

# 深度学习在原发性肝癌预后分型中的应用与发展前景

刘晓红<sup>1</sup> 冯超<sup>2\*</sup> 梁志胜<sup>1</sup> 杨诗莹<sup>1</sup> 杨岸<sup>2</sup>

1. 广西医科大学信息中心; 2. 广西医科大学

**摘要:** 原发性肝癌是世界范围内最常见的恶性肿瘤之一, 对患者的生存率和治疗效果具有重要影响。准确预测患者的预后并进行有效的分型能够帮助医生优化治疗策略和改善患者的生活质量。深度学习作为一种强大的机器学习方法, 近年来在医学领域取得了显著的进展。文章旨在探讨深度学习在原发性肝癌预后分型中的应用, 并展望其未来发展前景。

**关键词:** 深度学习; 原发性肝癌; 应用与前景

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.08.086

原发性肝癌的预后分型方法包括传统的临床指标、基因表达谱、蛋白质组学等多种生物标志物的应用。深度学习的基本原理和常用的网络结构, 如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)和生成对抗网络(GAN)等, 其在医学影像处理、基因表达预测和生存分析等方面有一定的应用价值。文章阐述了深度学习在原发性肝癌预后分型中的应用。首先, 利用深度学习方法可以从医学影像中自动提取特征, 并将患者分为不同的预后亚型。其次, 深度学习可以辅助基因表达预测, 进一步识别与肿瘤预后相关的关键基因。最后, 深度学习还可以结合临床数据和生物标志物, 构建多模态预后模型, 提高预测准确性。同时, 随着数据量的增加和深度学习算法的不断进步, 深度学习在肝癌预后分型中的应用将取得更加准确和可靠的结果。此外, 联合多种生物信息数据和临床数据的集成分析也会成为未来的研究重点, 以期发现更可靠的预后标志物和个性化治疗策略。

## 一、原发性肝癌的预后分型方法

早期的原发性肝癌预后分型大多仅参考肿瘤的肉眼形态, 对肝癌微观进展情况和全身情况较少提及。而整体分期仅参考个体症状, 可作为是否可手术切除的辅助判断, 难以提供个体化诊疗方案, 现临床已不再使用。自第一个参考临床表现、病变范围及肝硬化程度的肝癌临床分期被提出以来, 十余个不同的原发性肝癌预后分型方法陆续出现。目前, 原发性肝癌的预后分型方法主要有BCLC分型、Okuda分型和CNLC分型等。

BCLC分型是一种肝癌临床分型方法, 这种方法的引入将有助于评估病人的患病情况, 提供准确治疗方案和预测患者预后。CLC分期系统被认为是最好的分期系统而且在大量的临床研究中得到证实。BCLC肝癌临床分期

可以分成最早期、早期、中期、晚期和终末期五类, 其中早期又可以分成四个亚组, 具有较强的分类和预测预后的能力, 通过对高危人群的监测能够鉴别出早期的肝癌患者进行诊治, 最重要的是BCLC提出了针对不同病人采取不同的治疗方法, 这是其他分期系统所无法比拟的。BCLC临床分期系统的手术指征在一些国家已经被认可。BCLC分期的独特优势是, 综合考虑了患者一般状况、肿瘤情况、肝功能, 同时根据不同分期提出了首选治疗方法。

Okuda分型于1984年由Okuda等提出, 是以肿瘤大小、腹水有无、血清白蛋白与胆红素高低四项, 分为三期, 这是第一个考虑到腹水、白蛋白和胆红素水平等反应肝功能指标的肝脏肿瘤分型方法。Okuda分型提出较早, 在当前应用中存在一定缺陷。首先, 以整个肝脏的50%作为肿瘤的分层标准较为粗糙, 主观性较强; 其次, 忽略了肿瘤数目以及血管侵犯等与预后密切相关的危险因素。Okuda分期对早期肝癌的鉴别能力较差, 难以与进展期肝癌相区别。

CNLC分期是由多个领域的中国专家基于我国的医疗体系和实践经验总结后提出。该分期综合考虑了患者的健康状况、肝功能以及肿瘤负荷, 故与BCLC分期有一些相似之处, 但CNLC为肝癌患者提供了更加积极的治疗策略。例如, CNLC建议肝功能储备良好的IIa期(相当于BCLC-B期)肝癌患者肝切除是最佳治疗方法, 并且对一些特定的IIb和IIIa期肝癌患者也建议行肝切除术。目前CNLC分期主要在中国人群众中获得了验证, 尚需更大范围的验证支持。

对于上述原发性肝癌分型方法, 世界各国的医学研究中心与医疗行业等进行了许多的前瞻性或回顾性研究, 对其预后的疗效评估已在不同的研究中得到过相应

验证成果。另一方面，众多的分类方法在一定程度上干扰了治疗的系统性，而不同区域和地区惯用的肝癌分期仍不尽相同，其中原因可能包括：世界各国原发性肝癌危险因素和流行病学资料不同；各国医疗条件与诊治水平的差异；对某些预后因子的认识和评价不一致；根治性切除标准不统一。因此，原发性肝癌的临床分型方法仍需进一步研究优化。

### 二、深度学习在原发性肝癌预后分型中的应用

深度学习是一种能够从具有复杂结构的大规模数据中学习和提取特征的机器学习方法，具有在医学领域应用的潜力。原发性肝癌是一种高度异质性的疾病，其发展和预后受到多种因素的影响。因此，将多模态数据集集成到深度学习模型中，可以更准确地预测原发性肝癌的预后分型。多模态数据包括临床、病理、分子和影像学等方面的信息。临床数据包括患者的年龄、性别、肿瘤大小等临床信息，病理数据包括肿瘤的组织学类型、分级和分期等信息，分子数据包括基因突变、表达水平和蛋白质组学等信息，影像数据包括MRI、CT和PET等图像信息。利用深度学习对这些数据进行集成，可以挖掘不同模态数据之间的关联，提高预后分型的准确性，同时还能处理大规模数据和学习复杂非线性关系等。

在构建基于深度学习的多模态数据集集成预测模型时，首先需要对不同数据进行预处理和特征提取。对于临床和病理数据，可以使用常规的统计学方法进行特征工程，例如提取平均值、标准差和百分位数等。对于分子数据，可以使用基因表达数据进行聚类分析或者使用图像识别技术提取特征。对于影像数据，可以使用卷积神经网络（CNN）进行特征提取。然后，通过深度学习模型将不同模态数据集集成起来<sup>[1]</sup>。常用的深度学习模型包括卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）和生成对抗网络（GAN）。这些模型可以学习到不同模态数据之间的关联性，并将它们融合起来，得到更全面和准确的预后分型结果。最后，评估和验证深度学习模型的性能。可以使用交叉验证、ROC曲线和AUC等指标对模型进行评估和比较。同时，还可以与传统的预后分型方法进行对比，验证深度学习模型的优势和有效性。基于深度学习的多模态数据集集成预测模型在原发性肝癌预后分型中具有重要的应用前景。它可以帮助医生更准确地评估患者的预后情况，并为个体化治疗方案的制定提供指导。未来的研究可以进一步优化深度学习模型的结构和

算法，提高预后分型的准确性和可解释性，并将其与精准医疗等其他技术结合起来，为患者提供更好的治疗效果。当前，深度学习在原发性肝癌预后分型中的治疗指导方面取得了许多重要的进展。深度学习算法通过对大规模的临床数据进行学习和分析，能够提供个体化的治疗指导，并帮助医生做出更加准确的治疗决策。例如，对于高风险组的患者，深度学习算法可以推荐更加积极的治疗方案，如手术切除、化疗或放疗等。而对于低风险组的患者，深度学习算法则可以推荐保守治疗或观察策略，避免不必要的治疗干预<sup>[2-3]</sup>。

### 三、深度学习在原发性肝癌预后分型中的前景展望

#### （一）深度学习与精准医疗的结合

近年来，随着深度学习算法的不断发展和精准医疗理念的提出，深度学习在原发性肝癌预后分型中与精准医疗的结合呈现出广阔的应用前景。精准医疗是一种基于个体遗传特征、环境因素和生活方式等多个因素的医疗模式，旨在根据个体的特征为其提供个性化的预防、诊断和治疗方案。深度学习作为一种强大的机器学习技术，通过对大规模复杂数据的学习和分析，能够从中挖掘出有效的特征和模式。将深度学习与精准医疗相结合，可以实现对原发性肝癌患者的个性化预后分型和治疗方案制定。

一方面，深度学习可以在原发性肝癌的预后分型中提供更加准确的分类效果。传统的预后分型方法主要依靠人工提取特征和手动建立模型，存在主观性和局限性。而深度学习算法可以通过学习大量的数据，自动提取显著的特征和模式，在分类效果上具有更高的准确性。例如，可以利用深度学习算法对患者的临床特征、病理特征、分子特征和影像学特征进行综合分析，将患者划分为不同的预后类型，为临床决策提供依据。另一方面，深度学习可以在原发性肝癌的预测生存中发挥重要作用。通过对患者的多种数据进行综合分析，包括基因表达数据、蛋白质组数据、影像学数据等，深度学习能够建立更加准确的生存预测模型。这些模型可以预测患者的生存期，并帮助医生制定个体化的治疗策略。例如，深度学习可以根据患者的遗传变异和表达谱特征，预测其对特定药物的敏感性和耐药性，从而指导临床的个体化治疗方案。

另外，深度学习可以为原发性肝癌患者的个体化治疗方案制定提供有力支持。通过深度学习算法对患者的

基因组数据、临床数据和治疗数据进行集成分析，可以获得更准确的疾病分型和预后评估结果。这些结果可以为医生提供针对患者的个性化治疗建议，例如选择适当的手术方式、确定合适的药物治疗方案或者制定监测计划。总之，深度学习与精准医疗的结合为原发性肝癌预后分型提供了新的思路和方法。通过深度学习算法能够从复杂的多模态数据中挖掘潜在的生物学特征和模式，并为患者提供个性化的治疗方案。然而，深度学习算法的应用还面临一些挑战，包括数据的质量和数量、模型的可解释性等问题，需要进一步的研究和探索。随着技术的不断发展和数据的积累，相信深度学习在原发性肝癌预后分型中与精准医疗的结合将会取得更多的突破和进展。

## （二）深度学习在个性化治疗方案制定中的应用

随着深度学习在医疗领域的应用逐渐成熟，其在原发性肝癌预后分型中的个性化治疗方案制定上也展现出巨大的潜力。个性化治疗方案的制定是基于患者的特定病情和基因组信息，通过深度学习的能力进行准确预测和个性化指导，从而提高治疗效果和生存率。深度学习可以通过学习大量的医疗数据，包括影像学、病理学、临床表现等多种数据来源，来建立复杂的模型。这些模型能够有效识别和分析肿瘤在不同个体中的特征，并预测患者的疾病进展和治疗反应。利用深度学习模型，医生可以根据患者的病情和个人特征，制定出更加个性化的治疗方案。

首先，深度学习模型可以基于多模态数据进行特征提取和融合。传统的治疗方案制定主要依赖于临床和病理分期，忽略了肿瘤的分子表达和影像学特征。通过深度学习模型的综合分析，可以将这些不同来源的数据进行融合，从而更全面地评估患者的疾病状态和预测疾病进展。基于深度学习的多模态数据集成预测模型可以帮助医生更准确地预测患者的预后，并制定出更加精确的治疗方案。其次，深度学习在精准医疗中有着广泛的应用。精准医疗强调个性化治疗，通过深入了解患者的基因组、转录组和表型等多种信息，为每个患者定制最合适的治疗方案。深度学习在处理大规模、高维度的基因组学数据方面具有优势，可以快速、准确地从基因组数据中提取有价值的信息，并预测个体对不同治疗方法的反应。借助深度学习在精准医疗中的强大能力，医生可以基于患者的基因信息，为其量身定制出最适合的治

疗方案。最后，深度学习在个性化治疗方案制定中可以提供实时的指导。传统的治疗方案制定通常是基于已有的临床指南和研究结果，而深度学习可以提供一个实时的决策支持系统，根据患者最新的病情数据和全球累积的医学知识，为医生提供即时的治疗建议。这种实时指导可以帮助医生更加准确地评估患者的疾病状态，并根据需要及时调整治疗方案，提高治疗效果和生存率。总而言之，深度学习在原发性肝癌预后分型中的个性化治疗方案制定上具有巨大的应用前景。借助深度学习的能力，可以更全面、精确地评估患者的疾病状态，提高治疗效果，并为患者制定出更加个性化的治疗方案。未来，随着深度学习技术的不断发展和医疗数据的日益丰富，深度学习在原发性肝癌预后分型中的应用将进一步拓展，为患者带来更好的治疗效果和生存质量。

## 结语

随着时代的发展，医疗技术和信息技术的更新与进步，越来越多医院和医疗行业利用数据信息技术提升治疗效果，增强医师与患者良好的交流互动。新时代下，随着人工智能的快速发展，深度学习也在原发性肝癌的海量数据中得到广泛应用，数据挖掘和云计算等不断层出的分析技术，为原发性肝癌的诊疗分析提供了更加便利的方法，涉及肝癌病因、基因组学、代谢组学、影像组学、蛋白组学、预后分型等各个方面的机器学习方法的研究。与此同时，深度学习技术同样也在不断深入发展，它所构建的各种模型在肝癌研究领域的应用也会更加深入。目前深度学习方法在原发性肝癌的研究已取得一定的研究成果，其应用前景充满机遇和挑战。

## 参考文献

- [1]张清华,李海涛,方国旭等.深度学习在原发性肝癌相关诊断模型中的应用与前景[J].临床肝胆病杂志,2022,38(1):20-25.
- [2]任贺,梁萍.“机器学习”在原发性肝癌诊疗中的应用进展[J].人民军医,2020,63(4):394-397.
- [3]张阳,聂寒秋,周显飞等.不同类型原发性肝癌组织中干细胞的表达及其预后[J].中国现代医生,2020,58(3):5-7,11.

基金项目:基于单细胞多组学技术构建广西高发肝癌预后分型策略及机制研究(区域高发疾病研究联合专项);任务书编号:2023GXNSFAA026229