

# 人工智能在卵巢癌诊断与治疗中的应用进展： 从影像识别到精准医学

于甜甜, 刘金荣, 刘晓燕\*

青岛大学附属威海市中心医院妇科, 山东 威海

收稿日期: 2026年1月10日; 录用日期: 2026年2月4日; 发布日期: 2026年2月10日

## 摘要

卵巢癌作为女性生殖系统中致死率较高的恶性肿瘤之一, 其早期诊断和精准治疗一直是临床研究的重点难题。近年来, 人工智能技术的迅猛发展为卵巢癌的诊断与治疗带来了新的机遇。本文综述了人工智能技术在卵巢癌领域的最新应用进展, 尤其聚焦基于机器学习和深度学习的影像识别、病理分析、基因组学研究及生物标志物发现等方面。通过整合多模态数据, 人工智能技术显著提升了卵巢癌早期检测的准确性和病理分类的精细度, 为预后评估和药物耐药性分析提供了有力支持, 推动了个性化精准医疗的发展。然而, 数据质量良莠不齐、模型的可解释性不足及临床应用的转化难题仍限制了人工智能技术的广泛应用。未来, 随着多学科融合和技术优化, 人工智能技术有望在卵巢癌诊疗中发挥更大作用, 实现更精准、高效的临床决策支持。

## 关键词

人工智能, 卵巢癌, 精准医学, 机器学习, 深度学习

# The Application Progress of Artificial Intelligence in the Diagnosis and Treatment of Ovarian Cancer: From Image Recognition to Precision Medicine

Tiantian Yu, Jinrong Liu, Xiaoyan Liu\*

Gynecology Department, Weihai Central Hospital Affiliated to Qingdao University, Weihai Shandong

Received: January 10, 2026; accepted: February 4, 2026; published: February 10, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 于甜甜, 刘金荣, 刘晓燕. 人工智能在卵巢癌诊断与治疗中的应用进展: 从影像识别到精准医学[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 2187-2195. DOI: 10.12677/acm.2026.162618

## Abstract

Ovarian cancer, as one of the malignant tumors with a relatively high mortality rate in the female reproductive system, its early diagnosis and precise treatment have always been key challenges in clinical research. In recent years, the rapid development of artificial intelligence technology has brought new opportunities for the diagnosis and treatment of ovarian cancer. This article reviews the latest application progress of artificial intelligence technology in the field of ovarian cancer, with a particular focus on aspects such as image recognition, pathological analysis, genomic research, and biomarker discovery based on machine learning and deep learning. By integrating multimodal data, artificial intelligence technology has significantly enhanced the accuracy of early detection of ovarian cancer and the fineness of pathological classification, providing strong support for prognosis assessment and drug resistance analysis, and promoting the development of personalized precision medicine. However, the uneven quality of data, the insufficient interpretability of models, and the challenges in transforming them into clinical applications still limit the wide application of artificial intelligence technology. In the future, with the integration of multiple disciplines and technological optimization, artificial intelligence technology is expected to play a greater role in the diagnosis and treatment of ovarian cancer, achieving more precise and efficient clinical decision support.

## Keywords

Artificial Intelligence, Ovarian Cancer, Precision Medicine, Machine Learning, Deep Learning

Copyright © 2026 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

卵巢癌是女性生殖系统中最为致命的恶性肿瘤之一，其高致死率主要归因于早期诊断的困难和治疗手段的有限。多数患者在确诊时已处于晚期，导致预后普遍较差[1]。传统上，卵巢癌的诊断主要依赖于影像学检查和病理学分析，但这些方法受限于医生的经验和技术水平，容易出现误诊和漏诊，尤其是在早期阶段，表现为症状隐匿且缺乏特异性标志物[1] [2]。此外，现有的生物标志物如 CA125 虽然被广泛应用，但其特异性和敏感性仍不理想，难以满足早期筛查和准确预后的需求[3]。

近些年来，人工智能(artificial intelligence, AI)技术，尤其是机器学习和深度学习，已在医学领域展现出巨大的潜力。通过对海量复杂数据的高维特征提取，AI 能够实现自动化、精准化的疾病诊断和预后评估，助力临床决策的优化[4]。在卵巢癌领域，AI 技术不仅能够辅助影像识别，提高超声、CT 及 MRI 等影像的诊断准确率，还能结合分子生物学数据如基因突变、蛋白质表达和微小 RNA (miRNA)调控，推动精准医学的发展[5]。例如，利用深度学习对病理切片进行自动分类和分型，可以减少人为误差，提高诊断的一致性和效率[6]。此外，AI 在预后评估和治疗决策中的应用也日益凸显。通过整合患者的临床特征、影像数据和分子标志物，机器学习模型能够对患者的生存率、化疗敏感性以及复发风险进行准确预测，辅助制定个性化治疗方案[7] [8]。当前，多项研究已针对特定分子标志物如 PLCD1 和 FBXO28 进行了 AI 驱动的分析，揭示其与卵巢癌发生发展及预后的密切关系，为新型靶向治疗提供了潜在方向[9] [10]。

尽管 AI 技术在卵巢癌的诊断和治疗领域展现出广阔前景，但其临床应用仍面临诸多挑战，包括训练

数据的多样性和质量、模型的可解释性、跨中心验证不足以及临床整合等问题，都制约了 AI 技术的大规模推广[6] [11] [12]。因此，未来的研究需要聚焦于构建大规模、标准化的高质量数据集，提升算法的泛化能力和透明度，推动多学科合作，促进 AI 工具在临床实践中的规范化应用。

综上所述，人工智能作为一种新兴技术，正逐步改变卵巢癌的诊断和治疗格局。通过从影像识别到分子精准医学的多维度应用，AI 有望显著提升早期诊断的准确性，优化治疗方法，改善患者的生存预后。本综述旨在系统总结当前 AI 在卵巢癌领域的研究进展，深入探讨其优势与局限，并展望未来发展趋势，以为相关研究和临床实践提供理论支持和指导。

## 2. 人工智能在临床研究与实践中的应用

### 2.1. 人工智能在卵巢癌影像诊断中的应用

#### 2.1.1. 影像数据类型及 AI 模型

在卵巢癌的诊断与治疗中，医学影像技术是不可或缺的关键手段，主要包括超声(ultrasound, US)、计算机断层扫描(computed tomography, CT)和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等多模态影像数据。这些影像技术各具优势，互为补充，为病变的早期发现、性质判断、分期及治疗规划提供了丰富信息。超声作为初筛手段，具有无辐射、成本低和操作便捷的特点，广泛应用于卵巢肿块的初步评估；CT 和 MRI 则提供更高分辨率的解剖细节，特别是在肿瘤分期和腹膜转移检测中起到关键作用。

近年来，AI 技术，特别是机器学习(machine learning, ML)和深度学习(deep learning, DL)模型，在医学影像分析领域展现出强大的优势。常用的机器学习方法包括随机森林(random forest, RF)、支持向量机(support vector machine, SVM)等，这些方法擅长从预先提取的影像特征中进行分类和预测。深度学习则以卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)为代表，能够直接从原始影像中自动学习多层次的表征特征，极大地提升了特征提取的效率与准确性[13] [14]。在具体算法方面，DL 模型如 CNN 在卵巢癌影像的自动分割、分类和亚型识别中展现出卓越能力。例如，融合多参数 MRI 序列特征的深度学习网络，成功实现了高精度的卵巢癌分子亚型分类，AUC 达到 91.62%，为术前个体化治疗提供了有力支持[15]。此外，基于超声影像的多任务深度学习网络实现了卵巢及卵巢肿块的自动检测、分割和分类，其诊断性能可媲美高级职称的放射科医师[16] [17]。

综上所述，超声、CT 和 MRI 等多模态影像数据是 AI 在卵巢癌诊断和治疗中应用的基础。机器学习和深度学习模型，尤其是 CNN，已被广泛应用于影像特征的自动提取和分类，且在多项研究中显示出较高的敏感性与特异性，为临床提供了重要的辅助决策工具。未来，随着更多高质量、多中心、多模态数据的积累及算法的优化，AI 有望在卵巢癌的早期诊断、分型、治疗规划及预后评估中发挥更大作用，推动精准治疗和个体化医疗的实现。

#### 2.1.2. AI 在病理图像分析中的进展

近年来，随着数字病理学的发展，AI 在病理图像分析领域的应用取得了显著进展。特别是在卵巢癌的病理切片分析中，深度学习模型被广泛用于自动识别和分类不同的组织亚型，为病理诊断提供了有力支持。传统的病理诊断依赖于病理医师对切片的目视检查，存在主观性强、效率低和人力资源不足等问题。AI 技术通过对数字化的病理切片进行高通量数据挖掘，能够辅助病理医师完成恶性肿瘤的鉴别、分子分型以及预后评估等任务，提升诊断的准确性和一致性。在应用方面，已有研究展示了 AI 在卵巢癌病理图像准确分型的潜力。例如，通过深度 CNN 对癌症基因组图谱(the cancer genome atlas, TCGA)中的数万张高分辨率数字切片进行索引和检索，实现了对包括卵巢浆液性囊腺癌在内的多种癌症亚型的精准诊断，准确率达到了 99%，这表明利用大规模标注病例进行计算共识，能够有效支持病理亚型的诊断[18]。此

外, AI 不仅能够进行简单的组织分类, 还能对病理图像中的细胞类型进行精确识别, 如免疫组织化学染色切片中的 CD3、CD8、CD20 阳性淋巴细胞, 以及 H&E 染色切片中的多核巨型癌细胞等, 为病理诊断提供多细胞类型的综合信息[19]。

然而, 目前的研究仍存在一定的局限性。首先, 许多研究的样本量相对有限, 尤其是涉及罕见肿瘤亚型的样本, 限制了模型的泛化能力和临床适用性[20]。其次, 数据来源存在偏倚, 单中心数据集可能无法代表更广泛的临床样本, 导致模型在外部验证中的性能下降[21]。此外, 病理图像在染色、扫描标准不统一等的差异也对 AI 模型的稳定性提出了挑战, 尽管色彩归一化等技术在一定程度上缓解了这一问题, 但仍需进一步优化[22]。最后, 现有模型多为研究阶段, 缺乏多中心、前瞻性临床验证, 尚未广泛应用于临床实践[23]。

综上所述, AI 在卵巢癌病理图像分析中展现出巨大的应用潜力, 尤其是在自动识别和分类组织亚型、结合多组学数据进行精准诊断和预后评估方面取得了重要进展。未来, 需加强多中心大规模数据集的构建, 完善模型的泛化能力和解释性, 推动 AI 辅助病理诊断技术走向临床应用, 实现病理诊断的自动化和精准化, 促进卵巢癌的个体化治疗和管理。

## 2.2. 基于人工智能的卵巢癌生物标志物发现与诊断模型

### 2.2.1. 血清生物标志物与 AI 模型构建

血清生物标志物在卵巢癌的早期诊断中具有重要价值, 而 AI 技术的引入极大地提升了这些标志物的诊断性能。关键标志物如 CA125、HE4 和 CEA 等, 经过机器学习模型的综合评估后, 诊断准确率显著提高, 最高可达 88% 至 90%。一项基于 171 例良性卵巢肿瘤和 178 例卵巢癌患者血液检测数据的研究, 通过去除异常值和缺失值替换后, 利用信息增益和 Gini 指数对特征权重进行了评估, 发现 HE4、CA125 和中性粒细胞计数是最重要的预测因子。基于这些特征, RF 模型的准确率超过 86%, 优于 SVM、决策树和人工神经网络模型, 分别达到 85.25%、82.91% 和 79.35% [24]。这表明多标志物联合分析, 配合先进的机器学习算法, 能够更有效地识别卵巢癌, 提高早期诊断的灵敏度和特异性。

未来的研究方向可进一步整合血清生物标志物与影像数据, 利用多模态数据融合技术构建更为精准的诊断模型。此外, 结合深度学习的图像识别能力与传统机器学习对标志物的特征筛选优势, 将推动卵巢癌诊断和治疗的个性化和精准化发展。通过这一系列技术进步, AI 有望成为卵巢癌早期无创筛查和诊断的重要工具, 减少不必要的手术, 提升患者生存率和生活质量[24]-[26]。

### 2.2.2. AI 辅助多组学数据整合

多组学数据整合是当前卵巢癌精准医疗研究的重要方向, AI 技术在其中发挥了关键作用。结合基因组学、转录组学、蛋白质组学和代谢组学等多维数据, AI 能够构建更加全面和精准的多维特征模型, 从而提升对卵巢癌发病机制的理解, 促进个性化诊断和治疗方案的制定。

首先, 基因组学和转录组学数据为揭示卵巢癌的遗传变异和基因表达特征提供了基础。通过整合 TCGA、ICGC 及 GEO 数据库中的大规模转录组测序数据, 研究者利用机器学习算法构建了人工智能衍生的预后指数, 该模型在卵巢癌预后预测中表现出优异的准确性, 并且与化疗反应密切相关, 显示出多组学数据融合能够显著提升疾病预后评估的能力[27]。该研究还发现 MFAP4 基因在卵巢癌转移及预后中具有潜在治疗靶点价值, 体现了 AI 辅助多组学整合对生物机制深入解析的优势。

其次, 蛋白质组学和代谢组学数据补充了基因和转录水平的生物信息, 反映了肿瘤细胞的功能状态和代谢重编程。利用质谱和核磁共振技术获取的代谢组学数据, 结合机器学习方法, 如随机森林、支持向量机及深度学习框架, 能够实现肿瘤亚型划分、生物标志物发现及临床预后建模。例如, 通过代谢组学和机器学习的融合, 研究已成功识别出卵巢癌的特异代谢特征及其与患者生存的关联, 推动了精准肿

瘤学的发展[28]。

最后, AI 辅助多组学整合不仅提升了对卵巢癌生物学机制的理解, 也为新药靶点的发现和药物研发提供了支持。例如, 通过多组学和 AI 网络建模识别的 CDK1 和 TTK 等关键基因, 为克服化疗耐药提供了潜在的靶向治疗方向[29]。此外, 结合 CRISPR 技术与多组学数据的 AI 分析, 将加速对肿瘤耐药机制的揭示和精准治疗的实施[30]。

综上所述, AI 技术在多组学数据整合中的应用, 通过构建多维特征模型, 提升了对卵巢癌复杂生物网络的解读能力, 推动了精准诊断和个性化治疗方案的制定。未来, 随着数据质量提升和算法优化, AI 辅助的多组学整合将成为卵巢癌精准医学的重要支撑, 助力实现更高效的临床转化与患者获益。

## 2.3. 人工智能在卵巢癌预后评估与手术决策中的应用

### 2.3.1. 预后模型的建立与验证

在卵巢癌的临床管理中, 精准的预后评估对于指导个体化治疗方案制定和改善患者生存率具有重要意义。近年来, 随着 AI 技术的快速发展, 基于机器学习和深度学习的预后模型成为研究热点。通过整合临床数据、影像组学以及分子多组学数据, 利用先进的算法如极端梯度增强(eXtreme Gradient Boosting, XGBoost)和神经网络, 研究者们构建了多种高效的预后预测模型, 能够准确预测患者的生存率和复发风险, 从而为临床决策提供强有力的支持。

XGBoost 算法因其集成树模型的高效性和良好的泛化能力, 被广泛应用于卵巢癌预后风险的预测中。例如, 利用包含 47 项临床参数的数据集, XGBoost 模型在预测卵巢癌复发方面表现出优异性能, 准确率达到 95%, 并且能够识别出影响复发的重要生物标志物如新辅助化疗、单核细胞比例、血细胞比容、前白蛋白、天冬氨酸氨基转移酶和 CA125 等[30]。此外, 神经网络通过灵活的激活函数优化结构, 提升了患者生存期的预测准确性, 并结合多组学数据实现患者亚型分类, 显著改善了预测效果[31]。这些模型不仅在训练集表现优越, 在多个外部验证集中亦展现出良好的泛化能力。

总而言之, 当前卵巢癌预后模型的发展趋势是多模态数据融合与先进算法的结合。利用 XGBoost、随机森林、神经网络等算法, 整合临床、影像组学及分子组学数据, 构建的模型在预测患者生存率和复发风险方面取得了显著进展。通过应用 SHAP 等解释性 AI 方法, 增强了模型的临床透明度和接受度。未来, 随着大规模高质量数据的积累和多中心外部验证的开展, 预后模型将在个体化治疗决策和精准医学实践中发挥更大作用, 推动卵巢癌临床管理向前发展[32]-[34]。

### 2.3.2. 手术复杂度与完全切除预测

在晚期上皮性卵巢癌患者中, 完全细胞减灭(R0 切除)是影响患者预后和生存率的关键因素。近年来, AI 技术在预测 R0 切除成功率方面展现出显著优势, 尤其是在手术复杂度和患者相关变量的综合分析中。多项研究利用机器学习算法, 如 XGBoost、k 近邻模型及神经网络, 结合患者年龄、CA125 水平、手术复杂度评分(surgical complexity score, SCS)、肿瘤体积及腹膜癌指数等多维临床指标, 构建出较传统统计模型更为精准的预测工具。例如, 一项针对 571 例晚期上皮性卵巢癌患者的回顾性研究中, XGBoost 算法预测 R0 切除的 AUC 达 0.866, 明显优于传统逻辑回归模型, 显示出高准确率和良好的临床应用潜力[35]。

因此, AI 模型通过整合手术复杂度指标与患者个体特征, 结合解释性算法, 显著提升了完全细胞减灭的预测准确性和临床应用价值。这不仅有助于术前风险评估和患者分层管理, 还为术中决策提供了数据支持, 促进精准医学在卵巢癌手术领域的深入发展。未来, 随着更多多中心大数据的积累和 AI 算法的优化, 手术复杂度与完全切除预测的 AI 模型将进一步完善, 助力实现个体化、精准化的卵巢癌治疗[36]。

## 2.4. 人工智能技术的挑战与未来发展方向

### 2.4.1. 数据质量与模型泛化能力

AI 应用于卵巢癌诊断与治疗的过程中，数据质量和模型的泛化能力是两个关键挑战。卵巢癌作为一种低发病率的疾病，其数据样本数量相对有限，这直接影响了 AI 模型的训练和验证效果。数据样本不足导致模型在学习疾病特征时信息不充分，容易出现过拟合，从而降低模型在实际临床应用中的可靠性和准确性。

除此之外，数据异质性、缺失值及偏倚问题进一步限制了模型的临床推广。多中心、多设备、多批次采集的数据往往存在显著差异，影像数据的质量和分辨率不一，临床电子健康记录中存在的缺失和不一致性也会影响模型性能。比如，澳大利亚一项研究评估了一般诊所电子健康记录数据，发现部分关键变量存在大量缺失，且某些重要临床特征记录不准确，严重制约了预测模型的开发[37]。

针对上述问题，多个研究提出了结合数据质量评估和自动化质量控制的策略，如基于多模型集成的质量驱动深度学习框架，通过引入自动化质量预测机制，筛选或修正低质量数据，提高模型的稳健性和解释性[38]。此外，利用大语言模型自动生成临床数据质量规则，辅助识别和修正 EHR 中的错误和不一致，提高数据的可靠性[39]。

综上所述，提升数据质量和解决异质性问题在保证 AI 模型泛化能力的基础。未来需加强数据采集标准化，促进多中心数据共享与整合，同时利用先进的生成模型和自动化质量控制工具，提升训练数据的多样性和代表性，从而推动 AI 技术在卵巢癌临床诊断与治疗中的应用和推广。

### 2.4.2. 跨学科合作与标准化建设

随着 AI 技术在卵巢癌诊断与治疗中的应用日益广泛，跨学科合作与标准化建设成为推动其临床转化和广泛应用的关键。加强计算机科学与临床医学的深度融合是推动 AI 工具临床试验和验证的重要前提。当前，AI 在卵巢癌超声诊断中的表现已显示出较高的敏感性和特异性，例如多个系统评价和荟萃分析报告 AI 模型在超声图像识别中敏感性达 81%至 95%，特异性达 84%至 92%，甚至在部分研究中超越经验丰富的超声医师[40] [41]。然而，这些研究多为回顾性分析，且缺乏足够的前瞻性、多中心临床验证，限制了 AI 工具的临床应用推广。为此，计算机科学家与临床专家需联合设计和开展多中心、前瞻性、随机对照试验，以验证 AI 模型的诊断性能和临床获益，同时确保模型在不同设备、不同人群中的泛化能力。除此之外，建立统一的数据标准和报告规范对于提高研究的可重复性和透明度至关重要。因此，跨学科合作与标准化建设是实现人工智能在卵巢癌诊疗领域临床应用的基石。未来应加强计算机科学与临床医学的紧密协作，共同推动 AI 模型的临床试验设计、验证和优化；同时，建立覆盖数据采集、处理、报告及模型评估的统一标准和规范，提升研究的透明度和可重复性，从而加速 AI 技术向精准医疗的转化，最终实现对卵巢癌患者诊断和治疗质量的实质性提升[40] [42]。

### 2.4.3. AI 助力精准医疗与未来展望

多模态数据融合与 AI 深度挖掘为卵巢癌精准诊疗提供新机遇。当前卵巢癌的诊断和治疗面临着疾病异质性大、早期筛查困难以及治疗响应差异显著等挑战，传统方法难以满足个性化需求。AI 结合多组学数据(包括基因组学、转录组学、蛋白质组学及代谢组学等)与临床影像、血液生物标志物等多模态数据的融合，能够深度挖掘潜在的生物学机制和临床特征，从而为精准医疗提供坚实基础。此外，影像组学与基因组学的结合(即放射组学和放射基因组学)使得从医学影像中提取高通量信息成为可能，实现了对卵巢肿瘤的良好鉴别、亚型分类及预后预测，进一步推动了个体化治疗策略的制定[43]。

未来 AI 将促进早期筛查、个性化治疗方案设计及动态疗效评估，实现全周期管理。早期筛查方面，结合 AI 的超声影像分析已显示出较高的敏感性和特异性，能够有效辅助医生识别早期卵巢癌病变，降低

误诊漏诊率。

### 3. 结论

人工智能技术在卵巢癌领域的应用，正逐步改变传统的诊疗模式，展现出广阔的发展前景。AI 不仅在提高卵巢癌的诊断准确率上取得了显著成效，更在病理分类、预后评估以及个体化治疗决策中发挥了重要作用。这些进展充分体现了 AI 技术在处理复杂医学数据、辅助临床判断方面的独特优势，极大地提升了临床决策的科学性和精准性。

多组学数据的深度融合与分析是当前 AI 应用的核心亮点。通过整合基因组学、转录组学、蛋白质组学等多维度数据，AI 技术推动了新的生物标志物的发现，并深化了卵巢癌药物耐药机制的理解。这不仅为精准医疗提供了坚实的基础，也为未来的靶向治疗和个体化治疗方案设计开辟了新的路径。然而，当前的研究和应用仍面临诸多挑战。首先，数据质量和多样性不足限制了 AI 模型的泛化能力，尤其是在不同地区和人群中的适用性。其次，模型的可解释性不足，使得临床医生难以完全信任和采纳 AI 推荐，影响了 AI 技术的临床转化。此外，缺乏统一的数据标准和跨学科的协作机制，也在一定程度上阻碍了 AI 技术的推广与应用。这些问题提醒我们，AI 的临床价值不仅取决于算法本身，更依赖于高质量的数据支持、完善的标准体系以及多学科的紧密合作。

未来，结合解释性 AI 技术与大规模、多中心的临床验证，将是推动 AI 在卵巢癌诊疗中广泛应用的关键。解释性 AI 能够增强模型的透明度和可信度，使医务人员更好地理解 AI 的决策逻辑，促进其在临床中的接受度。同时，多中心临床试验和数据共享将为模型提供更丰富的训练和验证资源，提升其稳定性和适用范围。

### 参考文献

- [1] Siegel, R.L., Miller, K.D. and Jemal, A. (2019) Cancer Statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **69**, 7-34. <https://doi.org/10.3322/caac.21551>
- [2] Mi, S., Zhang, L., Li, M., Dong, Z., Tian, C. and Fu, M. (2022) Expression of Enhancer-Binding Protein CEBPA mRNA and Protein in Ovarian Cancer and Its Relationship with Pathobiological Characteristics. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article ID: 842823. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.842823>
- [3] Rong, Y. and Li, L. (2021) Early Clearance of Serum HE4 and CA125 in Predicting Platinum Sensitivity and Prognosis in Epithelial Ovarian Cancer. *Journal of Ovarian Research*, **14**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s13048-020-00759-9>
- [4] Chen, X., Wang, X., Zhang, K., Fung, K., Thai, T.C., Moore, K., *et al.* (2022) Recent Advances and Clinical Applications of Deep Learning in Medical Image Analysis. *Medical Image Analysis*, **79**, Article ID: 102444. <https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102444>
- [5] Cai, G., Huang, F., Gao, Y., Li, X., Chi, J., Xie, J., *et al.* (2024) Artificial Intelligence-Based Models Enabling Accurate Diagnosis of Ovarian Cancer Using Laboratory Tests in China: A Multicentre, Retrospective Cohort Study. *The Lancet Digital Health*, **6**, e176-e186. [https://doi.org/10.1016/s2589-7500\(23\)00245-5](https://doi.org/10.1016/s2589-7500(23)00245-5)
- [6] Asaturova, A., Pinto, J., Polonia, A., Karpulevich, E., Mattias-Guiu, X. and Eloy, C. (2025) Artificial Intelligence Tools for Supporting Histopathologic and Molecular Characterization of Gynecological Cancers: A Review. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article No. 7465. <https://doi.org/10.3390/jcm14217465>
- [7] Chae, S.H., Lee, C., Yoon, S., Shim, S., Lee, S.J., Kim, S., *et al.* (2021) Sarcopenia as a Predictor of Prognosis in Early Stage Ovarian Cancer. *Journal of Korean Medical Science*, **36**, e2. <https://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e2>
- [8] He, Y., Li, T., Liu, J., Ou, Q. and Zhou, J. (2020) Early Onset Neutropenia: A Useful Predictor of Chemosensitivity and Favorable Prognosis in Patients with Serous Ovarian Cancer. *BMC Cancer*, **20**, Article No. 116. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-6609-x>
- [9] Kim, J.Y., Shin, H., Haque, R., Kang, E. and Kim, J. (2025) PLCD1 Expression for Early Detection and Prognosis in High-Grade Serous Ovarian Cancer. *BMC Cancer*, **25**, Article No. 1741. <https://doi.org/10.1186/s12885-025-15002-1>
- [10] Song, G., Sun, Z., Chu, M., Zhang, Z., Chen, J., Wang, Z., *et al.* (2024) FBXO28 Promotes Cell Proliferation, Migration and Invasion via Upregulation of the TGF-beta1/SMAD2/3 Signaling Pathway in Ovarian Cancer. *BMC Cancer*, **24**,

Article No. 122. <https://doi.org/10.1186/s12885-024-11893-8>

- [11] Afnouch, M., Bougourzi, F., Gaddour, O., Dornaika, F. and Ahmed, A.T. (2025) Artificial Intelligence in Bone Metastasis Analysis: Current Advancements, Opportunities and Challenges. *Computers in Biology and Medicine*, **194**, Article ID: 110372. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2025.110372>
- [12] Zhou, Z., Qian, X., Hu, J., Chen, G., Zhang, C., Zhu, J., et al. (2023) An Artificial Intelligence-Assisted Diagnosis Modeling Software (AIMS) Platform Based on Medical Images and Machine Learning: A Development and Validation Study. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, **13**, 7504-7522. <https://doi.org/10.21037/qims-23-20>
- [13] Sadeghi, M.H., Sina, S., Omid, H., Farshchitabrizi, A.H. and Alavi, M. (2024) Deep Learning in Ovarian Cancer Diagnosis: A Comprehensive Review of Various Imaging Modalities. *Polish Journal of Radiology*, **89**, e30-e48. <https://doi.org/10.5114/pjr.2024.134817>
- [14] Su, C., Miao, K., Zhang, L., Yu, X., Guo, Z., Li, D., et al. (2025) Multimodal Deep Learning Based on Ultrasound Images and Clinical Data for Better Ovarian Cancer Diagnosis. *Journal of Imaging Informatics in Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s10278-025-01566-8>
- [15] Du, Y., Wang, T., Qu, L., Li, H., Guo, Q., Wang, H., et al. (2024) Preoperative Molecular Subtype Classification Prediction of Ovarian Cancer Based on Multi-Parametric Magnetic Resonance Imaging Multi-Sequence Feature Fusion Network. *Bioengineering*, **11**, Article No. 472. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11050472>
- [16] Dai, W.L., Wu, Y.N., Ling, Y.T., Zhao, J., Zhang, S., Gu, Z., et al. (2024) Development and Validation of a Deep Learning Pipeline to Diagnose Ovarian Masses Using Ultrasound Screening: A Retrospective Multicenter Study. *eClinicalMedicine*, **78**, Article ID: 102923. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102923>
- [17] Christiansen, F., Konuk, E., Ganeshan, A.R., Welch, R., Palés Huix, J., Czekierdowski, A., et al. (2025) International Multicenter Validation of AI-Driven Ultrasound Detection of Ovarian Cancer. *Nature Medicine*, **31**, 189-196. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03329-4>
- [18] Kalra, S., Tizhoosh, H.R., Shah, S., Choi, C., Damaskinos, S., Safarpour, A., et al. (2020) Pan-Cancer Diagnostic Consensus through Searching Archival Histopathology Images Using Artificial Intelligence. *NPJ Digital Medicine*, **3**, Article No. 31. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0238-2>
- [19] Peng, J., He, Q., Wang, C., Wang, Z., Zeng, S., Huang, Q., et al. (2025) OCDet: A Comprehensive Ovarian Cell Detection Model with Channel Attention on Immunohistochemical and Morphological Pathology Images. *Computers in Biology and Medicine*, **186**, Article ID: 109713. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2025.109713>
- [20] Akazawa, M. and Hashimoto, K. (2021) Artificial Intelligence in Gynecologic Cancers: Current Status and Future Challenges—A Systematic Review. *Artificial Intelligence in Medicine*, **120**, Article ID: 102164. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102164>
- [21] Asadi-Aghbolaghi, M., Darbandsari, A., Zhang, A., Contreras-Sanz, A., Boschman, J., Ahmadvand, P., et al. (2024) Learning Generalizable AI Models for Multi-Center Histopathology Image Classification. *NPJ Precision Oncology*, **8**, Article No. 151. <https://doi.org/10.1038/s41698-024-00652-4>
- [22] Boschman, J., Farahani, H., Darbandsari, A., Ahmadvand, P., Van Spankeren, A., Farnell, D., et al. (2021) The Utility of Color Normalization for AI-based Diagnosis of Hematoxylin and Eosin-Stained Pathology Images. *The Journal of Pathology*, **256**, 15-24. <https://doi.org/10.1002/path.5797>
- [23] Joshua, A., Allen, K.E. and Orsi, N.M. (2025) An Overview of Artificial Intelligence in Gynaecological Pathology Diagnostics. *Cancers*, **17**, Article No. 1343. <https://doi.org/10.3390/cancers17081343>
- [24] Ayyoubzadeh, S.M., Ahmadi, M., Yazdipour, A.B., Ghorbani-Bidkorpheh, F. and Ahmadi, M. (2024) Prediction of Ovarian Cancer Using Artificial Intelligence Tools. *Health Science Reports*, **7**, e2203. <https://doi.org/10.1002/hsr2.2203>
- [25] Xu, H.L., Li, X.Y., Jia, M., Ma, Q., Zhang, Y., Liu, F., et al. (2025) AI-Derived Blood Biomarkers for Ovarian Cancer Diagnosis: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, **27**, e67922. <https://doi.org/10.2196/67922>
- [26] Wang, Q., Zhou, X., Wu, J., Miao, W., Shen, B. and Shi, R. (2025) Research Progress of Artificial Intelligence in the Early Screening, Diagnosis, Precise Treatment and Prognosis Prediction of Three Central Gynecological Malignancies. *Frontiers in Oncology*, **15**, Article ID: 1648407. <https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1648407>
- [27] Wu, Y., Wang, K., Song, Y. and Li, B. (2025) Enhancing Ovarian Cancer Prognosis with an Artificial Intelligence-Derived Model: Multi-Omics Integration and Therapeutic Implications. *Translational Oncology*, **59**, Article ID: 102439. <https://doi.org/10.1016/j.tranon.2025.102439>
- [28] Elguoshy, A., Zedan, H. and Saito, S. (2025) Machine Learning-Driven Insights in Cancer Metabolomics: From Subtyping to Biomarker Discovery and Prognostic Modeling. *Metabolites*, **15**, Article No. 514. <https://doi.org/10.3390/metabo15080514>
- [29] Tang, S., Sumitra, M.R., Kuo, Y., Hsu, H., Ansar, M., Huang, S., et al. (2025) Computer-Aided Drug Discovery of a Dual-Target Inhibitor for Ovarian Cancer: Therapeutic Intervention Targeting CDK1/TTK Signaling Pathway and

- Structural Insights in the NCI-60. *Computers in Biology and Medicine*, **193**, Article ID: 110445. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2025.110445>
- [30] Rana, A.J., Hussain, M.S., Hanbashi, A., Kamli, F., Khan, G., Qadri, M., *et al.* (2025) CRISPR-Edited Cell Lines: A New Era in Functional Oncology Research. *Current Pharmaceutical Design*, **31**, 1027-1034. <https://doi.org/10.2174/0113816128413220250728182852>
- [31] Zhang, C., Yang, J., Chen, S., Sun, L., Li, K., Lai, G., *et al.* (2024) Artificial Intelligence in Ovarian Cancer Drug Resistance Advanced 3PM Approach: Subtype Classification and Prognostic Modeling. *EPMA Journal*, **15**, 525-544. <https://doi.org/10.1007/s13167-024-00374-4>
- [32] Wu, H., Ma, L., Wang, L., Zhu, X., Luo, X., Zhang, C., *et al.* (2025) Development and Validation of Deep Learning for Predicting the Growth of Ovarian Cancer Organoids. *Chinese Medical Journal*, **139**, 108-117. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000003575>
- [33] Liu, Y., Zhang, D., Liu, T., Wang, A., Wang, G. and Zhao, Y. (2025) Graph-Based Deep Learning for Integrating Single-Cell and Bulk Transcriptomic Data to Identify Clinical Cancer Subtypes. *Briefings in Bioinformatics*, **26**, bbaf467. <https://doi.org/10.1093/bib/bbaf467>
- [34] Yang, Z., Zhang, Y., Zhuo, L., Sun, K., Meng, F., Zhou, M., *et al.* (2024) Prediction of Prognosis and Treatment Response in Ovarian Cancer Patients from Histopathology Images Using Graph Deep Learning: A Multicenter Retrospective Study. *European Journal of Cancer*, **199**, Article ID: 113532. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2024.113532>
- [35] Laios, A., Kalampokis, E., Johnson, R., Thangavelu, A., Tarabanis, C., Nugent, D., *et al.* (2022) Explainable Artificial Intelligence for Prediction of Complete Surgical Cytoreduction in Advanced-Stage Epithelial Ovarian Cancer. *Journal of Personalized Medicine*, **12**, Article No. 607. <https://doi.org/10.3390/jpm12040607>
- [36] Laios, A., Kalampokis, E., Johnson, R., Munot, S., Thangavelu, A., Hutson, R., *et al.* (2022) Factors Predicting Surgical Effort Using Explainable Artificial Intelligence in Advanced Stage Epithelial Ovarian Cancer. *Cancers*, **14**, Article No. 3447. <https://doi.org/10.3390/cancers14143447>
- [37] Thuraisingam, S., Chondros, P., Dowsey, M.M., Spelman, T., Garies, S., Choong, P.F., *et al.* (2021) Assessing the Suitability of General Practice Electronic Health Records for Clinical Prediction Model Development: A Data Quality Assessment. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, **21**, Article No. 297. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01669-6>
- [38] Gonzales, R.A., Ibáñez, D.H., Hann, E., Popescu, I.A., Burrage, M.K., Lee, Y.P., *et al.* (2023) Quality Control-Driven Deep Ensemble for Accountable Automated Segmentation of Cardiac Magnetic Resonance LGE and VNE Images. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **10**, Article ID: 1213290. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1213290>
- [39] Xie, S., Cai, H., Sun, Y. and Lv, X. (2025) LLM-DQR: Large Language Model-Based Automated Generation of Data Quality Rules for Electronic Health Records. *Journal of Biomedical Informatics*, **172**, Article ID: 104951. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2025.104951>
- [40] Mitchell, S., Nikolopoulos, M., El-Zarka, A., Al-Karawi, D., Al-Zaidi, S., Ghai, A., *et al.* (2024) Artificial Intelligence in Ultrasound Diagnoses of Ovarian Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, **16**, Article No. 422. <https://doi.org/10.3390/cancers16020422>
- [41] Li, R., Lei, J., Tang, X., Zheng, S., Qu, J., Xu, Y., *et al.* (2025) Artificial Intelligence Based on Ultrasound for Initial Diagnosis of Malignant Ovarian Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Oncology*, **15**, Article ID: 1626286. <https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1626286>
- [42] Moffitt, L.R., Karimnia, N., Wilson, A.L., Stephens, A.N., Ho, G. and Bilandzic, M. (2024) Challenges in Implementing Comprehensive Precision Medicine Screening for Ovarian Cancer. *Current Oncology*, **31**, 8023-8038. <https://doi.org/10.3390/curroncol31120592>
- [43] Zeng, S., Wang, X. and Yang, H. (2024) Radiomics and Radiogenomics: Extracting More Information from Medical Images for the Diagnosis and Prognostic Prediction of Ovarian Cancer. *Military Medical Research*, **11**, Article No. 77. <https://doi.org/10.1186/s40779-024-00580-1>