的主題。鑑於這是一個探索性的場所，我們並沒有衡量相對議題的重要性。不過，這並非主要問題，我們會留待未來的研究來完善我們在此提出的架構。

其次，我們沒有詳細討論在醫療保健領域增加區塊鏈應用的倫理牽連。

表 1. 研究問題，區塊鏈顯示為技術破壞的主要驅動力

主題	研究問題
當前挑戰	<ul style="list-style-type: none"> 鑒於人口老化和醫療照護專業人員短缺，如何確保提供足夠的醫療照護？ 如何促進醫療照護業主要利害關係人之間的合作？ 立法/法規的現況如何，它在哪些方面促進或抑制了區塊鏈技術的引入？ 如何杜絕或減少假藥？ 醫療照護系統 [在不同國家] 的現況如何？ 醫療照護系統的資料隱私權現況如何？ 從病患的角度來看，驅使採用醫療照護系統的主要因素為何？ 患者對於在醫療照護系統中使用個人資訊的意識如何？
利益相關者和法律環境	<ul style="list-style-type: none"> 基於區塊鏈的解決方案的引入對醫療系統中的各利益相關者有何影響？ 如果引入基於區塊鏈的解決方案，目前的法律/監管框架需要做出哪些改變？
患者：信任和隱私	<ul style="list-style-type: none"> 患者對於醫療保健系統使用其個人資料有什麼看法？ 如何設計醫療保健領域中的機器到一切經濟，以符合病患的最佳利益？ 如何設計醫療照護系統，以平衡病患的隱私需求與資訊的易取得性？
病患：預期效益	<ul style="list-style-type: none"> 在醫療照護系統使用病患資料方面，病患的主觀授權程度如何？ 代幣化能否促進患者敏感資訊的分享？ 基於區塊鏈的醫療保健系統可以節省哪些成本，以及患者如何從這些節省的成本中受益？
資料：完整性	<ul style="list-style-type: none"> 區塊鏈如何應用於設計和開發提供資料完整性的系統？ 誰是病患醫療照護資料的重要利害關係人，以及他們如何在需要時存取資料，包括用於照護協調？
資料：安全性	<ul style="list-style-type: none"> 哪些區塊鏈核心屬性會影響患者資料的安全性？ 如何在設計系統時著重於醫療照護資料的安全性？
資料：互操作性	<ul style="list-style-type: none"> 當涉及到基於區塊鏈的醫療保健系統的互操作性時，立法和法規的作用是什麼？ 如何設計能無縫溝通與互動的醫療照護資料系統？
資料：分享與傳輸	<ul style="list-style-type: none"> 敏感患者資料的傳輸是否可以透過允許逐一存取基於區塊鏈的系統來取代？ 當涉及到病人資料的分享和傳輸時，基於區塊鏈的系統如何與國家規則和立法保持一致？
未來議題	<ul style="list-style-type: none"> 如何確保患者身份？ 區塊鏈能否有助於醫療管理中自我主權身份的設計和開發？ 如何應用 NFT 來簡化現有的應用程式 (病患相關或藥物相關)？ 病患對於以區塊鏈為基礎的醫療照護資料系統有何看法？ 患者對於基於區塊鏈的醫療保健數據系統有什麼期望？

「如何」的問題表明設計科學方法可能是合適的，其目標是設計和開發可證明特定想法或方法可行性的系統。NFT：不可篡改的資料。

產業，尤其是在病人同意書和資料所有權等議題上。就未來的研究而言，我們鼓勵學者以我們提出的問題作為自己研究的起點，並深入探討各個值得徹底探究的議題。這尤

其與案例研究有關，案例研究說明了

Horst Treiblmaier 等人
區塊鏈的適用性，以解決我們所發現的問題。

進一步的實證研究可能會量化特定問題的重要性以及區塊鏈的幫助程度，或是根據調查資料建立模型，強調醫療保健領域採用區塊鏈的重要先決條件。只要

3. Stafford TF, Treiblmaier H. 安全和可共享電子病歷的區塊鏈生態系統特徵。IEEE

對於什麼是最重要的議題，以及區塊鏈如何幫助克服尚未解決的問題，已經有了共識，因此需要理想地基於實踐證據的區塊鏈實施路線圖，以指導實踐者並為利益相關者提供價值。

結論

區塊鏈在醫療照護資料管理方面的未來大有可為，可為產業內的各種挑戰提供潛在的解決方案。然而，許多使用個案仍有待驗證，同時也需要考慮到區塊鏈包含數項目前正在開發中的技術。這些技術如何能有效應用於解決待解決的問題，以及與現有系統相比能提供哪些優勢，仍有待觀察。鑑於醫療照護資料管理的相關性，我們明確鼓勵產業界與學術界進行富有成效的合作，以設計、開發與評估可造福病患的解決方案。

時間，意味著我們每個人。

資金

無。

財務及非財務關係與活動

作者報告無利益衝突。Horst Treiblmaier、Abderahman Rejeb、Anjum Khurshid 和 Alex Norta 是 Blockchain in Healthcare Today 的編輯委員會成員。

貢獻

所有作者都參與了討論和文章的構思。Treiblmaier 博士、Gault 博士、Khurshid 博士、Norta 博士、Poteet 先生和 Sivagnanam 先生參與了專題討論。Treiblmaier 博士和 Rejeb 博士合作完成了原稿。所有作者都參與了後續的審閱和編輯工作。所有作者都閱讀並同意稿件的出版版本。

應用 AI 產生的文字或相關技術

作者沒有報告。

參考文獻

1. Conway D, Venkataraman M, Laverick D, Pelin G, Hasselgren A. 區塊鏈在醫療保健領域的 2022 年預測。Blockchain Healthcare Today.2022;5:1–4. <https://doi.org/10.30953/bhty.v5.194>
2. Dionisio M, De Souza Junior SJ, Paula F, Pellanda PC. 數位轉型在改善醫療照護效能的作用：系統性檢討。J High Technol Manage

4. Krishnasamy S, Gopalakrishnan BN. 超越概念驗證和試點邁向主流：區塊鏈在醫療保健領域的發現和教訓。 *Blockchain Healthc Today*.2023;6:280. <https://doi.org/10.30953/bhty.v6.280>
5. Rejeb A, Keogh JG, Treiblmaier H. 在供應鏈管理中利用物聯網和區塊鏈技術。 *未來互聯網*。 2019;11:161. <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
6. Treiblmaier H. 區塊鏈對供應鏈的影響：基於理論的研究框架和行動呼籲。 *供應鏈管理*》.2018;23:545-59. <https://doi.org/10.1108/scm-01-2018-0029>
7. Fosso Wamba S, Kala Kamdjoug JR, Epie Bawack R, Keogh JG.Bitcoin, blockchain and Fintech: a systematic review and case studies in the supply chain.*Product Plann Ctrl*.2020;31:115-42. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631460>
8. Treiblmaier H, Petrozhitskaya E. 行銷業是時候重新評估 B2C 關係管理了嗎？透過區塊鏈技術出現新的忠誠度範例。 *J Bus Res*. 2023;159:113725. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113725>
9. Karger E, Bree T, Ziolkowski R, Jagals M, Ahlemann F. 智慧城市中的區塊鏈 - 書目分析與概述。 *Int J Innov Technol Manage*.2023. <https://doi.org/10.1142/s0219877024500251>
10. Narayanan A, Clark J. Bitcoin's academic pedigree.*Commun ACM*.2017;60:36-45. <https://doi.org/10.1145/3132259>
11. Kannengießer N, Lins S, Dehling T, Sunyaev A. 分佈式帳本技術特性之間的權衡。 *ACM Comput Surv*.2020;53:1-37. <https://doi.org/10.1145/3379463>
12. Treiblmaier H. 比特幣能源使用的綜合研究框架：基本原理、經濟原理與熱力學。 *Blockchain Res Appl*. 2023;4:100149. <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2023.100149>
13. Rejeb A, Treiblmaier H, Rejeb K, Zailani S. Blockchain research in healthcare: a bibliometric review and current research trends.*J Data Inform Manage*.<https://doi.org/10.1007/s42488-021-00046-2>
14. Pilkington M. 區塊鏈能改善醫療管理嗎？ *Technol Innov Manage Rev*. 2022;12(1, 2).[cited 2024 Jan 17].Available from: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/TIMReview_2022_Issue_1-2-3.pdf
15. Taloba AI, Elhadad A, Rayan A, Abd El-Aziz RM, Salem M, Alzahrani AA, et al. A blockchain-based hybrid platform for multimedia data processing in IoT-Healthcare.*Alex Eng J*. 2023;65:263-74. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.09.031>
16. Wenhua Z, Qamar F, Abdali T-AN, Hassan R, Jafri STA, Nguyen QN. 區塊鏈技術：安全問題、醫療應用、挑戰與未來趨勢。 *電子*。 2023;12:546. <https://doi.org/10.3390/electronics12030546>
17. Abdul-Moheeth M, Usman M, Harrell DT, Khurshid A. Improving transitions of care: designing a blockchain application for patient identity management.*Blockchain Healthc Today*.2022;5:200. <https://doi.org/10.30953/bhty.v5.200>
18. Khurshid A. Applying blockchain technology to address the crisis of trust during the COVID-19 pandemic.*JMIR Med Inform*.2020;8:e20477. <https://doi.org/10.2196/20477>
19. Mohammed MA, Boujelben M, Abid M. A novel approach for fraud detection in blockchain-based healthcare networks using machine learning. *未來互聯網*。 2023;15:250. <https://doi.org/10.3390/fi15080250>
20. Turki M, Cheikhrouhou S, Dammak B, Baklouti M, Mars R, Dhahbi A. NFT-IoT pharma chain: 物聯網藥物追溯系統

- 基於區塊鏈和不可替代代幣 (NFT) 的物聯網藥物追溯系統。J King Saud Univ. 2023;35:527-43. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.12.016>
21. Balakrishnan A, Jaglan P, Selly S, Kumar V, Jabalia N. Emerging trends of blockchain in bioinformatics: a revolution in health care. In: Pandey R, Goundar S, Fatima S 編輯。從分散式運算到區塊鏈。Academic Press; 2023, p. 389-404. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96146-2.00018-8>
 22. Ahmad RW, Salah K, Jayaraman R, Yaqoob I, Ellahham S, Omar M. 區塊鏈技術在遠距醫療和遠距醫療中的作用。Int J Med Inform.2021;148:104399. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104399>
 23. Khurshid A, Gadnis A. Using blockchain to create transaction identity for persons experiencing homelessness in America: policy proposal.JMIR Res Protoc.2019;8:e10654. <https://doi.org/10.2196/10654>
 24. Khurshid A, Holan C, Cowley C, Alexander J, Harrell DT, Usman M, et al. 用於醫療保健中的患者身份管理。JAMIA Open.2021;4:ooaa073. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooaa073>
 25. Mayring P. 定性內容分析。論壇 .2000;1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
 26. McLaren M. Understanding the current and future state of complex health data protection laws.Pharmaceutical Technology; 2023 [cited 2023 Jan 29]. 網址 : <https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/understanding-the-current-and-future-state-of-complex-health-data-protection-laws/>

版權所有：這是一篇依據創用 CC BY-NC 4.0 授權條款發佈的開放存取文章，該授權條款允許他人發佈、改編、非商業性地增強本作品，以及以不同的條款授權其衍生作品，但前提是必須適當引用原作且為非商業性使用。請參閱：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>。