

区块链技术在未来医疗服务体系中的应用探讨

王欢¹ 刘韬² 王晶³ 高雅楠¹ 李鑫¹ 胡力源¹ 冯梓航¹ 赵智勇¹
黄清扬⁴ 孟泉宇⁵ 张小娟⁵ 崔贺宣⁶ 陈天铭¹

(¹ 中国医学科学院/北京协和医学院 (清华大学医学部) 北京 100730
² 中国医学科学院北京协和医院 北京 100730 ³ 衡水市第六人民医院 衡水 053200
⁴ 南开大学 天津 300071 ⁵ 山西大同大学 大同 037009 ⁶ 中共天津市委政法委党校 天津 300050)

[摘要] 目的/意义 探讨将区块链技术应用与现行医院医疗健康体系中的可行性, 实现以更低成本在最大可能范围内保护患者隐私。方法/过程 面向北京、天津、上海、深圳 4 城市不同年龄段且对区块链技术有一定了解的人群随机投放并回收 505 份调查问卷, 进行分析。结果/结论 不同年龄段群体对个人隐私与隐私保护均呈现出高度关注状态, 也很愿意接受区块链这一新兴技术; 对于区块链技术在初级卫生保健系统中的应用具有较大的需求与接纳度。

[关键词] 区块链; 医院管理; 个人隐私保护; 医疗健康信息系统; 互联网医疗
[中图分类号] R-058 [文献标识码] A [DOI] 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.11.014

Exploration of the Application of Blockchain Technology in the Future Medical Service System
WANG Huan¹, LIU Tao², WANG Jing³, GAO Yanan¹, LI Xin¹, HU Liyuan¹, FENG Zihang¹, ZHAO Zhiyong¹, HUANG Qingyang⁴, MENG Quanyu⁵, ZHANG Xiaojuan⁵, CUI Hexuan⁶, CHEN Tianming¹
¹Chinese Academy of Medical Sciences/Peking Union Medical College (Tsinghua University Department of Medicine), Beijing 100730, China;²Peking Union Medical College Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China;³The Sixth People's Hospital of Hengshui City, Hengshui 053200, China;⁴Nankai University, Tianjin 300071, China;⁵Shanxi Datong University, Datong 037009, China;⁶The Party School of the Political and Legal Affairs Committee of the Tianjin Municipal Committee of the Communist Party of China, Tianjin 300050, China

[Abstract] **Purpose/Significance** To explore the feasibility of applying blockchain technology to the current healthcare system of hospitals, and to achieve the purpose of protecting patients' privacy to the greatest extent possible at a lower cost. **Method/Process** 505 questionnaires are randomly distributed and collected from people of different age groups in Beijing, Tianjin, Shanghai and Shenzhen who have a certain degree of understanding of blockchain technology, and the results are analyzed. **Result/Conclusion** Different age groups are highly concerned about personal privacy and privacy protection, and are willing to accept blockchain as an emerging technology. There is a greater demand and acceptance for the application of blockchain technology in the primary health care systems.

[Keywords] blockchain; hospital management; personal privacy protection; healthcare information system; internet healthcare

[修回日期] 2024-06-02
[作者简介] 王欢, 助理研究员, 发表论文 15 篇; 通信作者: 陈天铭。

1 引言

2020 年《关于深入推进“互联网+医疗健康”“五个一”服务行动的通知》^[1]指出要探索创新医疗健康服务新模式,提升公众看病就医获得感。《执业医师法》和《医务人员医德规范及实施办法》均强调整个医疗体系与医疗工作者要履行保护患者隐私的义务^[2]。医疗信息化在提高医疗服务质量和效率方面具有重要作用,然而随着电子病历等系统的广泛应用,患者隐私保护问题日益突出^[3-7]。区块链是一种能够提供数据可信服务的分布式账本技术,无需第三方可信中心,借助共识算法等策略形成群体决策,即可实现可信数据服务功能^[8-13],能够在很大程度上实现低成本、低风险的隐私保密服务。游静等^[14]提出区块链技术对“互联网+医疗健康”服务体系构建具有支撑作用。Chen Y 等^[15]提出区块链以其不可篡改和可验证的特性,在医疗服务系统中可确保患者数据的安全性、透明性和隐私保护。曾柳凤等^[16]提出基于区块链数字签名技术,由患者本人签名,且生成的唯一密钥由患者管理,其数据不可篡改,也不会丢失。目前研究多侧重于区块链技术在医疗领域的单一应用案例或特定技术问题,如患者信息安全保护与医疗数据存储安全问题,对医疗服务体系中区块链技术整体可行性的系统性论证较少;关于公众对区块链医疗应用的接受度研究,往往聚焦于总体趋势或特定群体,较少从年龄维度细致划分。本研究旨在通过横断面调查,探究各年龄段人群对个人隐私的关注程度和对区块链技术应用用于医院管理的期待与接受程度,揭示年龄差异对区块链医疗应用接纳度的影响。

2 研究方法与结果分析

采用问卷调查法和分层抽样统计法,于 2023 年 7—9 月面向北京、天津、上海、深圳居民,以线上(问卷星)结合线下公园、社区走访的形式进行各年龄段分层抽样问卷调查。问卷内容包括受访

者基本信息、健康状况、对区块链技术的了解情况等,每题设 0—10 分供受访者评分。

2.1 纳入与排除标准

纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;在当地居住时间 ≥ 1 年,且接受过医疗服务;问卷由本人认真填写并已做出相关承诺;无合并精神疾病史及阿尔茨海默病史。

排除标准:答题时间少于 90 秒;选项有明显的随机作答规律,如所有条目选项相同等;问卷中明确选择对区块链技术无基本认知。

2.2 研究方法

共发放 684 份问卷,回收 581 份,有效问卷 505 份。按照世界卫生组织 2023 年年龄划分规则分为 3 组:18~44 岁为青年组;45~59 岁为中年组;60 岁及以上为老年组。选出关键问题(各年龄段群体认为区块链对隐私保护的帮助程度、对于区块链相关技术应用的接受程度、对隐私保护重要性的认识程度、对于隐私的关注程度、是否曾经在医院接受过隐私保密服务、认为在各类医疗环节或各类医疗体系中是否需要区块链技术保护个人隐私)后力求从年龄角度研究个体对于个人隐私的关注程度和对区块链应用于医院管理的期待与接受程度。

2.3 结果分析

2.3.1 不同群体认为区块链对隐私保护的帮助程度与对区块链的认可度 随着年龄增长,对于区块链帮助保护隐私的期盼就越低,“非常有助”和“有助”选项的选取率之和随年龄增长而下降,见表 1。各年龄段群体对区块链的接受程度均较高,选择“完全接受”和“可能接受”两项的共占 78%,大于 50%。但是接受程度总体呈现随年龄增加而递减的趋势,“完全接受”及“可能接受”选项的选取率之和随年龄增长而下降,见表 2。Wirtz J 等^[17]研究表明个体对新技术的接受度与其对新技术能否达到相应目的有关。因此其接受区块链的条件是这一技术必须能切实有效地保护其隐私和数据安全。

表 1 区块链技术对隐私保护的帮助程度 (%)

群体类型	非常有助	有助	不确定	无助
青年群体	54	30	13	3
中年群体	22	44	32	2
老年群体	25	28	38	9

医院。

表 3 各年龄段群体认为隐私保护的重要性 (%)

群体类型	非常重要	重要	不太重要	完全不重要
青年群体	64	30	4	2
中年群体	55	32	8	5
老年群体	42	35	16	7

表 2 区块链技术在不同群体中的可接受程度 (%)

群体类型	完全接受	可能接受	不确定	不接受
青年群体	60	31	7	2
中年群体	38	42	18	2
老年群体	23	39	30	8

表 4 各年龄段群体对于隐私的关注程度 (%)

群体类型	非常关注	关注	不太关注	完全不关注
青年群体	53	39	5	3
中年群体	53	31	10	6
老年群体	41	32	18	9

2.3.2 各年龄段群体对隐私保护的关注度与认同感

各年龄段群体对于隐私与隐私保护都很重视，见表 3。选择“个人隐私非常重要”和“个人隐私重要”两个选项的共占 86%，大于 50%。且各年龄段群体中选择“非常关注”和“关注”两个选项的共占 84%，也大于 50%。但随年龄增长，各年龄段群体对隐私及隐私保护的关注程度都呈下降趋势，“非常关注”选项和“关注”选项的选取率之和随年龄增长而下降，见表 4。原因可能是对隐私的理解不同：年轻群体可能更加关注在线数据的隐私，而老年群体更加关注面对面交流中的隐私^[18]。但是所有人群都很看重个人隐私，也认为对个人隐私的保护很重要。因此对于隐私较高的关注和对于隐私保护的重视有利于推动区块链相关技术应用于

2.3.3 隐私保密服务与区块链保护个人隐私的认可度

根据调查结果，绝大部分（71%）医疗体系在医疗服务过程中会让患者接受隐私的保密协议，证明医院非常重视患者的隐私。且大多数个体都愿意或者期待将区块链应用于医疗服务体系以保护个人隐私，从侧面展示了受调查者对于该技术的需求和认可。

综上所述，各群体类型接受区块链技术以及隐私保护关注度平均占比均超 50%，表明不同年龄段群体高度关注个人隐私与整体隐私的保护，也很愿意接受区块链，见表 5，因此不同年龄段群体很大程度上认可区块链技术保护隐私的功能。综合而言，公众对于该项目具有较大的需求与较高的接纳度。

表 5 各群体类型对区块链技术及隐私保护认可情况 (%)

群体类型	表 1 中“非常有助”及“有助”之和	表 2 中“完全接受”及“可能接受”之和	表 3 中“非常重要”及“重要”之和	表 4 中“非常关注”及“关注”之和	平均百分比
青年群体	84	91	94	92	90.25
中年群体	66	80	87	84	79.25
老年群体	53	62	77	73	66.25

3 讨论

医疗领域的隐私保护事关患者权益、医疗质量、医疗机构公信力乃至社会公共利益，非常重要。患者对自身健康信息的保护意识日益增强，医

疗机构也在日益严格的法规约束与公众期待下，对确保数据隐私安全表现出前所未有的重视。区块链技术以其独特的去中心化架构、数据不可篡改属性和交易过程的高度透明性，为医疗信息隐私保护带来变革可能性。

本研究通过系统梳理与实证分析，充分证实区块

链技术在构建安全、透明且不可篡改的医疗记录系统方面的显著优势。区块链能够实现患者健康信息的分散存储、权限精细控制以及全生命周期的可追溯性,极大增强了患者对个人健康信息的自主控制权,降低了数据未经授权访问、篡改或丢失的风险。这种基于区块链的医疗信息管理范式,不仅提升隐私保护技术水平,也促进医疗数据的可信流通与价值挖掘,对于推动医疗行业的数字化转型具有深远意义。

然而,尽管区块链技术在文本型医疗数据隐私保护方面展现出显著成效,但面对医疗领域大量非结构化图像数据(如医学影像、病理切片等),其有效整合与安全处理仍面临重大挑战。现有的自然语言处理技术与区块链集成虽已取得一定进展,但如何将复杂的图像数据转化为符合区块链存储与验证要求的形式,同时保持数据的原始质量和诊断价值,是亟待攻克的技术难题。这一挑战不仅涉及图像数据的高效编码、安全加密与解密,还涉及与区块链系统间的高效交互、智能合约的设计以及跨链数据交换等一系列复杂问题。

尽管本研究集中探讨了区块链在医疗信息隐私保护方面的潜力,但必须认识到,任何技术的广泛应用都离不开相应的政策法规环境、标准规范体系、用户教育与接受度等社会因素的支持。区块链技术在医疗领域的全面推广,需要政策制定者、医疗机构、技术研发者、患者等多方主体共同参与,形成有效的协同创新机制,解决诸如数据权属界定、跨域数据共享规则、数据安全监管、医疗数据商业化利用的伦理边界等深层次问题。

因此,未来研究与实践应当双管齐下:一方面,继续深化区块链与图像处理技术的融合研究,探索适用于医疗图像数据的高效、安全上链方案,推动区块链在医疗信息全类型覆盖方面的技术突破;另一方面,加强区块链在医疗领域应用的社会科学研究,探讨如何构建适应区块链技术特性的医疗数据治理框架,推动相关法规政策制修订,提升公众对区块链技术的认知与接受度,最终实现区块链技术在医疗信息隐私保护领域的全面、有序、高效应用,为构建更加公平、透明、安全的医疗信息生态环境奠定坚实基础。

4 结语

尽管区块链技术在医疗信息隐私保护方面展现出潜力,但本研究存在一定局限性。首先,仅在北京、天津、上海和深圳这 4 个经济较发达的城市进行,研究结果的普适性可能受到一定限制;其次,采用量表法收集数据可能受到社会期望偏差的影响,即受访者可能未完全如实报告自己的真实感受。随着医疗数据量的增长,区块链技术的可扩展性和性能优化也将成为关键研究领域。总之,区块链技术在医疗信息管理中应用前景广阔,但应克服现有挑战,促进其在医疗领域的广泛应用和发展。

作者贡献:王欢负责研究设计、数据分析、论文撰写;刘韬负责项目管理;王晶负责文献调研;高雅楠负责研究设计、数据预处理;李鑫负责论文撰写与修订;胡力源负责数据收集;冯梓航负责研究设计、论文撰写;赵智勇负责数据收集、论文修订;黄清扬负责论文修订;孟泉宇、张小娟负责文献调研、论文校对;崔贺宣负责数据收集、论文审核;陈天铭负责论文校对与修订。

利益声明:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 关于深入推进“互联网+医疗健康”“五个一”服务行动的通知 [EB/OL]. [2023-07-12]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/10/content_5568777.htm.
- 2 宫海娇. 手术室护士在患者隐私权保护中存在的问题及对策 [J]. 中国医学伦理学, 2019, 32 (1): 82-85.
- 3 李婵, 张丹, 梁轶岚, 等. 某院医护人员对患者隐私保护的调查 [J]. 中国病案, 2022, 23 (10): 17-20.
- 4 储文雅, 郭佳奕, 徐敏慧, 等. 区块链技术在医疗卫生领域的应用现状及展望 [J]. 医院管理论坛, 2023, 40 (7): 16-19, 12.
- 5 MOHANTA B K, JENA D, PANDA S S, et al. Blockchain technology: a survey on applications and security & privacy challenges [J]. Internet of things, 2019, 8 (12): 100107.
- 6 张建楠, 李莹莹, 顾宴菊, 等. 健康医疗数据共享基本原则探讨 [J]. 中国工程科学, 2020, 22 (4): 93-100.

(下转第 103 页)

(1): 115 – 118.

15 胡献慧. 我国图书馆数字素养教育研究综述 [J]. 图书馆工作与研究, 2022 (6): 49 – 55.

16 管佳, 韩婷芷, 徐国兴. 人工智能技术赋能我国高等教育拔尖人才培养 [J]. 中国电化教育, 2022 (10): 97 – 101.

17 孙旭欣, 罗跃, 李胜涛. 全球化时代的数字素养: 内涵与测评 [J]. 世界教育信息, 2020, 33 (8): 13 – 17.

18 李艳君, 黄德生, 关鹏, 等. 虚拟仿真技术在我国医学教育领域相关研究中应用的科学知识图谱分析 [J]. 中华医学教育杂志, 2021, 40 (12): 992 – 996.

19 徐喆, 朱萍, 龙海明. 新医科背景下人工智能在医学信息技术中的应用探讨 [J]. 工业控制计算机, 2024, 37 (1): 145 – 146, 149.

20 郑玮, 董葱. 健康中国视角下“互联网 + 医疗”发展现状及思考 [J]. 中国公共卫生管理, 2017, 33 (6): 769 – 774.

21 高霏霏. 数字学术环境中高校图书馆信息素养教育的内容取向与策略选择研究 [J]. 图书馆, 2021 (2): 43 – 48, 62.

22 翟雪松, 朱雨萌, 张紫徽, 等. 高校教育信息化治理能力评价: 界定、实践与反思 [J]. 开放教育研究, 2021, 27 (5): 24 – 33.

23 蔡迎春, 张静蓓, 虞晨琳, 等. 数智时代的人工智能素养: 内涵、框架与实施路径 [J]. 中国图书馆学报, 2024, 50 (4): 71 – 84.

(上接第 94 页)

7 邓明攀, 刘春林. 健康医疗大数据应用中的权利保护和行为规制 [J]. 医学与法学, 2019, 11 (4): 39 – 46.

8 王利朋, 关志, 李青山, 等. 区块链数据安全服务综述 [J]. 软件学报, 2023, 34 (1): 1 – 32.

9 PILKINGTON M. Research handbook on digital transformations [M]. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2016.

10 FRANCISCO K, SWANSON D. The supply chain has no clothes: technology adoption of blockchain for supply chain transparency [J]. Logistics, 2018, 2 (1): 2.

11 ST DENIS T, JOHNSON S. Cryptography for developers [EB/OL]. [2023 – 07 – 12]. <https://www.sciencedirect.com/book/9781597491044/cryptography-for-developers>.

12 DWIVEDI A D, SRIVASTAVA G, DHAR S, et al. A decentralized privacy – preserving healthcare blockchain for IoT [J]. Sensors, 2019, 19 (2): 326.

13 魏艳. 基于区块链的数据完整性验证技术研究 [D]. 南京: 南京邮电大学, 2019.

14 游静, 罗慧英. 区块链支撑下的“互联网 + 医疗健康”服务体系与关键业务流程研究 [J]. 中国数字医学, 2020, 15 (7): 48 – 50, 10.

15 CHEN Y, DING S, XU Z, et al. Blockchain – based medical records secure storage and medical service framework [EB/OL]. [2023 – 07 – 12]. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1121-4>.

16 曾柳凤, 吕圣飞, 熊倪. 基于区块链技术下儿科病历档案信息资源的科学管理和合理利用研究 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2021, 21 (60): 305 – 306.

17 WIRTZ J, PATTERSON P G, KUNZ W H, et al. Brave new world: service robots in the frontline [J]. Journal of service management, 2018, 29 (5): 907 – 931.

18 FISCHER S H, DAVID D, CROTTY B H, et al. Acceptance and use of health information technology by community – dwelling elders [J]. International journal of medical informatics, 2014, 83 (9): 624 – 635.

(上接第 98 页)

10 PLANA D, PALMER A C, SORGER P K. Independent drug action in combination therapy: implications for precision oncology [J]. Cancer discovery, 2022, 12 (3): 606 – 624.

11 The National Academies. Bio2010: transforming undergraduate education for future research biologists [EB/OL]. [2023 – 11 – 21]. <https://nap.nationalacademies.org/read/10497/chapter/1#iv>.

12 PEVZNER P A. Educating biologists in the 21st century: bioinformatics scientists versus bioinformatics technicians [J]. Bioinformatics, 2004, 20 (14): 2159 – 2161.

13 谢小芳, 何华勤, 许卫锋, 等. 探究式教学在生物信息学综合实验中的实践探索 [J]. 生物学杂志, 2020, 37 (5): 120 – 123.

14 汤胜男, 辛学刚. 机器学习在生物信息学领域的应用与研究进展 [J]. 人工智能, 2020 (1): 84 – 93.

15 钟扬, 王莉, 李作峰. 我国生物信息学教育的发展与挑战 [J]. 计算机教育, 2006 (9): 4 – 6.

16 LABOV J B, REID A H, YAMAMOTO K R. Integrated biology and undergraduate science education: a new biology education for the twenty – first century [J]. CBE – life sciences education, 2010, 9 (1): 10 – 16.

17 MATEO J, STEUTEN L, AFTIMOS P, et al. Delivering precision oncology to patients with cancer [J]. Nature medicine, 2022, 28 (4): 658 – 665.

• 103 •