



## 醫療保健的未來：區塊鏈驅動環境中的機遇、挑戰和風險

Robert Goldberg, PhD<sup>1</sup> ; Peter J. Pitts<sup>2,3,4</sup>; and Jennifer Hinkel, MSc, CHW, FRSA<sup>(5,6)</sup> 

<sup>1</sup>美國紐約公共利益醫學中心副總裁; <sup>2</sup>美國紐約公共利益醫學中心總裁暨共同創辦人; <sup>3</sup>法國巴黎大學醫學院客座教授; <sup>4</sup>法國巴黎大學醫學院客座教授。

<sup>5</sup>法國巴黎大學醫學院客座教授; <sup>6</sup>前美國食品藥物管理局副局長及美國高級行政服務部 MEMBER, 美國華盛頓特區; <sup>5</sup>Sigla Sciences 創辦人兼總裁, 美國內華達州 Incline Village; <sup>6</sup>董事總經理、  
The Data Economics Company, Los Angeles, California, USA DOI:

<https://doi.org/10.30953/bhty.v7.345>

通訊作者: Robert Goldberg, 電子郵件: [rgoldberg@cmpi.org](mailto:rgoldberg@cmpi.org)

關鍵字: 照護成本、經濟學、未來、醫療保健、市場、醫療創新

提交時間: 2024 年 8 月 21 日; 接受時間: 2024 年 12 月 6 日; 發表時間: 2024 年 12 月 6 日: 12 月 6 日, 2024 年; 發表: 12 月 30 日, 2024 年

**E** 經濟學研究顯示, 醫療創新, 特別是以新藥形式出現的醫療創新, 可降低平均醫療成本, 通常也可降低總醫療成本。

<sup>1</sup>事實上, 使用這些新藥也會增加健康生活的年數, 進而提高生產力和福祉。

然而, 保險公司和政府資助的醫療系統 (例如 Medicare) 嘗試採用減少新療法消費的方式來管理醫療支出的短期增加和波動。<sup>2</sup>在 2026 年 1 月, Medicare 對於心臟科、新陳代謝、發炎和癌症等高齡人士最常使用的藥物, 將透過「最高公平價格」機制實施價格管制。

<sup>3</sup>同時, 生物製藥公司和投資者必須收取更高的價格。

投資者必須收取更高的價格。因為重組、合併或收購其他公司的主要方法也是成本高昂, 而且可能無法保證成功管理產品開發的財務風險。

最後, 新藥、免疫療法、疫苗和基因替代品因能治癒或預防疾病而逐漸成為第一線治療方法。這些創新在短期內可能非常昂貴。然而, 在這方面, 創新者也面臨著與支付者相同的挑戰: 如何將藥物的長期效益最大化, 以減少住院和醫師的成本, 並將醫療成本降至最低。

減少住院和醫師成本, 並將這些治療的前期成本降至最低。

新藥開發商、投資者和他們的客戶都可以從下游節約的價值中獲益, 並透過以新技術取代舊技術來改善健康, 進而以短期上游投資的增量來換取長期收益。在其他產業中, 特定產品的合約交易是為了對沖價格和成本波動的風險。從能源到氣候期貨等產品的買方和賣方創造了一個以市場為基礎的場所, 通過價格發現和風險轉移來管理風險。在這些產業中, 金融工具的發展是建基於對元件成本的深入瞭解。這類期貨市場需要能反映特定產品成本的指數, 這些指數反過來又可以作為期貨合約的基礎。這些指數可使利益相關者對潛在的成本上升進行對沖, 從而確保金融的穩定性和可預測性。

### 醫療保健對沖的好處

以完善的健康改善指數為基礎的期貨合約可以提供顯著的效益。對於醫療保健提供者而言, 此類工具可針對藥物價格上漲及其他可變成本提供對沖, 確保預算在市場波動時仍能維持穩定。這種方法不僅有助於直接成本管理, 還能支援整個醫療保健行業的策略性財務規劃。

過去創造健康期貨市場的努力失敗，是因為缺乏開發金融工具所需的可靠健康支出資料。我們相信，區塊鏈技術與醫療索賠和電子健康記錄中關於健康狀態、結果和成本的詳細資料的融合，為不確定性問題提供了解決方案。

目前的財務風險管理技術無法為健康保險和醫療服務的買方和賣方提供足夠的保護，以應對未預期的價格變化。我們相信，在醫療保健環境中，區塊鏈技術可用於建立指數，以準確追蹤和預測醫療保健支出的變化以及新藥隨時間變化對社會和經濟的影響。

**優勢與對沖：區塊鏈技術如何實現醫療保健期貨合約** 區塊鏈形式的分散式資料技術及相關創新技術，可以根據準確、最新且可靠的資訊產生金融工具，用於為此類合約定價。患者資料、索賠資訊、健康記錄和定價資訊可以儲存於分散式模型中並在其中進行交易，這些分散式模型允許資料追溯和認證、交易驗證以及歷史資料的持久性，而不會有被篡改的風險。結合機器學習和人工智慧的新進展，這些工具可增強演算模型的能力，從醫療照護資料中擷取洞察力，並預測期貨市場的價值。

Chronicle 和 Curisium 等公司提供以區塊鏈為基礎的系統，可讓不同的醫療保健業者，例如製藥公司、醫療器材製造商、批發商、保險公司和醫療保健提供者，驗證其身分、記錄合約細節，以及追蹤交易和付款。這些系統超越了傳統的供應鏈管理，在交易夥伴和保險提供者之間實現了完全數位化、有時甚至是自動化的合約條款。

透過在區塊鏈領域上使用共用的數位合約，這些系統可以大幅減少因付款退單而產生的糾紛，由於定價結構經常變化，這種情況在醫療保健領域很常見。<sup>4</sup>同樣地，共用智慧契約可簡化醫療保險理賠管理，減少 10% 的理賠爭議。一旦資料數位化並可存取，保險公司就能運用進階分析來優化醫療成果與成本。

### 建立健康成本指數

健康成本指數可透過連結分散式網路中多種來源的資料來建立，例如電子健康記錄、保險索賠、醫藥記錄和臨床研究。分散式資料網路及相關的管理規則可確保這些資料的安全性、透明性及不可篡改性。

醫療成本指數可作為醫療保健產業中期期貨合約和其他金融工具的定價基準。透過提供可靠且跨親屬的參考點，此類指數可幫助標準化定價並降低價格操縱的風險。

此外，區塊鏈可全面記錄來自醫院、診所和藥房記錄的詳細臨床和成本資料。區塊鏈的持續更新可反映治療成本和患者療效的新資料。

### 使用區塊鏈的癌症照護成本指數和期貨交易

舉例來說，癌症照護指數可以反映每名病患每年 40,000 美元的平均成本。假設一家生物科技公司想要出售其癌症新藥的期貨合約，每 100 位病人為一張合約，每張合約的價格為 \$50,000。

以每 100 名病患為單位，每名病患 50,000 美元。這筆 5,000,000 美元的期貨銷售以非攤薄資本的形式為生物科技公司帶來即時收入。與此同時，保險公司和醫院也可以購買合約來對沖癌症治療成本的上升。

透過購買期貨合約，保險公司可將每位病患的癌症藥物成本鎖定在 50,000 美元。這可以確保他們不會受到未來可能價格上漲的影響，提供成本的可預測性並協助預算規劃。同時，如果指數值增加，出售合約所產生的收入也會增加。

更重要的是，區塊鏈可用於捕捉縱向數據，以透明的方式追蹤開支、使用情況和價格，然後產生演算法，預測使用新的癌症治療方法所產生的節省。結合安全、防篡改和持續更新的資料，可降低建立和精煉準確及時演算法模型的成本，以透明的方法預測新藥的社會和經濟影響。

使用演算法來預測，在新療法上花費 50,000 美元，可以減少住院和居家照護的需求，從而為每位病患節省 20,000 美元。如圖 1 所示，醫療保健計劃可以透過區塊鏈上的期貨合約，將每位病患的新免疫療法淨成本鎖定在 30,000 美元，方法是支付保證金要求或合約現金等值的 2% 至 12% 的小百分比，以擁有該資產，或合約的總價值。在接下來的一年裡，治療的實際淨成本（前期成本減去

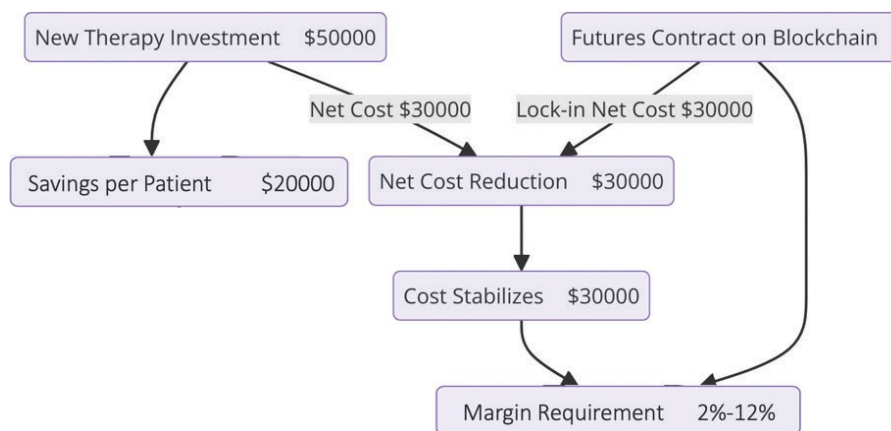


圖 1. 從改善醫療成果中獲益的交易。

節省的費用) 因為有效率的實施和病患的療效而穩定在 \$30,000。

如果在合約結算後，預測治療的實際成本會進一步下降呢？生物科技公司和醫療計劃仍可利用期貨市場來對沖這種潛在的變化。

如果生物科技公司預期治療成本將降至 \$25,000，他們可以以目前 \$30,000 的價格賣出額外的期貨合約。這樣一來，他們就可以在成本下降之前鎖定較高的銷售價格，對沖因價格下降而造成的收入損失。

他們也可以購買認沽期權，讓他們有權在特定日期前以目前的價格 (\$30,000) 出售療程。如果價格下跌，他們可以行使這些期權，以鎖定的較高價格出售。

如果醫療計劃預期治療成本將降至 \$30,000 以下，他們可以買入期權。

30,000 美元，他們可以 25,000 美元的預測低價買入期貨合約。這樣，他們就鎖定了未來的較低價格。一旦價格下降，他們就可以透過期貨合約以較低的成本購買療法，從中獲利，從而幫助他們節省治療成本。

醫療計劃也可以購買認購期權，讓他們有權在未來以較低的價格購買療程。如果成本下降，他們可以行使這些期權，以較低的價格購買，從而對沖支付更高的成本。

區塊鏈技術可以促進保險公司投資於昂貴藥物的對沖，以改善健康和降低成本，即使患者轉換到另一個醫療計劃。目前，還沒有任何方法可以捕捉和轉移計劃之間的價值。每年有 15% 到 20% 的私人和公共保險投保人遭遇保險中斷或轉換計劃。

### 醫療成本節省和改善結果的代幣化

我們相信，區塊鏈在促進對沖方面的全部潛力在於其將健康成果和成本節約轉換為代幣的能力。

轉換成根據指數定價的小單位，從而讓生物科技公司、保險公司和其他市場參與者保留下游經濟利益。舉例來說，如果病人使用昂貴的藥物治療後，健康得到改善，長期成本降低，這種利益就可以用代幣來表示。

透過開發智慧契約來創造健康期貨單位是可能的，智慧契約可根據預定義的標準和即時資料自動發行、分配和交易代幣。智慧契約也能自動發行、分配和分派代幣。

智能合約已被用於增加碳期貨的信任和交易。Société Générale, S. A. (SocGen) 在 Ethereum 區塊鏈上發行了第一筆綠色債券。該交易價值 1,080 萬美元 (1,000 萬歐元)，期限 3 年。代幣化綠色債券的智慧契約包含碳足跡資訊，任何人都可以存取。因此，發行人、投資者和服務供應商現在可以測量金融證券在區塊鏈上產生的碳足跡。應發行商的要求，SocGen 計劃提供其證券代幣的估計碳足跡報告。這些數據將嵌入到智能合約中，讓投資者能夠評估與支持其投資組合中的代幣的基礎設施相關的碳排放量<sup>6</sup>。

### 開發區塊鏈期貨指數和合約交易平台的相關挑戰

創建一個基於區塊鏈的期貨指數和合約交易平台，特別是針對癌症治療等醫療成本，涉及幾個重大挑戰。確保來自多個來源 (如醫院、診所、藥房) 的資料標準化和一致是至關重要的。這對於精確的索引非常重要。此外，不準確或不完整的資料可能會導致不正確的預測，並破壞對平台的信任。



最重要的是，使用區塊鏈來推動醫療燃料市場，需要指數和交易平台的創建者確保敏感醫療資料的安全性，以防網路攻擊和未經授權的存取。英國皇家協會 (Royal Society) 最近的一份報告指出，在聯盟學習、零知識證明和多方計算中，可使用隱私強化技術 (Privacy Enhancing Technologies, PET) 從私人健康資料中跨父母提取資訊<sup>7</sup>。

必須結合加密、許可的區塊鏈和資料匿名化來控制存取，並確保符合隱私規定。此外，區塊鏈的採用仍受阻於確保不同系統和機構之間資料共享的成本和難度。最後，如果不建立聯邦資料系統，就很難開發符合快速醫療互操作性資源區塊鏈等互操作性標準的應用程式介面。

### 結論

開發基於區塊鏈的期貨指數和醫療成本合約交易平台面臨一系列挑戰，從資料完整性和可擴展性到法規遵循和用戶採納。要解決這些挑戰，需要結合先進的技術解決方案、策略夥伴關係，以及持續的利害關係人參與。透過克服這些障礙，此類平台可徹底改變醫療成本管理，並為醫療產業的財務創新創造新的機會。

### 資金

無。

### 利益衝突

Hinkel 博士是 Blockchain in Healthcare Today 的總編輯。

### 貢獻者

每位作者均對本著作有貢獻，並同意將其發表。

### 資料可用性聲明 (DAS)、資料分享、可重複性和資料庫

不適用。

### 應用 Ai-Generated 文字或相關技術

不適用。

### 參考文獻

1. Lichtenberg FR. 藥品創新是否降低了美國醫療照護的平均成本? *Int J Health Econ Manag.*2024;24(1):1–31. <https://doi.org/10.1007/s10754-023-09363-y>
2. Joyce G, Blaylock B, Chen J, Karen Van Nuys. 聯邦醫療保險 D 部分計劃大幅增加處方藥的使用限制，2011-20 年。 <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2023.00999>.
3. 白宮. 資料摘要：拜登-哈里斯政府宣佈首批十種選定醫療保險價格協商的藥物 [網際網路]。白宮；2023 [於 2024 年 8 月 20 日引用]。網址：<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/08/29/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-first-ten-drugs-selected-for-medicare-price-negotiation/>
4. The Method and Impact of Eliminating Chargeback Errors through Blockchain, *Chronicled, Inc.*2021 年 2 月 [2024 年 12 月 26 日引用]。Available from: <https://www.chronicle.com/lp/chargeback-errors-whitepaper>
5. Fang H, Frean M, Sylwestrzak G, Ukert B. 2006-2018 年美國商業健康保險計劃的退保與再投保趨勢。 *JAMA Netw Open.*2022;5(2):e220320. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.0320>
6. 法國興業銀行首次在公共區塊鏈上發行數位綠色債券 [網際網路]。Société Générale.2023 [cited 2024 Aug 20]. Available from: <https://www.societegenerale.com/en/news/press-release/first-inaugural-digital-green-bond-public-blockchain>.
7. 從隱私到夥伴關係 [網際網路]。第 57 頁。 [cited 2024 Aug 20]. Available from: <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/privacy-enhancing-technologies/From-Privacy-to-Partnership.pdf?la=en-GB&hash=4769FEB5C984089FAB-52FE7E22F379D6>

**版權所有：**本文為開放存取文章，依據創用 CC 姓名標示非商業性 (CC BY-NC 4.0) 授權條款發佈，該授權條款允許他人非商業性地散佈、改編、增強本作品，並以不同條款授權其衍生作品，前提是原始作品已被適當引用，且其使用為非商業性。請參閱 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>。