

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2025.05.005

基于多模态表型建模的胃“炎-癌”转化病证结合诊疗系统的构建

李浩^{1,2}, 张惠瑶^{1,2}, 白薇², 周婷婷², 黄国栋², 饶显俊², 杨洋², 白丽君³, 魏玮^{1,2}✉

1. 广州中医药大学科技创新中心, 广东省广州市白云区机场路12号, 510405; 2. 中国中医科学院望京医院; 3. 西安交通大学生命科学与技术学院

[摘要] 通过分析多模态数据在胃“炎-癌”转化诊断中的应用现状, 探讨构建胃“炎-癌”转化病证结合诊疗系统的可行性和策略。提出在中医表型组学的基础上, 将文献研究、横断面调查、队列随访产生的多模态数据, 利用人工智能技术构建多维度的病证结合诊疗指标体系, 以揭示胃“炎-癌”转化过程的复杂病机及转化规律; 再利用远期随访诊疗系统动态收集患者的中医四诊资料信息与现代医学诊疗数据, 构建信息提取、多模态表型建模及信息输出三大模块, 实现基于真实临床数据的慢性萎缩性胃炎远期随访诊疗。该系统可为临床诊疗和科研提供技术支持, 并为中医智能诊断提供思路和方法。

[关键词] 多模态; 表型组学; 慢性萎缩性胃炎; 病证结合; 人工智能; 炎-癌转化

2022 年全球新发胃癌病例高达 96.8 万例^[1], 严重威胁人类的生命健康。胃癌早期阶段往往无特征性临床表现, 患者确诊时往往已进展至中晚期, 预后较差。慢性胃炎到胃癌存在“炎-癌”转化过程^[2], 一般遵循 Correa 级联反应模式^[3], 发病机制与炎症-免疫-代谢-神经网络相关, 阻断其进展对于预防胃癌的发生意义重大。当前, 现代医学以内镜随访、病理监测为主, 中医药基于整体观对“炎-癌”转化具有多维度、多靶点调节优势^[4], 但存在临床证据不足、评价方法偏主观、科学机理不明确、临床成果转化欠缺的问题^[5]。针对上述问题, 本团队在前期研究^[6-11]基础上, 进行多学科合作, 基于多模态表型建模探讨“炎-癌”转化的中医证型变化规律, 并在其基础上搭建基于真实临床数据的慢性萎缩性胃炎远期随访诊疗系统, 为临床研究提供诊疗评价标准的技术支持, 以期提高中医诊疗的精准性和规范性, 促进临床成果转化。

基金项目: 国家重点研发计划“中医药现代化”重点专项课题(2023YFC3503601); 国家中医药传承创新团队项目(ZYYCXTD-C-202210)

✉ 通讯作者: sxxy@sina.com

1 多种模态数据在胃“炎-癌”转化诊断中的应用

“模态”概念源于 19 世纪的德国理学家赫尔姆霍茨, 他提出模态是生物体通过感知器官与累积的经验来接收和解析外界信息的桥梁^[12]。这与中医理论中人体通过五官九窍等多器官途径来辨识外界变化、关注健康与疾病的理念不谋而合。在人工智能辅助诊断的语境下, 模态是由一种特定类型技术采集的, 具有相同表达形式的数据的总称, 涵盖了触觉、听觉、视觉、嗅觉等多种感知形式, 并扩展至信息学领域的语音、视频、文字等媒介, 模拟人与人之间的交互方式, 为中医诊断提供了新的视角和工具。这种跨学科的融合, 不仅丰富了中医学的研究体系维度, 也为现代医学技术的发展提供了有益补充。

在中医学理论体系中, 人体被视为一个复杂的生命系统。针对胃癌前病变这一临床难题, 本团队提出了多模态临床数据研究的新思路, 旨在全面采集并分析患者的临床数据。这些数据不仅包括图像、文本、声音、视频等多种模态形式的中医证候信息, 还整合了现代医学技术的多模态影像信息^[13]。基于病证结合的模式, 深入探究中西医多模态数据间互相关联的内在机制, 以期提高对胃“炎-癌”

转化阶段的特异性识别能力。

1.1 望诊的模态数据

传统的望诊主要通过医者视觉观察进行辨证分析,容易受到自身临床水平、个人主观感受、外界环境及其他客观因素的影响,难以界定统一的定性定量标准,诊断的准确性和重复性较差,易造成漏诊或误诊。现代影像工程和计算机技术的高速发展推动中医望诊的模态研究进入新的阶段,通过研发对应的诊断设备,对舌、目、面等望诊数据进行标准量化处理,为后续的表型建模分析提供数据支持。如有研究^[14]用中医舌、面诊仪采集慢性萎缩性胃炎脾虚气滞证患者和健康人的舌、面诊信息数据,发现舌、面诊信息特征可作为慢性萎缩性胃炎的中医辨证诊断客观依据之一。另有研究^[15]应用便携式面诊检测系统采集慢性胃炎患者及健康人群的面部图像,发现慢性胃炎患者面型特征与健康人群存在差异。中医诊断仪 V1.0 采用证素辨证结合图像分析技术,收集慢性胃炎患者的面部图像以分析其面部皮肤色形参数特征,发现中医面部分区与慢性胃炎的病证相关性,可为早期诊断提供依据^[16]。另外,本团队前期发现在胃“炎-癌”转化进程中,舌象特点提示病情变化趋势^[17],可作为未来望诊模态研究的关注点。尽管现有研究已取得部分成果,但仍处于中医望诊模态的探索阶段,从“不可用”到“可以用”还存在众多障碍^[18]。

1.2 闻诊的模态数据

近年来,随着医疗应用场景的多元化,闻诊的必要性也逐渐凸显。基于海量的音频与气味数据,研究者在模态信息录入、预加工、特征归纳和疾病诊断等方面,研制出一系列闻诊技术仪器,如中医闻诊采集系统^[19]、气相色谱-声表面波传感器联用技术^[20]、呼气检测电子鼻等^[21]。通过采集声音和气味信号,辅助探索多模态间的交互特征,进而构建出高效的分类识别预测模型。而模型的构建也为疾病的诊断与鉴别提供了证据支持,对中医的辨病与辨证过程具有积极的意义。值得注意的是,声音和气味的采集过程容易受到多种因素的影响,引发信号振荡、失真,导致信号的不稳定,甚至有用信号丢失,影响客观性和准确性,所以闻诊研究在四诊模态研究中尚较为薄弱,需要加快发展^[22]。

1.3 问诊的模态数据

中医问诊的数据收集主要通过问诊系统的研发和各种评价量表的制定来实现,如基于协同过滤推荐算法的中医智能问诊系统^[23],脾胃常见病中医

辅助问诊系统^[24],中医脾系问诊系统^[25]等,为医师提供了现代辅助诊断工具。同时,中医脾胃系疾病 PRO 量表^[26]、脾系疾病问诊量表^[27]、慢性萎缩性胃炎证候要素评定量表^[28]等也帮助临床工作者更加精准地收集和处理中医问诊数据,以充分了解患者病情。综上,由于采集技术及自然语言处理的迅速发展,问诊模态的研究进程相对较快^[29],但胃“炎-癌”转化的特征性内容部分缺乏,需开展大规模人群队列研究对患者进行问诊信息采集及分析。

1.4 脉诊的模态数据

传感器技术研发、脉图算法分析技术以及脉诊实践应用是当前脉诊客观化研究的主要方面^[30]。其中,脉搏传感器直接影响脉象信息的采集和处理。黄霖等^[31]利用机器视觉算法,成功实现了寸关尺三部位置坐标的自动计算,从而实现了脉诊三部的自动定位。张琦等^[32]研发的穿戴式自动加压脉象系统,实现了气囊自动加压控制以及脉象数据的云端储存。李果刚等^[33]采用 ZM III 智能脉象仪采集正常人与慢性胃炎湿证病人的脉图,发现右手关部脉图参数具有特异性,可以反映脾胃的生理病理情况。上述研究在脉诊的信号采集方面,研究者主要集中于单点或多点压力信号的采录;在参数选择方面,主要依赖于时域特征参数;在参数解析方面,尚缺乏统一的量化标准^[34]。因此,需要在脉诊采集技术革新基础上,推动胃“炎-癌”转化的脉诊标准化研究。

1.5 现代诊疗技术的模态数据

在如今中医理论知识与现代诊疗技术结合的环境下,内镜等检查手段已成为中医诊断的延伸与拓展。研究显示,内镜下观察到的胃黏膜图像与中医证型之间存在密切联系^[35-36]。通过细化疾病发展各阶段的四诊模态数据,结合内镜观察胃黏膜的色泽、皱襞消失程度、胃壁运动和血管情况,以及黏膜活检病理切片进行综合辨证论治,以更准确地评估“炎-癌转化”过程及预后转归^[37-38]。此外,结合其他现代技术,如胃电图、血清生物标记物、多种医学影像(MRI、CT等)以及多组学技术(基因组、转录组、蛋白质组及代谢组等),采集分析胃“炎-癌”转化过程中不同阶段演变的生物学特点,形成现代模态数据库,以融入中医的分析框架,将传统的中医诊察手段扩充至组织、细胞、分子等微观层面,实现中医证候诊断从宏观到微观的整合,进一步提升诊断的精确性。

2 表型在中医病证结合中的应用

表型主要指种系、生物体、器官、组织或者细胞外在表现的、可被观察到的结构特征与功能状态,面部的皮肤色泽、舌质的颜色形态、舌苔的厚薄润燥、脉象的浮沉迟数,甚至内镜的镜下表现等都属于表型的概念范畴^[39]。因为表型组学包含的内容庞大,借由分子、细胞、影像和功能等四个研究模块,针对生物体的物理表型、化学表型与生物表型,进行直接到间接、宏观到微观、定性到定量的测量和分析^[40],产生了海量的数据。一方面,计算机科学乃至人工智能的高速发展,为表型组学提供了算力支持和技术保障^[41];另一方面,高通量相关技术产生了大量数据,大变量、小样本现象也使高维数据的降维处理面临挑战^[42]。

相较于西医通过实验检测而判断疾病的病因及发病机制,中医主要依据表现于外的、具有内在联系的症状与体征来推求疾病的本质。尽管两者在思维层面与诊断方法均有不同,但随着现代技术的发展以及研究范式的转变,中西医结合发展的学科交叉模式将是未来趋势。中医表型组学借由表型组学的理论与方法指导,以大规模“病证结合”人群队列为数据研究蓝本,以多学科联合与多智能交叉为技术驱动,紧紧围绕中医现代科学阐释的问题,结合科学研究的第四范式,从海量数据样本挖掘“潜在”的知识内容^[43-47]。表型建模正是在学科架构之上,面对表型数据与学科内容的复杂性挑战,以期寻求最优的解决路径。当前,对于中医四诊资料的客观化研究取得了一定的进展,机器学习、深度学习算法的迭代优化逐渐适应复杂的临床场景,为进一步探索人体的中医表型关联提供了方法支持。

与第四范式科研常面临的挑战类似,中医表型组学的研究也面临着多种数据结构的整合、处理系统的限制、算法的选择以及研究结论的可视化等问题^[48]。首先,针对多模态数据的整合问题,中医客观化和标准化研究为构建可重复的数据研究框架提供便利^[49]。其次,对于数据处理系统的限制问题,多学科交叉可以弥补中医业内高性能计算设备的缺乏,云计算的出现也可以减少物理硬件的限制。再次,算法的选择问题,从随机森林、决策树、贝叶斯模型以及支持向量机等机器学习常见算法,再到卷积神经网络和递归神经网络等深度学习模型,乃至 GPT 搭载的 Transformer 模型,为解决具体的中医临床问题提供了多种路径^[50]。最后,

结论的解释及可视化需要牢牢把握住中医理论的框架,一方面,通过分析同一表型在中西医的不同解释,为中医理论的现代化研究提供印证;另一方面,对多种表型的复杂关联进行多元探索,为中医的精准诊断提供技术支持。

3 胃“炎-癌”转化病证结合诊疗系统多模态表型的构建

本团队曾采用中医证候诊断与现代医学疾病诊断相结合的病证结合模式探讨慢性萎缩性胃炎患者中医证候分型与癌变风险的相关性^[51],但在临床实践中,面对动态的、连续的胃“炎-癌”转换过程,以传统四诊为主要诊察手段的宏观辨证方式难以精准反映局部病灶的特性,故应将胃镜表现、病理特点、血清学标志等现代诊疗指标纳入传统辨证体系之中,以达到宏观与微观相结合的中医精准辨证模式。传统四诊与现代诊疗技术收集的数据分属不同模态,且往往具有大规模、高维度、异构性和复杂性,因此需要利用大规模运算设备对复杂表型数据进行模型构建,以从采集到的多模态数据中提取出有意义的诊疗信息。

本团队组织构建了一款针对慢性萎缩性胃炎的远期随访诊疗系统,为不同模态的表型数据搭建统一的收集平台,为融合计算提供多维度的信息支持。该系统可以全程动态收集患者的中医四诊资料与现代诊疗数据,经信息提取、多模态表型建模以及信息输出三大模块,具体包含多模态数据标准化、特征提取、证型聚类、关联互作、深度学习、动态监测与评估等多个步骤后,将病证信息等输出结果进行云端上传、数据储存(见图1)。

在信息提取模块,主要涉及模态数据标准化、特征提取等过程,在保留有效信息的同时降低数据复杂度。另外,针对不同模态数据的结构特点,选择相应的算法,以简化数据处理的难度,比如,在望诊模态提取时,利用与北京工业大学合作的桌面式舌象分析仪,基于深度学习分割算法自动分割舌体,利用卷积神经网络、主元分析等方法提取、分析舌体和舌苔信息,并将客观化、量化描述的舌象信息上传远期随访诊疗系统,通过连续观测来动态分析患者的疾病进程与舌象的时空相关性^[52]。

在多模态表型构建模块,囊括证候聚类、关联互作、深度学习等多项步骤。证候聚类是将大量的标准化模态数据进行归类与分析,识别出具有内在联系的证候群,进而形成宏观-微观结合的证候分

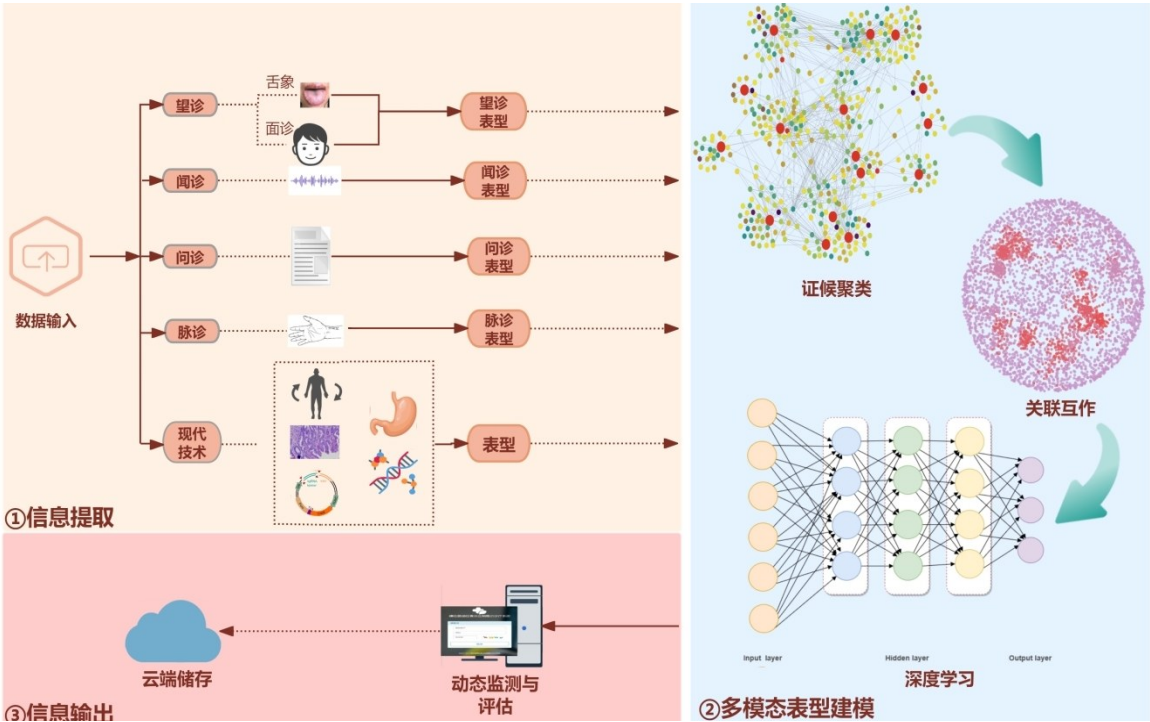


图 1 胃“炎-癌”转化病证结合诊疗系统多模态表型建模流程图

Figure 1 Flowchart of disease-syndrome integrated diagnosis and treatment system for gastric "inflammation-cancer" transformation based on multi-modal phenotypic modeling

类体系。而关联互动则是探讨不同模态之间的相互关系和潜在机制，找出其中的表型关联。比如，团队前期在多组学解析及疾病造模研究^[8-9, 51]的基础上，利用远期随访诊疗系统存储的多模态表型数据，针对同源异构的多组学融合分析所面临的“高维、稀疏、多重共线性”等技术瓶颈，提出多组学样本获取的批次效应校正、贝叶斯概率图模型的多重共线性解析、表型学习的“高维稀疏特征互作网络建构”的共性关键技术解决方案。首先，在标准化预处理与质控分析方面，针对多中心、高通量、多模态异构特征、高维非线性的数据特征，采用经验贝叶斯 Combat 方法校正标记物数据的批次效应并完成多中心不同设备数据的同质化分析。其次，为了实现降维与降噪处理，综合应用 LASSO 回归分析、主成分分析以及独立成分分析等技术减少数据的复杂性。最后，利用贝叶斯概率图共线性特征解析、卷积神经网络深度学习等方法，筛选基于多组学信息的不同表型关联，明晰表型间的互作关系^[53]。而深度学习作为模型的核心算法，进一步提升了对复杂表型特征的识别能力，以实现更为精准的预测和分析。比如，团队依据模型架构，在消化内镜与望诊结合方面，利用半监督深度学习算法 (GasMIL) 在病理切片级别诊断黏膜萎缩和肠上皮

化生，GasMIL 表现出较好的整体性能，可以提升病理医生诊断的准确性^[54]。

在信息输出模块，涉及后续的动态检测与评估、云端存储等内容。动态检测与评估可以实时监测多模态数据的变化和病证信息的输出情况，并根据反馈对模型进行调整和优化。在保障数据安全的前提下，云端存储提供了稳定、灵活的数据共享、调用与备份，为实现跨平台、跨区域的数据访问和协同处理给予支持。

4 小结

阻断慢性胃炎到胃癌的“炎-癌”转化过程，对于预防胃癌的发生意义重大。本团队以整体观作为方法论指导，将表型概念融入中医四诊信息及现代诊疗数据的整合与应用中，基于多模态表型建模探讨胃“炎-癌”转化过程的病证结合变化规律，并在其基础上搭建基于真实临床数据的慢性萎缩性胃炎远期随访诊疗系统，可为临床医务工作者提供参考及数据支持，也可中医智能诊断领域提供新思路和新方法。未来团队将致力于构建多模态数据云端，以实现临床科研数据的积累与共享。

参考文献

[1]BRAY F, LAVERSANNE M, SUNG H, et al. Global can-

- cer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2024, 74(3): 229–263.
- [2] 杨洋, 张平, 魏玮. 胃“炎-癌转化”的中西医结合慢病管理与获益[J]. 现代中医临床, 2023, 30(4): 69–74.
- [3] CORREA P, HAENSZEL W, CUELLO C, et al. A model for gastric cancer epidemiology [J]. Lancet, 1975, 306(7924): 58–60.
- [4] 李园, 赵莹, 陈萌, 等. 从中医学视角探讨慢性胃炎“炎癌转化”过程的免疫失衡与重建[J]. 北京中医药大学学报, 2021, 44(1): 92–96.
- [5] 魏玮, 杨洋. 慢性萎缩性胃炎诊治现状及中医药治疗优势[J]. 中医杂志, 2016, 57(1): 36–40.
- [6] 独思静, 国嵩, 方霜霜, 等. 慢性萎缩性胃炎中医药相关临床试验注册现状分析[J]. 中国中医药信息杂志, 2021, 28(7): 43–46.
- [7] 国嵩. 辛开苦降法治疗慢性萎缩性胃炎的临床疗效评价及基于转录组学的作用机制研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2021.
- [8] 杨洋. 慢性萎缩性胃炎模型大鼠定量蛋白组学及中药干预靶点研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2017.
- [9] 独思静. 慢性萎缩性胃炎风险因素分析和辛开苦降调枢方干预的疗效及机制研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2022.
- [10] 王彦. Hp 相关性慢性胃炎证素研究及中医药治疗的疗效评价研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2013.
- [11] 苏晓兰, 于冰娥, 杨晨, 等. 魏玮论治慢性萎缩性胃炎用药经验[J]. 辽宁中医杂志, 2017, 44(1): 41–43.
- [12] 王春雷, 王肖, 刘凯. 多模态知识图谱表示学习综述[J]. 计算机应用, 2024, 44(1): 1–15.
- [13] 汪南玥, 刘佳, 宋诗博. 基于人工智能的中医多诊合参技术研究现状与展望[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(1): 41–44.
- [14] 杨帅, 王步轶, 李福凤, 等. 基于舌诊及面诊信息特征的慢性萎缩性胃炎脾虚气滞证中医疗效评价[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(5): 2957–2960.
- [15] 朱蓉蓉, 钱鹏, 陈超乾, 等. 慢性胃炎患者中医面型特征研究[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(1): 114–118.
- [16] 兰萌. 基于证素辨证的慢性胃炎面部望诊色形特征研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2023.
- [17] 杨洋, 杨敏, 瞿先侯, 等. 化生型慢性萎缩性胃炎患者的舌象特点分析[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2019, 27(9): 684–688.
- [18] 肖雯迪, 朱龙, 王洋, 等. 中医望诊多模态融合技术的应用与思考[J]. 中医杂志, 2024, 65(17): 1741–1746.
- [19] 陈春风, 王忆勤, 徐璿, 等. 342 例肺系疾病患者的语音信号采集和特征分析[J]. 上海医药, 2022, 43(14): 21–25.
- [20] 陈星, 陈璟, 陈超, 等. 基于气相色谱-声表面波传感器联用技术的中医脾胃证候辨识[J]. 世界中医药, 2020, 15(11): 1540–1545.
- [21] 高凡, 张旭升, 王敏, 等. 基于甲烷氢呼气的人体胃肠道疾病检测电子鼻及诊断模型[J]. 郑州大学学报(工学版), 2019, 40(6): 32–37, 52.
- [22] 门韶洋, 陈绿洁, 赖童, 等. 面向中医闻诊的智能化技术研究[J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(8): 25–30.
- [23] 迪盼祺, 夏春明, 王忆勤, 等. 基于协同过滤算法的中医智能问诊系统研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(1): 247–255.
- [24] 曹媛媛. 基于互联网+的脾胃常见病中医辅助预问诊系统设计与实现[D]. 长春: 长春中医药大学, 2022.
- [25] 郑舞, 刘国萍, 朱文华, 等. 中医脾系问诊信息采集系统研制与评价[J]. 中国中医药信息杂志, 2013, 20(11): 19–21.
- [26] 刘凤斌, 王维琼. 中医脾胃系疾病 PRO 量表的研制与条目筛选[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2009, 11(4): 527–531.
- [27] 刘国萍, 王忆勤, 董英, 等. 基于探索性因子分析的脾系疾病问诊症状分布及证候要素初探[J]. 上海中医药大学学报, 2012, 26(2): 32–35.
- [28] 李爽姿, 王勤明, 李志更. 量表评定慢性萎缩性胃炎证候要素特性初识[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(10): 4544–4547.
- [29] 李新龙. 中医智能诊疗研究中的数据标准化瓶颈和处理策略[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(3): 1123–1126.
- [30] 汪南玥, 于友华, 刘佳, 等. 脉诊客观化研究的思考[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(8): 2655–2657.
- [31] 黄霖, 颜建军, 蔡诗雨, 等. 基于机器视觉的三部脉象仪智能定位的研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2023, 25(2): 806–812.
- [32] 张琦, 吕玉祥. 穿戴式自动加压脉象采集系统设计[J]. 传感技术学报, 2021, 34(6): 848–852.
- [33] 李果刚, 李斌芳, 庄燕鸿, 等. 慢性胃炎湿证型左右寸口脉图参数比较[J]. 上海中医药杂志, 2003, 37(12): 39–41.
- [34] 黄金连, 梁梦晨, 唐禹, 等. 数字化脉诊技术在心血管病中的应用进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2024, 31(7): 193–197.
- [35] 曹志军, 左明焕. 慢性萎缩性胃炎中医证型分布和胃镜改变以及病理改变的关联性[J]. 世界中医药, 2018, 13(8): 2040–2043.
- [36] 李萌, 于靖文, 丁媛, 等. 慢性萎缩性胃炎患者舌象、脉象与胃镜象相关性分析[J]. 辽宁中医杂志, 2024,

- 51(5): 10-14.
- [37]丁霞, 魏玮, 沈洪, 等. 从中医学视角看慢性胃炎“炎-癌转化”[J]. 北京中医药大学学报, 2018, 41(11): 885-889.
- [38]张林, 王忠鑫, 迟太升, 等. 胃镜下慢性胃炎与中医辨证分型的相关性研究[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2007, 15(2): 107-109.
- [39]王阶, 衷敬柏, 王忠, 等. 表型(证候)可塑性 with 数量性状位点研究[J]. 北京中医药大学学报, 2003, 26(6): 1-4.
- [40]邓桦, 刘志伟, 陈超. 全球人类表型组专利技术的发展与启示[J]. 世界科技研究与发展, 2019, 41(5): 464-477.
- [41]YURKOVICH JT, EVANS SJ, RAPPAPORT N, et al. The transition from genomics to phenomics in personalized population health[J]. Nat Rev Genet, 2024, 25(4): 286-302.
- [42]黄贵祥, 江华, 王凯, 等. 表型组学及其临床应用前景[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2017, 4(1): 125-129.
- [43]全小林, 何莉莎, 赵林华. 助力精准医学: 表型组学与中医学的借鉴与融合[J]. 中国中西医结合杂志, 2018, 38(3): 368-370.
- [44]左玲, 陈建新, 王伟, 等. 中医信息学与表型组学: 症状的遗传突变与证候的生物学基础初探[J]. 北京中医药大学学报, 2022, 45(2): 140-147.
- [45]全小林, 赵林华, 张博荀. 表型组学与中医药创新发展[J]. 科学, 2022, 74(1): 22-25, 2.
- [46]吴浩然, 陈雪梅, 王琦. 基于表型组学的中医体质学研究及方向[J]. 中医杂志, 2022, 63(22): 2101-2106.
- [47]原淳淳, 王晶, 舒冰, 等. 中医表型组学的概念与相关研究体系的构建[J]. 中医杂志, 2022, 63(5): 407-411.
- [48]张永卓, 高颖, 牛春艳, 等. 生物表型和表型组标准化的现状与展望[J]. 计量学报, 2022, 43(10): 1382-1388.
- [49]宋诗博, 安二匣, 樊西倩, 等. 中医四诊合参客观化研究思考[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(11): 6560-6562.
- [50]郑庆华, 刘欢, 龚铁梁, 等. 大数据知识工程发展现状及展望[J]. 中国工程科学, 2023, 25(2): 208-220.
- [51]杨洋, 瞿先侯, 杨敏, 等. 慢性萎缩性胃炎患者中医证候分型与癌变风险的相关性[J]. 中医杂志, 2020, 61(4): 319-324.
- [52]卓力, 李艳萍, 张辉, 等. 基于区域注意力机制的有噪样本下中医舌色分类算法研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2023, 25(8): 2873-2882.
- [53]刘建伟, 黎海恩, 罗雄麟. 概率图模型表示理论[J]. 计算机科学, 2014, 41(9): 1-17.
- [54]FANG S, LIU Z, QIU Q, et al. Diagnosing and grading gastric atrophy and intestinal metaplasia using semi-supervised deep learning on pathological images: development and validation study[J]. Gastric Cancer, 2024, 27(2): 343-354.

Construction of a Disease-Syndrome Integrated Diagnosis and Treatment System for Gastric "Inflammation-Cancer" Transformation Based on Multi-Modal Phenotypic Modeling

LI Hao^{1,2}, ZHANG Huiyao^{1,2}, BAI Wei², ZHOU Tingting², HUANG Guodong², RAO Xianjun², YANG Yang², BAI Lijun³, WEI Wei^{1,2}

1. Science and Technology Innovation Center, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, 510405; 2. Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences; 3. School of Life Science and Technology, Xi'an Jiaotong University

ABSTRACT By analyzing the current application of multi-modal data in the diagnosis of gastric "inflammation-cancer" transformation, this study explored the feasibility and strategies for constructing a disease-syndrome integrated diagnosis and treatment system. Based on traditional Chinese medicine (TCM) phenomics, we proposed utilizing multi-modal data from literature research, cross-sectional studies, and cohort follow-ups, combined with artificial intelligence technology, to establish a multi-dimensional diagnostic and treatment index system. This approach aims to uncover the complex pathogenesis and transformation patterns of gastric "inflammation-cancer" progression. Additionally, by dynamically collecting TCM four-diagnostic information and modern medical diagnostic information through a long-term follow-up system, we developed three major modules including information extraction, multi-modal phenotypic modeling, and information output, to make it enable real-world clinical data-driven long-term follow-up and treatment of chronic atrophic gastritis. This system can provide technical support for clinical diagnosis, treatment evaluation, and research, while also offering insights and methods for intelligent TCM diagnosis.

Keywords multi-modal; phenotype; chronic atrophic gastritis; disease-syndrome integration; artificial intelligence; inflammation-cancer transformation

(收稿日期: 2024-08-14; 修回日期: 2024-11-04)

[编辑: 焦 爽]