

## 人工智能辅助教学在冠状动脉 CTA 影像诊断教学中的应用

杨惠泉<sup>1</sup>, 余鸿鸣<sup>1</sup>, 梁静<sup>1</sup>, 陈文萍<sup>1</sup>, 徐建华<sup>1</sup>, 牡丹<sup>1,2\*</sup>, 张冰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南京大学医学院附属鼓楼医院 江苏南京

<sup>2</sup>南京鼓楼医院集团仪征医院 江苏仪征

**【摘要】目的** 探讨人工智能辅助教学在实习医生冠状动脉计算机体层血管成像 (computed tomography angiography, CTA) 影像诊断教学中的应用及效果。**方法** 选取 2021 年 6 月—2023 年 6 月在南京鼓楼医院医学影像科实习的医学影像学专业的 60 名大学五年级的学生作为研究对象, 随机分为实验组和对照组, 对照组采用传统教学模式进行冠状动脉 CTA 诊断实习培训, 实验组学生接受人工智能辅助教学方式方式进行实习培训。对比两组学生实习结束后的理论成绩、学习效率和临床实践能力。**结果** 实验组学生图像后处理时间 (21.75 秒 vs. 321.80 秒,  $P<0.001$ ) 和报告书写时间 (307.72 秒 vs. 325.67 秒,  $P<0.05$ ) 显著少于对照组, 理论成绩 (86.93 分 vs. 82.30 分,  $P<0.001$ )、图像后处理质量 (4.60 分 vs. 4.05 分,  $P<0.001$ ) 和报告质量 (4.38 分 vs. 4.04 分,  $P<0.001$ ) 均显著高于对照组。**结论** 人工智能辅助冠状动脉 CTA 诊断教学有助于提升学生的学习效率, 巩固理论知识, 提高冠状动脉 CTA 诊断能力, 使教学效果得到全面提高, 值得推广应用。

**【关键词】** 人工智能; 冠状动脉; 计算机体层血管成像; 影像诊断; 教学

**【基金项目】** 国家自然科学基金面上项目 (82272065); 江苏省卫健委医学科研面上项目 (M2022066)

**【收稿日期】** 2024 年 11 月 22 日 **【出刊日期】** 2024 年 12 月 25 日 **【DOI】** 10.12208/j.ijcr.20240513

### Application of artificial intelligence-assisted teaching in education of coronary computed tomography angiography diagnosis

Huiquan Yang<sup>1</sup>, Hongming Yu<sup>1</sup>, Jing Liang<sup>1</sup>, Wenping Chen<sup>1</sup>, Jianhua Xu<sup>1</sup>, Dan Mu<sup>1,2\*</sup>, Bing Zhang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nanjing Drum Tower Hospital, Affiliated Hospital of Medical School, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu

<sup>2</sup>Yizheng Hospital, Nanjing Drum Tower Hospital Group, Yizheng, Jiangsu

**【Abstract】 Objective** This study aimed to explore the application and effect of artificial intelligence-assisted teaching in coronary computed tomography angiography (CTA) diagnosis for interns. **Methods** Sixty students of grade 5 majoring in medical imaging who were interning in the medical imaging department of Nanjing Drum Tower Hospital from June 2021 to June 2023 were selected as the research subjects. They were randomly divided into an experimental group and a control group. Students in the experimental group were trained on coronary CTA diagnosis using the artificial intelligence-assisted teaching mode, while students in the control group were trained using the traditional teaching mode. The theoretical scores, learning efficiency and clinical practice abilities of students in the two groups were compared after the internship. **Results** The image post-processing time (21.75 sec vs. 321.80 sec,  $P<0.001$ ) and report writing time (307.72 sec vs. 325.67 sec,  $P<0.05$ ) of students in the experimental group were significantly shorter than those in the control group, and their theoretical scores (86.93 vs. 82.30,  $P<0.001$ ), image post-processing quality (4.60 vs. 4.05,  $P<0.001$ ) and reporting quality (4.38 vs. 4.04,  $P<0.001$ ) were significantly higher than those in the control group. **Conclusion** AI technology-assisted coronary CTA diagnostic teaching helped improve learning efficiency, consolidate theoretical knowledge and improved coronary CTA diagnostic capabilities of students. The assistance of AI can comprehensively improve the teaching effect of coronary CTA diagnosis and is worthy of promotion and application.

**【Keywords】** Artificial intelligence; Coronary artery; Computed tomography angiography; Imaging diagnosis; Education

\*通讯作者: 牡丹

人工智能 (artificial intelligence, AI) 是研究开发能够模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学, 是新一轮科技革命和产业升级的重要驱动力<sup>[1]</sup>。在影像科医师和计算机工程师的共同努力下, AI 技术已经在肺结节、脑肿瘤、脑卒中、骨折等疾病的影像诊断中取得了良好的应用<sup>[2]</sup>。在 AI 技术不断发展的大背景下, 利用 AI 技术提升工作效率并改善报告质量已经成为每一位影像科医生必备的技能。然而, 相较于 AI 在影像临床工作中的大量应用, 其在影像教学中的应用相对落后<sup>[3]</sup>。许多人对 AI 辅助教学持乐观态度, 通过个性化和智能化的人机交互模式, AI 辅助教学有望帮助学生更快更好地掌握医学技能<sup>[4,5]</sup>。但也有观点认为 AI 在教学中的应用可能会导致学生对其产生依赖, 对 AI 辅助教学的效果持怀疑态度<sup>[6]</sup>。因此, 探讨 AI 辅助教学对学生理论水平和实践能力的影响, 寻求 AI 背景下新的教学方法成为了当下研究的热点。

冠状动脉计算机断层血管成像 (computed tomography angiography, CTA) 的诊断是影像科实习生临床技能培训的重点和难点之一。首先要熟练掌握冠状动脉各级分支的解剖结构, 其次是对冠脉图像进行后处理, 再判断冠脉优势分型、观察起源变异、定位病变位置、评价狭窄程度和斑块性质等, 最后形成规范的结构化报告。对于初入临床的学生而言, 冠脉图像的后处理费时费力, 对冠脉狭窄程度和斑块性质, 学生也很难做出准确的测量与评价。在传统教学模式下, 对于冠脉 CTA 的诊断, 枯燥且困难的工作往往使得学生产生畏难情绪, 学习效率和自主学习性低下, 导致教学效果欠佳。因此, 本研究将 AI 辅助教学引入冠脉 CTA 诊断教学中, 观察新的教学模式能否提高学生的学习效率、理论成绩以及实践能力, 获得更好的教学效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 样本量估算

本研究采用单中心前瞻性随机对照试验设计, 通过 SPSS 29.0 估算样本量, 以确保统计学效能和研究结果的可靠性。研究的主要观察指标为学生的诊断报告评分, 结合既往类似研究中诊断报告评分的均值和标准差<sup>[7]</sup>, 设定功效为 0.9, 组大小比为 1, 显著性水平为 0.05, 计算得出每组样本量  $n \geq 16$ , 考虑到研究过程中可能出现的样本丢失, 最终每组纳入 30 名研究对象, 总样本量为 60 名。

### 1.2 教学对象

选取 2021 年 6 月—2023 年 6 月在我院医学影像

科实习的徐州医科大学、江苏大学医学院、南京医科大学和山东第一医科大学的两届医学影像学专业的大学五年级的学生作为研究对象。入组标准: (1) 大学本科 5 年全日制医学影像学专业学生; (2) 大学本科 5 年级初入影像科实习者。排除标准: (1) 非首次接触 CT 阅片实践者; (2) 中途退出实习者。根据纳排标准, 最终 60 名学生被纳入研究。采用随机数字表法将学生分为对照组和实验组, 每组 30 人。

### 1.3 教学方法

所有学生均由同一组教师带教, 带教时间均为 1 周; 随后进入为期 3 周的实习阶段, 所有学生每日实习时间为 8 个学时, 并于实习第 3 周开始每日书写 3 份冠脉 CTA 报告。带教老师回答学生学习过程中存在的问题, 并对学生所有书写报告进行审核并指出不足之处。具体如下: ①对照组采用传统教学模式, 带教教师通过调阅医学影像存档与传输系统 (picture archiving and communication system, PACS) 中典型冠状动脉病变的 CTA 图像, 辅导学生通过后处理工作站对冠状动脉 CTA 进行后处理, 并讲解常见冠状动脉 CTA 的诊断要点 (冠状动脉解剖、解剖变异、病灶位置、斑块类型、狭窄程度等)。随后学生自主于 PACS 中学习既往的冠脉 CTA 诊断报告, 并对新患者的图像进行手动后处理和影像诊断。②实验组采用 AI 辅助教学模式。带教老师结合 PACS 和 AI 冠状动脉 CTA 辅助诊断系统进行教学。带教教师选择同一批典型病例, 调阅图像结合 AI 辅助教学系统给学生讲解冠状动脉 CTA 的诊断要点。随后学生自主于 PACS 中结合 AI 辅助教学系统学习既往报告, 并在 AI 辅助下进行新患者图像的后处理和影像诊断 (图 1)。AI 辅助教学系统由数坤科技提供, 其具备的功能有: 自动冠脉 CTA 图像后处理, 自动快速识别解剖变异及斑块, 提供冠状动脉病变的位置、范围、狭窄程度等病灶特征 (图 2); 带教老师可以对 AI 诊断的结果进行审核, 并将病例分类标记, 建立教学案例库; 系统还能够记录学生的学习情况和需求, 并可以通过智能评估系统进行自我测评, 还能够根据学生的读片情况, 提供相应的反馈和指导。

### 1.4 教学效果评价

#### 1.4.1 理论考试

包括单选题、多选题和问答题形式, 总分 100 分。所有学生在实习前均进行冠状动脉 CTA 影像诊断理论摸底考试, 并在实习后进行出科理论考试, 考题从题库中随机抽取, 两组学生考题相同, 实习前后两次考试题目不同。

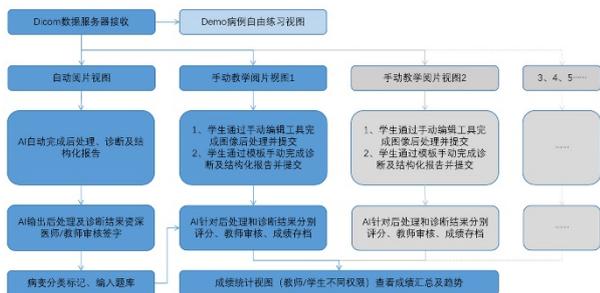


图 1 AI 辅助教学平台流程示意图

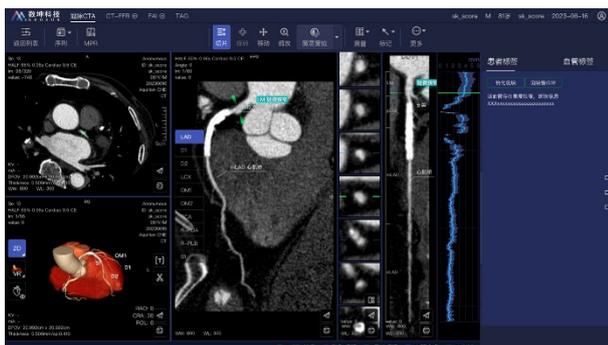


图 2 AI 辅助教学平台冠脉 CTA 自动后处理和 AI 辅助诊断界面

### 1.4.2 学习效率评估

所有学生在实习结束后,在教学病例库中随机选择 10 份冠状动脉 CTA 影像资料用于临床实践能力测试,对学生进行图像后处理及阅片技能考核,对照组(传统教学组)和实验组(AI 辅助教学组)学生分别通过图像后处理软件和 AI 辅助诊断软件进行图像 CTA 后处理,然后均不依靠任何工具独立书写诊断报告。

学习效率评估方法:通过记录 CTA 处理及诊断时间之和进行评价。由 2 名有 5 年以上冠状动脉 CTA 影像诊断工作经验的主治医师记录学生在临床实践能力测试中的图像后处理时间及书写报告时间,取二者的平均值作为最终结果。图像后处理计时方法:学生于图像后处理软件或 AI 辅助软件中完全打开患者的图像开始到上传 CTA 图像结束计时,时间单位为秒,10 份冠状动脉 CTA 图像处理分别计时,时间单位为秒,计算学生冠状动脉 CTA 后处理的平均用时。书写报告时间计时方法:学生于 PACS 中完全打开患者的图像开始到提交所有 10 份报告结束计时,时间单位为秒,计算学生出具每份报告的平均用时。

### 1.4.3 临床实践能力测试

在对学生的图像后处理及阅片技能考核中,每份病例图像处理 5 分,诊断描述及结论 5 分,分别取平

均分。对照组(传统教学组)和实验组(AI 辅助教学组)学生分别通过图像后处理软件和 AI 辅助诊断软件进行图像 CTA 后处理,然后均不依靠任何工具独立书写诊断报告,诊断报告的内容包括解剖变异及病灶征象的描述,并在诊断中指出斑块性质及狭窄分度(以轻度、中度、重度狭窄表示)。

图像后处理质量评估方法:采用 5 分制进行评分,计算 10 份 CTA 图像后处理的平均得分作为最终的图像后处理质量评分依据。由 2 名有 5 年以上冠状动脉 CTA 影像诊断工作经验的主治医师于考试结束后对学生的图像后处理质量进行评分,取二者的平均值作为最终结果。冠状动脉 CTA 图像后处理的评分细则:①5 分为重建技术选择正确,图像清晰、大小合适,阳性病灶无遗漏,无假阳性或假阴性病变。②4 分为重建技术选择正确,部分图像欠清晰或大小不合适或存在假阳性/假阴性病变。③3 分为重建技术选择正确,重建图像不规范或缺少重建图像模式,部分图像欠清晰、大小不适。④2 分为介于 3 分和 1 分之间的其他情况。⑤1 分为选择重建技术错误或遗漏主要阳性病灶或重建图像不能达到诊断要求。

诊断报告质量评估方法:冠状动脉 CTA 诊断报告采用 5 分制进行评分,计算 10 份报告的平均得分作为最终的诊断报告质量评分依据。由 2 名有 5 年以上冠状动脉 CTA 影像诊断工作经验的主治医师于考试结束后对学生的诊断报告质量进行评分,取二者的平均值作为最终结果。冠状动脉 CTA 诊断报告的评分细则:①5 分为冠状动脉病灶无漏诊且定位准确,病变特征(位置、范围、斑块性质等)描述清晰、用语规范,冠状动脉狭窄程度诊断准确。②4 分为冠状动脉病灶无漏诊且定位准确,冠状动脉狭窄程度诊断准确,但冠状动脉病灶特征描述欠完整和/或用语欠规范。③3 分为冠状动脉病灶无漏诊,有 1 个病灶定位错误或狭窄程度诊断错误。④2 分为介于 3 分和 1 分之间的其他情况。⑤1 分为冠状动脉病灶存在漏诊。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 29.0 统计学软件进行数据分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用  $t$  检验;计数资料以百分比表示,两组间比较采用卡方检验。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 研究结果

### 2.1 理论考试测试结果

对照组(传统教学组)和实验组(AI 辅助教学组)学生在性别占比和年龄方面差异无统计学意义(表 1)。

对照组和实验组学生实习前的冠状动脉 CTA 影像诊断平均理论考试成绩分别为 76.47 分和 76.33 分, 差异无统计学意义 (表 2), 实习后的冠状动脉 CTA 影像诊断平均理论考试成绩分别为 82.3 分和 86.93 分, 成绩均较实习前有所提高, 差异有统计学意义 (表 2); 实习后实验组学生的冠状动脉 CTA 影像理论考试成绩优于对照组, 差异有统计学意义 (表 2)。

表 1 两组学生的基本资料 (n=30)

项目	对照组	实验组	$t/\chi^2$ 值	P 值
性别 n (%)				
男	12 (40.00)	14 (46.70)		
女	18 (60.00)	16 (53.30)	0.267	0.605
年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ), 岁	22.87 $\pm$ 0.68	22.83 $\pm$ 0.65	-0.194	0.847

表 2 两组学生实习前、后理论成绩比较 (n=30)

项目	对照组	实验组	t 值	P 值
实习前理论成绩 ( $\bar{x}\pm s$ ), 分	76.47 $\pm$ 4.61	76.33 $\pm$ 4.87	-0.109	0.914
实习后理论成绩 ( $\bar{x}\pm s$ ), 分	82.30 $\pm$ 4.53	86.93 $\pm$ 4.22	4.102	<0.001
t 值	-4.947	-9.016		
P 值	<0.001	<0.001		

表 3 两组学生临床实践能力测试成绩比较 (n=30)

项目	对照组	实验组	t 值	P 值
CTA 图像后处理时间 ( $\bar{x}\pm s$ ), 秒	321.80 $\pm$ 28.37	21.75 $\pm$ 1.11	-57.178	<0.001
诊断报告书写时间 ( $\bar{x}\pm s$ ), 秒	325.67 $\pm$ 39.09	307.72 $\pm$ 26.85	-2.073	0.043
图像后处理质量评分 ( $\bar{x}\pm s$ ), 分	4.05 $\pm$ 0.21	4.60 $\pm$ 0.18	10.829	<0.001
诊断报告评分 ( $\bar{x}\pm s$ ), 分	4.04 $\pm$ 0.17	4.38 $\pm$ 0.22	6.746	<0.001

### 2.3 临床实践能力测试结果

实验组 (AI 辅助教学组) 学生的图像后处理平均质量评分高于对照组 (传统教学组), 分别为 4.60 分和 4.05 分, 差异有统计学意义 (表 3); 实验组学生的平均诊断报告评分高于对照组, 分别为 4.38 分和 4.04 分, 差异有统计学意义 (表 3)。

### 3 讨论

将 AI 技术被应用到影像学教学中的研究已有报道, 研究显示 AI 辅助教学能够激发学生的学习兴趣<sup>[8,9]</sup>。就本研究而言, 传统教学模式中学生需要对冠脉 CTA 图像进行手动图像后处理, 理论水平和实践能力的提升主要依赖于对教材中理论知识的回顾和对既往报告的学习, 这些繁复枯燥的工作会降低学生的学习兴趣。而在 AI 辅助教学模式, AI 软件能够对 CTA 图像进行

### 2.2 学习效率评估结果

对照组 (传统教学组) 的 CTA 图像平均后处理时间长于实验组 (AI 辅助教学组), 分别为 321.8 秒和 21.75 秒, 差异有统计学意义 (表 3);

对照组的 CTA 诊断报告平均书写时间长于实验组, 分别为 325.67 秒和 307.72 秒, 差异有统计学意义 (表 3)。

自动后处理, 并能自动识别病变, 提供位置、性质等各种信息, 将繁复且困难的学习过程简化, 降低学习难度, 大大提高学习的兴趣和自主性。本研究还发现, 在 AI 自动后处理和智能诊断的帮助下, 学生花费在一份报告上的后处理时间和报告时间均大大缩短, 可以在有限的时间内学习更多的病例, 大大提高学习效率。文献报道也表明, 学生学习效率的提升是 AI 辅助教学系统应用到影像诊断教学中最重要的优势之一<sup>[10]</sup>。此外, 传统教学依赖于带教老师对各位学生针对图像中的各处病变的诊断进行指导, 这不仅会耗费老师大量精力, 而且有限的教学资源往往使得指导难以覆盖每个学生的每个学习难点。AI 辅助教学则可以让每个学生在学习过程中就所有病例的各处病变反复将自己的判断与 AI 诊断进行比较, 对于冠脉的解剖结构和病变性能

够产生更全面以及更深刻的认识,这也是 AI 辅助教学高效率的体现。

在本研究中,两组学生在实习前理论成绩无明显差异,在实习后两组学生成绩均显著提高。而 AI 辅助教学组学生理论成绩的提高幅度高于传统教学组,这可能是由于兴趣和效率的提升使得 AI 辅助教学组的学生对病例进行了更多的学习和思考。本研究还发现,即便不依赖于 AI 辅助诊断, AI 辅助教学组学生的报告质量也高于传统教学组。一些有关 AI 辅助影像诊断教学研究也证实, AI 辅助教学系统能够提高学生的影像诊断能力<sup>[11,12]</sup>。传统教学组学生需要自己查阅既往报告和审核老师对自己报告的审核意见来提升报告书写水平,这完全依赖于学生的自主性和自觉性。而 AI 辅助教学系统能够对学生的报告进行即时的评测和指导,此外还能记录学生的学习情况和需求从而优化学习流程,这些无疑能够帮助学生加强诊断要点的记忆,更全面地掌握所有各种冠脉病变的诊断,从而提高报告水平。

本研究证明了 AI 辅助教学能够提升冠状动脉 CTA 教学的效率和成果,但同时也存在一些不足之处。①实验样本量较小,需要进一步扩大样本量以更全面地了解 AI 辅助教学在冠状动脉 CTA 教学中的效果;②本研究仅在冠状动脉 CTA 教学中进行研究,在其他领域医学影像学学习上的应用效果需要进一步深入探讨;③尽管 AI 软件能够迅速地定位病变,对病变进行描述,但仍存在一定的假阳性和假阴性,若不注意甄别,学习效果会受到影响,因此 AI 软件的准确性还需要进一步改善,而在目前阶段带教老师的指导还是不可或缺的,且针对 AI 辅助教学这一新型教学模式,带教老师的教学理念和方式也需要转变和优化。

总而言之,本研究表明 AI 辅助教学在提高学生学习效率、理论成绩和实践能力等方面都具有显著优势,收到学生们的欢迎,具有良好的前景。相信随着 AI 技术的进一步发展,未来其将在医学教学中发挥越来越大的作用,不断提升医学生的理论水平和临床技能,在 AI 新时代培养更多更优质的医学人才。

### 参考文献

- [1] 熊瑶, 陈敏. 人工智能在医疗领域应用现状探讨[J]. 医学信息学杂志, 2018, 39(4):24-28.

- [2] 倪炯, 王培军. 医学影像人工智能的现状与未来[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(7):455-457.
- [3] 谢武桃, 金盛辉, 毕朝虎等. AI 背景下影像学专业实习教学模式的探讨[J]. 医学理论与实践, 2023, 36(8):1426-1429.
- [4] 李新春, 王鹏, 苏曦, 等. 人工智能辅助教学在医学影像教学中的应用前景[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(4):86-89.
- [5] Mir MM, Mir GM, Raina NT, et al. Application of artificial intelligence in medical education: current scenario and future perspectives[J]. J Adv Med Educ Prof. 2023, 11(3):133-140.
- [6] 萧毅, 刘士远. 医学影像人工智能进入深水区后的思考[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(1):2-5.
- [7] 王国杰, 杨思怡, 谢丽丽, 等. 人工智能在医学影像专业教学中的应用探索[J]. 中国高等医学教育, 2024, 2:13-14.
- [8] Wang C, Xie H, Wang S, et al. Radiological education in the era of artificial intelligence: A review[J]. Medicine (Baltimore). 2023, 102(1):e32518.
- [9] Awan O, Dey C, Salts H, et al. Making learning fun: gaming in radiology education[J]. Acad Radiol. 2019, 26(8):1127-1136.
- [10] Barragan-Montero A, Javaid U, Valdes G, et al. Artificial intelligence and machine learning for medical imaging: A technology review[J]. Physica Medica, 2021, 83:242-256.
- [11] Cheng CT, Chen CC, Fu CY, et al. Artificial intelligence-based education assists medical students' interpretation of hip fracture[J]. Insights Imaging. 2020, 11(1):119.
- [12] 严陈晨, 麦筱莉, 辛小燕, 等. 人工智能技术在医学影像实习教学中的探索[J]. 江苏卫生事业管理, 2021, 32(11):1534-1538.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS