

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2026.03.011

基于多模型融合分析的温肺固元脐灸治疗慢性阻塞性肺疾病稳定期疗效影响因素的回顾性分析

赵娣^{1,2}, 王明航¹✉, 孟圆圆^{1,2}, 王高明^{1,2}

1. 河南中医药大学第一附属医院国家区域中医(肺病)诊疗中心, 河南省郑州市金水区人民路19号, 450000; 2. 河南中医药大学第一临床医学院

[摘要] **目的** 通过多模型融合分析方法, 深入探究影响温肺固元脐灸治疗慢性阻塞性肺疾病(COPD)稳定期患者疗效的关键因素, 为临床个体化诊疗提供依据。**方法** 纳入107例接受温肺固元脐灸治疗的COPD稳定期患者, 将其治疗13周、随访26周的研究数据进行清洗整理, 分别根据治疗阶段和随访阶段患者是否存在急性加重情况分为急性加重组和未急性加重组, 运用Lasso回归、弹性网络、随机森林等方法分别对其进行影响因素的初筛, 再以任意两种方法筛选出的共同因素, 进行Logistic回归分析, 筛选出影响温肺固元脐灸治疗稳定期COPD患者疗效的因素。**结果** 共纳入患者107例。治疗13周时, 采用Lasso回归、弹性网络和随机森林方法筛选出任意2种方法共同筛选出的影响因素5个, 分别为乏力评分、血红蛋白(HGB)及健康状况调查问卷(SF-36)—生理机能得分、社会功能得分、身体疼痛得分。Logistic回归分析显示, 治疗13周时影响温肺固元脐灸治疗COPD疗效的因素有HGB($OR=0.973$, $P=0.031$)、SF-36—社会功能得分($OR=1.833$, $P=0.043$)。随访26周时, 采用Lasso回归、弹性网络和随机森林方法筛选出任意2种方法共同筛选出的影响因素7个, 分别为咯痰评分、喘息评分、乏力评分、SF-36—精力得分、SF-36—精神健康得分、慢阻肺患者报告结局量表修订版(mCOPD-PRO)—环境领域得分、慢阻肺患者疗效满意度问卷修订版(mESQ-COPD)—环境适应能力得分。Logistic回归分析显示, 随访26周影响温肺固元脐灸治疗COPD疗效的因素有咯痰评分($OR=2.175$, $P=0.042$)、SF-36—精神健康得分($OR=1.312$, $P=0.012$)。**结论** HGB、咯痰症状、社会功能和精神健康可能是影响温肺固元脐灸治疗COPD临床疗效的因素。

[关键词] 慢性阻塞性肺疾病; 稳定期; 隔药灸; 多模型融合分析; 温肺固元脐灸

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种以持续性气流受限和反复呼吸道症状为特征的异质性疾病, 已成为全球第三大致死性疾病, 2019年全球30~79岁人群患病率达10.3%^[1]。我国COPD患者超1亿, 每年死亡人数约100万, 疾病负担沉重^[2-3]。COPD稳定期管理面临两大核心挑战, 一是频繁急性加重导致肺功能加速下降, 二是长期药物治疗(如支气管扩张

剂、糖皮质激素)易引发感染、耐药性等副作用^[4]。中医外治法在COPD稳定期干预中具有独特优势。脐灸疗法属中医外治法之一。现代研究表明, 隔药脐灸具有调节免疫功能、调整肠道菌群以及缓解炎症反应等多重功效^[5-6]。前期研究提示, 温肺固元脐灸可降低稳定期COPD患者的急性加重频率、提高运动耐力、减轻呼吸困难严重程度、改善临床症状和生活质量, 且安全性良好^[7-8]。然而, 脐灸疗效的影响因素尚未明确。有研究者采用Lasso-logistic模型^[9]或Lasso回归结合随机森林算法^[10]分析疾病的影响因素, 但未见采用多模型融合分析方法对影响因素进行研究的相关报道。因此, 本研究创新性地采用Lasso回归、弹性网络、随机森林

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFC3502602); 河南省高校科技创新团队支持计划(23IRTSTHN027); 中医药古籍文献和特色技术传承专项(CZY-KJS-2020-075); 国家中医临床研究基地科研专项(2022JDZX046); 河南省科技发展计划(232102310472)

✉ 通讯作者: wmh107hn@163.com

等模型筛选关键变量,结合 Logistic 回归验证,科学筛选温肺固元脐灸治疗稳定期 COPD 疗效的影响因素,建立稳定期 COPD 脐灸治疗的精准化方案,为临床个体化诊疗提供依据。本研究已通过河南中医药大学第一附属医院伦理委员会审查(伦理批件号:2021HL-048-01)。

1 临床资料

1.1 诊断标准

西医诊断标准:参照 2020 版《慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗、管理及预防全球策略》^[11]和中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)》^[12]制定。患者具备进行性加重的呼吸困难、慢性咳嗽、咯痰等临床症状,且肺功能检查证实存在持续气流受限[应用支气管舒张剂后,第一秒用力呼气容积(FEV_1)/用力肺活量(FVC) <0.70],综合既往史、家族史及影像学资料,并排除其他可致气流受限的疾病后,明确诊断。

中医辨证标准:参照中华中医药学会内科分会肺系病专业委员会发布的《慢性阻塞性肺疾病中医证候诊断标准(2011 版)》^[13]进行诊断和辨证,包括肺气虚证、肺脾气虚证和肺肾气虚证。

1.2 纳入标准

1)符合 COPD 稳定期诊断及中医辨证标准;2)年龄 ≥ 40 岁且 ≤ 80 岁;3)前 1 年急性加重次数 ≥ 1 次;4)入选前 1 个月内未参加其他干预措施的临床研究;5)接受了为期 13 周的温肺固元脐灸治疗;6)有持续 26 周的规律随访记录(至少每 4 周 1 次),且临床资料记录完整。

1.3 排除标准

1)妊娠及哺乳期妇女;2)存在意识障碍、严重认知障碍或其他精神疾病的患者;3)合并严重心功能不全;4)合并活动性肺结核、弥漫性泛细支气管炎、气胸、胸腔积液、肺栓塞者;5)合并影响呼吸运动功能的神经肌肉疾病;6)合并肿瘤;7)合并严重的肝、肾疾病,丙氨酸氨基转移酶(ALT)/天冬氨酸氨基转移酶(AST)比值 ≥ 3 倍正常值,和(或)肾小球滤过率(GFR) ≤ 29 ml/(min $\cdot$ 1.73 m ^{2});8)已知对灸粉药物组成过敏者。

1.4 一般资料

采用回顾性研究设计,数据来源于 2021 年 4 月 24 日至 2023 年 4 月 9 日就诊于河南中医药大学第一附属医院、河南省中医院、河南中医药大学第三附

属医院门诊的 107 例 COPD 稳定期患者。患者均接受了为期 13 周的温肺固元脐灸治疗,并完成了 26 周的随访,记录急性加重情况及其他信息。

纳入的 107 例患者,年龄 40~79 岁,平均年龄 66 ± 7.70 岁;男性 85 例(79.44%),女性 22 例(20.56%);吸烟者 49 例(45.79%);有合并疾病及用药的 43 例(40.19%);肺气虚证 18 例(16.82%),肺脾气虚证 35 例(32.71%),肺肾气虚证 54 例(50.47%);治疗 13 周时,急性加重患者 58 例(54.21%);随访 26 周时,急性加重患者 28 例(26.17%),见表 1。

2 方法

2.1 治疗方法

所有患者均接受健康教育、西医常规治疗和温肺固元脐灸治疗。

健康教育:戒烟、呼吸锻炼、营养与饮食、户外运动、心理支持和健康的生活方式等。

西医常规治疗:由临床医师参照 GOLD 发布的 2020 版《慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗、管理及预防全球策略》^[11]和中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)》^[12]制定出适于患者的治疗方案进行规范治疗。

温肺固元脐灸治疗:1)施灸部位为神阙穴(肚脐)。2)温肺固元脐灸粉为院内制剂,药物组成:丁香、半夏、麻黄、细辛、白芥子、肉桂,所有药物均按照 1:1 等比配伍,由河南中医药大学第一附属医院药剂科提供。3)施灸程序:患者平卧于床上,暴露肚脐,铺洞巾,放置面圈,填充药粉,放置锥形艾炷,点燃艾炷后移除面圈。采用穴位敷贴,保留药粉 4~6 h。4)疗程:每周 2 次,每次灸 3 壮,每壮 20 min,共 1 h,共治疗 13 周;治疗结束后共随访 26 周,至少每 4 周观察记录 1 次。

2.2 观察指标及方法

2.2.1 急性加重次数 参照《2018 年 GOLD 慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗、管理及预防全球策略》^[14]中关于 COPD 急性加重的定义,两次急性加重时间间隔在 1 周内则按 1 次急性加重计算。

2.2.2 临床症状与体征 参照项目组制定的《慢性阻塞性肺疾病(COPD)稳定期临床症状测评问卷》^[15],包括咳嗽、咯痰、喘息、胸闷、气短、乏力和紫绀 7 个项目,得分越高,表明患者的症状越重。

表 1 两组慢性阻塞性肺疾病稳定期患者不同时点的临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical information between two groups of patients with chronic obstructive pulmonary disease at different follow-up time points

变量	治疗 13 周				随访 26 周			
	未急性加重组 (49 例)	急性加重组 (58 例)	χ^2/Z 值	P 值	未急性加重组 (79 例)	急性加重组 (28 例)	χ^2/Z 值	P 值
性别/例 (%)			0.266	0.606			0.170	0.680
男	40 (81.63)	45 (77.59)			62 (78.48)	23 (82.14)		
女	9 (18.37)	13 (22.41)			17 (21.52)	5 (17.86)		
吸烟/例 (%)	23 (46.94)	26 (44.83)	0.048	0.827	37 (46.84)	12 (42.86)	0.132	0.717
合并疾病及用药/例 (%)	19 (38.78)	24 (41.38)	0.075	0.784	34 (43.04)	9 (32.14)	1.021	0.312
GOLD 评估分组/例 (%)			2.876	0.415			4.392	0.190
A 组	2 (4.08)	3 (5.17)			4 (5.06)	1 (3.57)		
B 组	37 (75.51)	35 (60.34)			57 (72.15)	15 (53.57)		
C 组	2 (4.08)	4 (6.90)			4 (5.06)	2 (7.14)		
D 组	8 (16.33)	16 (27.59)			14 (17.73)	10 (35.72)		
年龄/岁, [M (Q ₁ , Q ₃)]	66 (60, 71)	68 (63, 72)	-1.465	0.143	67 (63, 72)	66 (60, 71)	-0.941	0.347
中医证型/例 (%)			0.255	0.880			0.251	0.882
肺气虚	9 (18.37)	9 (15.52)			14 (17.72)	4 (14.29)		
肺脾气虚	15 (30.61)	20 (34.48)			25 (31.65)	10 (35.71)		
肺肾气虚	25 (51.02)	29 (50.00)			40 (50.63)	14 (50.00)		
体重指数分类/例 (%)			1.066	0.849			1.872	0.597
消瘦	1 (2.04)	1 (1.72)			1 (1.27)	1 (3.57)		
正常	25 (51.02)	34 (58.63)			43 (54.43)	16 (57.14)		
超重	19 (38.78)	18 (31.03)			27 (34.18)	10 (35.72)		
肥胖	4 (8.16)	5 (8.62)			8 (10.12)	1 (3.57)		

注: GOLD, 慢性阻塞性肺疾病全球倡议; A 组, 0~1 次急性加重病史且并未导致住院, 英国医学研究委员会 (mMRC) 的呼吸困难量表 ≤ 1 , 慢阻肺患者自我评估测试 (CAT) < 10 ; B 组, 0~1 次急性加重病史且并未导致住院, mMRC ≥ 2 , CAT ≥ 10 ; C 组, ≥ 2 次急性加重病史或 ≥ 1 次因急性加重导致的住院, mMRC ≤ 1 , CAT < 10 ; D 组, ≥ 2 次急性加重病史或 ≥ 1 次因急性加重导致的住院, mMRC ≥ 2 , CAT ≥ 10 。

2.2.3 呼吸困难评分 (mMRC) 采用英国医学研究委员会 (mMRC) 的呼吸困难量表^[16] 评价, 该量表将呼吸困难分为 0~4 级共 5 个等级, 用于评估 COPD 患者因呼吸困难导致的日常活动受限程度, 等级越高, 呼吸困难越严重。

2.2.4 6 分钟步行试验 (6MWD) 参照美国胸科协会 (ATS) 颁布的《6 分钟步行指南》^[17] 进行测定。

2.2.5 实验室指标 包括白细胞计数 (WBC)、红细胞计数 (RBC)、血红蛋白 (HGB)、血小板计数 (PLT)、中性粒细胞百分比 (NEU%)、丙氨酸氨基转移酶 (ALT)、天冬氨酸氨基转移酶 (AST)、尿素氮 (BUN)、肌酐 (Cr)。

2.2.6 肺功能 包括用力肺活量 (FVC)、第一秒用力呼气容积 (FEV₁)、第一秒用力呼气容积占预计值百分比 (FEV₁%pred)。

2.2.7 生存质量评价 1) COPD 患者自我评估测试 (CAT 评分)^[11]: 能够快速评估 COPD 对患者咳嗽、咯痰、胸闷、睡眠、精力、情绪、日常运动和

运动耐力的影响, 总评分升高, 表明患者的症状负担加重, 生活质量下降。2) COPD 患者报告结局量表修订版 (mCOPD-PRO)^[18]: 基于中医理论开发的、体现中国 COPD 患者特点的量表, 包括生理领域、心理领域、环境领域的评估, 能更全面地反映疾病带来的不适感受和功能限制, 得分越高, 健康状态越差。3) COPD 患者疗效满意度问卷修订版 (mESQ-COPD)^[19]: 用于评估患者对当前 COPD 治疗效果的主观满意度, 包括对临床症状、工作生活能力、环境适应能力及治疗效果的评估, 得分越高, 患者治疗满意度越差。4) 健康状况调查问卷 (SF-36)^[20]: 广泛应用于各种疾病的生活质量评估, 包含生理机能、生理职能、身体疼痛、一般健康、精力、社会功能、情感职能、精神健康等多个维度, 分数越高代表患者在该维度的健康状况越好, 生活质量越高。

2.3 分组方法

分别以治疗 13 周阶段、随访 26 周阶段内是否

发生急性加重,将研究对象分为急性加重组和未急性加重组,并作为因变量,以个人基本情况、临床症状与体征、mMRC、6MWD、实验室指标、肺功能、生存质量评价等为自变量,筛选疗效影响因素。

2.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 和 R 4.4.3 软件进行统计分析。计数资料采用频数(n)、百分数(%)表示,行 χ^2 检验或 Fisher 精确检验进行比较;满足正态性的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)进行统计描述,满足偏态分布的计量资料采用中位数(四分位间距)[$M(Q_1, Q_3)$]进行统计描述,采用两独立样本 t 检验、秩和检验进行差异性分析。采用 Lasso 回归、弹性网络和随机森林等多种方法筛选影响因素,并将以上 3 种方法中任意 2 种有统计学意义的影响因素纳入 Logistic 回归分析,筛选温肺固元脐灸治疗 COPD 的影响因素,显著性水准设为 0.05(双侧)。

2.4.1 Lasso 回归 Lasso 回归是一种线性回归的正则化方法,通过在损失函数中加入 L1 惩罚项(即系数绝对值之和)来筛选变量,能够自动将不显著变量的系数压缩为零,剔除对模型贡献较小的变量;在优化模型时,通常采用十折交叉验证来选择正则化参数 λ 。具体方法是通过交叉验证找到误差最小时的 λ 值($\lambda_{\min}$),以及在 $\lambda_{\min}$ 一个方差范围内得到最精简模型的 λ 值(λ_{1se}),从而平衡模型的复杂度和预测精度。

2.4.2 弹性网络 弹性网络回归是一种结合了 Lasso 回归(L1 正则化)和岭回归(L2 正则化)的线性回归模型,通过在损失函数中同时引入 L1 和 L2 正则化项来筛选变量。利用 L1 正则化将不重要的特征系数压缩为零,实现变量选择,同时借助 L2 正则化处理特征间的多重共线性,避免模型过拟合。在优化模型时,通常采用十折交叉验证来确定最优的正则化参数组合(α 和 λ),从而在特征选择和模型稳定性之间找到平衡。

2.4.3 随机森林 随机森林回归是一种基于决策树的集成学习算法,通过构建多个决策树并综合其预测结果来提高模型性能。它在建树过程中随机选择特征子集和样本子集,通过这种方式降低各决策树之间的相关性,增强模型的泛化能力。随机森林通过特征重要性评估筛选变量,计算每个特征对模型预测的贡献度,从而识别出关键特征,再通过重复 5 次的十折交叉验证优化模型,确定模型误差达到较低水平时保留的重要特征变量。

3 结果

3.1 治疗 13 周温肺固元脐灸治疗慢阻肺临床疗效的影响因素

3.1.1 Lasso 回归分析 将 60 个变量(见表注)纳入 Lasso 回归进行降维,横坐标表示不同的 Log(λ),纵坐标表示各变量的系数值,每条曲线代表一个变量,见图 1a。采用十折交叉验证选择惩罚参数的 λ 值,图 1b 中两条虚线为两个特殊的 λ 值,即 $\lambda_{\min}$ 和 λ_{1se} ,结果显示在误差最小时的 $\lambda=0.9848036$,筛选出 3 个影响因素,分别为 HGB(系数:-0.001)、SF-36—生理机能得分(系数:-0.001)、SF-36—身体疼痛得分(系数:0.000)。

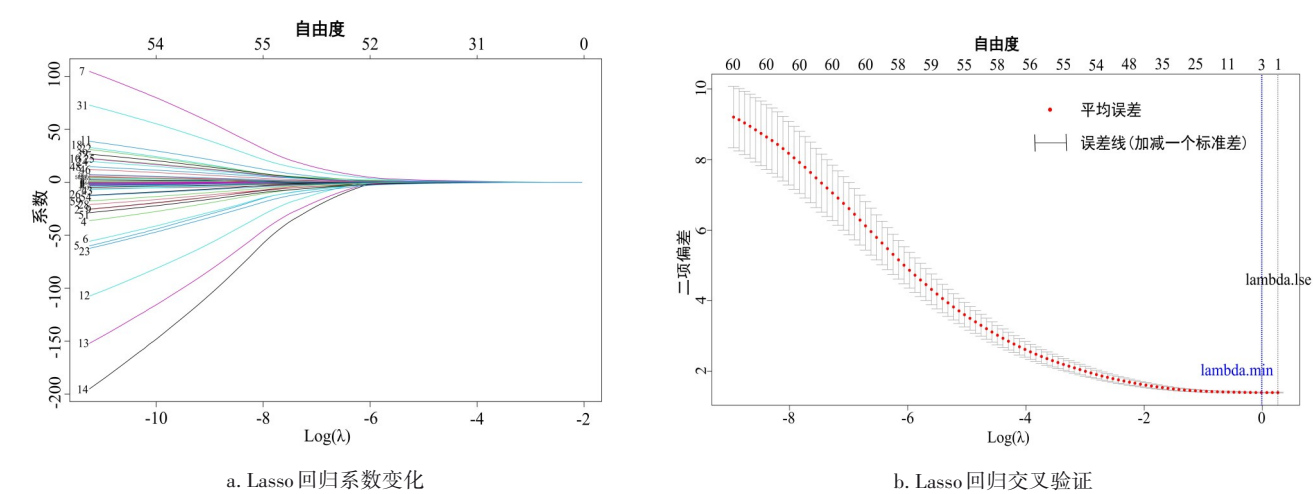
3.1.2 弹性网络回归分析 将 60 个变量纳入弹性网络回归调整优化参数,筛选 α 、 λ 值,以 10 折交叉验证确定最优参数组合(α , λ),正则化参数选择过程,见图 2a。

图 2b 示,在最优参数组合($\alpha=0.5$, $\lambda=0.1127082$)时,弹性网络系数变化,横坐标表示不同的 Log(λ),纵坐标表示变量的系数值,每个线条代表 1 个变量。从图 4 中可以得到,系数值随着 Log(λ)的变大而逐渐趋向于 0,在最优参数组合($\alpha=0.5$, $\lambda=0.1127082$)时,筛选出 9 个影响因素,分别为婚姻状况、过敏史、乏力评分、HGB、CAT 总评分、SF-36—生理机能得分、SF-36—身体疼痛得分、SF-36—社会功能得分、SF-36—总分,见表 2。

3.1.3 随机森林回归分析 将 60 个变量纳入随机森林回归进行分析,选择平均准确度下降(mean decrease accuracy, MDA)作为判断预测变量重要性的指标,MDA 值越大表示该变量的重要性越大。将经过重要性排序的变量,进行重复 5 次的十折交叉验证,结果显示在保留 7 个重要特征变量时,模型误差达到较低水平,见图 3a。前 7 个重要特征变量分别为 6 分钟步行距离、SF-36—身体疼痛得分、乏力评分、SF-36—社会功能得分、SF-36—健康变化得分、mCOPD-PRO—总分、Cr,见图 3b。

3.1.4 二元 Logistic 回归分析 表 3 示,根据两组各指标的统计分析参数(Lasso 回归系数、弹性网络回归系数及随机森林 MDA 值)大小,筛选出 3 种方法中任意 2 种共同筛选出的影响因素共 5 个。

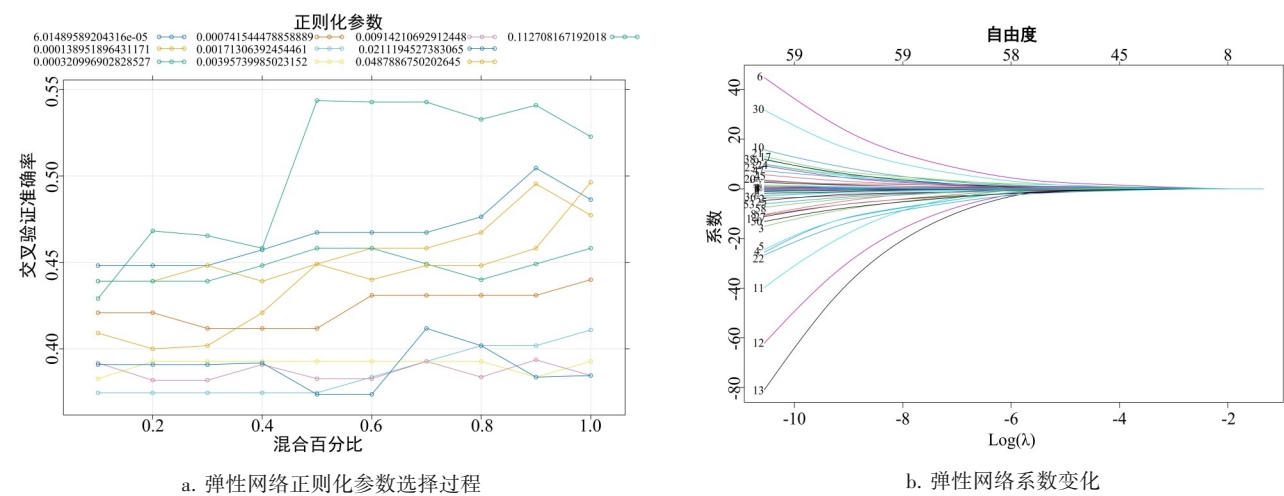
表 4 示,将上述 5 个共同影响因素作为自变量,以治疗 13 周是否有急性加重为因变量,采用 Logistic 回归分析前向选择:似然比检验(Forward: LR)



注：图 a 中每条线左侧的数字为变量的编号，具体变量和编号：1 性别（女），2 职业（其他），3 职业（职员），4 教育程度（初中及以下），5 教育程度（高中及以上），6 婚姻状况（其他），7 吸烟（无），8 饮酒（无），9 过敏史（无），10 有无合并疾病及用药（无），11 体重指数（正常），12 体重指数（超重），13 体重指数（肥胖），14 年龄，15 身高，16 体重，17 中医证型（肺脾气虚），18 中医证型（肺肾气虚），19 咳嗽评分，20 咯痰评分，21 喘息评分，22 胸闷评分，23 气短评分，24 乏力评分，25 紫绀评分，26 症状体征总分，27 呼吸困难评分，28 6 分钟步行距离，29 白细胞计数，30 红细胞计数，31 血红蛋白，32 血小板计数，33 中性粒细胞百分比，34 丙氨酸氨基转移酶，35 天冬氨酸氨基转移酶，36 尿素氮，37 肌酐，38 用力肺活量，39 第一秒用力呼气容积，40 第一秒用力呼气容积占预计值百分比，41 CAT 总评分，42 健康状况调查问卷（SF-36）—生理机能得分，43 SF-36—生理机能得分，44 SF-36—身体疼痛得分，45 SF-36—一般健康得分，46 SF-36—精力得分，47 SF-36—社会功能得分，48 SF-36—情感职能得分，49 SF-36—精神健康得分，50 SF-36—健康变化得分，51 SF-36—总分，52 mCOPD-PRO—生理领域得分，53 mCOPD-PRO—心理领域得分，54 mCOPD-PRO—环境领域得分，55 mCOPD-PRO—总分，56 mESQ-COPD—临床症状得分，57 mESQ-COPD—工作生活能力得分，58 mESQ-COPD—环境适应能力得分，59 mESQ-COPD—治疗效果得分，60 mESQ-COPD—总分；lambda.min，误差最小时的 λ 值；lambda.lse，在误差最小时一个方差范围内得到最精简模型的 λ 值；自由度代表变量数量。

图 1 治疗 13 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的 Lasso 回归筛选过程和交叉验证过程

Figure 1 Lasso regression screening process and cross-validation process of influencing factors for the effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment



注：图 a 的线条代表验证了 10 个不同的 α 值，当 α 固定时，模型性能随 λ 的变化而变化，从而找到最优的 α 和 λ 组合，每个点代表一个特定的 (α, λ) 组合；自由度代表变量数量；图 b 中每条线左侧的数字为变量的编号。

图 2 治疗 13 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的弹性网络正则化参数选择过程和系数变化

Figure 2 Regularization parameter selection process and coefficient changes of elastic net for influencing factors for the effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment

表2 治疗13周时温肺固元脐灸疗效影响因素的弹性网络回归筛选结果

Table 2 Results of screening by elastic net regression for influencing factors for the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment

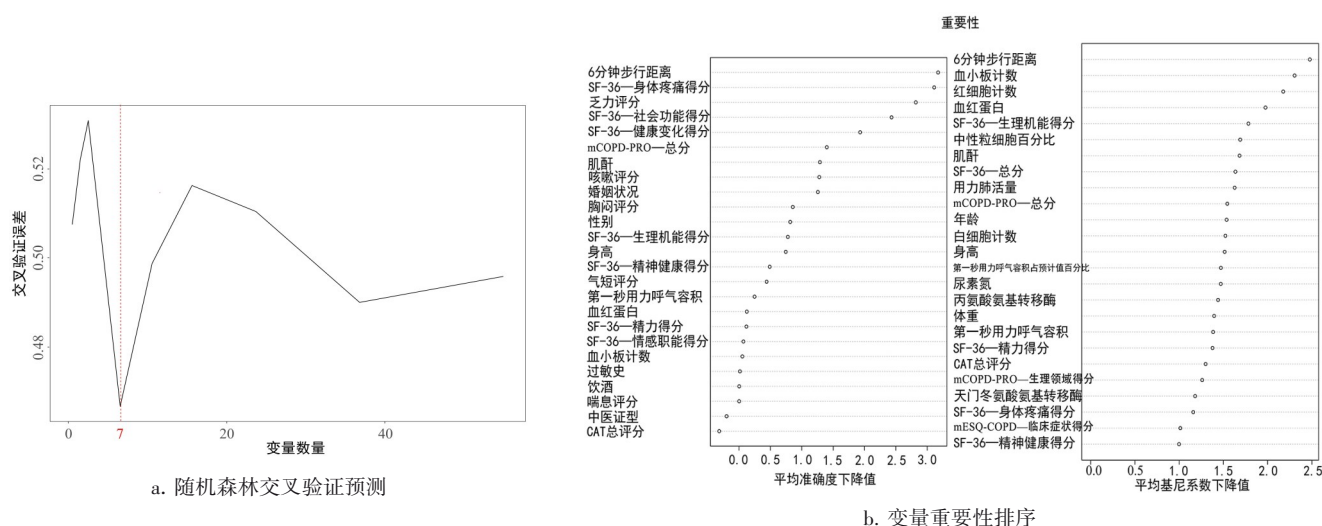
变量编号	变量	系数
6	婚姻状况 (其他)	0.078
9	过敏史 (无)	0.147
24	乏力评分	0.023
31	HGB	-0.011
41	CAT 总评分	0.003
42	SF-36—生理机能得分	-0.019
44	SF-36—身体疼痛得分	0.040
47	SF-36—社会功能得分	0.086
51	SF-36—总分	-0.008

注: HGB, 血红蛋白; SF-36, 健康状况调查问卷; CAT, 慢阻肺患者自我评估测试。

进行影响因素的筛选, 以 $P \leq 0.10$ 为进入模型标准, 结果显示治疗13周影响因素有 HGB ($OR=0.973$, $P=0.031$)、SF-36—社会功能得分 ($OR=1.833$, $P=0.043$)。

3.2 随访26周温肺固元脐灸治疗慢阻肺临床疗效的影响因素

3.2.1 LASSO 回归分析 将51个变量纳入 Lasso 回归进行降维, 横坐标表示不同的 $\log(\lambda)$, 纵坐标表示各变量的系数值, 每条曲线代表一个变量, 见图4a。采用十折交叉验证选择惩罚参数的 λ 值, 图4b中两条虚线为两个特殊的 λ 值, 即 $\lambda_{\min}$ 和 λ_{1se} , 结果显示在误差最小时的 $\lambda=0.6106679$, 筛选出6个影响因素, 分别为咯痰评分 (系数: 0.006)、喘息评分 (系数: 0.002)、SF-36—精力得分 (系数: 0.013)、SF-36—精神健康得分 (系数:



注: 图a表示交叉验证误差如何随着变量数量的增加而变化, 每个点代表使用前N个最重要变量时的模型性能; SF-36, 健康状况调查问卷; mCOPD-PRO, 慢阻肺患者报告结局量表修订版; mESQ-COPD, 慢阻肺患者疗效满意度问卷修订版; CAT, 慢阻肺患者自我评估测试。

图3 治疗13周时温肺固元脐灸疗效影响因素的随机森林变量筛选过程和交叉验证过程

Figure 3 Random forest variable screening process and cross-validation process of influencing factors for the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment

表3 治疗13周时温肺固元脐灸疗效影响因素的3种分析方法中任意2种共同筛选结果

Table 3 Results of screening by any two of the three methods of influencing factors for the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment

影响因素	Lasso 回归 (系数)	弹性网络回归 (系数)	随机森林回归 (MDA)
乏力评分	/	0.023	2.819
HGB	-0.001	-0.011	/
SF-36—生理机能得分	-0.001	-0.019	/
SF-36—社会功能得分	/	0.086	2.432
SF-36—身体疼痛得分	<0.001	0.040	3.111

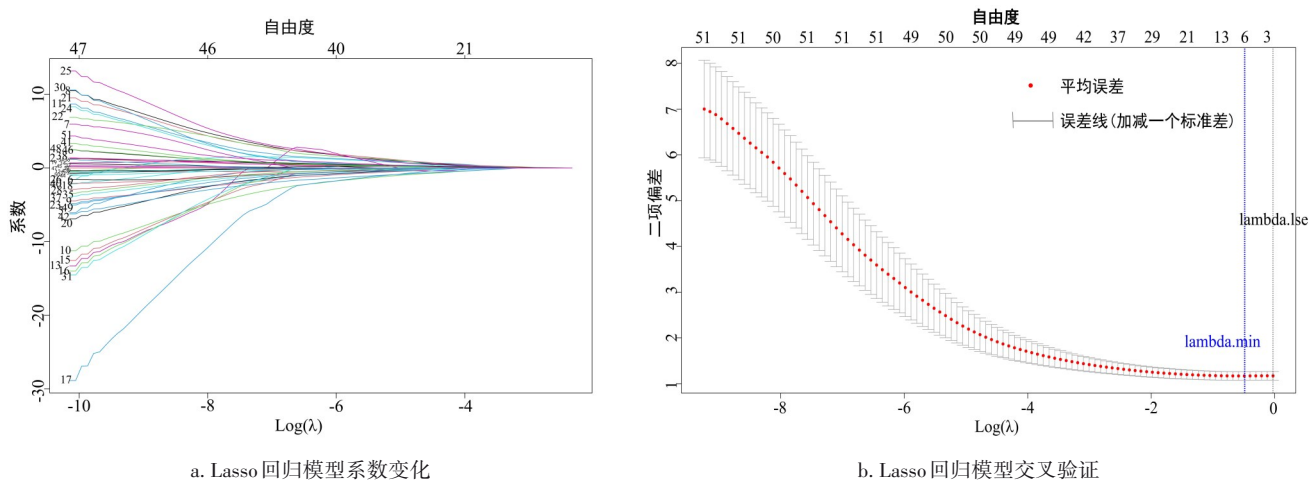
注: HGB, 血红蛋白; SF-36, 健康状况调查问卷。

表 4 治疗 13 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的 Logistic 回归筛选结果

Table 4 Results of screening based on logistic regression of influencing factors for the effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 13 weeks of treatment

影响因素	B	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值 (95%CI)
乏力评分	0. 671	0. 413	2. 639	0. 104	1. 957 (0. 870~4. 399)
HGB	-0. 027	0. 013	4. 641	0. 031	0. 973 (0. 949~0. 998)
SF-36—身体疼痛得分	0. 216	0. 133	2. 661	0. 103	1. 241 (0. 957~1. 610)
SF-36—社会功能得分	0. 606	0. 299	4. 101	0. 043	1. 833 (1. 020~3. 297)
常量	-1. 039	2. 787	0. 139	0. 709	0. 354

注：HGB，血红蛋白；SF-36，健康状况调查问卷；B，回归系数；SE，标准误；OR，优势比；CI，置信区间。



注：图 a 每条线左侧的数字为变量的编号，具体变量和编号：1 性别（女），2 职业（其他），3 职业（职员），4 教育程度（初中及以下），5 教育程度（高中及以上），6 婚姻状况（其他），7 吸烟（无），8 饮酒（无），9 过敏史（无），10 有无合并疾病及用药（无），11 体重指数（正常），12 体重指数（超重），13 体重指数（肥胖），14 年龄，15 身高，16 体重，17 中医证型（肺脾气虚），18 中医证型（肺肾气虚），19 咳嗽评分，20 咯痰评分，21 喘息评分，22 胸闷评分，23 气短评分，24 乏力评分，25 紫绀评分，26 症状体征总分，27 呼吸困难评分，28 6 分钟步行距离，29 用力肺活量，30 第一秒用力呼气容积，31 第一秒用力呼气容积占预计值百分比，32 CAT 总评分，33 SF-36—生理机能得分，34 健康状况调查问卷（SF-36）—生理机能得分，35 SF-36—身体疼痛得分，36 SF-36—一般健康得分，37 SF-36—精力得分，38 SF-36—社会功能得分，39 SF-36—情感职能得分，40 SF-36—精神健康得分，41 SF-36—健康变化得分，42 SF-36—总分，43 mCOPD-PRO—生理领域评分，44 mCOPD-PRO—心理领域评分，45 mCOPD-PRO—环境领域得分，46 mCOPD-PRO—总分，47 mESQ-COPD—临床症状得分，48 mESQ-COPD—工作生活能力得分，49 mESQ-COPD—环境适应能力得分，50 mESQ-COPD—治疗效果得分，51 mESQ-COPD—总分；lambda.min，误差最小时的 λ 值；lambda.1se，在误差最小时一个方差范围内得到最精简模型的 λ 值；自由度代表变量的数量。

图 4 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的 Lasso 回归筛选过程和交叉验证过程

Figure 4 Lasso regression screening process and cross-validation process of influencing factors for the effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

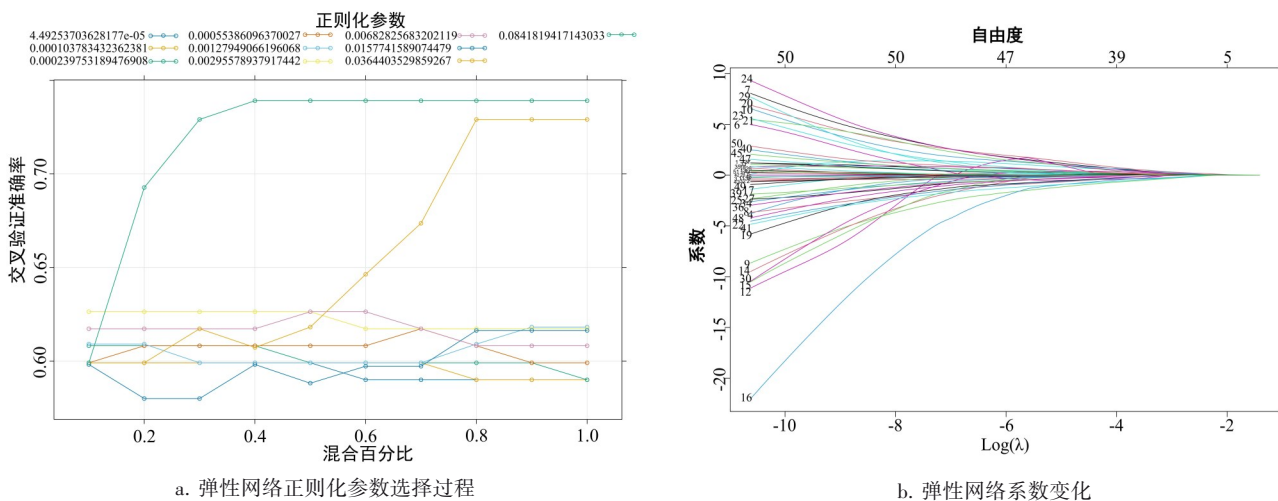
0. 015)、mCOPD-PRO—环境领域得分(系数:0. 011)、mESQ-COPD—环境适应能力得分(系数: 0. 010)。

3. 2. 2 弹性网络回归分析 将 51 个变量纳入弹性网络回归调整优化参数，筛选 α 、 λ 值，以 10 折交叉验证确定最优参数组合 (α ， λ)，正则化参数选择过程，见图 5a。

图 5b 示，在最优参数组合($\alpha=0. 4,\lambda=0. 08418194$) 时，弹性网络系数变化，横坐标表示不同的 $\text{Log}(\lambda)$ ，纵坐标表示变量的系数值，每个线条代表 1 个变量。从图 5b 中可以得到，系数值随着 $\text{Log}(\lambda)$ 的变大而逐渐趋向于 0，在最优参数组合 ($\alpha=0. 4,\lambda=$

0. 08418194) 时，筛选出 13 个影响因素，分别为教育程度、过敏史、合并疾病及用药、BMI、咯痰评分、喘息评分、乏力评分、SF-36—精力得分、SF-36—社会功能得分、SF-36—精神健康得分、SF-36—健康变化得分、mCOPD-PRO—环境领域得分、mESQ-COPD—环境适应能力得分，见表 5。

3. 2. 3 随机森林回归分析 将 51 个变量纳入随机森林回归进行分析，选择 MDA 作为判断预测变量重要性的指标，MDA 值越大表示该变量的重要性越大。将经过重要性排序的变量，进行重复 5 次的十折交叉验证，结果显示在保留 14 个重要特征变



注：图 a 的线条代表验证了 10 个不同的 α 值，当 α 固定时，模型性能如何随 λ 的变化而变化，从而找到最优的 α 和 λ 组合，每个点代表一个特定的 (α, λ) 组合；图 b 中自由度即为变量数量，每条线左侧的数字为变量的编号。

图 5 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的弹性网络正则化参数选择过程和系数变化

Figure 5 Regularization parameter selection process and coefficient changes of elastic net for influencing factors for the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

表 5 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的弹性网络回归筛选结果

Table 5 Results of screening by elastic net regression of influencing factors for the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

变量编号	变量	系数
5	教育程度（高中及以上）	0.080
9	过敏史（无）	-0.101
10	合并疾病及用药（无）	0.097
16	体重指数（肥胖）	-0.053
20	咯痰评分	0.175
21	喘息评分	0.016
24	乏力评分	0.059
37	SF-36—精力得分	0.048
38	SF-36—社会功能得分	0.053
40	SF-36—精神健康得分	0.071
41	SF-36—健康变化得分	-0.064
45	mCOPD-PRO—环境领域得分	0.046
49	mESQ-COPD—环境适应能力得分	0.030

注：SF-36，健康状况调查问卷；mCOPD-PRO，慢阻肺患者报告结局量表修订版；mESQ-COPD，慢阻肺患者疗效满意度问卷修订版。

量时，模型误差达到较低水平，见图 6a。前 14 个重要特征变量分别为 mCOPD-PRO—环境领域得分、mESQ-COPD—环境适应能力得分、乏力评分、SF-36—精神健康得分、SF-36—精力得分、饮酒、mCOPD-PRO—总分、教育程度、SF-36—身体疼痛得分、咳嗽评分、喘息评分、SF-36—情感职能得

分、身高、mESQ-COPD—临床症状得分，见图 6b。

3.2.4 二元 Logistic 回归分析 表 6 示，根据两组各指标的统计分析参数（Lasso 回归系数、弹性网络回归系数及随机森林 MDA 值）大小，筛选出 3 种方法中任意 2 种共同筛选出的影响因素共 7 个。

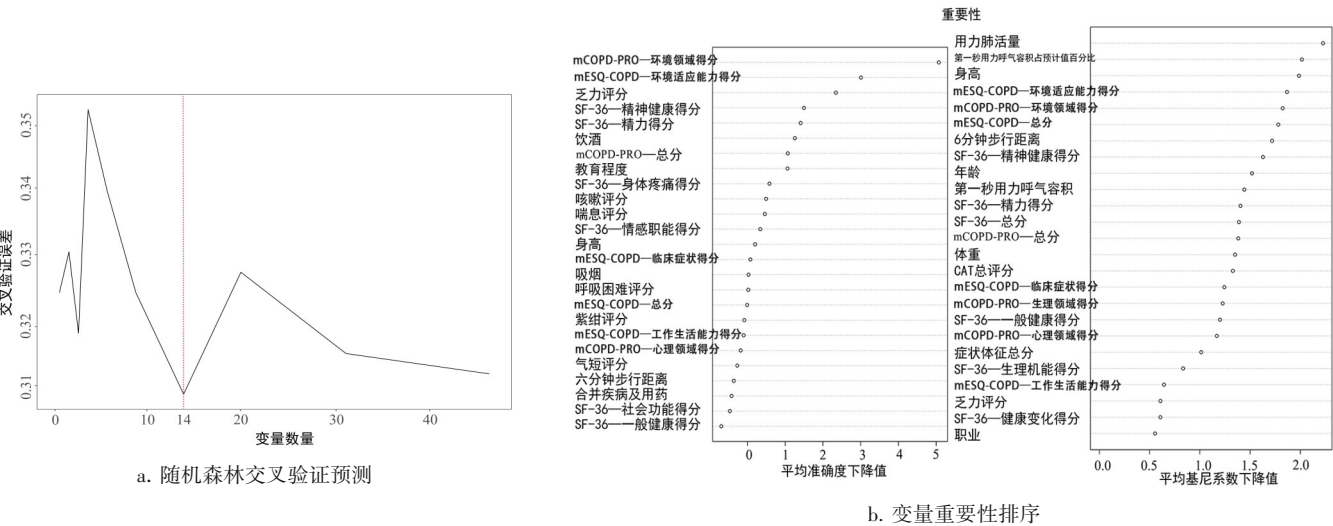
表 6 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的 3 种分析方法中任意 2 种共同筛选结果

Table 6 Results of screening by any two of the three methods of influencing factors for effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

影响因素	Lasso 回归 (系数)	弹性网络 回归(系数)	随机森林 回归(MDA)
咯痰评分	0.008	0.175	/
喘息评分	0.002	0.016	0.461
乏力评分	/	0.059	2.341
SF-36—精力得分	0.013	0.048	1.409
SF-36—精神健康得分	0.015	0.071	1.497
mCOPD-PRO—环境领域得分	0.011	0.046	5.069
mESQ-COPD—环境适应能力得分	0.010	0.030	3.008

注：SF-36，健康状况调查问卷；mCOPD-PRO，慢阻肺患者报告结局量表修订版；mESQ-COPD，慢阻肺患者疗效满意度问卷修订版。

表 7 示，将上述 7 个共同影响因素作为自变量，以随访 26 周是否有急性加重为因变量，采用 Logistic 回归分析（Forward：LR）进行影响因素的筛选，以



注：图 a 每个点代表使用前 N 个最重要变量时的模型性能；SF-36，健康状况调查问卷；mCOPD-PRO，慢阻肺患者报告结局量表修订版；mESQ-COPD，慢阻肺患者疗效满意度问卷修订版；CAT，慢阻肺患者自我评估测试。

图 6 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的随机森林变量筛选过程和交叉验证过程
Figure 6 Random forest variable screening process and cross-validation process of influencing factors for effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

表 7 随访 26 周时温肺固元脐灸疗效影响因素的 Logistic 回归筛选结果
Table 7 Results of screening based on logistic regression at 26 weeks of follow-up of influencing factors for the effectiveness of Wenfei Guyuan Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) at 26 weeks of follow-up

影响因素	B	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值 (95%CI)
咯痰评分	0.777	0.382	4.146	0.042	2.175 (1.030~4.596)
SF-36—精神健康得分	0.271	0.108	6.275	0.012	1.312 (1.061~1.622)
常量	-6.996	2.301	9.243	0.002	0.001

注：B，回归系数；SE，标准误；OR，优势比；CI，置信区间；SF-36，健康状况调查问卷。

$P \leq 0.10$ 为进入模型标准，结果显示随访 26 周影响因素有咯痰评分 ($OR=2.175$, $P=0.042$)、SF-36—精神健康得分 ($OR=1.312$, $P=0.012$)。

4 讨论

影响因素筛选研究的方法较多，Lasso 模型更加简洁稳定，能有效降低数据维度，弥补了 Logistic 子集选择法和岭回归系数压缩法在筛选变量中的缺陷^[21]。随机森林对变量条件无限制，预测准确性、敏感性和特异性均优于决策树，且在预测连续变量时结果无明显偏差^[22]。弹性网络结合了 L1 正则化 (Lasso) 和 L2 正则化 (岭回归) 的优点，能够有效解决 Lasso 在高度相关特征变量中的随机偏差^[23]，既往研究报导多采用单一的方法进行筛选，采用多模型融合分析方法的研究报导较少。因此，本研究采用 Lasso 回归、弹性网络、随机森林结合 Logistic 回归的多种模型算法，构建了“模型初筛-交叉验证-回归验证”的三阶段分析框架。这种多模型融

合策略有效克服了单一模型的特征选择偏倚，通过算法间的相互验证显著提升了影响因素识别的准确度，以达到优化脐灸治疗方案，实现稳定期症状控制与急性加重风险预测的双重作用。

本研究发现，血红蛋白含量、咯痰症状和以社会功能与精神健康为代表的生活质量，是影响稳定期 COPD 患者临床疗效的关键因素。HGB 是红细胞中主要的呼吸蛋白，在机体的氧气运输和酸碱平衡调节中发挥着关键的生理作用^[24]，其浓度变化不仅是贫血诊断的经典指标，更可作为评估疾病免疫功能及预后的生物标志物^[25]。HGB 在 COPD 病程中呈现“双刃剑”效应，研究显示，HGB 水平升高可改善 COPD 合并慢性呼吸衰竭患者的长期生存率^[26]，但在 COPD 合并慢性肾病人群中，高 HGB 水平却是院内死亡的独立危险因素^[27]，所以其临床价值存在疾病异质性。本研究发现，HGB 水平是温肺固元脐灸治疗 COPD 稳定期疗效的影响因

素,且两者呈负相关,提示HGB水平越高,患者急性加重的风险越低。从免疫角度考虑,适度升高的HGB水平能够改善机体的氧供,增强机体免疫功能,从而降低感染风险^[25];从合并症方面来说,HGB水平下降是慢性心力衰竭进展的独立危险因素,而心血管疾病常常是COPD患者死亡的主要原因^[1],提示HGB可通过增加合并症发病风险,从而导致COPD的加重。中医认为血红蛋白水平与“血虚证”存在内在关联。有研究者发现血虚证的血红蛋白量与血虚的程度呈负相关^[28]。《灵枢·营卫生会》言:“血者,神气也,故血之与气,异名同类焉”,《血证论》言:“血虚则火盛津伤,肺叶痿而不下垂,故气不得降,喘息鼻张”,均揭示了血虚无以载气,肺叶失于濡润,使肺气宣发肃降功能失调,咳喘发作。《景岳全书》云:“血者水谷之精也,源源而来,而实生化于脾……宣布于肺,施泄于肾,而灌溉一身。”COPD日久导致肺脾肾功能失调,气血生化乏源,致使脏腑功能进一步衰退,疾病难愈。因此,及时监测HGB水平,结合营养干预、纠正贫血,不仅能够优化治疗效果,降低急性加重风险,为COPD患者的长期稳定管理提供新的策略和依据。

咯痰作为COPD患者最常见的症状,与气道炎症和气道黏液高分泌密切相关。针对COPD患者的研究发现,持续咯痰患者的急性加重风险增加4.15倍,导致住院的风险增加4.08倍^[29],呼吸系统疾病相关死亡风险增加2.54倍,总死亡风险增加1.64倍^[30]。一项长达10年的随访研究发现,气道黏液高分泌会使COPD患者肺部感染相关死亡风险增加3.5倍^[31]。本研究发现,咯痰是温肺固元脐灸治疗COPD稳定期疗效的影响因素($OR=2.175$, $P=0.042$),咯痰越严重,患者急性加重风险越大。COPD患者长期处于气道炎症状态,香烟烟雾、氧化应激和炎症反应不仅会直接损伤气道上皮细胞,导致杯状细胞增生,还能刺激中性粒细胞高表达,促进黏蛋白(MUC)5AC的合成,从而使粘液分泌增加;与此同时,水通道蛋白失衡使得气道黏液中的水分流失、MUC浓度升高,导致黏液黏稠度增加,纤毛运动受损,黏液滞留,聚集成痰,从而加重气道阻塞和感染的风险^[32]。而在中医理论中“痰”是脏腑功能虚弱以致津液运化无源而成^[33],正如《景岳全书》云“痰即人之津液,无非水谷之所化……若化失其正,则脏腑病”。《丹溪心法》言“痰之为物,随气升降,无处不到”“凡痰之为患,

为喘为咳”,指出了痰量一旦增多,即可阻滞气机,胶固气道,肺气宣肃失司而发为咳喘。《景岳全书》谓“则但见血气日削,而痰涎日多矣,此其故正以元气不能运化,愈虚则痰愈盛也”,提示气虚失于运化,亦可致痰量日增,痰积愈多,则气机愈滞,形成恶性循环。《血证论》曰:“气壅即水壅,气即是水故也,水壅即为痰饮,痰饮为瘀血所阻”,揭示气滞不能行血,则血行涩滞而成瘀,痰瘀互结,闭阻肺络,络损难复,导致病情恶化。因此,痰液的形成和积聚是COPD病情加重的重要病理环节之一。在治疗时,应重视调气、化痰、祛瘀,调理脏腑功能,以改善症状,减少病情反复。

健康相关生活质量(HRQL)是一个多层面的概念,涵盖疾病对生理、社会和心理功能等多领域的影响^[34]。SF-36量表作为一种广泛应用于健康损害评估的工具,在多种疾病中表现出良好的信度和效度,尤其适用于COPD患者生存质量的评估^[35]。其中,社会功能维度反映疾病对患者社交活动的影响,而精神健康维度则评估患者的情绪和心理状态。研究表明,COPD患者的心理问题普遍存在,且其影响不容忽视。一项Meta分析显示,COPD患者抑郁症的全球患病率为34.5%,其患病风险是非COPD人群的3.53倍^[36]。社区居民中COPD患者的心理问题发生率高达42.9%^[37]。当前COPD已被视为一种心身疾病。心理问题(如焦虑、抑郁)、社会功能下降不仅会增加COPD急性加重的风险,还会影响疾病预后^[38-39]。长期的焦虑和抑郁可能导致机体炎症介质增多,引发气道分泌物增加、反复慢性感染及肺实质损害,从而加重气道损伤,增加急性加重风险^[40]。然而,本研究发现,SF-36—社会功能得分和SF-36—精神健康得分是温肺固元脐灸治疗COPD稳定期疗效的影响因素,且得分越高,疗效越差。这一结果与既往研究不符,可能与反复呼吸道感染导致COPD患者,尤其是伴有其他合并症的患者病情加重,或导致对患者社交和心理状况的评估出现偏差有关,这些因素在研究过程中未能得到充分控制,可能导致结果偏离预期。尽管如此,社交和心理问题对COPD的影响不可否认,未来研究需进一步控制混杂因素,以更准确地评估其作用机制。

本研究的局限性包括:1)尽管证实了HGB水平是温肺固元脐灸疗效的影响因素,但未明确HGB的临床临界阈值;2)研究中未对有合并疾病的COPD患者进行具体合并疾病种类的区分,难以

进一步明确各类合并疾病对疗效的独立影响; 3) 本研究样本量较小, 而且脐灸治疗需要患者每周到门诊 2 次, 受交通限制, 大多数患者为本市居民, 乡镇患者较少, 导致结果可能低估农村人群环境暴露, 从而影响结果的普适性。

综上所述, 通过多模型筛选出 HGB、咯痰症状、社会功能和心理健康等指标是温肺固元脐灸治疗 COPD 稳定期临床疗效的影响因素, 综合评估并制定个体化干预方案, 以提高脐灸临床疗效, 降低急性加重风险。未来研究应在此基础上, 进一步扩大样本量, 深入探究作用机制, 优化综合干预策略, 开展长期随访研究, 以期 COPD 患者带来更大的临床获益。

参考文献

- [1]ADELOYE D, SONG P, ZHU Y, et al. Global, regional, and national prevalence of, and risk factors for, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in 2019: a systematic review and modelling analysis [J]. *Lancet Respir Med*, 2022, 10(5): 447-458.
- [2]WANG C, XU J, YANG L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health [CPH] study): a national cross-sectional study [J]. *Lancet*, 2018, 391 (10131): 1706-1717.
- [3]易方莲, 易松涛. 慢性阻塞性肺疾病流行病学调查和防控措施研究[J]. *解放军预防医学杂志*, 2018, 36(2): 171-173.
- [4]FENS T, ZHOU G, POSTMA MJ, et al. Economic evaluations of chronic obstructive pulmonary disease pharmacotherapy: how well are the real-world issues of medication adherence, comorbidities and adverse drug-reactions addressed? [J]. *Expert Opin Pharmacother*, 2021, 22(7): 923-935.
- [5]徐改萍, 暴银素, 董新刚, 等. 隔药脐灸疗法研究进展 [J]. *河南医学研究*, 2018, 27(3): 436-437.
- [6]于子如, 仙晋, 王玲, 等. 脐灸对阈下抑郁患者肠道菌群的影响 [J]. *中国针灸*, 2024, 44(8): 881-888, 918.
- [7]陈永刚. 温肺固元脐灸对慢阻肺急性加重、临床症状和生活质量影响的临床研究 [D]. 郑州: 河南中医药大学, 2022.
- [8]XIAO Q, MENG Y, WANG G, et al. Effects of Wenfei Guyuan umbilical moxibustion on patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: A multicenter randomized controlled trial [J]. *Complement Ther Med*, 2025, 92: 103194. doi:10.1016/j.ctim.2025.103194.
- [9]赖文浩, 胡佳康, 李德富, 等. 我国中老年人抑郁现状及影响因素的分析: 基于 LASSO-logistic 模型 [J]. *现代预防医学*, 2025, 52(5): 875-879, 892.
- [10]张书迎, 许珊, 谭艳芳, 等. 基于 LASSO 回归与随机森林算法的心血管代谢性共病危险因素 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2025, 29(1): 82-88.
- [11]Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2020 REPORT) [EB/OL]. (2019-11-05) [2025-03-28]. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINAL-ver1.2-03Dec19_WMV.pdf.
- [12]中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南 (2013 年修订版) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2013, 36(4): 255-264.
- [13]中华中医药学会内科分会肺系病专业委员会. 慢性阻塞性肺疾病中医证候诊断标准 (2011 版) [J]. *中医杂志*, 2012, 53(2): 177-178.
- [14]Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2018 REPORT) [EB/OL]. (2017-11-15) [2025-03-30]. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf.
- [15]王明航, 谢洋, 李建生, 等. 慢性阻塞性肺疾病稳定期临床症状测评问卷信度、效度和反应度考核 [J]. *中医杂志*, 2015, 56(10): 831-835.
- [16]张明月, 田玉梅, 高娥, 等. 慢性阻塞性肺疾病患者居家肺康复维持现状及影响因素研究 [J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(17): 2077-2083.
- [17]ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166(1): 111-117.
- [18]LI J, WANG J, XIE Y, et al. Development and validation of the modified patient-reported outcome scale for chronic obstructive pulmonary disease (mCOPD-PRO) [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15: 661-669. doi: 10.2147/COPD.S240842.
- [19]李建生, 谢洋, 王佳佳, 等. 慢性阻塞性肺疾病患者疗效满意度问卷修订版研制与评价 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25(22): 2796-2803.
- [20]张海彦, 王强玉, 谢安妮, 等. 针刺联合文拉法辛治疗产后抑郁障碍的疗效观察及对性激素水平、HAMD 和 SF-36 评分的影响 [J]. *上海针灸杂志*, 2025, 44(1): 76-81.
- [21]奚丽婧, 郭昭艳, 杨雪珂, 等. LASSO 及其拓展方法在回归分析变量筛选中的应用 [J]. *中华预防医学杂志*,

- 2023, 57(1): 107–111.
- [22] DAI P, CHANG W, XIN Z, et al. Retrospective study on the influencing factors and prediction of hospitalization expenses for chronic renal failure in China based on random forest and LASSO regression [J]. Front Public Health, 2021, 9: 678276. doi: 10.3389/fpubh. 2021. 678276.
- [23] ZOU H, HASTIE T. Regularization and variable selection via the elastic net[J]. JRSSB, 2005, 67(2): 301–320.
- [24] 李华, 刘佩林, 董丹丹, 等. 血红蛋白、血清蛋白对老年左室功能正常不稳定型心绞痛 PCI 术病人预后的预测价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2025, 23(3): 401–406.
- [25] 高理正, 高鹏宇. 血清 PCT、IL-17 及 Hb 水平在老年肺部感染患者中的诊断价值[J]. 中国民康医学, 2024, 36(4): 127–129, 133.
- [26] KOLLERT F, TIPPELT A, MÜLLER C, et al. Hemoglobin levels above anemia thresholds are maximally predictive for long-term survival in COPD with chronic respiratory failure[J]. Respiratory Care, 2013, 58(7): 1204–1212.
- [27] XU L, CHEN Y, XIE Z, et al. High hemoglobin is associated with increased in-hospital death in patients with chronic obstructive pulmonary disease and chronic kidney disease: a retrospective multicenter population-based study[J]. BMC Pulm Med, 2019, 19(1): 174.
- [28] 王建青. 血虚证与贫血的关系研究[J]. 中国中医药信息杂志, 1997, 4(12): 24–25.
- [29] BURGEL PR, NESME-MEYER P, CHANEZ P, et al. Cough and sputum production are associated with frequent exacerbations and hospitalizations in COPD subjects[J]. Chest, 2009, 135(4): 975–982.
- [30] PELKONEN M, NOTKOLA IL, NISSINEN A, et al. Thirty-year cumulative incidence of chronic bronchitis and COPD in relation to 30-year pulmonary function and 40-year mortality: a follow-up in middle-aged rural men [J]. Chest, 2006, 130(4): 1129–1137.
- [31] PRESCOTT E, LANGE P, VESTBO J. Chronic mucus hypersecretion in COPD and death from pulmonary infection[J]. Eur Respir J, 1995, 8(8): 1333–1338.
- [32] 彭鑫, 刘健, 栾哲宇, 等. 慢性阻塞性肺疾病气道黏液高分泌的发病机制及中医药干预的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(4): 228–239.
- [33] 栾哲宇, 王哈笑, 彭鑫, 等. 基于“肺通调水道”理论探讨慢阻肺气道黏液高分泌的病机与治疗[J/OL]. 辽宁中医杂志. (2024–12–16) [2025–09–10]. <https://link.cnki.net/urlid/21.1128.r.20241216.0920.076>.
- [34] BAKAS T, MCLENNON SM, CARPENTER JS, et al. Systematic review of health-related quality of life models [J]. Health Qual Life Outcomes, 2012, 10: 134. doi: 10.1186/1477-7525-10-134.
- [35] MONTIEL AM, RUIZ-ESTEBAN P, DEL RÍO AD, et al. Differences in cardiovascular risk and health-related quality of life in COPD patients according to clinical phenotype[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 9687.
- [36] XIE H, JIANG Y, LIU L, et al. Global prevalence and risk factors of depression in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis from 2000 to 2022[J]. J Psychosom Res, 2023, 175: 111537. doi: 10.1016/j.jpsychores.2023.111537.
- [37] ANDENAES R, KALFOSS MH. Psychological distress in hospitalized patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Eur J Epidemiol, 2004, 19(9): 851–859.
- [38] 江宁, 尹燕, 侯刚, 等. 哮喘-慢阻肺重叠患者焦虑、抑郁状态调查分析[J]. 中国医师杂志, 2021, 23(7): 1007–1011.
- [39] 张淑利, 张欣, 刘银梅. 社会、心理因素与稳定期慢阻肺患者急性加重的关系[J]. 国际精神病学杂志, 2024, 51(6): 1953–1956.
- [40] 刘摩, 冯珍. COPD 合并焦虑症和抑郁症的研究进展[J]. 临床合理用药, 2023, 16(18): 175–178.

Influencing Factors of the Effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) for Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease Based on Multi-Model Fusion Analysis: a Retrospective Study

ZHAO Di^{1,2}, WANG Minghang¹, MENG Yuanyuan^{1,2}, WANG Gaoming^{1,2}

1. The First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine/National Regional Traditional Chinese Medicine (Pulmonary Diseases) Diagnosis and Treatment Centre, Zhengzhou, 450000; 2. The First Clinical Medical College, Henan University of Chinese Medicine

ABSTRACT Objective To explore the key factors influencing the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸) in the treatment of patients with stable chronic obstructive pulmonary disease (COPD) through a multi-model fusion analysis, so as to provide a basis for clinical individualized diagnosis and treatment. **Methods** A total of 107 patients with stable COPD who received *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion were recruited. The study data of 13 weeks of treatment and 26 weeks of follow-up were cleaned and sorted out. The patients were

divided into an acute exacerbation group and a non-acute exacerbation group according to the presence or absence of acute exacerbation at the 13-week treatment stage and the 26-week follow-up stage, respectively. Lasso regression, elastic net, random forest and other methods were used to conduct preliminary screening of influencing factors. Then logistic regression analysis was performed on the common factors screened by any two methods to identify the factors affecting the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion in treating stable COPD. **Results** A total of 107 patients were included. At the 13th weeks of treatment, five influencing factors were identified by any two of the methods including Lasso regression, elastic net and random forest, namely fatigue score, hemoglobin (HGB), Short Form 36-Item Health Survey (SF-36) physical function score, SF-36 social function score, and SF-36 physical pain score; logistic regression analysis showed that the factors affecting the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion in treating COPD at 13 weeks were HGB ($OR=0.973$, $P=0.031$) and SF-36 social functioning score ($OR=1.833$, $P=0.043$). At 26 weeks of follow-up, seven influencing factors were identified by any two of the methods including Lasso regression, elastic net and random forest, namely expectoration score, wheezing score, fatigue score, SF-36 vitality score, SF-36 mental health score, the Modified Patient-Reported Outcome Scale for Chronic Obstructive Pulmonary Disease (mCOPD-PRO) environmental domain score, and the Modified of the Efficacy Satisfaction Questionnaire for patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (mESQ-COPD) environmental adaptability score; logistic regression analysis showed that the factors affecting the effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion in treating COPD at 26 weeks were expectoration score ($OR=2.175$, $P=0.042$) and SF-36 mental health score ($OR=1.312$, $P=0.012$). **Conclusion** HGB, expectoration symptoms, social functioning, and mental health may be key factors affecting the clinical effectiveness of *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion in the treatment of COPD.

Keywords chronic obstructive pulmonary disease; stable stage; medicinal-separated moxibustion; logistic regression; *Wenfei Guyuan* Umbilical Moxibustion (温肺固元脐灸)

(收稿日期: 2025-04-28; 修回日期: 2025-09-28)

[编辑: 叶晨]

广告

欢迎订阅 2026 年《中医杂志》

《中医杂志》(ISSN 1001-1668, CN 11-2166/R)是由中华中医药学会和中国中医科学院主办的中医药综合性学术期刊。创刊以来始终坚持“以提高为主, 兼顾普及”的办刊方针, 是我国中医药界创刊早、发行量大、具有较高权威性和学术影响力的国家级中医药期刊之一, 是中文核心期刊和科技核心期刊、中国精品科技期刊、首届国家期刊奖获得者和中国期刊方阵双奖期刊、新中国 60 年有影响力的期刊、中国百强科技期刊、中国百种杰出学术期刊, 中医药科技期刊分级目录 T1 级期刊。荣获第五届中国出版政府奖期刊奖, 第二届、第三届、第四届中国出版政府奖期刊奖提名奖。

《中医杂志》主要栏目中当代名医和临证心得分别介绍名老中医和临床医生辨证用药治疗疑难病的经验; 临床研究介绍中医药治疗的新方法、新成果; 学术探讨、思路与方法、循证中医药、病例讨论、综述、百家园等栏目, 提供最新学术观点、研究成果与治疗方法, 成为学习中医药、研究中医药, 不断提高临床及研究水平的良师益友。

《中医杂志》为半月刊, 每月 2 日和 17 日出版, 每期定价 40.00 元, 全年 960 元。国内读者可以到全国各地邮局办理订阅手续(邮发代号: 2-698), 也可与本刊读者服务部联系邮购, 邮购免邮费。电话: (010) 64035632, (010) 64089195。国外发行: 中国国际图书贸易集团有限公司(北京 399 信箱, 邮编: 100044, 代号: SM140)。

本社地址: 北京市东城区东直门内南小街 16 号, 邮政编码: 100700。

网址: <http://www.jtcm.net.cn>。

