

ChatGPT在骨科领域的研究进展与应用综述

陈志豪*, 邹雨龙, 谭源, 梁凯路#

重庆医科大学附属第二医院骨科关节外科中心, 重庆

收稿日期: 2024年12月22日; 录用日期: 2025年1月15日; 发布日期: 2025年1月27日

摘要

本文系统综述了ChatGPT在骨科领域的研究进展与应用, 重点涵盖其在骨科医学教育、围手术期管理以及疾病诊断中的关键作用。ChatGPT通过自然语言处理和深度学习技术, 在提升医疗效率和为医生及患者提供支持方面展现了显著潜力。与此同时, 其应用仍面临逻辑推理能力不足、知识更新滞后以及伦理和隐私问题等挑战。本文总结了现有研究成果, 分析了其优势与局限性, 并提出了优化策略, 旨在为ChatGPT在骨科领域的持续发展和临床应用提供指导和参考。

关键词

ChatGPT, 骨科应用, 人工智能, 医学教育, 疾病诊断, 手术辅助, 伦理与隐私

A Review of Research Progress and Applications of ChatGPT in Orthopedics

Zhihao Chen*, Yulong Zou, Yuan Tan, Kailu Liang#

Orthopedic and Joint Surgery Center, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Dec. 22nd, 2024; accepted: Jan. 15th, 2025; published: Jan. 27th, 2025

Abstract

This paper systematically reviews the research progress and applications of ChatGPT in the field of orthopedics, focusing on its key roles in orthopedic medical education, perioperative management, and disease diagnosis. Through natural language processing and deep learning technologies, ChatGPT has demonstrated significant potential in improving medical efficiency and providing support to both physicians and patients. However, its application still faces challenges, including limitations in logical reasoning, delays in knowledge updates, and concerns related to ethics and privacy. This paper summarizes existing research findings, analyzes its advantages and limitations,

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 陈志豪, 邹雨龙, 谭源, 梁凯路. ChatGPT 在骨科领域的研究进展与应用综述[J]. 临床医学进展, 2025, 15(1): 1518-1525. DOI: 10.12677/acm.2025.151203

and proposes optimization strategies, aiming to provide guidance and reference for the continued development and clinical application of ChatGPT in orthopedics.

Keywords

ChatGPT, Orthopedic Applications, Artificial Intelligence, Medical Education, Disease Diagnosis, Surgical Assistance, Ethics and Privacy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1956 年约翰·麦卡锡等科学家首次正式提出人工智能(Artificial Intelligence, AI), 标志着这门新兴专业学科的正式诞生[1]。AI 作为计算机学科的一个重要分支, 是一门涉及信息学、逻辑学、认知学、心理学、脑科学、生物学等多学科交叉的综合型技术学科。随着机器学习和深度学习技术的发展, AI 已广泛应用于教育、工业、商业、医疗等多个领域, 为人类带来了巨大的经济效益和社会效益, 极大地促进了社会的进步, 并有效提升了人们的生活水平 and 质量[2]。

近年来, AI 的应用范围不断拓展, 尤其在医学领域取得了显著进展, 涵盖了门诊、诊断、治疗、药物研发、病例管理及健康管理等多个方面。AI 为医疗工作者提供了更多的工具与资源, 帮助他们更精准地诊断疾病、制定治疗方案, 从而提升医疗质量与效率。例如, 在医学诊断方面, 2016 年 11 月, 美国食品药品监督管理局(FDA)批准上市了 Arterys 公司基于深度学习算法的心血管图像分析软件, 用于辅助心血管疾病诊断。这是全球首个获批的人工智能诊断软件。此后, FDA 又陆续批准了多种 AI 医疗产品[3][4]。在医学图像识别领域, 人工智能技术已能通过分析 CT、磁共振成像(MRI)、数字 X 线摄影(DR)等 DICOM 图像, 以及病理切片和染色体玻片, 并结合大数据挖掘等信息处理技术, 实现疾病的鉴定并生成检测报告。在骨科领域中, AI 同样发挥了重要作用。一项 2018 年发表的系统综述表明, 自 2010 年以来, AI 在骨科领域的应用增长了近十倍[5]。在这些基于人工智能的应用中, 最引人注目的是由 OpenAI 开发的聊天生成预训练转换器(Chat Generative Pre-trained Transformer, ChatGPT)。它的出现为骨科的发展与创新带来了新的机遇与挑战。

ChatGPT 是由 OpenAI 开发的 AI 增强型大型语言模型(Large Language Models, LLM), 于 2022 年 11 月发布, 并迅速引起广泛关注[6], 短短 1 周, 注册用户超过 100 万, 至次年 1 月末, ChatGPT 的月活跃用户超 1 亿, 成为史上增长最快的应用。ChatGPT 依托自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)和深度学习技术(Deep Learning, DL), 能够处理海量数据, 并从中提取并分离出有用信息。目前, 其在医学领域的应用日益广泛, 并已产生深远影响。例如, 在临床诊断方面, 已有研究表明 ChatGPT 可用于分析可能会在阿尔茨海默病早期阶段发生变化的言语和写作的语言模式, 基于此有可能实现痴呆症的早期诊断[7]; 在传染病监测和预测方面, 通过对大数据自动化分析和处理, ChatGPT 可以辅助进行传染病监测和预测[8]。从学生到研究人员, 各类用户都在积极探索其在医学领域中的新应用, 并已在不同医学领域发表了多篇相关研究[9]-[13], 展示其在诊断、治疗决策支持等方面的潜力。在骨科领域, ChatGPT 表现出显著的应用前景, 正在推动该领域的技术进步。本研究总结了其在该领域的多种应用, 分析了优势与局限性, 并探讨了存在的问题及未来发展方向。

2. ChatGPT 在骨科教育领域中的应用

在人工智能浪潮的冲击和影响下,教育领域正在经历一场深层次变革,技术正在重塑教育的新形态。在此背景下,研究如何应用新技术推动教育事业的发展具有重要意义[14]。而学术界对于 ChatGPT 在骨科教育领域的应用存在不同的看法。许多学者和专家认为,ChatGPT 有可能在骨科教育中带来深远的变革,改变学生的学习方式和实践方法。然而,也有学者表达了担忧,认为其应用可能引发一系列问题,比如患者隐私泄露、数据安全风险以及对 AI 系统的过度依赖等[15]。随着 AI 工具逐渐融入我们的日常设备和应用,我们需要重新审视如何将 ChatGPT 作为一种学习助手工具,既帮助学生和教师提升学习效率,又能有效避免学术不端等行为。

2.1. 在文章写作与发表中的应用

ChatGPT 在文章写作和发表过程中具有显著的实用性,因为它能够提高写作的准确性和工作效率[16]。Hernigou 和 Scarlat 等学者指出,ChatGPT 在骨科领域是一项潜力巨大的有价值工具,他们探讨了 ChatGPT 在写作和发表过程中的多重角色,包括作者、审稿人、出版商和编辑等。例如,作为审稿人,ChatGPT 可以参与文章评审,帮助减轻审稿人的工作负担,缩短审查周期,从而提高工作效率[17]。这些研究表明,ChatGPT 在学术写作和出版领域具有广泛的应用前景。

2.2. 在骨科考试中的表现

Lum 等学者进行了一项研究,分析了 ChatGPT 在骨科住院医师培训考试中的回答表现[18]。该研究选取了 400 道骨科住院医师培训考试题,其中 193 道因包含非文本数据而被排除。在剩余 212 道文本题中,每个问题均在单独的聊天会话中进行,以避免记忆保留偏差。研究结果显示,ChatGPT 准确回答了 47% 的问题,并在复杂问题上表现出一定的优势。研究人员将其表现与不同年级的骨科住院医师进行了比较,发现 ChatGPT 的知识水平相当于一年级住院医师。因此,研究人员认为,ChatGPT 等人工智能工具有潜力成为骨科学习和教育的辅助工具。

然而,Cuthbert 和 Simpson 的一项研究指出,ChatGPT 在一些高难度问题上缺乏所需的高阶判断能力和复杂推理能力。他们在英国皇家外科医师学院(Royal College of Surgeons, RCS)创伤与骨科外科考试中测试了 ChatGPT,发现其得到了 35.8% 的分数,比该考试的及格率低 30%,也比平均分低 8.2%。这表明,在这种高级考试中,ChatGPT 表现不佳,尤其缺乏复杂思维能力[19]。

因此,在骨科考试方面,ChatGPT 仍需进一步改进与优化:① 图像分析能力:针对图像问题,ChatGPT-4 已整合了图像分析功能,能够对医学图像进行分析并生成相应回答,但仍需验证其性能在具体应用中的可靠性。② 答复稳定性:研究发现,ChatGPT 在面对相同问题时可能给出不同答案,显示答复稳定性存在不足。可以通过进一步的模型训练来解决这一问题。③ 知识更新与维护:ChatGPT 偶尔会引用过时或低质量的文献内容,这些文献中的某些片段可能被误用为整体结论,导致回答错误。为确保知识库的准确性和时效性,有必要对其进行定期更新和维护。④ 逻辑推理能力:在涉及复杂逻辑回答时,尽管 ChatGPT 会为每个选项提供理由,但有时仍存在逻辑错误[20]。这表明,提升性能的关键在于需进一步引入更强大的逻辑推理机制和高质量训练数据,从而提升其在骨科教育中的实用性。

事实上,由于 ChatGPT 强大的自然语言处理能力,许多老师及同学开始产生了“歪心思”。例如,2023 年 1 月对美国四年制院校 1,000 名学生进行的一项调查显示,30% 的大学生曾使用 ChatGPT 完成书面作业,其中 60% 的学生使用 ChatGPT 完成了超过一半的作业[21]。为此,一些学术机构和管理部门发布了禁止使用 ChatGPT 的政策。然而,人工智能技术的快速发展和广泛应用已经势不可挡。教育工作者应当积极接受生成式人工智能技术,充分利用其优势推动教学创新,同时,也要制定切实可行的对策,

以应对可能出现的负面影响和伦理风险[22]。

3. ChatGPT 在骨科疾病诊断中的应用

在骨科领域中, 依赖影像学进行诊断尤为重要。这些医学影像(如 X 光、CT 和 MRI)可以帮助医生确定骨折的类型及严重程度、鉴别骨肿瘤和其他病变、评估关节炎或退行性骨病变等。然而, 研究表明, 医学影像数据的年增长率远高于临床影像医师数量的年增长率, 导致临床影像医师的工作负荷逐年增加。而高年资临床影像医师的工作负荷增加, 以及新生代临床影像医师工作经验的相对缺乏, 一定程度上增加了影像学阅片的漏诊率及误诊率。随着大数据时代的来临, 以及深度学习的卷积神经网络算法的出现, 人工智能技术在骨科影像学诊断中的应用逐渐增多, 其可辅助医师进行影像学阅片, 有效减轻医师的工作负荷, 并能够显著提高诊断的精度, 降低漏诊率及误诊率[23]。Kuroiwa Tomoyuki 等人指出[24], 目前针对 ChatGPT 自我诊断准确性和精确度的研究仍然较少。他们的研究评估了 ChatGPT 在腕管综合征、颈椎病、腰椎管狭窄症、膝关节骨关节炎和髌关节骨关节炎等疾病诊断中的表现。结果表明, 不同疾病的诊断准确性存在差异, 其中颈椎病的准确性最低。

尽管 ChatGPT 在这些疾病的诊断中表现出一定潜力, 但考虑到误诊的风险, 任何基于 AI 的诊断工具都不应直接取代医疗专业人员的判断。未来的研究需要进一步探索自然语言处理技术在诊断工具中的应用, 以提高其可靠性和临床实用性。

4. ChatGPT 在骨科手术中的应用

骨科手术属于典型的硬组织操作手术, 术式复杂多样, 手术风险大, 对外科医师临床经验要求高。传统手术条件下存在创伤大、辐射量高、手术时间长及术后恢复慢等问题[25]。此外, 由于每位患者的病情、体质和康复能力各不相同, 外科医生需要在有限的时间和诸多不确定性下做出复杂且高风险的决策, 这对患者的治疗结果至关重要。尤其是在紧急情况下, 外科医生需要迅速作出关键判断。然而, 诊断和判断错误是外科患者可预防伤害的第二大常见原因[26]。近年来, 多种人工智能技术相继被开发并应用于外科领域, 协助医生完成诊断、治疗计划制定以及手术操作等任务。而 ChatGPT 作为一种先进的人工智能系统, 在术前规划、术中协助以及术后监测等方面展现出显著潜力。

4.1. 术前沟通

良好的术前医患沟通对于建立医患信任关系至关重要, 这种信任直接影响患者在手术过程中的配合程度。ChatGPT 可协助外科医生与患者高效沟通, 解答患者的疑虑, 并提供相关医疗建议。例如, Jeremy 等人在研究中指出, 在以消费者为导向的医疗模式中, 患者通常会在就医前利用 Google 进行咨询, 而 ChatGPT 相比于传统搜索引擎, 能够通过更流畅的对话帮助患者深入了解医疗问题, 从而缩短术前沟通时间[27]。此外, Cheng Kunming 等人以常见的阑尾炎手术为例, 向 ChatGPT 提出“我应该问患者哪些问题以确保他们充分了解阑尾炎手术的风险”的问题, ChatGPT 的回答明确且专业。这表明, ChatGPT 可为医生术前沟通提供有效支持[26]。

4.2. 术前规划

ChatGPT 能够协助骨科医生收集和分析患者的病史、实验室检查结果以及影像学特征, 从而提供个性化的手术方案, 并辅助其进行手术模拟以评估手术的安全性和适应性[27]。与 GPT-3.5 相比, GPT-4 显著增强了图像处理能力。在骨科手术中, 影像学检查是诊断和制定手术方案的重要依据。通过结合深度学习和大数据技术, ChatGPT 可以帮助医生更高效、有效地分析医学影像(如 X 光和 CT 扫描)。例如, 经过良好训练的 ChatGPT 能够自动识别和分割图像中的不同结构(如神经和血管), 并从医学图像中提取关

键信息，如肿瘤体积或血管狭窄程度等。这不仅有助于医生更准确地评估患者疾病的严重程度，还能预测疾病的发展趋势和患者预后。

4.3. 术中协助

在手术过程中，ChatGPT 可为骨科医生提供实时导航信息，包括解剖结构、手术步骤等，帮助医生在复杂情况下做出更准确的决策。对于突发特殊情况，ChatGPT 可以提醒外科医生及时干预，避免造成永久性损伤。此外，在医疗资源不足的地区，ChatGPT 可通过远程支持指导当地医生进行手术，从而提高手术质量。

4.4. 手术记录书写

自动生成手术记录是 ChatGPT 在手术中的另一项潜在功能。ChatGPT 可自动记录手术过程中的关键信息，从而减轻医生的记录工作负担，并提高手术记录的完整性和准确性。Davis 等人在研究中提到，外科医生可利用 ChatGPT 等模型快速创建高质量手术记录，甚至结合 AI 生成的超逼真手术图形，进一步提升记录的可视化效果。尽管 AI 尚无法完全取代人工记录，但这些功能展示了 ChatGPT 在手术辅助记录领域的巨大潜力[28]。

4.5. 术后康复指导及并发症预防

在术后康复阶段，ChatGPT 能够为患者提供个性化的康复建议，根据手术类型、患者年龄及健康状况制定适合的康复计划。其康复指导可涵盖饮食、锻炼和药物管理等多方面，以帮助患者更有效地恢复健康。同时，ChatGPT 可解答患者可能存在的各种疑问，如术后恢复时间、疼痛管理、饮食限制等，减少不必要的焦虑。此外，ChatGPT 能够监测患者康复进展，提醒患者按时进行康复活动、服用药物等，从而提高患者对医嘱的依从性，加速康复进程。

在预防并发症方面，ChatGPT 可为患者提供具体指导，如如何预防血栓形成、避免感染以及正确使用康复设备等。此外，其在心理支持方面的功能同样不可忽视，ChatGPT 可通过提供积极的心理建议帮助患者缓解术后焦虑和情绪波动，保持健康心态。

5. ChatGPT 的缺点及局限性

随着 AI 在骨科学等领域的广泛应用，其对该学科未来的发展具有重要价值[29]。然而，关于是否应将 AI 应用于医疗系统的讨论已持续多年[30]。ChatGPT 的出现进一步引发了人们对在外科医疗实践中广泛使用 AI 可能带来的问题的关注。

5.1. 道德考虑

随着我们越来越依赖 AI 来做出直接影响患者的决策，问责制成为一个关键问题。当 AI 犯错时，责任由谁承担是一个亟待解决的复杂问题，由于 AI 决策过程的不透明性，难以追溯其决策过程，这使得其在错误发生时很难明确责任归属。此外，患者隐私也是一大核心关注点，尤其在数据共享和使用方面。由于目前缺乏明确的法规和监管框架，这就使得为了保护患者隐私，我们必须对 AI 的数据处理和使用进行严格审查，以确保符合伦理要求。

5.2. 学术界的可信度

目前，许多学术机构和期刊将发表数量作为评估研究人员绩效的指标，这就导致研究者更倾向于追求快速产出，将注意力从出版物的质量转向数量，而非深入研究。而像 ChatGPT 这样的 AI 工具通过提

高内容生成效率，帮助研究者更轻松地生成想法和文字，成为了他们的首选。然而，这一趋势对学术界的可信度构成了重大挑战。如果未加以控制，学术成果的过量生产可能削弱研究的整体严谨性和可靠性。

5.3. 数字鸿沟

另一个关键问题是全球不同地区之间存在明显的数字鸿沟。虽然先进的 AI 工具可以节省研究成本并提高效率，但并非所有研究人员都能获得或负担得起这些工具，尤其是在资源有限的地区。这可能导致全球知识差距进一步扩大。发达地区凭借更多的资金和基础设施来支持 AI 技术的研究和应用，成为 AI 推动进步的温床，而欠发达地区由于缺乏相应的支持，则可能被排除在这场技术革命之外，无法从中受益。

展望未来为了应对这些挑战并促进 AI 在医学领域的可持续发展，我们必须制定严格的指导方针以确保 AI 的合乎道德的使用：① 明确责任边界：需要为 AI 决策建立清晰的责任划分，确保在 AI 犯错时有明确的问责机制。② 数据隐私保护：针对隐私问题，应制定统一标准，规范 AI 在数据采集、存储和使用中的行为，以确保患者数据的安全性和隐私性。③ 同行评议机制：可以通过强化同行评议，不仅对内容进行审查，还对 AI 辅助生成的出版物进行审核，以确保质量不因数量增加而受到影响。④ 弥合数字鸿沟：倡导公平获取 AI 工具，加强国际间知识和资源共享，特别是为资源有限地区提供支持，使 AI 的好处能够惠及全球学术界。ChatGPT 虽然展现了巨大的潜力，但其缺点和局限性提醒我们，AI 的发展必须以伦理、责任和公平为核心。只有这样，AI 才能真正推动全球医学和科研的可持续进步[31]。

6. 结论

综上所述，ChatGPT 作为医疗行业的一项新兴技术，在骨科领域展现出了巨大潜力。在骨科教育中，ChatGPT 引发了深远的变革，不仅在文章写作和发表过程中具有显著的实用性，还在骨科考试中表现出色。在临床实践中，ChatGPT 同样为骨科医生提供了重要支持，特别是在协助诊断、优化手术规划、提高术中决策效率及促进术后康复方面，展现出了独特的优势。尽管 ChatGPT 具备广泛的应用前景，但是它的功能局限性仍需谨慎对待。医护人员在使用时必须高度重视潜在风险，以确保患者的安全。为了保持 ChatGPT 在骨科研究和临床实践中的高效性，需要持续进行技术更新与优化，融入新技术、新疗法及最新研究成果，确保其始终精准、可靠且前沿。只有不断发展的人工智能模型，才能为骨科医生提供更精准、可靠的支持。尽管 ChatGPT 在应用过程中面临技术、伦理和实践上的挑战，但人工智能技术的发展势不可挡。随着这些问题逐步解决，ChatGPT 有望在骨科领域及更广泛的医疗实践中发挥更重要的作用，推动医学向新的高度迈进。

参考文献

- [1] 唐珂. 人工智能未来发展前景[J]. 人民论坛, 2018(2): 24-25.
- [2] 高宇, 翟吉良, 丁大伟, 等. 人工智能在骨科手术机器人中的应用与展望[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15(2): 155-160.
- [3] Benjamins, S., Dhunoo, P. and Meskó, B. (2020) The State of Artificial Intelligence-Based FDA-Approved Medical Devices and Algorithms: An Online Database. *NPJ Digital Medicine*, 3, Article No. 118. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00324-0>
- [4] Basu, K., Sinha, R., Ong, A. and Basu, T. (2020) Artificial Intelligence: How Is It Changing Medical Sciences and Its Future? *Indian Journal of Dermatology*, 65, 365-370. https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_421_20
- [5] Cabitza, F., Locoro, A. and Banfi, G. (2018) Machine Learning in Orthopedics: A Literature Review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 6, Article No. 75. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2018.00075>
- [6] Chakraborty, C., Bhattacharya, M. and Lee, S. (2023) Need an AI-Enabled, Next-Generation, Advanced ChatGPT or Large Language Models (LLMs) for Error-Free and Accurate Medical Information. *Annals of Biomedical Engineering*,

- 52, 134-135. <https://doi.org/10.1007/s10439-023-03297-9>
- [7] Agbavor, F. and Liang, H. (2022) Predicting Dementia from Spontaneous Speech Using Large Language Models. *PLOS Digital Health*, 1, e0000168. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000168>
- [8] Cury, R.C., Megyeri, I., Lindsey, T., Macedo, R., Battle, J., Kim, S., *et al.* (2021) Natural Language Processing and Machine Learning for Detection of Respiratory Illness by Chest CT Imaging and Tracking of COVID-19 Pandemic in the United States. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, 3, e200596. <https://doi.org/10.1148/ryct.2021200596>
- [9] Dave, T., Athaluri, S.A. and Singh, S. (2023) ChatGPT in Medicine: An Overview of Its Applications, Advantages, Limitations, Future Prospects, and Ethical Considerations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, Article ID: 1169595. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1169595>
- [10] Eggmann, F., Weiger, R., Zitzmann, N.U. and Blatz, M.B. (2023) Implications of Large Language Models Such as chatGPT for Dental Medicine. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35, 1098-1102. <https://doi.org/10.1111/jerd.13046>
- [11] (2023) ChatGPT: A Comprehensive Review on Background, Applications, Key Challenges, Bias, Ethics, Limitations and Future Scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 5, Article ID: 100053.
- [12] Tai, M. (2020) The Impact of Artificial Intelligence on Human Society and Bioethics. *Tzu Chi Medical Journal*, 32, 339. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_71_20
- [13] Wogu, I.A.P., Olu-Owolabi, F.E., Assibong, P.A., Agoha, B.C., Sholarin, M., Elegbeleye, A., *et al.* (2017). Artificial Intelligence, Alienation and Ontological Problems of Other Minds: A Critical Investigation into the Future of Man and Machines. 2017 *International Conference on Computing Networking and Informatics (ICCNi)*, Lagos, 29-31 October 2017, 1-10. <https://doi.org/10.1109/iccni.2017.8123792>
- [14] 梁迎丽, 刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J]. 中国电化教育, 2018(3): 24-30.
- [15] Dave, T., Athaluri, S.A. and Singh, S. (2023) ChatGPT in Medicine: An Overview of Its Applications, Advantages, Limitations, Future Prospects, and Ethical Considerations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, Article ID: 1169595. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1169595>
- [16] Deng, J. and Lin, Y. (2023) The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, 2, 81-83. <https://doi.org/10.54097/fcis.v2i2.4465>
- [17] Hernigou, P. and Scarlat, M.M. (2023) Two Minutes of Orthopaedics with ChatGPT: It Is Just the Beginning; It's Going to Be Hot, Hot, Hot! *International Orthopaedics*, 47, 1887-1893. <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05887-7>
- [18] Lum, Z.C. (2023) Can Artificial Intelligence Pass the American Board of Orthopaedic Surgery Examination? Orthopaedic Residents versus ChatGPT. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 481, 1623-1630. <https://doi.org/10.1097/corr.0000000000002704>
- [19] Cuthbert, R. and Simpson, A.I. (2023) Artificial Intelligence in Orthopaedics: Can Chat Generative Pre-Trained Transformer (ChatGPT) Pass Section 1 of the Fellowship of the Royal College of Surgeons (Trauma & Orthopaedics) Examination? *Postgraduate Medical Journal*, 99, 1110-1114. <https://doi.org/10.1093/postmj/qgad053>
- [20] Gilson, A., Safranek, C.W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R.A., *et al.* (2023) How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9, e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>
- [21] GovTech (2023, December 7) Study: 30% of College Students Have Used ChatGPT for Essays. GovTech. <https://www.govtech.com/education/higher-ed/study-30-of-college-students-have-used-chatgpt-for-essays>
- [22] 王佑镁, 王旦, 梁炜怡, 等. ChatGPT 教育应用的伦理风险与规避进路[J]. 开放教育研究, 2023, 29(2): 26-35.
- [23] 梁雄明, 梁红锁, 杨业静, 等. 人工智能技术在骨科疾病诊治中的应用进展[J]. 广西医学, 2022, 44(24): 2933-2938.
- [24] Kuroiwa, T., Sarcon, A., Ibara, T., Yamada, E., Yamamoto, A., Tsukamoto, K., *et al.* (2023) The Potential of ChatGPT as a Self-Diagnostic Tool in Common Orthopedic Diseases: Exploratory Study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e47621. <https://doi.org/10.2196/47621>
- [25] 李川, 阮默, 苏踊跃, 等. 手术机器人在骨科领域中的应用及发展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(3): 272-276.
- [26] Cheng, K., Sun, Z., He, Y., Gu, S. and Wu, H. (2023) The Potential Impact of ChatGPT/GPT-4 on Surgery: Will It Topple the Profession of Surgeons? *International Journal of Surgery*, 109, 1545-1547. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000000388>
- [27] Dubin, J.A., Bains, S.S., Chen, Z., Hameed, D., Nace, J., Mont, M.A., *et al.* (2023) Using a Google Web Search Analysis to Assess the Utility of ChatGPT in Total Joint Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 38, 1195-1202. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.04.007>
- [28] Abdelhady, A.M. and Davis, C.R. (2023) Plastic Surgery and Artificial Intelligence: How ChatGPT Improved Operation

-
- Note Accuracy, Time, and Education. *Mayo Clinic Proceedings: Digital Health*, **1**, 299-308.
<https://doi.org/10.1016/j.mcpdig.2023.06.002>
- [29] Benjamens, S., Dhunoo, P. and Meskó, B. (2020) The State of Artificial Intelligence-Based FDA-Approved Medical Devices and Algorithms: An Online Database. *NPJ Digital Medicine*, **3**, Article No. 118.
<https://doi.org/10.1038/s41746-020-00324-0>
- [30] Choi, J.H., Hickman, K.E., Monahan, A. and Schwarcz, D.B. (2023) ChatGPT Goes to Law School. Minnesota Legal Studies Research Paper No. 23-03. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4335905>
- [31] Ray, P.P. (2023) A Critical Analysis of Use of ChatGPT in Orthopaedics. *International Orthopaedics*, **47**, 2617-2618.
<https://doi.org/10.1007/s00264-023-05916-5>