

人工智能技术在骨科中的应用

姚五一, 赵景新*

承德医学院附属医院, 河北 承德 067000

摘要: 本综述通过查阅国内外相关文献, 总结了人工智能技术在骨科领域的应用进展, 并展望了其在临床中的应用前景。目前, 机器学习在骨科领域已经取得了广泛的应用, 包括骨折影像识别与诊断、骨科临床决策和评估、围术期与预后风险预测等方面。这些应用展现出了较强的性能和高准确性。然而, 机器学习在骨科的发展和临床应用仍面临一些挑战, 例如数据库样本不足、处理数据的隐私和保密性、可解释性差以及个体化差异等问题。随着临床样本量的增加和算法性能的提升, 人工智能在骨科领域中疾病诊断、围手术期指导决策、术后风险评估以及合理配置临床资源方面具有广阔的应用前景。

关键词: 人工智能; 机器学习; 深度学习; 骨科

The application of artificial intelligence technology in orthopedics

Yao Wuyi, Zhao Jingxin*

Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde, Hebei 067000

Abstract: This review, by consulting relevant domestic and foreign literature, summarizes the application progress of artificial intelligence technology in orthopedics and looks forward to its application prospects in clinical practice. At present, machine learning has been widely applied in the field of orthopedics, including fracture image recognition and diagnosis, orthopedic clinical decision-making and evaluation, perioperative and prognostic risk prediction, etc. These applications demonstrated strong performance and high accuracy. However, the development and clinical application of machine learning in orthopedics still face some challenges, such as insufficient database samples, privacy and confidentiality of processed data, poor interpretability, and individualized differences. With the increase in clinical sample size and the improvement of algorithm performance, artificial intelligence has broad application prospects in the field of orthopedics in disease diagnosis, perioperative guidance and decision-making, postoperative risk assessment, and the rational allocation of clinical resources.

Keywords: artificial intelligence; machine learning; deep learning; orthopedics

引言

如今, 人工智能在医学领域的应用越来越广泛。创伤是急诊科就诊的主要原因之一。然而, 由于医疗水平的差异和工作量的繁重, 漏诊在对患者进行初步评估后是很常见的 [1]。因此, 避免漏诊对于急诊科就诊的患者的及时治疗至关重要。因此, 在医学影像中识别导致漏诊和延迟诊断的错误是至关重要的。在最容易发生误诊的时间段, 人工智能可能能够发挥重要作用。人工智能 (AI) 有望帮助医生更快、更有效地识别各类影像学检查, 以判断是否存在骨折, 并在处理大量图像的同时保持较高的精确度 [2]。目前, 科技发展已经步入大数据时代, 未来医学一定是离不开人工智能的发展。在这个背景下, 如何结合人工智能科学进一步优化骨科的诊疗流程、临床决策和医疗资源配置, 是未来医学的研究重点 [3]。因此, 在本综述中, 我们将讨论人工智能在骨科影像识别、临床决策和评估、围术期与预后风险预测以及数据处理中的应用进展, 并展望机器学习在骨科领域的应用前景。

一、机器学习概念

人工智能被描述为解决通常需要人类干预的问题的算法。机器学习作为人工智能的一个分支, 通常情况下它可以在没有复杂

编程的情况下学习, 旨在探讨数据分析与计算机算法的交集。

1959 年, Arthur Samuel [4] 就已经定义机器学习是一个让计算机无需进行明确编程就具备学习能力的研究领域。其指出机器学习 (machine learning DL) 的 3 个阶段, 即数据预处理、模

作者简介: 姚五一 (1997.03), 男; 籍贯: 河北廊坊; 民族: 汉族; 学历: 硕士研究生; 研究方向: 创伤骨科及小儿骨科

通讯作者: 赵景新 (1979-), 男; 籍贯: 河北承德; 民族: 汉族; 学历: 博士研究生; 职称: 副主任医师; 研究方向: 小儿骨科

型训练和评估。数据预处理阶段包括研究问题的确立、数据集建立、数据的扩增、数据标签的建立以及训练集、测试集和验证集的划分。模型训练阶段包括监督学习、无监督学习，其中监督学习所需要的数据量与学习时间最少 [5]。机器学习在对医学影像的识别分类处理上的表现十分优异，在处理大数据、多维数据中有着超越人脑的优势，在临床工作中可以提高临床医师的工作效率，目前已经广泛应用于各类医学影像学。近年来，其在骨科领域的应用上飞速发展。

二、人工智能在骨科临床中应用现状

（一）人工智能在骨科疾病诊断中的应用

在骨折诊断方面，Ozkaya 等人 [6] 使用卷积神经网络（CNN）来检测舟状骨骨折，并将其与两位骨科专家（其中一位经验丰富）在腕关节正位 X 线片上的舟状骨骨折检测结果进行了比较。研究表明，相对经验不足的手外科医生而言，CNN 可以作为一种辅助工具来检测舟状骨骨折。Murata 等人 [7] 使用深度卷积神经网络（DCNN）在常规胸腰椎 X 线片上进行训练，他们的研究表明，DCNN 不仅可以被全科医生、急诊医生甚至骨科住院医师用于早期和及时地识别脊椎骨折进行治疗，而且其准确率的表现优异。在 Mutasa 等人的回顾性研究中，CNN 不仅用于诊断，还根据 X 线片对股骨颈骨折进行了 Garden 分型的分类 [8]。最近，Bae 等人 [9] 使用髋关节和骨盆正位片对股骨颈骨折进行 CNN 模型的训练，并对模型进行了外部验证，结果表明，即使其他医院可以使用某医院数据集训练的完整模型进行股骨颈骨折筛查，但仍需要使用这些医院的图像对 CNN 进行训练，以提高 CNN 模型的性能。

（二）人工智能在临床决策中的应用

骨科医生通常使用术前数据（如 X 线片、CT 扫描或 MRI 图像等）来选择最佳的手术方法。然而，术前对患者的评估和临床决策往往并不充分，因为有些骨折在常规术前评估中可能不容易被发现，例如隐性骨折。Dennis 等人 [10] 利用人工神经网络成功的预测了多个创伤中心的患者量以及创伤事件的高峰期，并为创伤调度系统分配医疗资源提供了数据支持。此外，Stonko 等人 [11] 构建了一个机器学习模型，将时间、天气以及道路情况等作为危险因素用于预测创伤事件以及急诊手术病例数。该模型具有较高的准确性，有助于提前做好创伤管理，并进一步合理分配医疗资源。Lee 等人 [12] 将创伤患者按年龄组分类，对比各组患者受伤的严重程度选择和创伤相关变量的评分，成功地预测出患者短期和长期创伤预后的结果，并确定了影响患者预后的高危因素。

（三）机器学习在骨科围术期与预后风险预测中的应用

预测医学是现代医学的一个重要课题。Hendrickx 等人 [13] 的研究就是一个例子。胫骨干骨折合并后踝骨折通常优先处理后踝

骨折，然而，后者在手术前可能无法确诊。因此，作者使用 ML 方法准确预测后踝骨折。一项评估跟腱断裂的足球运动员的研究中 [14]，用 ML 方法分析了 32853 场足球比赛，损伤前表现是创伤后再次回到比赛中的参与水平的最佳预测指标。Anderson 等人 [15] 的研究表明 ML 甚至可以识别关节镜前交叉韧带修复后存在长时间需要阿片类药物治疗的患者。Martin 及其同事使用 ML 模型预测 ACL 翻修手术，在另一项研究中，他们从外部验证了他们之前的研究结果，表明结合该工具有助于临床医生预测这些患者的翻修风险 [16]。机器学习的精确预测能力在传统方法可能不足的医疗环境中是有利的。例如，老年患者股骨粗隆间骨折手术伴随着较高的发病率和死亡率，采用 ML 方法预测 448 例股骨粗隆骨折术后 1 年死亡率 [17]。

三、机器学习在骨科临床应用中的挑战

尽管人工智能在骨科诊断中有许多潜在优势，但也面临一些挑战和限制。例如，人工智能模型的训练需要大量的高质量数据，并且需要谨慎处理数据的隐私和保密性。此外，人工智能模型的可靠性和解释性也是一个重要问题，特别是在需要对模型的决策进行解释和证明的情况下。机器学习模型需要大量高质量的数据进行训练，获取和整理这些数据可能是一项复杂和耗时的任务。由于医疗数据的隐私和保密性问题，机器学习模型通常是基于大量的训练数据进行训练和优化的，因此在遇到新的或罕见的疾病或情况时，模型的性能可能会下降。对于个体化医疗，每个患者的情况和需求可能是独特的，通用的机器学习模型可能无法完全适应个体差异，并不能提供精确的个性化建议。

四、机器学习在骨科临床中应用的展望

机器学习在骨科领域的应用展望非常广阔。随着计算能力的提升和大数据的普及，机器学习技术在骨科的诊断、治疗和预测方面有着巨大的潜力。以下是机器学习在骨科应用的一些展望：机器学习可以帮助医生更准确地识别和分析骨科影像。它可以自动检测骨折、肿瘤和其他异常，并提供更精确的诊断和治疗建议。分析患者的临床数据和生物标记物，预测手术风险、疾病进展和康复预后。机器学习可以从大量的骨科数据中挖掘隐藏的模式和知识，帮助医生发现新的治疗策略和疾病机制。通过分析患者的临床数据、基因组数据和医学文献，它可以提供新的洞察和研究方向。远程监测和康复辅助：机器学习可以结合传感器技术和远程监测设备，实时监测患者的运动、姿势和康复进展。它可以提供实时反馈和指导，帮助患者正确进行康复训练，并提高治疗效果。

综上所述，机器学习在骨科领域具有广泛的应用前景。它可以帮助改善骨科疾病的诊断准确性、个性化治疗的效果，并提供

更全面的康复辅助和预测服务。然而,要实现这些应用,我们需要解决数据隐私和安全性、模型解释性和可靠性等技术和伦理挑

战。未来的研究和发展应该致力于克服这些问题,推动机器学习在骨科领域的进一步应用和发展。

参考文献

- [1]Yang F, Bai XJ, Li ZF. Analysis of misdiagnosis in patients with multiple trauma. *Chin J Traumatol*. 2011;14(1):20-24.
- [2]Olczak J, Fahlberg N, Maki A, et al. Artificial intelligence for analyzing orthopedic trauma radiographs. *Acta Orthop*. 2017;88(6):581-586. doi:10.1080/17453674.2017.1344459
- [3][1]田楚伟,陈翔淑,朱桓毅等.机器学习在创伤骨科中的应用与展望[J].中国修复重建外科杂志,2023,37(12):1562-1568.
- [4]Deo RC. Machine Learning in Medicine. *Circulation*. 2015;132(20):1920-1930. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.001593
- [5]Galbusera F, Casaroli G, Bassani T. Artificial intelligence and machine learning in spine research. *JOR Spine*. 2019;2(1):e1044. Published 2019 Mar 5. doi:10.1002/jsp2.1044
- [6]Ozkaya E, Topal FE, Bulut T, Gursoy M, Ozuysal M, Karakaya Z. Evaluation of an artificial intelligence system for diagnosing scaphoid fracture on direct radiography. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022;48(1):585-592. doi:10.1007/s00068-020-01468-0
- [7]Murata K, Endo K, Aihara T, et al. Artificial intelligence for the detection of vertebral fractures on plain spinal radiography. *Sci Rep*. 2020;10(1):20031. Published 2020 Nov 18. doi:10.1038/s41598-020-76866-w
- [8]Mutasa S, Varada S, Goel A, Wong TT, Rasiej MJ. Advanced Deep Learning Techniques Applied to Automated Femoral Neck Fracture Detection and Classification. *J Digit Imaging*. 2020;33(5):1209-1217. doi:10.1007/s10278-020-00364-8
- [9]Bae J, Yu S, Oh J, et al. External Validation of Deep Learning Algorithm for Detecting and Visualizing Femoral Neck Fracture Including Displaced and Non-displaced Fracture on Plain X-ray. *J Digit Imaging*. 2021;34(5):1099-1109. doi:10.1007/s10278-021-00499-2
- [10]Dennis BM, Stonko DP, Callcut RA, et al. Artificial neural networks can predict trauma volume and acuity regardless of center size and geography: A multicenter study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2019;87(1):181-187. doi:10.1097/TA.0000000000002320
- [11]Stonko DP, Dennis BM, Betzold RD, Peetz AB, Gunter OL, Guillaumondegui OD. Artificial intelligence can predict daily trauma volume and average acuity. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;85(2):393-397. doi:10.1097/TA.0000000000001947
- [12]Lee KC, Hsu CC, Lin TC, Chiang HF, Horng GJ, Chen KT. Prediction of Prognosis in Patients with Trauma by Using Machine Learning. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(10):1379. Published 2022 Oct 1. doi:10.3390/medicina58101379
- [13]Hendrickx LAM, Sobol GL, Langerhuizen DWG, et al. A Machine Learning Algorithm to Predict the Probability of (Occult) Posterior Malleolar Fractures Associated With Tibial Shaft Fractures to Guide "Malleolus First" Fixation. *J Orthop Trauma*. 2020;34(3):131-138. doi:10.1097/BOT.0000000000001663
- [14]Diniz P, Abreu M, Lacerda D, et al. Pre-injury performance is most important for predicting the level of match participation after Achilles tendon ruptures in elite soccer players: a study using a machine learning classifier. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(12):4225-4237. doi:10.1007/s00167-022-07082-4
- [15]Anderson AB, Grazal CF, Balazs GC, Potter BK, Dickens JF, Forsberg JA. Can Predictive Modeling Tools Identify Patients at High Risk of Prolonged Opioid Use After ACL Reconstruction?. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478(7):0-1618. doi:10.1097/CORR.0000000000001251
- [16]Martin RK, Wastvedt S, Pareek A, et al. Predicting Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Revision: A Machine Learning Analysis Utilizing the Norwegian Knee Ligament Register. *J Bone Joint Surg Am*. 2022;104(2):145-153. doi:10.2106/JBJS.21.00113
- [17]Zhang Y, Huang L, Liu Y, Chen Q, Li X, Hu J. Prediction of mortality at one year after surgery for peritrochanteric fracture in the elderly via a Bayesian belief network. *Injury*. 2020;51(2):407-413. doi:10.1016/j.injury.2019.11.029.