

ISSN 3079-823X
eISSN 3079-8248

中国医学科学研究院

China Journal of Medical
Science Research



维普数据库全文收录

国际中文学术期刊数据库CAJ-CDR 收录期刊

中国国际中文期刊卓越行动计划 建设期刊



WISVORA

编辑出版：广东国图出版管理有限公司

2025
第1卷第3期
3

中国医学科学研究

China Journal of Medical
Science Research

主办 《中国医学科学研究》编辑部

编辑部邮箱 cjmsr@wisor.com

投稿地址 www.wisor.com



编辑出版 广东国图出版管理有限公司



维普数据库
全文收录



中国国际中文期刊卓越行动计划 建设期刊
国际中文学术期刊数据库ICAJD 收录期刊

国际标准连续出版物号

印刷出版ISSN 3079-823X

电子出版 eISSN 3079-8248

出版社 WISVORA Publishing
维思沃尔出版社

地址 香港新蒲岗景福街99号启德
工业大厦8楼D07

wisor-publishing@wisor.com
www.wisor.com

中国大陆引进
北京中科进出口有限责任公司

中国大陆运营
广东国图出版管理有限公司

主编 唐龙

联合主编 潘肖芬 王岑依 徐文杰 胡丹

副主编 皇甫政彤

编委

宋帅威 杜建彬 何政霖 李嘉豪

胡婷 李铖 郝梦婵 乔宇

陆杨 高波 李尹 宋文鹏

 WISVORA
Publishing

版权声明

文章版权由文章作者与维思沃尔出版社(WISVORA Publishing)所有。单篇文章由 WISVORA Publishing 正式出版，所刊载文章均依照 Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) 进行许可。根据该许可协议，任何第三方在明确署名原作者与出处的前提下，均可对本刊内容进行复制、传播、演绎使用，无需作者及出版社另行个别授权。



微信扫一扫

维思沃尔出版

目 录 TABLE OF CONTENTS

- 视听功能受损与老年人轻度认知障碍的流行病学关联：文献综述 - 葛蒲, 徐云, 王亚娟, 林嘉怡 1 - 7
- 锻炼频率对 60-74 岁低龄老年人抑郁程度的影响：自评健康状况的调节效应 - 葛蒲, 夏天乐, 杨赛儿, 张金子, 白倩 - 1-6
- 基于空间分析的我国麻疹流行病学特征及防控策略研究 - 张睿哲, 胡晨阳 - 7-12
- 留守儿童健康护理现状及社会支持体系完善建议 - 郑雪敏 - 13-18
- 慢性非特异性颈痛对患者平衡能力、姿势控制的影响、机制及干预措施综述 - 沈蓥皓, 苗壮壮, 程鹏飞, 沈之栋, 刘俊杰 - 19-26
- 呼吸中枢与颈肩疼痛通路的神经交互：中枢与外周机制的整合作用综述 - 沈之栋, 刘俊杰 - 27-35
- 实体器官移植受者感染新冠病毒后免疫抑制方案调整进展 - 刘越, 乔鹏飞, 符洋, 黄良飞, 刘金琦, 王洪良 - 36-41
- 血瘀体质与老年人认知功能的关联：文献综述 - 葛蒲, 夏天乐 - 42-52
- 基于三级甲等公立中医院脑病科住院患者视角的中医护理适宜技术应用现状与需求调查研究 - 付晓梅 - 53-57
- 互联网+医学生赋能传统公益助盲转型的研究 - 白墨岩, 瞿宝明, 屈毓珣, 曹晨昊 - 58-63
- 基于 CTSV 基因表达的三阴性乳腺癌健康管理的研究 - 徐文聪, 王孝娟, 黄嘉欣 - 64-70
- 康复医疗器材出口贸易的竞争战略研究 - 伍国华, 胡乐琼 - 71-76
- 微课式健康宣教联合叙事护理对肾穿刺活检术患者心理状况的影响 - 高敏, 何倩 - 77-81
- 基于 CHARLS 数据集的老年人群高血压患病因素研究 - 王少锋, 张凯慈 - 82-89
- 社会参与对滨州市社区老年人认知功能的影响分析 - 王蓉菁, 王志媛, 丛建妮 - 90-95
- 基于深度学习的医学图像合成：方法、应用与未来方向 - 杨莉 - 96-102

锻炼频率对 60-74 岁低龄老年人抑郁程度的影响：自评健康状况的调节效应

葛蒲¹ 夏天乐² 杨赛儿³ 张金子⁴ 白倩⁵

(1.北京中医药大学中医学院, 北京 100029, 2.滨州医学院, 山东 烟台 264003, 3.陆军军医大学, 重庆 400038, 4.哈尔滨医科大学, 黑龙江 哈尔滨 150081, 5.天津中医药大学, 天津 400038)

摘要：背景：中国低龄老年人（60-74岁）面临退休适应、慢病初发等心理健康挑战，尤其在突发公共卫生事件等应激事件中抑郁风险显著升高，同时，低龄老年人抑郁的保护因素如锻炼频率、自评健康等的作用机制尚未明晰。目的：分析中国60-74岁低龄老年人抑郁现状，验证锻炼频率与自评健康对抑郁的独立效应及自评健康状况的调节作用。方法：基于中国家庭追踪调查（CFPS）2022年全国数据，筛选出60-74岁样本，采用流调中心抑郁量表简表（CES-D8量表）评估抑郁程度，通过分层回归及 Hayes 的 SPSS PROCESS 程序检验自评健康状况在锻炼频率与低龄老年人抑郁程度关系之间的调节效应（校正年龄、慢病等变量）。结果：①3666名受访者抑郁状态检出率38.19%；②锻炼频率（ $\beta=-0.151, P<0.001$ ）与自评健康（ $\beta=-0.892, P<0.001$ ）均独立降低抑郁程度；③自评健康发挥显著负向调节作用（交互项 $\beta=0.044, P=0.024$ ），体育锻炼仅对自评健康<4分的群体有效，且效应随自评健康水平升高而减弱。结论：体育锻炼的抗抑郁效果受自评健康水平调节，未来对低龄老年人抑郁干预需根据自评健康情况分层施策：对低自评健康者优先提升锻炼频率至每周3-4次，对高自评健康者在提升其锻炼频率的同时采取强化其社交支持网络等补充措施。

关键词：锻炼频率；自评健康状况；低龄老年人；抑郁；调节效应

基金项目：国家自然科学基金；中国博士后科学基金

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1467

1 前言

随着中国老龄化进程加速，中国低龄老年人（60-74岁）因退休适应、社会角色转变及慢性病初发等因素，面临独特的心理健康挑战[1]。研究显示，该群体在重大突发公共卫生事件中抑郁风险显著升高，且健康焦虑等因素可进一步加剧其抑郁风险，然而目前针对该类群体全国代表性样本的抑郁现状及保护性因素研究仍显不足[2-3]。

当前文献多聚焦单一因素（如体育锻炼或自评健康）对老年人抑郁的独立作用，忽视了两者的交互机制[4]。体育锻炼虽被证实可改善情绪[5]，但其效果可能受自评健康状况调节——自评健康较差者可能因生理储备不足而更依赖运动干预。为此，本研究利用中国家庭追踪调查（CFPS）2022年全国数据，旨在：（1）分析低龄老年人抑郁现状；（2）验证锻炼频率与自评健康对抑郁的独立效应；（3）探索自评健康在锻炼-抑郁关系中的调节作用，为后续构建差异化干预措施提供依据。

2 方法

2.1 资料来源

作者简介：葛蒲(1997—)，男，博士研究生在读，研究方向为健康管理；
夏天乐(2005—)，女，本科在读，研究方向为临床医学；
杨赛儿(2004—)，女，硕士研究生在读，研究方向为护理学；
张金子(1999—)，女，硕士，研究方向为人文医学；
白倩(1994—)，女，哲学博士，研究方向为卫生经济评估、老年人健康管理、医疗保障。

通讯作者：白倩，E-mail: baiqian@tjutcm.edu.cn

本研究分析数据源自北京大学中国社会科学调查中心执行、受北京大学和国家自然科学基金项目资助的中国家庭追踪调查（China Family Panel Studies, CFPS）[6]。CFPS 项目研究方案经北京大学生物医学伦理委员会批准（批准号 IRB00001052-14010）。CFPS 采用覆盖全国 25 个省（市、自治区）的多阶段分层抽样设计，通过加权后可代表全国人口（覆盖全国 94.5% 人口）。调查采取面对面访谈等方式，历年有效应答率均较高。本研究设定纳入标准为：（1）年龄为 60-74 周岁；（2）问卷为本人填写且填写完整。排除存在逻辑矛盾和缺失值的问卷数据。经上述标准筛选后，本研究最终纳入有效样本 3666 人。

2.2 变量构建

被解释变量为受访者流调中心抑郁量表简表 (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale, CES-D8) 得分，根据 CFPS 问卷的“在过去一周内各种感受或行为的发生频率”设置，包括感到情绪低落、做任何事都很费劲、睡眠不好、愉快、孤独、生活快乐、悲伤难过、生活无法继续等 8 个问题，回答“几乎没有（不到 1 天）”“有些时候（1~2 天）”“经常有（3~4 天）”“大多数时候有（5~7 天）”分别赋值 0-3（愉快、生活快乐两道题目反方向赋值），加总 8 个问题得到取值范围为 0~24 分的抑郁评分（CES-D8），分值越大表明抑郁程度越严重，即抑郁风险越大。参照既往在中国人群中进行的调查，将 CES-D8 分数 ≥ 7 分定义为伴有抑郁状态[7]。本研究中，CES-D8 的 Cronbach's alpha 系数为 0.771，分半信度为 0.742，信度良好。

自变量为受访者锻炼频率，锻炼频率依据“过去 12 个月您有多经常参加体育健身休闲活动？”条目分类，该题共 8 个选项，分别为“从不参加”“平均每月不足 1 次”“平均每月 1 次以上，但每周不足 1 次”“平均每周 1-2 次”“平均每周 3-4 次”“平均每周 5 次及以上”“每天 1 次”“每天 2 次及以上”，8 个选项分别赋值为 0-7 分进行后续分析。

调节变量为受访者自评健康状况，自评健康状况采用 2022 年 CFPS 问卷中“您认为自己的健康状况如何？”一题进行测量，该题共 5 个选项，分别为“不健康”“一般”“比较健康”“很健康”“非常健康”，5 个选项分别赋值为 0-4 分进行后续分析。

控制变量包括年龄（连续型变量）、性别（男性/女性）、常住地（城镇/乡村）、学历（小学及以下/初中及以上）、是否患慢病（否/是）。

2.3 统计分析

使用 SPSS 26.0 进行描述性分析、单因素及多因素线性回归分析，使用 Hayes 编制的 SPSS 宏程序 PROCESS4.1 进行调节效应检验 [8]，使用 Excel 软件绘制 Johnson-Neyman 图， $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

3 结果

3.1 受访者的一般情况及抑郁状况

3666 名受访者平均年龄为 66.40 ± 4.015 岁，男性 1915 人（52.24%），女性 1751 人（47.76%），常住地为城镇者 1793 人（48.91%），常住地为乡村者 1873 人（51.09%），锻炼频率评分均值为 2.21 ± 2.833 ，自评健康状况评分均值为 1.70 ± 1.260 ，CES-D8 得分均值为 5.80 ± 4.483 ，处于抑郁状态（CES-D8 评分 ≥ 7 分）者 1400 人（38.19%），其余一般情况见表 1。

表 1 受访者分类变量描述性统计

变量	人数	占比 (%)	变量	人数	占比 (%)
性别			是否患慢病		
男性	1915	52.24	否	2541	69.31
女性			是	1125	30.69
女性	1751	47.76			
常住地			是否处于抑郁状态		
城镇	1793	48.91	否	2266	61.81
学历			是	1400	38.19
小学及以下	1863	50.82			
初中及以上	1803	49.18			

表 2 受访者连续型描述性统计

	最小值	最大值	平均值	标准差
年龄	60	74	66.40	4.105
锻炼频率	0	7	2.21	2.833
自评健康状况	0	4	1.70	1.260
CES-D8 得分	0	24	5.80	4.483

3.2 受访者抑郁程度与锻炼频率和自评健康状况的单因素线性回归分析结果

单因素线性回归结果显示，受访者自评健康状况 ($\beta = -1.101$, $P < 0.001$) 与锻炼频率 ($\beta = -0.245$, $P < 0.001$) 均与其抑郁程度存在负向关联，详见表 3。

表 3 受访者 CES-D8 得分与锻炼频率和自评健康状况的单因素线性回归分析

变量	β	S.E	t	P	95%CI
自评健康状况	-1.101	0.056	-19.703	<0.001	[-1.211, -0.992]
锻炼频率	-0.245	0.026	-9.487	<0.001	[-0.296, -0.194]

3.3 受访者抑郁程度得分与锻炼频率和自评健康状况的多重线性回归模型与自评健康状况的调节作用分析

多重线性回归模型一(以自评健康状况与锻炼频率为自变量)显示，自评健康状况较好 ($\beta = -0.892$, $P < 0.001$) 与锻炼频率得分较高 ($\beta = -0.151$, $P < 0.001$) 均是受访者抑郁程度的显著负向预测因素。模型二(以自评健康状况、锻炼频率及二者相乘交互项为自变量)显示，自评健康状况在受访者锻炼频率与抑郁程度关系之间的调节作用显著 ($\beta = 0.044$, $P = 0.024$)。

简单斜率检验以自评健康状况的均数及其下一个标准差为界限，将被试者分成高自评健康状况组(均值+标准差)、中等自评健康状况组(均值)和低自评健康状况组(均值-标准差)，分别进行回归分析并绘制调节效应图(表 5 及图 1)。结果显示，在高自评健康状况水平 ($\beta = -0.099$, $P = 0.004$)、中等自评健康状况水平 ($\beta = -0.154$, $P < 0.001$) 和低自评健康状况水平 ($\beta = -0.210$, $P < 0.001$) 下，锻炼频率对抑郁程度的作用效果存在差异。即自评健康状况在锻炼频率和抑郁程度的关系间起到负向的调节作用，且自评健康状况越高，锻炼频率对抑郁程度的影响越小。Johnson-Neyman 区间分析显示，锻炼频率仅在自评健康状况低于 4 分时，显著降低受访者的抑郁程度，见图 2。

表 4 受访者 CES-D 8 得分的多重线性回归模型：锻炼频率、自评健康状况及其交互作用
(校正控制变量) (模型 1：主效应； 模型 2：主效应 + 交互项)

模型一					模型二						
变量	β	S.E	t	P	95%CI	变量	β	S.E	t	P	95%CI
自评健康状况	-0.892	0.058	-15.364	<0.001	[-1.006, -0.778]	自评健康状况	-0.879	0.058	-15.084	<0.001	[-0.994, -0.765]
锻炼频率	-0.151	0.025	-6.013	<0.001	[-0.201, -0.102]	锻炼频率	-0.154	0.025	-6.126	<0.001	[-0.204, -0.105]

注：模型一与模型二均将年龄、性别、常住地、学历、是否患慢病作为控制变量

表 5 简单斜率分析结果

调节变量(自评健康状况)水平	β	S.E	t	P	95% CI
平均值	-0.154	0.025	-6.126	<0.001	[-0.204, -0.105]
高水平 (+1SD)	-0.099	0.034	-2.882	0.004	[-0.166, -0.032]
低水平 (-1SD)	-0.210	0.036	-5.804	<0.001	[-0.281, -0.139]

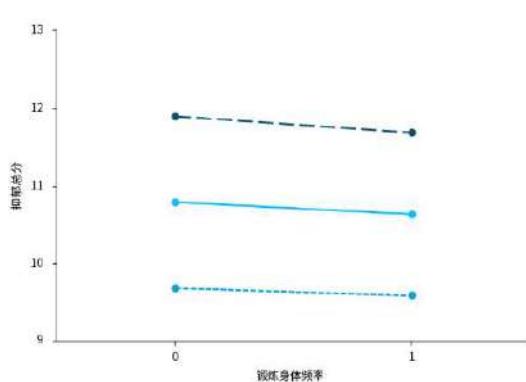


图 1 简单斜率分析结果

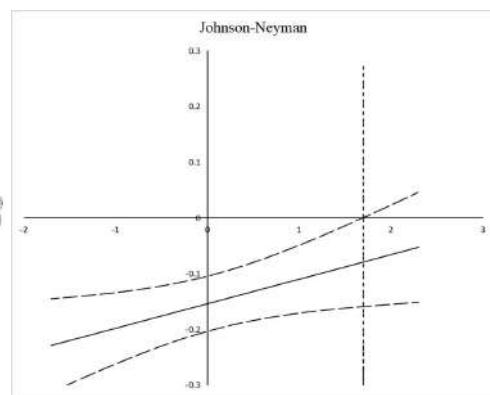


图 2 Johnson-Neyman 图

(注: 图像横轴为经过标准化处理的自评健康状况得分)

4 讨论

4.1 受访者抑郁现状分析

本研究发现, 3666 名 60-74 岁低龄老年人 CES-D8 量表平均得分为 5.80 ± 4.483 分, 其中 38.19% (1400 人) 处于抑郁状态 ($\text{CES-D8} \geq 7$ 分), 显著高于赵冬冬等学者报告的农村老年人抑郁占比 (20.04%-22.97%) 及张滢等学者报告的老年人抑郁占比 (29.95%) [9]。本研究抑郁占比较高的原因可能在于样本结构的城乡均衡性 (城镇 48.91%+乡村 51.09%) 叠加全国突发公共卫生事件 (2022 年调查) 的双重影响: 调查期间乡村人群的抑郁风险基础 (如医疗资源匮乏) 与城镇人群的社交隔离、健康焦虑共同推高了整体抑郁水平[11]。

4.2 锻炼频率及自评健康状况对受访者抑郁程度的影响

单因素线性回归分析显示, 锻炼频率与 CES-D8 得分呈显著负向关联。多重线性回归模型进一步证实, 在控制年龄、性别等变量后, 锻炼的保护效应仍显著。这一结果与英国大型队列研究结论一致: Pinto Pereira 等人于 2014 年对 1 万中年人的追踪表明, 每周锻炼 3 次及以上可降低 19% 的抑郁风险[12]。其机制可能涉及锻炼对下丘脑-垂体-肾上腺轴的调节作用, 通过降低皮质醇和炎症因子 (如 IL-6) 水平改善情绪[13]。值得注意的是, 本组锻炼频率均值仅 2.21 分 (相当于“每月 1 次以上但不足每周 1 次”), 远低于 WHO 推荐标准[14], 提示中国低龄老年群体运动干预空间巨大。

自评健康状况与 CES-D8 得分也存在显著负向关联。校正混杂因素后, 其效应量仍显著。这印证了自评健康作为“身心状态整合指标”的预测价值。机制上, 自评健康较差者常伴随慢性疼痛、功能受限及社会参与度下降, 形成“生理-心理-社会”的恶性循环, 从而导致其心理健康状况不佳[15,16]。

4.3 自评健康状况在锻炼频率与受访者抑郁程度关系之间的调节作用

本研究通过多重线性回归分析发现, 自评健康状况对锻炼频率与抑郁程度 (CES-D8 得分) 的关系存在显著的负向调节作用。这一结果意味着: 随着自评健康水平提升, 体育锻炼的抗抑郁效应逐渐减弱。如图 1 所示, 简单斜率检验量化了该调节效应的梯度变化。Johnson-Neyman 分析进一步界定调节边界: 体育锻炼仅对自评健康评分 < 4 分的群体 (占样本 88.8%) 有显著抑郁改善作用, 而对自评健康“非常健康”者 (评分=4 分) 无统计学意义。本研究交互效应符合压力缓冲模型的生理延伸机制, 自评健康较差者存在更高的生理脆弱性 (如下丘脑-垂体-肾上腺轴功能紊乱、慢性炎症水平升高), 体育锻炼能更有效地调节其神经内分泌通路 (如降低皮质醇、IL-6), 从而快速缓解抑郁症状; 而自评健康良好者因生理储备充足, 锻炼的边际效益降低[17,18]。

4.4 研究优势与局限性

研究优势方面, 本研究依托中国家庭追踪调查 (CFPS) 2022 年全国数据, 样本代表性强; 数据可靠性高。方法学上, 使用标准化 CES-D8 量表及分层赋值系统 (锻炼频率 0-7 分、自评健康 0-4 分),

保障变量测量效度；通过 Hayes 的 PROCESS 程序检验调节效应，结合简单斜率与 Johnson-Neyman 技术，精准量化自评健康对锻炼-抑郁关系的负向调节边界，为低龄老年人的抑郁干预提供了靶向依据。

研究局限性方面，首先，横断面设计无法确立锻炼、自评健康与抑郁的因果方向（例如抑郁症状可能反向降低锻炼意愿），需通过前瞻性队列验证。其次，测量工具可能存在一定的主观偏差：锻炼频率依赖自陈报告（因缺乏加速度计等客观监测手段），而自评健康作为单条目指标未整合慢性病临床严重度。更关键的是，模型未控制疫情期间特殊应激源（尤其是 2022 年社交隔离引发的健康焦虑）及社会支持因素（如家庭探望频率），导致效应估计可能在一定程度上受到混杂因素干扰。最后，样本仅涵盖 60-74 岁低龄老人，使得结论向 75 岁及以上高龄人群（伴随更高失能率）的外推需谨慎。

4.5 建议与研究启示

基于自评健康对锻炼-抑郁关系的显著负向调节作用，建议针对低自评健康群体优先推行社区运动干预计划，通过增设免费健身设施与团体课程（如太极、健步走）将其锻炼频率提升至每周 3-4 次，从而使抑郁改善效果最大化；同时需整合慢性病管理服务，联合社区卫生中心提供个性化运动处方，以缓解慢病疼痛与功能限制对心理健康的连锁冲击。对于中高自评健康群体，可强化社交支持网络建设，通过老年学堂等非运动干预弥补锻炼的边际效益衰减，并建立突发公共卫生事件的应急响应机制，例如开发线上运动课程维持社交连接，规避突发公共卫生事件期间相关措施引发的健康焦虑恶化风险。

未来研究需通过前瞻性队列设计追踪锻炼频率与抑郁的因果时序，结合加速度计等客观监测工具克服横断面数据的主观偏差，并引入炎症指标（如 C 反应蛋白）量化锻炼的生理调节通路；在此基础上，应拓展高龄老人（ ≥ 75 岁）的适配干预模式，重点解决该人群失能率高、移动能力受限等特殊需求，同时深入探索城乡差异的根源机制，利用“数字素养”资源开发农村地区远程运动干预工具（如微信小程序打卡系统），以实现“自评健康-锻炼行为”动态模型的精准验证与应用。

5 结论

本研究基于全国代表性样本揭示：中国 60-74 岁低龄老年人抑郁状态占比近四成（38.19%）。锻炼频率与自评健康状况均对抑郁程度（CES-D8 得分）有负向影响，自评健康发挥显著负向调节效应，锻炼仅对自评健康<4 分群体有效（占 88.8%），且效应随自评健康水平升高而减弱。这提示未来相关干预措施需分层施策：对低自评健康者优先提升锻炼频率至每周 3-4 次，对高自评健康者强化社交支持；同时需结合数字素养资源开发城乡适配模式。

参考文献：

- [1] 吴捷,程诚. 城市低龄老年人的需要满足状况、社会支持和心理健康的关系研究[J]. 心理科学,2011,34(5):1130-1136.
- [2] 付双乐. 不同年龄段老年人心理健康的自评及其影响因素探析[J]. 社会工作与管理,2016,16(3):20-26.
- [3] 王欣欣,张呈蕊,栾伟. 上海市社区老年人社会隔离及其影响因素研究[J]. 中国预防医学杂志,2023,24(11):1159-1165.
- [4] 李星辉,杨婷婷,刘晓飞,等. 上海市闵行区社区老年人抑郁与体力活动的关系探究[J]. 中国社会医学杂志,2022,39(6):654-658.
- [5] 吴伊静. 流畅体验在体育锻炼与老年抑郁间的多重中介效应[J]. 中国老年学杂志,2024,44(12):3051-3054.
- [6] 王小华,吴双虹. 化“数字”为“数治”:数字素养与村民社会治理参与[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版),2025,26(1):62-71.
- [7] 孔玉皓,马宁,李晓渝,等. 抑郁状态及其变化与生育意愿的关联性——基于中国家庭追踪调查的育龄人群的研究[J]. 中国公共卫生,2025,41(1):61-67.
- [8] HAYES A F. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression-based approach[M]. New York: The Guilford Press, 2013.
- [9] 赵冬冬. 安徽省某农村地区老年抑郁及其影响因素的重复横断面研究[D]. 安徽医科大学,2018.
- [10] 张滢,姜欣彤,王萍玉. 中国老年人群抑郁症状的健康生态学模型分析[J]. 中国慢性病预防与控

制,2025,33(01):8-14.DOI:10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.20240722.0545.

[11] 张金龙,孙蓉,杨娟.新型冠状病毒肺炎疫情流行期间老年患者的焦虑抑郁状态及其影响因素[J].中华老年多器官疾病杂志,2020,19(04):246-250.

[12] Pereira S M P, Geoffroy M C, Power C. Depressive symptoms and physical activity during 3 decades in adult life: bidirectional associations in a prospective cohort study[J]. JAMA psychiatry, 2014, 71(12): 1373-1380.

[13] 秦志超.体育运动干预对抑郁情绪的缓解机制及实证研究进展[C]//中国班迪协会(CBF),澳门体能协会(MSCA),广东省体能协会(GSCA).2025年全国第十五届中国体能训练科学大会论文集(下).吉林体育学院,2025:381-385.DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.005581.

[14] F-C Bull, Al-Ansari S-S, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour[J]. Br J Sports Med, 2020, 54(24): 1451-1462.

[15] 赵红瑞,向雪琳,王中杰,等.老年人社交活动对生命质量的影响:抑郁和生活满意度的链式中介效应[J].现代预防医学,2025,52(10):1860-1866.DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202412498.

[16] 孔令娜,周颖清.居家老年慢性病患者抑郁情绪与社会支持、应对方式及生命质量的相关性[J].中国老年学杂志,2012,32(20):4548-4549.

[17] 胡冰倩,王竹影.体育锻炼与心理健康的研究综述[J].中国学校体育(高等教育),2017,4(06):87-92.

[18] 吴伟,李光华,杨俏玲,等.运动锻炼对老年人心理状态及生理功能的影响[J].宁夏医科大学学报,2013,35(02):175-176+180.DOI:10.16050/j.cnki.issn1674-6309.2013.02.013.

The Influence of Physical Exercise Frequency on the Degree of Depression Among Low-Aged Elderly People Aged 60-74: the Moderating Effect of Self-Rated Health Status

Ge pu¹, Xia tianle², Yang saier³, Zhang jinzi⁴, Bai qian⁵

¹ College of Traditional Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, China; ² Binzhou Medical College, Yantai, China; ³ Army Medical University, Chongqing, China; ⁴ Graduate School, Harbin Medical University, Harbin, China; ⁵ Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin, China)

Abstract: BACKGROUND: Chinese younger adults (60-74 years old) face mental health challenges such as retirement adaptation and the first onset of chronic diseases, and the risk of depression is significantly elevated especially during stressful events such as epidemics, but the mechanisms of protective factors such as frequency of physical activity and self-assessed health have not yet been clarified. OBJECTIVE: To analyse the current status of depression among Chinese older adults aged 60-74 years, and to verify the independent effects and interaction mechanisms of physical activity frequency and self-rated health on depression. METHODS: Based on national data from the China Family Tracking Survey (CFPS) 2022, depression was assessed using the CES-D8 scale, and the moderating effects were tested by stratified regression and Hayes's SPSS PROCESS procedure (correcting for variables such as age and chronic diseases). Results: (i) the detection rate of depressive status was 38.19% in 3666 respondents; (ii) the frequency of physical activity ($\beta=-0.151$, $P<0.001$) and self-assessed health ($\beta=-0.892$, $P<0.001$) both independently reduced the level of depression; (iii) self-assessed health exerted a significant negative moderating effect (interaction term $\beta=0.044$, $P=0.024$), and physical activity was only effective for the group with a self-rated health score of <4, and the effect weakened with increasing levels of self-rated health. Conclusion: The antidepressant effect of physical activity is moderated by the level of self-rated health, and future interventions need to be stratified: increasing the frequency of physical activity to 3-4 times per week is preferred for those with low self-rated health, and strengthening the social support network for those with high self-rated health.

Keywords: Exercise frequency; Self-rated health status; Younger elderly people; Depression; Moderation effect

基于空间分析的我国麻疹流行病学特征及防控策略研究

张睿哲¹ 胡晨阳¹

(1.杭州师范大学，浙江 杭州 103436)

摘要：流行性麻疹是一种由麻疹病毒引起的高度传染性的急性呼吸道疾病。患者通常会出现发热、咳嗽、流涕、眼结膜炎和皮疹等症状。流行性麻疹作为急性呼吸道传染病，其传染性强，症状较为严重，流行性麻疹在过去曾是一种非常常见的儿童疾病，但随着疫苗接种计划的推广，麻疹的发病率已经大大降低。疫苗接种是防治流行性麻疹的重要方式，根据相关疫苗数据，来分析麻疹的流行病特征和防治方法。

关键词：流行性麻疹；流行病学特征；空间分析；时空扫描；疫苗接种；防控策略

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1469

1. 流行性麻疹简介

流行性麻疹是一种由麻疹病毒引起的高度传染性病毒性疾病。麻疹病毒属于副黏病毒科，是单链RNA病毒。麻疹的典型症状包括高烧、咳嗽、流涕、红眼、红疹以及口腔内侧的白色斑点（Koplik斑）。患者通常会出现发热、咳嗽、流涕、眼结膜炎和皮疹等症状。

麻疹病毒主要通过空气传播，也可以通过接触被病毒污染的表面间接传播。麻疹的潜伏期大约为7到21天，平均为10到14天。感染后病毒会在呼吸道内繁殖，然后进入血液，最终导致全身性感染。

流行性麻疹在人类历史上已经有很长时间的历史。早在公元9世纪，波斯医生鲁法斯就描述了类似麻疹的病例。麻疹的预防主要依赖于疫苗接种。麻疹疫苗是一种非常有效的预防措施，可以提供长期的免疫保护。麻疹的潜伏期大约为7到21天，平均为10到14天。随着疫苗接种计划的推广，麻疹的发病率已经大大降低。然而，由于一些地区接种率不足或接种计划不完善，流行性麻疹仍然可能在一些地方引发疫情。因此，及时接种麻疹疫苗是预防这种疾病传播的关键措施之一。

1.1 临床特征与传播机制

患者感染后，通常经历10-14天的潜伏期（短至1周左右）。典型临床病程可分为三期：

前驱期（2-4天）：突发高热（39-40°C以上），伴有类似“重感冒”的卡他症状（如剧烈咳嗽、流涕、结膜充血、畏光等）。此期最关键的诊断标志是出现柯氏斑（Koplik's spots）——即口腔颊黏膜上针尖大小、周围绕有红晕的灰白色斑点，此为麻疹的早期金标准。

出疹期：发热后3-5天开始出现皮疹。红色斑丘疹通常首先从耳后、发际开始，在1-2天内逐渐蔓延至面部、躯干、四肢，直至手心脚心。皮疹可融合成片，此时体温常升至峰值。

恢复期：皮疹按出疹顺序逐渐消退，随后伴有糠麸样脱屑和褐色色素沉着，此过程通常持续1-2周。

麻疹病毒主要通过空气飞沫传播（如咳嗽、打喷嚏），在密闭空间内还可通过气溶胶传播。患者是唯一的传染源，在出疹前4天至出疹后5天均具有传染性；若并发肺炎或脑炎，传染期可延长至出疹后10天。

作者简介：张睿哲（2003-），男，本科在读，研究方向为循证护理，针灸学；

胡晨阳（2003-），男，本科在读，研究方向为循证护理，内科护理。

通讯作者：张睿哲，E-mail:965052331@qq.com

2.材料与方法

2.1 资料来源

来自 中国疾病预防控制中心免疫规划中心 2001--2020 的中国麻疹暴发疫情流行数据, 以及参考知网、超星等学术论文网站查询到的相关文献。资料来自 2001 年到 2016 年, 我国有关疾病防控中心所得知的数据, 以及 2016 年之后的来自相关政府部门的材料。

2.2 方法

本研究主要使用传统的数据汇总分析方法, 通过使用 MicrosoftExcel2019 软件建立 2001-2020 年中国流行性麻疹病例报告数据库, 分析流行性麻疹的发病情况和特点以及病例时空分布和空间聚集性特征, 使用 ArcGIS 10.2 软件来得到整个局面和部分局面的空间分析, 采取 SaTScan 9.6 软件来做跨多个年份的扫描。

3.文献结果分析

3.1 流行概况

2001-2016 年全国共报告麻疹 1 012 537 例, 年发病率整体呈下降趋势。2001-2004、2005-2008 和 2009-2012 年的麻疹发病存在全局空间聚集性, 其 Moran'sI 值分别为 0.29、0.26 和 0.31。局部空间自相关分析结果显示, 麻疹在各时间阶段均存在高-高聚集区域并主要集中在西部地区, 同时 2005-2008 年广东省是一个单独的高-低离散区域, 未检测到低-低聚集区域。时空扫描结果显示, 2001-2008 年我国的流行性麻疹病例主要集中在西部地区、华北地区和中部, 包括山西省和广西两块区域在内。2016-2020 年中国报告麻疹暴发疫情 344 起, 共涉及麻疹病例 1 886 例, 暴发首例病例发病距暴发疫情报告时间 M 范围为 4~10 天, 涉及病例 M 范围为 2~3 人, 疫情持续天数 M 范围为 8~13 天, 2016-2020 年每年最长疫情持续时间分别为 65、44、28、63、13 天; 报告暴发数位于前三的省(直辖市)为甘肃、北京、山东; 在居民小区/村发生共 115 起, 所占比例最高; 2016 年暴发病例基因型鉴定结果 100.00% 为 H1 基因型, 此后 H1 基因型占比逐年下降, 2017 年 H1 基因型所占比例为 88.57%(31/35), 2018 年为 85.00%(17/20), 2019 年为 15.79%(3/19), 2020 年无 H1 基因型报告。

3.2 季节分布

流行性麻疹通常显示出一定的季节性变化, 尽管这种变化可能因地区和年份而异。一般来说, 流行性麻疹在温暖季节(春夏季)往往更容易传播和流行, 而在寒冷季节(秋冬季)传播可能减缓。

这种季节性变化的原因可能与人们在不同季节的行为和活动模式有关。在温暖季节, 人们更容易聚集在一起, 参加各种活动, 这有助于病毒的传播。此外, 温暖的气候条件可能对病毒的存活和传播有所影响。相比之下, 寒冷季节人们更多时间在室内, 接触面积较小, 可能减少了传播风险。

然而, 需要注意的是, 随着疫苗接种率的提高和控制措施的实施, 流行性麻疹的季节性变化可能会受到影响。疫苗接种可以有效预防麻疹, 降低疾病传播的风险, 从而减少季节性的波动。

3.3 传播途径和特点

(1) 传播途径

流行性麻疹主要通过空气中飞沫传播。当患者咳嗽、打喷嚏或说话时, 病毒会进入空气中, 他人吸入这些含有病毒的飞沫后就可能感染麻疹。

接触传播, 麻疹病毒也可以通过直接接触患者的口腔、鼻腔分泌物或皮疹等体液而传播。

(2) 流行特点

传染性强, 一个患者可以轻松传播给 90% 以上未接种疫苗的接触者

潜伏期短, 麻疹的潜伏期大约为 7 到 21 天, 平均为 10 到 14 天。这意味着从感染病毒到出现症状的时间大约为 7 到 21 天。

麻疹患者在出现症状前 2 到 4 天开始具有传染性, 并且在皮疹出现后的 4 到 5 天内传染性最强。因此, 麻疹患者在出现症状前 2 到 4 天到皮疹出现后的 4 到 5 天内, 需要进行隔离, 以防止病毒传播。

病毒变异, 麻疹病毒有很多不同的变异型。

3.4 人群分布

(1) 年龄分布

根据查询到的文献报告显示，任何年龄段的人都可以被流行性麻疹影响，不同年龄段的麻疹患者的特征可能会有所不同。

婴幼儿和幼儿是流行性麻疹的高风险人群之一。他们通常更容易受感染，因为他们的免疫系统尚未完全发育，且可能还未接种完整的疫苗剂量。麻疹在这个年龄段的患者中可能表现为高热、皮疹、咳嗽等症状。

在儿童和青少年中，麻疹的症状可能会更加明显，包括高热、皮疹、眼结膜炎等。这个年龄段的患者可能会出现并发症，如中耳炎、肺炎等。

成人也可能感染流行性麻疹，尤其是那些未接种过疫苗或只接种过一剂疫苗的人，但是总的来说风险较小。在成人中，麻疹可能表现为更严重的症状，包括肺炎、脑炎等并发症。

老年人可能面临更高的并发症风险，尤其是那些免疫系统功能较弱的人。他们可能需要更密切的监测和护理。

(2) 人口密集度

人口密集度越高的地区，通常流行性疾病如麻疹传播的风险也越大。人们之间的接触越频繁，空气中病毒的传播风险越高。

(3) 经济发展情况

从参考的文献当中可以得知，流行性麻疹的传播情况和当地的经济水平发展状况也有很大的联系，经济发展越好的地方，相应的医疗资源越丰富，防疫工作也越加完善，能够有效降低麻疹疫情的发生。

(4) 疫苗的接种情况

疫苗的接种情况也会直接影响流行性麻疹的传播情况，因为我们当下预防流行性麻疹最主要的手段还是通过注射疫苗，该手段可以有效的减少患病率，因此一个地区的疫苗接种率也将直接影响流行性麻疹的传播。

4. 流行病学总结

总体来说，流行性麻疹属于呼吸道系统传染病且传染性强，发病群体以儿童和青少年为主，但是各个年龄段的人群发病后的症状也有所不同，但是都以高热、皮疹为主，也会伴随着一些其余并发症，典型症状有，高烧、流涕、咳嗽、红疹等。主要发病季节为春季和夏季，到了秋季或者是冬季，麻疹的传播性明显降低，可能和气温有关，较低的气温也会降低病毒的活性，从而使感染率降低。

从人群从发病的人群来看，流行性麻疹在人口密集，密度高的区域，流行的概率远大于密度低的区域；同时和医疗资源的分布也密切相关，医疗资源水平更高的区域，在限制麻疹流行这一方面做的也明显更好，经济水平相对高的地方，拿广东广西两省举例，明显广东在麻疹预防方面会更加突出，疫情的防疫要优于广西省。

根据《中国麻疹防控历史回顾》一文当中查询到的资料显示，从时间角度看，我国的麻疹防疫已经越来越好。在上世纪建国初期，我国的麻疹死亡率高达根据《中国麻疹防控历史回顾》一文当中查询到的资料显示，从时间角度看，我国的麻疹防疫已经越来越好。在上世纪建国初期，我国的麻疹死亡率高达 $39.7/10$ 的五次，有过多次大爆发。逐渐到 2000 年前后，只以局部小规模爆发为主，发病率降低到 $5.72/10$ 的五次，死亡率大幅下降。到 2010 年之后，死亡率进一步下降，在 2019 年首次做到全年无死亡病例，2017 年发病率仅为 $0.43/10$ 。, 有过多次大爆发。逐渐到 2000 年前后，只以局部小规模爆发为主，发病率降低到 $5.72/10$ ，死亡率大幅下降。到 2010 年之后，死亡率进一步下降，在 2019 年首次做到全年无死亡病例，2017 年发病率仅为 $0.43/10$ 的五次。

我国儿童麻疹防控工作从 1950—2020 年的 70 年间，取得了巨大的成就，从高发病率和高死亡率的严重流行状态，下降到发病率低于 $1/10^6$ 的 WHO 防控目标，以及年死亡零报告，基本消除了麻疹对我国儿童生存和健康的威胁。2000 年以来，通过强化免疫、检漏补种、加强监测、快速处理等措施，控制了不断发生的局部地区小流行。

随着疫情防控的进展，麻疹的临床诊疗技术水平也不断提高，每年麻疹的死亡率和病死率迅速下

降。1965 年死亡率和病死率分别为 9.19/105 和 0.73%，1990 年降为 0.02/108 和 0.22%，2010 年死亡率 <0.01/10°，病死率为 0.07%。2010-2016 年中国麻疹死亡人数减少到最低水平，报告死亡人数保持在每年 20~30 例之间，2017 年降至 5 例，2018 年为 1 例，2019 年首次实现死亡零报告，至 2022 年连续 3 年保持零报告。

5.防控策略

5.1 巩固与优化免疫屏障，消除免疫空白

维持高水平常规免疫接种率：继续严格执行两剂次麻疹腮腺炎风疹联合减毒活疫苗（MMR）的免疫程序，确保以省为单位，两剂次接种率持续维持在 95% 以上。这是建立牢固人群免疫屏障、阻断病毒传播的基石。

深入开展“查漏补种”工作：将查漏补种工作常态化、制度化。重点针对流动儿童、边远地区儿童、留守儿童以及因疫情等原因延迟接种的儿童，建立动态管理台账，定期开展入托、入学儿童预防接种证查验工作，及时发现并补齐免疫空白。

探索特殊人群免疫策略：

育龄期妇女：建议在婚前检查、孕前保健等环节开展麻疹抗体筛查，对抗体水平不足的育龄期妇女在怀孕前接种 MMR 疫苗，以提高其母传抗体水平，间接保护 3-8 月龄婴儿[5]。

医务人员：将麻疹抗体水平检测纳入新入职医务人员体检项目，确保全体医务人员对麻疹具有免疫力，防止医院内感染和传播。

5.2 加强多维度监测预警与应急处置

提升监测系统敏感性与特异性：优化和完善麻疹监测系统（MSS）。所有发热出疹性病例（Rash and Fever Illness）均应立即报告，并尽可能采集血清学和病原学标本（如咽拭子、尿液）。推广使用逆转录聚合酶链反应（RT-PCR）进行病毒核酸检测和基因分型，这是鉴别麻疹病毒、追踪传播链、发现输入性病例的关键[6, 7]。

建立多部门协作与风险预警机制：加强疾控、海关、边防、教育等部门的信息互通与协作，密切关注全球特别是周边国家的麻疹疫情动态，及时评估输入风险。利用大数据和时空分析技术，对高风险地区和高风险人群发布预警信息。

强化暴发疫情应急响应：一旦确认暴发疫情，应立即启动应急响应。措施包括：快速开展流行病学调查，查明传染源和传播范围；在重点区域和人群中开展应急接种；对病例进行隔离治疗（隔离期至出疹后 5 天）；对密切接触者进行医学观察等[8]。

5.3 深化健康教育，提升公众防病意识

针对不同人群开展形式多样的健康教育活动。利用新媒体平台，向公众普及麻疹的危害、疫苗接种的重要性和安全性，消除疫苗犹豫。尤其要加强对流动人口聚居区的宣传，提高其主动接种疫苗的意愿。

5.4 推动科学研究，应对未来挑战

鼓励开展相关科学研究，例如：开发更加热稳定的疫苗以适应偏远地区的运输和储存条件；研究早期免疫策略的可行性（如为 6-8 月龄婴儿接种一剂疫苗）；持续开展麻疹病毒病原学监测，追踪病毒变异情况，为防控策略的调整提供永恒的科学依据。

6.总结

通过对全国麻疹流行病学数据的系统分析，本研究得出以下主要结论：

6.1 主要研究成果

流行趋势显著改善：我国麻疹发病率呈现持续下降趋势，2017 年发病率降至 0.43/10 万，2019 年首次实现全年无死亡病例，麻疹相关死亡人数从建国初期的高位水平降至接近零报告。

空间分布特征明显：麻疹发病存在明显的空间聚集性，西部地区（如新疆、青海、西藏）持续呈现“高-高”聚集特征，成为疫情防控的重点区域。

人群分布发生变化：呈现“双向移位”现象，婴幼儿（<8月龄）和成人（≥20岁）病例构成比增加，反映免疫策略需要针对性调整。

病毒基因型变迁：H1基因型主导地位逐渐被其他基因型取代，提示本土传播链得到有效阻断，但需警惕输入性风险。

6.2 防控成效与挑战

我国麻疹防控工作通过实施计划免疫、强化免疫接种、加强疫情监测和提高诊疗水平等措施，取得了显著成效。然而，当前仍面临以下挑战：

西部地区防控薄弱：地理环境复杂、医疗资源相对不足、接种率不均等因素导致西部地区疫情持续高发。

特殊人群保护不足：3-8月龄婴儿存在免疫空白期，育龄期妇女抗体水平不足，流动人口接种率偏低。

输入性疫情风险：全球麻疹疫情复杂多变，境外输入风险持续存在。

6.3 未来防控建议

基于研究结果，提出以下针对性建议：

实施精准免疫策略：重点加强西部地区和流动人口的接种服务，探索特殊人群免疫方案。

完善监测预警体系：加强病原学监测和基因分型，建立多部门协作机制。

推进防控科研创新：开展疫苗免疫策略研究，开发新型检测技术和防控工具。

综上所述，我国麻疹防控工作取得了显著成效，但仍需要持续完善防控策略，加强重点地区和人群的防控工作，最终实现消除麻疹的目标。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 预防接种工作规范（2023年版）[Z]. 2023.
- [2] 中国疾病预防控制中心. 全国麻疹监测方案[J]. 中国疫苗和免疫, 2022, 28(4): 455-460.
- [3] 王华庆, 安志杰, 温宁. 我国消除麻疹的进展与挑战[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(2): 135-140.
- [4] 李兰娟, 高福, 冯子健. 传染病学[M]. 第10版. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 245-268.
- [5] 刘斯宇, 刘倩倩, 李玖洪, 等. 中国2021-2022年麻疹流行病学特征[J]. 中国疫苗和免疫, 2024, 30(01): 29-33.
- [6] 朱宗涵, 申昆玲, 李涛, 等. 中国麻疹防控历史回顾[J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(04): 359-361.
- [7] 黎祺, 李媛秋, 马超, 等. 2016-2020年中国麻疹暴发疫情流行特征与处置情况分析[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(10): 1817-1822.
- [8] 段晓健, 赵建楠, 牛丹丹, 等. 中国不同人群麻疹抗体水平分析[J]. 病毒学报, 2022, 38(02): 305-312.
- [9] 郑泽扬, 王众楷, 王连珂, 等. 2004-2018年中国主要呼吸道传染病的流行趋势及特征[J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26(06): 624-630.
- [10] 周武略. 麻疹在中国的空间传播[D]. 青岛大学, 2022.
- [11] World Health Organization. Measles vaccines: WHO position paper[J]. Weekly Epidemiological Record, 2023, 98(15): 161-180.
- [12] O'Connor P, Jankovic D, Muscat M, et al. Measles elimination: progress, challenges and the way forward[J]. Expert Review of Vaccines, 2023, 22(1): 1-12.
- [13] 孙倩, 曹艳丽, 崔宏亮, 等. 麻疹防控实施策略探讨——基于2006-2019年麻疹疫情特点[J]. 医学动物防制, 2022, 38(12): 1162-1165.
- [14] 王禹, 王斯同, 蔡妙甜, 等. 儿童麻疹合并肺炎的临床特征分析[J]. 中国医药导报, 2023, 20(35): 70-73.

[15] 黄玉莲, 舒先定. 麻疹流行特征及其发病影响因素的研究进展[J]. 婚育与健康, 2023, 29(13): 89-92.

Study on Epidemiological Characteristics and Prevention and Control Strategies of Measles in China Based on Spatial Analysis

Zhang Ruizhe¹, Hu Chenyang¹

(¹ Hangzhou Normal University, Hangzhou, China)

Abstract: Epidemic measles is a highly contagious acute respiratory disease caused by the measles virus. Patients typically present with symptoms such as fever, cough, runny nose, conjunctivitis, and rash. As an acute infectious respiratory disease, epidemic measles is highly contagious and causes severe symptoms. It was once a very common childhood disease in the past; however, with the implementation and promotion of vaccination programs, the incidence rate of measles has been significantly reduced. Therefore, vaccination is an important approach for the prevention and control of epidemic measles. Based on relevant vaccination data, this study analyzes the epidemiological characteristics and prevention and control methods of measles.

Keywords: Epidemic Measles; Epidemiological Characteristics; Spatial Analysis; Spatiotemporal Scanning; Vaccination; Prevention and Control Strategies

留守儿童健康护理现状及社会支持体系完善建议

郑雪敏¹

(1. 长治市第二人民医院, 山西 长治 046000)

摘要: 在大规模人口流动背景下, 中国农村地区的留守儿童健康护理与社会支持问题日益突出, 其复杂性与长期性对公共卫生和社会治理体系提出了深刻挑战。本文系统综述国内外同行评审证据, 全面概括父母长期外出务工对儿童心理健康、行为发展、生理成长、营养状态及教育成就的深层次影响, 并指出这种影响在性别、年龄、家庭结构和城乡差异上表现出明显的异质性特征。进一步的实证研究发现, 数字媒介使用和睡眠质量是留守经历与儿童健康结局之间的重要调节与中介因素, 揭示了“数字环境—心理调节—健康结果”的作用机制。本文从护理学视角提出多维度系统化对策: 一是在儿童—家庭—学校—社区—基层医疗的整合框架下重构以儿童为中心的护理网络, 强调校医、公共卫生护士与心理教师的合作机制; 二是构建基于远程医疗和数字干预的护理支持平台, 推动远程亲职、家校协作和合规数字化健康教育; 三是完善社区支持与临时照护体系, 建立儿童友好型空间和喘息式护理服务; 四是推动跨部门数据联动与循证评估, 引入成本—效果分析与分阶段推广机制, 以确保干预方案的可持续性与公平性。留守儿童健康护理体系的重建不仅是教育与卫生领域的问题, 更是关乎社会公平与代际正义的战略任务。

关键词: 留守儿童; 健康护理; 社会支持; 学校卫生; 基层医疗

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1470

一、引言

1.1 研究背景与意义

改革开放以来, 中国城乡二元结构在经济发展和人口流动中被不断重塑, 大规模跨区域劳动力迁移已成为一种常态化的社会现象, 由此形成了“父母外出、儿童留守”的普遍格局。根据历次人口普查和教育部统计数据, 2010年以来, 中国留守儿童的数量始终保持在数千万规模, 尽管总量呈下降趋势, 但在中西部地区和农村偏远地区依然比例较高。这一群体的存在不仅反映了城乡发展不平衡的现实, 更折射出公共政策和社会支持体系在儿童健康护理上的缺陷。大量研究一致显示, 父母长期外出务工与儿童被动留守经历与抑郁、焦虑、行为问题、营养不良、伤害风险以及认知和教育成就的下降等多维健康风险密切相关, 这些风险不仅影响儿童的当下福祉, 还对其长期人力资本积累和社会融入产生深远影响[1][2]。从护理学视角来看, 留守儿童所面临的问题具有复杂性和综合性, 既涉及心理护理与情绪疏导, 也涉及营养管理、慢性病防控和睡眠健康指导, 同时需要在学校卫生、社区护理和基层医疗之间建立有效的联动机制。然而, 目前中国的儿童健康护理体系在农村和欠发达地区仍存在明显短板, 基层公共卫生人力资源不足, 校医和专职心理教师覆盖率低, 家庭健康管理能力有限, 导致“发现—转介—干预”链条经常中断。与此同时, 近年来数字化环境的快速扩展与睡眠问题的普遍化进一步加剧了留守儿童的风险负担, 凸显了护理服务体系进行整体性重构的紧迫性。基于此, 系统研究留守儿童健康护理现状并提出有针对性的社会支持路径, 不仅有助于改善儿童健康结局, 也有助于实现教育公平与社会公正, 从而在代际传递的层面促进社会整体的可持续发展。

1.2 研究方法与资料来源

作者简介: 郑雪敏 (1989-), 女, 学士, 研究方向为儿科护理;

通讯作者: 郑雪敏

本文采用规范性研究与循证综合相结合的策略，资料来源涵盖国内外的系统综述、荟萃分析、全国性调查和中国农村地区的实证研究。在国际层面，选取 The Lancet 和 BMJ Global Health 等权威期刊发表的关于父母迁移与留守儿童健康的系统综述和荟萃分析作为核心证据锚点，以确保研究结论的科学性与可比性[1][2]。在中国本土层面，结合 2010—2020 年间基于全国人口与流动调查的大样本实证研究，总结留守儿童识别、规模和结构特征的演变，进而分析城乡差异和性别差异对健康护理需求的启示[3][4]。此外，本文特别关注移动电话依赖、睡眠质量与心理健康之间的交互作用，并纳入近年关于这一机制的实证研究成果，以揭示数字化环境对留守儿童健康护理的挑战和机遇[5][6]。在理论层面，本文以社会流行病学和社会支持理论为基础，结合压力—脆弱性模型和童年逆境（ACE）理论，分析社会关系质量、支持类型与儿童健康之间的作用路径，从而为社会支持体系的设计提供科学依据[9][10][11]。因此，本文的研究方法不仅是对现有文献的总结与整合，更强调以护理学为核心的跨学科视角，力求在学术研究与实践对策之间建立紧密联系。

二、问题分析

2.1 留守儿童健康护理现状

在中国大规模人口流动的社会背景下，留守儿童的健康护理问题表现出复杂性和多维性，其现状不仅涉及心理、行为、认知和身体健康方面的显著风险，还涉及护理服务的不足和制度支持的缺陷。心理健康方面，国际和国内的大量研究均表明，父母长期外出对儿童的心理健康有显著负面影响，留守儿童更容易出现抑郁、焦虑、孤独感、自我伤害倾向和冲动行为等心理问题[1][2]。他们在同伴交往中表现出较高的孤立感和被排斥风险，这种社会隔离往往进一步加剧其情绪困扰。护理学视角下，这意味着留守儿童需要的不仅是心理干预，还需要通过学校和社区的心理健康护理服务实现持续性陪伴和支持，以帮助他们建立自我调节能力和心理韧性。在身体健康方面，留守儿童存在明显的营养双重负担，一方面表现为营养不良和生长迟缓，另一方面在部分地区则表现为超重和肥胖，反映出膳食结构不合理、护理指导缺位的问题。此外，近视率和口腔疾病发生率在农村留守群体中显著升高，但预防和治疗的覆盖不足，说明基层健康护理体系对日常健康管理的关注不够，儿童健康体检和随访体系缺乏连续性。慢性病防控也开始成为潜在问题，随着儿童期肥胖、缺乏运动、睡眠不足的普遍化，未来成年期可能出现代谢性疾病和心血管疾病风险的上升。

护理学的介入在此具有重要意义，例如在学校开展营养宣教、在社区推广口腔保健和视力保护干预，都能对降低长期疾病风险发挥关键作用。护理服务可及性方面，目前中国农村和欠发达地区在校医、公共卫生护士和心理健康护理人员的配置上严重不足，导致儿童常见病和心理问题的早期识别和转介极为有限，许多儿童的健康问题得不到及时发现，或者在问题恶化后才进入临床环节，增加了干预难度和家庭负担。此外，转诊链条存在明显断裂，基层卫生院缺乏与上级医院和学校卫生之间的规范化沟通与信息共享，儿童在“发现—转介—干预”环节中存在大量脱落，严重影响健康护理的连续性和效果。护理学研究还发现，家庭健康管理能力薄弱是留守儿童健康风险的重要背景，祖辈照护者虽然能维持日常生活供给，但在情绪沟通、疾病识别、饮食指导和睡眠管理上存在明显不足，导致儿童心理发展和健康管理能力双重缺失[7][8]。数字环境则成为新的挑战和机遇，一方面，留守儿童过度使用手机和网络，出现上瘾和昼夜节律紊乱的问题，加剧了行为问题和学业困难；另一方面，如果在护理指导下合理使用数字工具，也有助于促进亲子沟通和健康教育。研究表明，睡眠质量在留守经历和行为问题之间具有中介作用，良好的睡眠卫生干预有可能成为高效低成本的护理途径[6]。因此，从整体上看，留守儿童健康护理现状的核心问题在于风险广泛存在但护理服务严重不足，护理干预缺乏连续性和系统性，数字环境和家庭照护因素进一步叠加风险，这要求未来必须构建更加整合、以护理学为核心的健康护理体系。

2.2 制约因素与差异

制约留守儿童健康护理的因素复杂且交织，其差异性体现于制度供给不足、性别和年龄差异、家庭结构与亲子关系缺失、数字使用与睡眠问题叠加、社会支持缺口以及城乡和区域发展不平衡等多个层面。首先，制度性资源不足是最为突出的制约因素之一。长期以来，中国农村地区的基层公共卫生

体系在儿童健康领域投入不足，校医和公共卫生护士的覆盖率较低，尤其是在心理健康领域，缺乏专业护士和心理护理人才，导致儿童心理问题的早期识别率不足 30%，延误了干预的最佳时机[2][3]。其次，性别与年龄差异塑造了留守儿童健康风险的不同模式。系统综述发现，女孩在抑郁和焦虑风险上更高，而男孩则更容易出现攻击性和外化行为[4]，说明护理干预必须在性别和发展阶段上进行分层设计，以实现更高的针对性和有效性。再次，家庭结构差异显著影响护理效果。祖辈照护往往提供基本的生活支持，但在情感性支持和教育指导方面存在缺陷，这种“工具性支持与情感性支持失衡”显著削弱了儿童的心理韧性，增加了学校适应问题[7][8]。当单亲家庭或重组家庭与留守状态叠加时，儿童风险水平进一步升高。第四，数字化使用和睡眠问题的叠加构成了近年来最为突出的风险链条。研究表明，当儿童存在手机依赖和过度上网行为时，其行为问题和学业问题显著加剧，而不规律的睡眠和睡眠不足不仅中介了心理问题的发生，还反馈性地削弱情绪调节和学习能力，形成“数字—睡眠—心理—学业”的负性循环[5][6]。第五，社会支持不足是护理干预中的另一瓶颈。社会流行病学研究早已指出，社会关系质量与数量、情感性支持与工具性支持对健康有直接和间接的作用[9][10]，但在留守儿童情境中，家庭支持被削弱，学校支持有限，社区支持缺位，导致社会支持网络严重不足。长期暴露于这种“情境性压力—脆弱性”机制之下，儿童不仅在当下表现出心理和行为问题，还会在生命周期纵深处增加身心疾病风险[11]。最后，区域差异进一步加剧了健康护理的不平衡，中西部农村和偏远山区的儿童在资源配置和服务可及性上远远落后于东部沿海和城市地区，形成明显的“护理鸿沟”。这些因素相互作用，使留守儿童健康护理问题不仅仅是个体脆弱性的体现，更是系统性脆弱性的投射，说明必须在制度层面和护理服务体系上进行结构性调整。

三、问题方案

3.1 护理服务体系优化策略

针对留守儿童在心理健康、行为发展、营养状况、睡眠质量和慢性病防控等方面所呈现出的多维度风险，护理服务体系的优化必须立足于整体性、系统性与连续性，确立以儿童为中心、以护理学为主导、以学校和社区为核心支点的服务模式，从而实现“早期筛查—中期干预—长期管理”的闭环化护理路径。首先，在早期筛查阶段，应当通过在中小学和基层医疗机构中全面建立常态化健康体检、心理评估、营养状况测定和睡眠质量监测制度，将健康管理的关口前移。护理人员在其中的角色不仅是执行者，更是协调者和评估者，她们需要通过科学的评估工具，如标准化心理健康量表、体质指数测定、营养调查表和睡眠日记，对儿童进行分层风险识别，形成完整的健康档案。尤其在心理健康方面，护理干预的重点在于通过规范化工具及专业化观察及时捕捉抑郁、焦虑、孤独感、冲动行为等早期信号，并结合学校教师和家庭照护者的反馈加以综合判断，这种“多源信息融合”的护理评估模式能够显著提高问题发现的敏感性和及时性。中期干预阶段则需要突出跨学科合作与多环节联动，公共卫生护士、校医、心理教师和基层医生应建立会诊制度，对已识别出的中高风险个体制定个性化的护理干预方案，涵盖情绪疏导、同伴支持、睡眠卫生指导、营养干预和学业适应辅导等多维护理。以睡眠干预为例，护士可通过科学的睡眠教育、生活作息调整和认知行为干预帮助儿童改善睡眠模式；在营养方面，学校护士可定期开展营养宣教并监督校园餐饮，确保膳食结构合理；在心理护理方面，心理教师提供情绪疏导，护士负责压力缓解训练，这种分工协作能够最大化护理干预的效能。长期管理阶段则应当引入个案管理模式，对重症个案建立“一人一档”的护理跟踪机制，由公共卫生护士牵头，联合学校、家庭和社区形成多方参与的持续随访网络，定期开展健康复评并动态调整干预方案，确保长期稳定的支撑和护理。此外，护理服务体系优化还必须强调信息化与数字化的深度融合，借助远程健康监测平台和电子健康档案系统，将儿童的心理、营养、睡眠等多维数据实时上传和共享，形成跨机构、跨部门的数据联动机制，提高护理干预的科学性与精准性。在此过程中，国际经验具有重要的借鉴意义。例如，世界卫生组织（WHO）提出的“儿童友好型初级卫生保健”模式强调通过跨学科团队合作与社区健康护士的深度介入，实现儿童早期健康风险的主动管理，这与中国在农村地区推进的“乡村医生+公共卫生护士+校医”模式具有高度契合性。欧美国家的学校护理实践也显示，系统化的校医配置与心理健康筛查能够有效降低青少年自伤和抑郁发生率，这为中国的护理服务优化提供了循证参考。最后，护理教育与人力资源建设是支撑体系优化的根本。中国当前的公共卫生护士和校医数

量远未达到国际标准，必须通过省级培训中心和继续教育课程，提升基层护士在儿童心理护理、营养管理、睡眠干预和数字健康指导等方面的能力，并通过绩效考核和质量控制机制确保护理服务的专业性和一致性。综上所述，护理服务体系的优化并非简单的资源增加，而是一个结构性重构的过程，需要从早期筛查到长期管理的全周期护理链条上实现标准化、系统化与数字化，从而为留守儿童提供持续、可及和公平的护理保障[1][2][6]。

3.2 社会支持体系完善路径

在护理服务体系的优化之外，社会支持体系的完善同样是保障留守儿童健康与福祉的关键环节。留守儿童面临的心理与行为风险不仅源自个体层面的脆弱性，还深深嵌入在家庭情感缺失、学校支持不足、社区网络松散与制度供给薄弱的宏观结构中，因此，必须通过多层次的社会支持体系加以补偿与重构。家庭层面，远程亲职模式应成为核心策略之一。父母虽然在地理上长期外出，但借助合规的数字平台进行高质量的远程沟通，能够在一定程度上缓解情感缺失。护理人员可指导父母设计结构化沟通流程，如每周固定三次视频通话，每次分为“作息回顾—情绪表达—学习反馈—问题解决”四个环节，使交流既有情感价值又有功能补偿。同时，对祖辈照护者开展护理培训，使其掌握抑郁识别、营养搭配、睡眠卫生和安全防护等基础知识，提升照护能力，避免因知识不足而加重儿童风险。学校层面，应当建立“护理主导的健康支持小组”，由班主任、心理教师、校医和公共卫生护士共同组成，承担留守儿童的心理疏导、健康教育与风险干预职责。在具体措施上，可以推行“睡眠友好型校园”行动，通过合理调整课程与作业负担，规范晚间电子产品使用，建立睡眠教育课堂，改善儿童的睡眠质量；同时，设置“同伴导师制度”，让高年级学生在教师与护士的指导下成为低年级留守儿童的支持者，从而减少孤立感和污名化。社区层面，基层政府应统筹民政、妇联、团委与社会组织建设“儿童友好空间”，配备社区护士和志愿者，提供课后辅导、兴趣社团和情感陪伴，同时为祖辈家庭提供喘息式护理服务，减轻长期照护压力。社区护士应定期开展入户访视，对高风险家庭进行个案管理，并在必要时协调社会救助与医疗服务的衔接。制度层面，跨部门协作与绩效考核是保障措施，教育、卫生、民政和妇联等部门应建立数据共享平台和信息联动机制，将健康筛查覆盖率、转介及时率、高危个案随访完成率、睡眠改善率和家长参与度等指标纳入政府购买服务的绩效考核，从而推动资源的科学分配和高效利用。在国际比较中，非洲的 mHealth 项目显示，通过低成本移动健康服务实现对农村儿童的远程健康监测与教育，能够有效弥补基层资源不足；而欧洲国家则通过完善的儿童健康福利制度和学校护理体系，实现了心理健康与社会支持的制度化衔接。这些经验提示中国在推进社会支持体系建设时，应同时注重数字化创新与制度化保障。在此过程中，必须强化隐私保护与数据伦理，确保所有数字干预与信息使用均基于家长知情同意与最小化原则，避免儿童信息的滥用。最后，循证评估与分阶段推广是社会支持体系可持续运行的关键。在不同地域类型（东部城郊、中西部农村、偏远山区）建立试点，采用随机对照试验或准实验方法进行干预效果评估，形成可复制的干预组合包，再以“成熟一批、推广一批”的方式逐步覆盖全国，从而实现政策的稳步推进。护理学在其中的独特价值在于能够将抽象的制度设计落实到具体的护理操作和服务实践中，通过情感性支持、工具性支持和信息性支持的整合，使留守儿童在多层次的支持网络中获得全面、持续和公平的健康护理与社会关怀，从而真正实现从“补缺式救助”向“主动性、韧性导向”的社会支持体系转型[3][4][9][10][12][13]。

四、结论

4.1 研究结论

通过系统梳理国内外同行评审文献与中国本土实证研究，本文全面揭示了留守儿童在心理、行为、认知和身体健康等方面所面临的显著脆弱性，并指出这些风险在性别、年龄、家庭结构和城乡差异等方面具有明显的异质性特征。研究表明，抑郁、焦虑、孤独感与自伤风险在留守群体中普遍高于非留守群体，行为问题和学业困难也表现出更高发生率，而营养不良与肥胖并存、口腔与视力问题频发、慢性病早期风险显现，则反映出护理与健康管理的系统缺位。此外，数字媒介使用与睡眠质量在父母迁移与儿童健康结局之间扮演着关键的调节与中介角色，形成“数字—睡眠—心理—学业”的负性循环，进一步放大了健康不平等的风险。从护理学视角来看，当前中国在校医、公共卫生护士、心理护

理人员和基层医疗的配置上均存在不足，导致“发现—转介—干预—随访”链条无法形成有效闭环。基于此，本文提出了以护理学为核心的系统化对策：一是重构护理服务体系，推动以儿童为中心的“早期筛查—中期干预—长期管理”的分层护理路径，借助校医、护士、心理教师与基层医生的跨学科合作，实现连续性和针对性的护理；二是完善社会支持体系，在家庭、学校、社区和制度层面整合情感性、工具性与信息性支持，推广远程亲职、同伴导师、儿童友好空间与跨部门绩效考核机制，从而构建立体化支持网络。与国际经验对比可见，中国在资源配置与制度衔接上仍有不足，但在数字干预和远程健康护理的潜力上具有独特优势。综上，本文强调留守儿童健康护理与社会支持的重构不仅是医疗卫生与教育领域的任务，更是关乎代际公平与社会正义的战略性课题，需要在政策设计、学术研究与护理实践三方面形成合力，以实现可持续与公平的儿童健康护理与社会支持体系。

4.2 研究局限与未来研究

尽管本文基于系统综述和本土实证研究提供了较为全面的分析与对策建议，但仍存在一定局限性。首先，本文主要依赖既有文献与二手数据，因而受限于原研究在因果识别、样本代表性和测量方法上的差异。例如，留守儿童的识别口径在不同调查中存在差异，父母外出持续时间、照护质量与家庭结构等变量的测量方式不统一，可能影响效应估计的准确性与可比性[3][4]。其次，关于数字使用与睡眠质量的调节作用，目前的研究多为横断面设计，尚缺乏前瞻性队列研究或实验性研究来验证其因果机制，这使得干预设计的科学性与推广性受到一定限制[5][6]。此外，护理干预的成本—效果评估和可持续性研究仍不充分，尤其在农村和欠发达地区，如何在有限资源条件下平衡效率与公平，尚需通过实地试点与循证评估加以验证。未来研究应在三方面深化：一是通过多地多波的纵向队列或自然实验，精细识别父母迁移的时间结构与儿童不同发展阶段的敏感期，从而为护理干预提供更具针对性的证据；二是开展“学校—家庭—社区—基层医疗”一体化护理干预的准实验或随机对照试验，系统评估其在心理健康、营养改善、睡眠质量和学业表现上的短期与长期效应，并结合成本—效果分析探讨推广的可行性；三是拓展多样性视角，关注性别差异、城乡差距与少数民族地区的特殊风险，推动护理教育与公共政策的深度结合，确保护理干预在不同区域和群体间的公平性与适应性。与此同时，还需强化护理学科自身的发展，增加儿童健康护理方向的专业化课程与人才培养计划，使护士在心理干预、睡眠医学、数字健康指导等方面具备更强的专业能力。总之，未来的研究与实践应当在循证基础上不断优化干预设计，推动政策与护理教育协同发展，从而为完善中国留守儿童健康护理与社会支持体系提供持续的证据支撑和制度动能[9][10][11][12][13]。

参考文献：

- [1] Fellmeth G, Rose-Clarke K, Zhao C, et al. Health impacts of parental migration on left-behind children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. 2018;392(10164):2567-2582.
- [2] Zhu Z, Wang Y, Pan X. Health problems faced by left-behind children in low/middle-income countries. *BMJ Global Health*. 2023;8(8):e013502.
- [3] Lyu, Lidan, et al. "The status of rural children left-behind in China: 2010 – 2020." *China Population and Development Studies* 8.2 (2024): 97-111.
- [4] Hung J, Chen J, Chen O. Are the relationships between mental health issues and being left-behind gendered in China: A systematic review and meta-analysis. 2023.
- [5] Zhou M, Bian B, Zhu W, Huang L. The Impact of Parental Migration on Multidimensional Health of Children in Rural China: The Moderating Effect of Mobile Phone Addiction. *Children (Basel)*. 2023;10(1):44.
- [6] Ge M, Yang M, Sheng X, et al. Left-Behind Experience and Behavior Problems Among Adolescents: Multiple Mediating Effects of Social Support and Sleep Quality. *Psychology Research and Behavior Management*. 2022.
- [7] Murphy, Rachel, Minhui Zhou, and Ran Tao. "Parents' migration and children's subjective well-being and health: Evidence from rural China." *Population, Space and Place* 22.8 (2016): 766-780.
- [8] Jia Z, Tian W. Loneliness of left-behind children: a cross-sectional study in rural China. *Child: Care, Health and Development*. 2010;36(6):812-817.

[9] House JS, Landis KR, Umberson D. Social relationships and health. *Science*. 1988;241(4865):540-545.

[10]Thoits PA. Mechanisms linking social ties and support to physical and mental health. *Journal of Health and Social Behavior*. 2011;52(2):145-161.

[11] Felitti VJ, Anda RF, Nordenberg D, et al. Relationship of Childhood Abuse and Household Dysfunction to Many of the Leading Causes of Death in Adults: The Adverse Childhood Experiences (ACE) Study. *American Journal of Preventive Medicine*. 1998;14(4):245-258.

[12] Shigekawa E, Fix M, Corbett G, Roby DH, Coffman J. The Current State of Telehealth Evidence: A Rapid Review. *Health Affairs*. 2018;37(12):1975-1982.

[13] Aranda-Jan CB, Mohutsiwa-Dibe N, Loukanova S. Systematic review on what works, what does not work and why of implementation of mobile health (mHealth) projects in Africa. *BMC Public Health*. 2014;14:188.

Current Status of Health Care for Left-Behind Children and Recommendations

for Improving the Social Support System

Xuemin Zheng¹

¹ Changzhi Second People's Hospital, changzhi, china)

Abstract: With the massive migration of rural labor in China, the health care and social support issues of left-behind children have become increasingly pressing, posing long-term challenges to public health and social governance. Based on a systematic review of peer-reviewed evidence, this paper comprehensively summarizes the profound impacts of parental migration on children's mental health, behavioral development, physical growth, nutritional status, and educational attainment, highlighting significant heterogeneity across gender, age, family structure, and urban–rural divides. Recent studies further indicate that digital media use and sleep quality serve as crucial moderating and mediating factors, unveiling potential mechanisms linking digital environments, psychological regulation, and health outcomes. From a nursing perspective, the paper proposes a multidimensional strategy: reconstructing a child-centered care network within an integrated framework of child–family–school–community–primary care, emphasizing collaboration among school doctors, public health nurses, and psychological counselors; building a telehealth- and digital-intervention-based nursing support platform, promoting remote parenting, school–family cooperation, and compliant digital health education; strengthening community-based support and temporary respite care; and advancing interdepartmental data linkage and evidence-based evaluations with cost-effectiveness analyses and phased implementation. The reconstruction of the health care system for left-behind children is not only an issue of education and health but also a matter of social equity and intergenerational justice, requiring steady progress through the combined support of academic research, institutional design, and nursing practice.

Keywords: Left-behind children; Health care; Social support; School health; Primary care

慢性非特异性颈痛对患者平衡能力、姿势控制的影响、机制及干预措施综述

沈蓥皓¹苗壮壮¹程鹏飞¹沈之栋²刘俊杰^{1*}

(1. 哈尔滨体育学院, 黑龙江 哈尔滨 150008.; 2.沈阳医学院, 辽宁 沈阳 110034)

摘要: 慢性非特异性颈痛 (CNSNP) 作为一种常见且复杂的临床问题, 显著影响患者的生活质量及功能表现。近年来, 随着对中枢神经系统在疼痛调节中的作用理解不断加深, 越来越多研究关注 CNSNP 患者的平衡能力和姿势控制机制。现有研究表明, 颈部慢性疼痛不仅导致局部结构功能障碍, 还通过影响神经感知和运动控制系统, 干扰患者的姿势稳定性和平衡调节能力。然而, 目前对于其神经机制的具体路径及其临床评估方法尚存在不足。本文系统综述了慢性非特异性颈痛对平衡能力的影响, 详细解析了相关姿势控制的神经调节机制, 并评估了多种康复干预策略的有效性。结合最新研究进展, 本文旨在为该领域提供理论支持和临床指导, 促进更有效的治疗方案开发, 推动慢性颈痛患者功能恢复和生活质量提升。

关键词: 慢性非特异性颈痛、平衡能力、姿势控制、神经机制、康复干预

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1471

一、前言

颈痛作为一种常见的肌肉骨骼疾病, 在全球范围内对公共健康构成了重大负担。根据 Global Burden of Disease Study 2019 的数据分析, 2019 年全球颈痛的年龄标准化患病率约为 2696.5/10 万, 发病率为 579.1/10 万, 因颈痛导致的残疾人数 (YLD) 为 267.4/10 万^[1]。这一疾病负担在不同地区表现出显著的差异, 如北美高收入地区、东南亚和东亚的 YLD 较高, 且在过去 30 年中, 部分高收入国家如美国的颈痛残疾负担呈现上升趋势^[2]。颈痛患者多为中老年人群, 女性患病率高于男性^[3]。此外, 青少年群体中颈痛的患病率亦不容忽视, 且与电子设备使用时间及心理健康问题密切相关^[4]。由此可见, 颈痛不仅影响个体的生活质量, 亦给社会医疗资源带来沉重压力, 亟需制定有效的预防和干预策略。慢性非特异性颈痛 (Chronic Non-Specific Neck Pain, CNSNP) 是一种常见的肌肉骨骼疾病, 主要表现为颈部持续性或反复发作的疼痛, 且缺乏明确的病理原因或特异性病变。CNSNP 的定义强调其无明确结构性病因的特性, 这使得其诊断和治疗存在一定难度。流行病学数据显示, CNSNP 在全球范围内的发病率较高, 尤其在老年群体中更为常见, 且随着年龄增长, 患病率呈上升趋势。临床表现不仅限于颈部局部疼痛, 还常伴有颈部活动受限、肌肉僵硬及头痛等症状, 严重时会影响患者的日常生活质量和工作能力。

CNSNP 对患者的日常生活和功能状态造成显著影响, 尤其在运动功能方面表现为不同程度的障碍。研究表明, 患有 CNSNP 的个体往往存在颈部肌肉力量下降、肌肉疲劳及协调性差等问题, 这些因素均可导致运动功能受限。特别是在老年人群中, 颈部肌肉力量减弱与功能性平衡能力下降密切相关, 进而增加跌倒风险。相关研究指出, CNSNP 患者颈部屈肌和伸肌力量明显低于健康对照组, 且功能性平

作者简介: 沈蓥皓(2000—), 男, 硕士研究生, 研究方向为运动康复;

苗壮壮(2000—), 男, 硕士研究生, 研究方向为运动康复;

程鹏飞(1997—), 男, 硕士研究生, 研究方向为运动康复;

沈之栋(2003—), 男, 本科生, 研究方向为临床医学;

通讯作者: 刘俊杰, 男, 硕士研究生, 研究方向为运动康复

衡测评如 Berg 平衡量表（BBS）和 Timed Up and Go（TUG）测试结果均较差，显示其运动控制能力和身体稳定性受损^[5]。此外，疼痛严重程度还能调节颈部肌肉力量与平衡功能之间的关系，疼痛越重，肌肉力量对平衡的正向影响越被削弱，提示疼痛管理在康复中同样重要。

平衡能力和姿势控制是维持身体稳定性和功能活动的基础。人体通过视觉、前庭和本体感受等多种感官信息的整合，调节姿势以应对内外部环境的变化，从而实现平衡的维持。相关研究强调，平衡控制不仅依赖于下肢力量和感知，还与核心肌群的稳定性密切相关，良好的神经肌肉控制能力是实现高效姿势调节的关键^[6]。在运动员和健康人群中，平衡训练能够提高躯干及核心肌肉的控制能力，提升功能性运动表现并预防运动损伤^[7]。而在颈部疼痛患者中，颈部肌肉的功能障碍可能会干扰头部定位和躯干稳定，影响整体平衡控制机制。

临床观察和研究显示，CNSNP 患者普遍存在平衡能力和姿势控制的异常。具体表现为站立或行走时身体重心的摆动幅度增大，姿势稳定性下降。在某些研究中，患有前倾头位（Forward Head Posture, FHP）的个体在单腿站立时表现出较大范围的身体摇摆，提示颈部姿势异常与平衡功能减弱存在关联^[8]。此外，疼痛和肌肉无力可能导致患者采用“僵硬”或过度保护的姿势策略，从而加重平衡控制的困难^[9]。这些异常不仅影响患者的功能活动，还可能增加跌倒和其他运动损伤的风险。因此，系统分析 CNSNP 与平衡能力、姿势控制的关系，对于揭示其潜在机制及制定有效康复策略具有重要意义。

综上所述，本综述旨在系统分析慢性非特异性颈痛患者的平衡能力与姿势控制机制，重点探讨其相互关系及影响因素，结合最新的临床研究和实验数据，深入探讨 CNSNP 患者运动功能障碍的机制，并为康复治疗方案的优化提供理论依据和实践指导，促进患者功能恢复和生活质量的提升。

二、慢性非特异性颈痛对平衡能力的影响

（一）CNSNP 患者平衡能力的临床表现

慢性非特异性颈痛（CNSNP）患者在平衡能力方面常表现出明显的障碍，既包括静态平衡也涉及动态平衡功能的受损。具体表现为在静态测试中重心控制不稳，表现为重心位置的频繁偏移和摆动幅度增大，提示患者维持身体姿态的能力下降。在动态平衡测试中，CNSNP 患者通常表现出步态异常，如步幅缩小、步速减慢及步态不稳等，这些异常直接增加了跌倒的风险，尤其是在复杂环境或需要快速反应的情况下更为显著^[10]。此外，这类患者在进行诸如闭眼单脚站立或不稳定平台测试时的失败率显著高于健康对照组，反映出其对视觉和前庭信息依赖性增强，但本体感觉输入的准确性下降。临床评估工具方面，颈部关节位置误差（JPE）测试被广泛应用于评估颈部传入感觉的准确性，是监测 CNSNP 患者平衡障碍的重要工具之一^[11]。此外，动态稳定性指数（Overall Balance Index）通过动态稳态平台测量，能够有效反映患者的平衡控制能力和姿势稳定性，其敏感性较高，适合用于临床及研究环境中对平衡功能的跟踪评估。这些测试结合临床症状和功能障碍评估，为 CNSNP 患者的平衡障碍提供了客观的量化依据，有助于制定个性化的康复计划^[12]。

（二）影响平衡能力的生理机制

CNSNP 患者平衡能力下降的生理机制主要涉及颈部肌肉功能障碍和感觉反馈异常。颈部肌肉的慢性疼痛及功能障碍导致颈部本体感觉输入受损，削弱了颈椎肌肉对头颈位置变化的反馈能力。实验性研究表明，颈部肌肉疼痛通过抑制疼痛肌肉的激活，导致本体感受器输入错误，进而影响中枢神经系统的姿势调节功能^[13]。此外，颈椎退变如椎间盘和小关节的机械感受器异常激活，产生大量错误的感觉信号，进一步干扰中枢处理，导致感觉反馈紊乱。这种感觉反馈异常使得中枢神经系统难以准确整合来自视觉、前庭和本体感觉系统的信息，造成平衡控制机制的失调^[14]。视觉和前庭系统在平衡控制中起重要作用，CNSNP 患者通常表现出对视觉输入的过度依赖，以补偿本体感觉的不足，但这也增加了在视觉信息受限时的跌倒风险。前庭系统功能的微妙改变，虽未必明显，但加剧了整体平衡控制的复杂性。颈部疼痛引起的感觉反馈异常不仅局限于局部神经系统，还通过中枢神经网络影响姿势调整及运动控制，形成一个复杂的神经肌肉反馈环路障碍^[15]。

（三）最新研究进展与临床证据

近期神经影像学和神经生理学研究揭示了颈痛患者脑部相关区域功能的变化，尤其是涉及姿势控

制和感觉整合的脑区如小脑、基底节及前额叶皮层的功能异常。这些研究通过功能性磁共振成像(fMRI)显示, CNSNP 患者在姿势控制任务中脑部激活模式与健康人群存在显著差异, 提示颈痛不仅是局部肌肉和关节问题, 更涉及中枢神经系统的调节失衡^[16]。在临床试验中, 针对 CNSNP 患者的平衡训练显示出积极效果, 尤其是结合本体感觉训练和肌肉协调训练的多模式干预, 有效改善患者的平衡功能和疼痛症状。手法治疗与治疗性运动训练的结合能够显著提升颈部肌肉功能, 改善姿势控制, 降低跌倒风险^[17]。同时, 新兴的颈部姿势矫正装置如后颈加重装置 (PCWO) 也被证明能够纠正头部前倾姿势, 改善相关的颈部功能障碍^[18]。未来研究方向建议采用多模态评估手段, 整合神经影像学、生理学及临床功能测评, 以实现 CNSNP 患者的个体化干预策略, 提升治疗效果及患者生活质量。

三、姿势控制的神经机制及其在 CNSNP 中的异常

(一) 姿势控制的神经解剖基础

姿势控制是一个复杂的神经生物学过程, 涉及中枢神经系统多个关键结构的协同作用。脑干、小脑、脊髓以及大脑皮层的特定区域是实现姿势调节的核心神经解剖基础。脑干通过前庭脊髓束和网状脊髓束介导来自前庭系统和体感受器的信息, 调节脊髓运动神经元以维持身体平衡^[19]。小脑则担负着整合感觉输入和调节运动输出的功能, 尤其是在身体姿势和协调运动中发挥至关重要的作用^[20]。脊髓作为传导和整合神经信号的枢纽, 负责将中枢命令传递至颈部及躯干肌肉, 同时接收来自肌肉和关节的反馈, 以调整肌肉张力和姿势^[21]。此外, 大脑皮层的初级运动区、躯体感觉区和前额叶皮层参与姿势控制的高级调节, 尤其是在应对复杂环境或执行精细动作时^[22]。

颈部肌肉和关节感受器在姿势调节中扮演着重要角色。颈部肌肉的肌梭和关节囊内的本体感受器能够感知颈部的位置和运动状态, 向中枢传递精细的感觉信息, 帮助调节头部和躯干的空间定位, 进而维持整体平衡^[23]。颈部感受器的输入对于姿势控制系统的整合尤为重要, 尤其是在视觉和前庭信息受限时, 其作用更加突出^[24]。因此, 颈部肌肉及关节感受器不仅是姿势控制的感知基础, 也是神经反馈调节的关键环节, 为 CNSNP 患者的姿势控制研究提供了解剖学和功能学依据。

(二) CNSNP 患者姿势控制功能的改变

慢性非特异性颈痛 (CNSNP) 患者中, 慢性疼痛状态引发的神经适应性变化是导致姿势控制缺陷的主要机制之一。疼痛不仅影响肌肉的力量和协调性, 还通过影响中枢神经系统的神经网络重塑, 改变感觉整合和运动输出^[25]。研究显示, CNSNP 患者的颈部肌肉协调性显著下降, 表现为肌肉激活模式的异常和肌肉活动的失调, 这进一步削弱了姿势稳定性^[26]。此外, 慢性疼痛状态下, 颈部肌肉的功能障碍导致其对姿势调整的反应时间延长, 影响了身体对外部扰动的快速适应能力^[27]。这种反应时间的延迟可能与中枢神经系统对疼痛信号的持续处理及对运动控制区域的干扰有关。

从神经机制角度看, CNSNP 患者的姿势控制缺陷还涉及大脑皮层及脑干功能的改变。慢性疼痛可能导致皮层和小脑间的神经连接性下降, 影响对姿势调整的精准控制。同时, 疼痛状态下的神经适应可能导致感觉输入处理的异常, 表现为对颈部本体感受输入的依赖增强或替代性利用其他感觉系统, 从而影响姿势控制策略^[28]。这些改变共同导致 CNSNP 患者在静态和动态姿势控制任务中的表现不佳, 特别是在感觉信息受限或多任务环境中更为明显。

(三) 姿势控制异常的评估方法及临床意义

姿势控制异常的评估常采用多种技术手段, 测力平台 (force platform) 和运动捕捉系统是临床和研究中最常用的两类设备。侧力平台通过测量身体重心 (Center of Pressure, CoP) 的变化, 定量分析身体在站立或运动中的稳定性和摇摆特征, 为评估静态和平衡功能提供客观数据^[29]。运动捕捉系统则利用高精度摄像及传感器追踪身体关键部位的运动轨迹, 帮助分析姿势调整的动态过程及肌肉协调性^[30]。

姿势控制异常对患者的功能恢复和生活质量有显著影响。研究指出, 姿势不稳不仅增加跌倒风险, 还限制日常活动能力, 降低工作和生活的自理水平, 进而影响心理健康^[31]。因此, 准确评估姿势控制功能异常对于制定个性化康复方案至关重要。评估结果可以指导康复训练的重点, 如加强颈部肌肉协调性训练、改善感觉整合能力等。同时, 姿势控制评估亦可作为治疗效果的量化指标, 监测患者的康复进展, 优化治疗策略^[32]。综上, 科学合理的姿势控制功能评估对提升 CNSNP 患者的康复效果和生活

质量具有重要的临床意义。

四、慢性非特异性颈痛患者的康复干预策略

(一) 平衡训练与姿势控制训练的临床应用

慢性非特异性颈痛（CNSNP）患者常伴有平衡能力和姿势控制的障碍，这些功能缺陷与疼痛持续存在和功能受限密切相关。针对这一问题，平衡训练和姿势控制训练已成为康复治疗中的重要内容。平衡训练方法可分为静态平衡训练、动态平衡训练以及功能性平衡训练三种类型。静态平衡训练多以单腿站立、闭眼站立等方式强化患者的静态稳定性，动态平衡训练则通过步态训练、步态速度调节等活动提高患者对运动中平衡的控制能力，而功能性平衡训练则结合日常生活活动，如上下楼梯、转身等，更贴近患者实际功能需求^[33]。研究显示，针对不同任务难度的平衡训练可以有效改善患者的平衡表现^[34]，且高难度的训练更有利增强前瞻性平衡能力，而低难度训练则更适合提高静态平衡能力。

姿势控制训练技术则侧重于改善患者的体位感受和运动协调，包括肩胛稳定性训练、颈部肌群强化训练以及核心肌群的协同激活等。研究表明肩胛稳定性训练对于缓解颈部疼痛、改善肩颈功能具有积极作用^[35]。此外，临床试验显示颈部稳定性训练结合热疗等综合干预可以明显改善颈部肌肉弹性、疼痛及姿势异常^[36]。同时，临床普拉提训练也被证实能够改善 CNSNP 患者的颈部肌耐力、姿势及关节位置觉，提高整体姿势控制能力^[37]。

训练方案设计应遵循个体化原则，考虑患者的疼痛程度、功能状态及运动能力，合理安排训练的强度、频率和时间。研究指出，针对不同患者的临床预测变量（如发病时间、是否合并头痛、肩部前倾等）可以帮助识别更适合伸展及肌肉性能训练的患者群体^[38]。此外，训练效果的持续性依赖于长期随访和个体化调整，结合患者反馈和功能评估动态优化训练方案。总的来说，平衡训练与姿势控制训练在 CNSNP 康复中具有显著的临床应用价值，是改善患者功能障碍和生活质量的关键手段^[39]。

(二) 结合神经调节技术的康复方法

现代康复技术中，神经调节技术如经颅磁刺激（TMS）和经皮电刺激（TENS）在改善 CNSNP 患者的疼痛及神经功能障碍方面展现出潜力。研究表明，非特异性慢性颈痛患者存在中枢痛觉调节机制异常，包括促痛机制增强和抑痛机制受损^[40]。手法治疗等传统康复干预能够部分恢复这些中枢痛觉处理功能，表现为调节性疼痛抑制（CPM）增强和痛觉时间累积（TSP）减弱，提示神经调节机制的改善^[41]。

TMS 通过非侵入性的磁场刺激调节脑皮层神经活动，能够改变疼痛感知和运动功能，对于改善姿势控制和疼痛管理具有潜在价值。TENS 则通过皮肤表面电刺激激活神经纤维，干预疼痛传导路径，减轻疼痛症状。两者结合传统康复训练可形成综合治疗模式，提高康复效果。临床实践中，结合神经调节技术的综合康复方法不仅在缓解疼痛方面有效，还能促进患者的运动功能恢复和心理状态改善^[42]。

此外，经颅磁刺激与物理训练联合应用能够增强神经可塑性，促进运动学习和姿势控制，有助于改善患者的功能障碍。结合虚拟现实技术的神经调节也逐渐兴起，通过沉浸式环境提供多感官刺激，激发神经系统重组和功能恢复，体现出广阔的应用前景^[43]。综上，神经调节技术与传统康复训练相结合的综合治疗模式，为 CNSNP 患者的康复提供了新的思路和方法。

(三) 康复效果的评估与未来发展方向

康复干预效果的多维度评估是确定治疗有效性和优化方案的关键。常用评估指标包括疼痛强度、功能障碍量表（如颈部功能障碍指数 NDI）^[44]、平衡能力测试（如 Biodex Balance SD、Y-Balance Test）、关节位置觉、肌肉弹性及神经生理指标（如 CPM、TSP）等^[45]。此外，心理状态评估如恐惧运动量表（TSK）、疼痛灾难化量表（PCS）对全面了解患者康复情况也至关重要^[46]。

长期随访显示，部分康复效果可能随时间减弱，维持和优化策略尤为重要。研究提出结合认知行为疗法（CBT）等心理干预，有助于缓解慢性颈痛患者的睡眠障碍和情绪问题，从而促进康复效果的持续^[47]。此外，个体化的康复方案调整和持续的功能训练是保证康复效果稳定的重要保障。

新兴技术如虚拟现实（VR）和机器人辅助训练在 CNSNP 康复中展现出广阔前景。VR 通过构建沉浸式环境，增强患者的运动参与度和训练兴趣，促进神经可塑性^[48]。机器人辅助训练能够提供高强度、

重复性和精准的运动训练，改善患者的运动功能和姿势控制^[49]。此外，结合神经调节技术的机器人训练平台正成为未来康复的研究热点^[50]。

未来发展方向应聚焦于多模式、多维度的康复评估体系建设，个性化、精准化的训练方案设计，以及新技术与传统康复的有机融合。同时，加强大规模、多中心的临床研究，验证新技术的临床有效性和安全性，将为慢性非特异性颈痛患者提供更加科学和系统的康复支持。

五、结论

慢性非特异性颈痛（CNSNP）作为一种常见且复杂的临床问题，其对患者平衡能力和姿势控制的影响日益受到神经科学和康复医学领域的关注。大量研究表明，颈部本体感觉输入的异常和中枢神经系统的调节功能紊乱是导致 CNSNP 患者平衡障碍的核心机制。这一发现不仅深化了我们对 CNSNP 病理生理的理解，也为临床干预提供了理论依据。

当前研究在揭示 CNSNP 对神经感知及运动控制系统影响方面取得了显著进展。多项神经影像学和神经电生理研究支持颈部输入信息在中枢整合过程中的关键作用，且中枢神经系统功能的可塑性为康复治疗提供了潜在靶点。然而，不同研究在具体机制和干预效果上存在一定差异，有些研究强调神经调节技术的优势，有些则倾向于综合训练方法的应用。这种多样性反映了 CNSNP 的异质性和复杂性，也提示我们在临床实践中应注重个体差异，避免“一刀切”的治疗模式。

临幊上，CNSNP 患者因平衡障碍而面临较高的跌倒风险，进而影响其生活质量和社會功能，这一现实问题不容忽视。基于神经机制的康复策略，如结合平衡训练、姿势控制训练以及神经调节技术的多模态干预，已显示出较好效果。未来的研究应进一步推动多学科合作，整合神经科学、物理治疗、康复工程等领域的优势，制定更具个体化的治疗方案。此外，随着精准医学的兴起，利用先进的神经影像和生物标志物来指导个体化康复干预，将成为提升治疗效果的重要方向。

值得强调的是，深入理解 CNSNP 与神经系统功能重塑之间的关系，将有助于揭示疾病持续存在和复发的机制。功能神经重塑不仅涉及感觉输入的调整，还包括运动输出及认知层面的变化，这对设计全方位治疗方案具有重要意义。未来研究应加强纵向追踪和多模态评估，探索不同康复方法对神经功能重塑的具体影响，从而优化治疗路径，最终改善患者的长期预后。

综上所述，CNSNP 对平衡和姿势控制的影响机制已逐渐明晰，为临床提供了有效干预的理论基础。通过科学整合不同研究成果，强调多学科合作与个体化治疗，有望推动该领域迈向更精准和高效的康复模式，从而切实改善患者的生活质量和功能状态。作为医学综述专家，我们应持续关注前沿研究动态，推动基础研究与临床实践的深度融合，促进 CNSNP 治疗策略的不断优化与创新。

参考文献

- [1] Shin D W, Shin J I, Koyanagi A, et al. Global, regional, and national neck pain burden in the general population, 1990-2019: An analysis of the global burden of disease study 2019[J]. *Frontiers in Neurology*, 2022, 13: 955367.
- [2] Xu F, Zhang X, Yang M, et al. Magnitude, temporal trend and inequality in burden of neck pain: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *BMC musculoskeletal disorders*, 2025, 26(1): 202.
- [3] Hey H W D, Lim J X Y, Ong J Z, et al. Epidemiology of Neck Pain and Its Impact on Quality-of-Life-A Population-Based, Cross Sectional Study in Singapore[J]. *Spine*, 2021, 46(22): 1572-1580.
- [4] Vitta A de, Bento T P F, Perrucini P de O, et al. Neck pain and associated factors in a sample of high school students in the city of Bauru, São Paulo, Brazil: cross-sectional study[J]. *Sao Paulo Medical Journal = Revista Paulista De Medicina*, 2021, 139(1): 38-45.
- [5] Alshehri S H S, Reddy R S, ALMohiza M A, et al. Influence of cervical muscle strength and pain severity on functional balance and limits of stability in elderly individuals with chronic nonspecific neck pain: a cross-sectional study[J]. *BMC geriatrics*, 2025, 25(1): 18.
- [6] Zemková E, Zapletalová L. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance[J]. *Frontiers in Physiology*, 2022, 13: 796097.
- [7] Domeika A, Slapšinskaitė A, Razon S, et al. Effects of an 8-week basketball-specific proprioceptive

training with a single-plane instability balance platform[J]. Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine, 2020, 28(5): 561-571.

[8] Tapanya W, Sangkarit N. Smartphone Usage and Postural Stability in Individuals With Forward Head Posture: A Nintendo Wii Balance Board Analysis[J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2024, 48(4): 289-300.

[9] Hill M W, Russel K, Wdowski M, et al. Effects of arm movement strategies on emotional state and balance control during height-induced postural threat in young adults[J]. Gait & Posture, 2023, 103: 73-79.

[10] Rodrigues A, Bevilaqua-Grossi D, Florencio L L, et al. Balance alterations are associated with neck pain and neck muscle endurance in migraine[J]. Musculoskeletal Science & Practice, 2023, 66: 102811.

[11] Peng B, Yang L, Li Y, et al. Cervical Proprioception Impairment in Neck Pain-Pathophysiology, Clinical Evaluation, and Management: A Narrative Review[J]. Pain and Therapy, 2021, 10(1): 143-164.

[12] Bernal-Utrera C, González-Gerez J J, Saavedra-Hernandez M, et al. Manual therapy versus therapeutic exercise in non-specific chronic neck pain: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2019, 20(1): 487.

[13] Acet N, Atalay Güzel N, Günendi Z. Effects of Cervical Mobilization on Balance and Proprioception in Patients With Nonspecific Neck Pain[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2024, 47(5-9): 175-186.

[14] Öznel Aslıyüce Y, Demirel A, Ülger Ö. Investigation of Joint Position Sense and Balance in Individuals With Chronic Idiopathic Neck Pain: A Cross-Sectional Study[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2022, 45(3): 188-195.

[15] Treleaven J. The Role of the Cervical Spine in Dizziness[J]. Journal of neurologic physical therapy: JNPT, 2024, 48(4): 1-10.

[16] Filip P, Gallea C, Lehéricy S, et al. Disruption in cerebellar and basal ganglia networks during a visuospatial task in cervical dystonia[J]. Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society, 2017, 32(5): 757-768.

[17] Bernal-Utrera C, Anarte-Lazo E, Gonzalez-Gerez J J, et al. Effect of Combined Manual Therapy and Therapeutic Exercise Protocols on the Postural Stability of Patients with Non-Specific Chronic Neck Pain. A Secondary Analysis of Randomized Controlled Trial[J]. Journal of Clinical Medicine, 2021, 11(1): 84.

[18] Youssef H, Ragaa Abdelraouf O. Posterior neck weighting an innovative and novel head orthosis for forward head posture correction: Randomized controlled trial[J]. Journal of Orthopaedics, 2024, 55: 80-85.

[19] Omura Y, Kaminishi K, Chiba R, et al. A Neural Controller Model Considering the Vestibulospinal Tract in Human Postural Control[J]. Frontiers in Computational Neuroscience, 2022, 16: 785099.

[20] Jain D, Porfido T, de Souza N L, et al. Neural Mechanisms Associated With Postural Control in Collegiate Soccer and Non-Soccer Athletes[J]. Journal of neurologic physical therapy: JNPT, 2024, 48(3): 151-158.

[21] Hardesty R L, Ellaway P H, Gritsenko V. The human motor cortex contributes to gravity compensation to maintain posture and during reaching[J]. Journal of Neurophysiology, 2023, 129(1): 83-101.

[22] An Y W, Kang Y, Jun H P, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Patients Who Recovered Normal Postural Control Have Dissimilar Brain Activation Patterns Compared to Healthy Controls[J]. Biology, 2022, 11(1): 119.

[23] Goudarzi L, Ghomashchi H, Vahedi M, et al. Investigating the Effect of Addition of Cervical Proprioceptive Training to Conventional Physiotherapy on Visual, Vestibular and Proprioceptive Dependency of Postural Control in Patients with Chronic Non-Specific Neck Pain: A Randomized Controlled Clinical Trial[J]. The Archives of Bone and Joint Surgery, 2024, 12(1): 36-50.

[24] Dohata M, Kaneko N, Takahashi R, et al. Posture-Dependent Modulation of Interoceptive Processing in Young Male Participants: A Heartbeat-Evoked Potential Study[J]. The European Journal of

Neuroscience, 2025, 61(4): e70021.

[25] Testa M, Geri T, Gizzi L, et al. High-density EMG Reveals Novel Evidence of Altered Masseter Muscle Activity During Symmetrical and Asymmetrical Bilateral Jaw Clenching Tasks in People With Chronic Nonspecific Neck Pain[J]. The Clinical Journal of Pain, 2017, 33(2): 148-159.

[26] Müller-Thyssen-Uriarte J, Lucha-López M O, Hidalgo-García C, et al. Electromyographic Activity of Cervical Muscles in Patients with Neck Pain and Changes After Dry Needling: A Narrative Review[J]. Journal of Clinical Medicine, 2024, 13(23): 7288.

[27] Gómez F, Escribá P, Oliva-Pascual-Vaca J, et al. Immediate and Short-Term Effects of Upper Cervical High-Velocity, Low-Amplitude Manipulation on Standing Postural Control and Cervical Mobility in Chronic Nonspecific Neck Pain: A Randomized Controlled Trial[J]. Journal of Clinical Medicine, 2020, 9(8): 2580.

[28] Treleaven J. Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control[J]. Manual Therapy, 2008, 13(1): 2-11.

[29] Leungbootnak A, Puntumetakul R, Chatprem T, et al. Validity and reliability of the Balance Error Score System (BESS) Thai version in patients with chronic non-specific neck pain[J]. PloS One, 2024, 19(3): e0301386.

[30] Mandalidis D G, Karagiannakis D N. A comprehensive method for assessing postural control during dynamic balance testing[J]. MethodsX, 2020, 7: 100964.

[31] Omura Y, Togo H, Kaminishi K, et al. Analysis of abnormal posture in patients with Parkinson's disease using a computational model considering muscle tones[J]. Frontiers in Computational Neuroscience, 2023, 17: 1218707.

[32] Caña-Pino A, Apolo-Arenas M D, Carmona Del Barco P, et al. Supervised exercise therapy versus laser-guided exercise therapy on postural control in subjects with non-specific chronic low back pain: a randomized controlled clinical trial[J]. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 2023, 59(2): 201-211.

[33] Schedler S, Tenelsen F, Wich L, et al. Effects of balance training on balance performance in youth: role of training difficulty[J]. BMC sports science, medicine & rehabilitation, 2020, 12(1): 71.

[34] Schedler S, Graf S M, Muehlbauer T. Effects of Different Balance Training Volumes on Children's Dynamic Balance[J]. Sports Medicine International Open, 2022, 6(1): E32-E38.

[35] Seo Y G, Park W H, Lee C S, et al. Is Scapular Stabilization Exercise Effective for Managing Nonspecific Chronic Neck Pain?: A Systematic Review[J]. Asian Spine Journal, 2020, 14(1): 122-129.

[36] Shin H J, Kim S H, Hahm S C, et al. Thermotherapy Plus Neck Stabilization Exercise for Chronic Nonspecific Neck Pain in Elderly: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(15): 5572.

[37] Sahiner Picak G, Yesilyaprak S S. Effects of clinical pilates exercises in patients with chronic nonspecific neck pain: a randomized clinical trial[J]. Irish Journal of Medical Science, 2023, 192(3): 1205-1214.

[38] Daher A, Dar G. Stretching and muscle-performance exercises for chronic nonspecific neck pain: who may benefit most?[J]. Physiotherapy Theory and Practice, 2024, 40(8): 1710-1723.

[39] Özlü A, Ünver G, Tuna H İ, et al. Effects of Interactive Telerehabilitation Practices in Office Workers with Chronic Nonspecific Neck Pain: Randomized Controlled Study[J]. Telemedicine Journal and E-Health: The Official Journal of the American Telemedicine Association, 2024, 30(2): 438-447.

[40] Zabala Mata J, Lascurain-Aguirrebeña I, Dominguez López E, et al. Enhanced Pronociceptive and Disrupted Antinociceptive Mechanisms in Nonspecific Chronic Neck Pain[J]. Physical Therapy, 2021, 101(3): pzaa223.

[41] Mata J Z, Azkue J J, Bialosky J E, et al. Restoration of normal central pain processing following

manual therapy in nonspecific chronic neck pain[J]. PloS One, 2024, 19(5): e0294100.

[42] Basco-López J Á, Rodríguez-Gutiérrez E, Torres-Costoso A, et al. Relaxation techniques in chronic nonspecific neck pain: A systematic review and meta-analysis[J]. Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association, 2025, 44(8): 756-768.

[43] Guo Q, Zhang Lim, Gui C, et al. Virtual Reality Intervention for Patients With Neck Pain: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials[J]. Journal of Medical Internet Research, 2023, 25: e38256.

[44] Huang Z, Yan J, Li S, et al. Psychometric validation of the simplified Chinese Copenhagen Neck Functional Disability Scale in patients with chronic nonspecific neck pain[J]. PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation, 2023, 15(7): 837-846.

[45] Rotter G, Fernholz I, Binting S, et al. The effect of osteopathic medicine on pain in musicians with nonspecific chronic neck pain: a randomized controlled trial[J]. Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease, 2020, 12: 1759720X20979853.

[46] Asiri F, Reddy R S, Tedla J S, et al. Kinesiophobia and its correlations with pain, proprioception, and functional performance among individuals with chronic neck pain[J]. PloS One, 2021, 16(7): e0254262.

[47] Ploutarchou G, Savva C, Karagiannis C, et al. The effectiveness of cognitive behavioural therapy in chronic neck pain: A systematic review with meta-analysis[J]. Cognitive Behaviour Therapy, 2023, 52(5): 523-563.

[48] Pooranawatthanakul K, Cannong J, Thanasombut T, et al. Comparing Virtual Reality and Balance Beam Training vs. Virtual Reality Alone for Balance Improvement[J]. Journal of Motor Behavior, 2025, 57(4): 415-430.

[49] Luo S, Yu H. Robot-Assisted Training to Improve Proprioception of Wrist[J]. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2024, 32: 570-576.

[50] Xu J, Huang K, Zhang T, et al. A rehabilitation robot control framework with adaptation of training tasks and robotic assistance[J]. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2023, 11: 1244550.

Effects of Chronic Nonspecific Neck Pain on Patients' Balance and Postural Control, and Corresponding Mechanisms and Interventions: A Review

Yinghao Shen¹, Zhuangzhaung Miao¹, Pengfei Cheng¹, Zhidong Shen², Junjie Liu^{1*}

(¹ Harbin Sport University, Harbin, Heilongjiang; ² Clinical Medicine Department, Shenyang Medical College, Shenyang, Liaoning)

Abstract: Chronic Nonspecific Neck Pain (CNSNP) is a common and complex clinical condition that significantly impairs patients' quality of life and functional performance. In recent years, with the deepening understanding of the role of the central nervous system (CNS) in pain modulation, a growing number of studies have focused on the balance ability and postural control mechanisms in patients with CNSNP. Existing research has shown that chronic neck pain not only causes local structural and functional impairments but also interferes with patients' postural stability and balance regulation ability by affecting the neural sensory and motor control systems. However, there are still deficiencies in the current understanding of the specific pathways of its neural mechanisms and the corresponding clinical assessment methods. This article systematically reviews the effects of chronic nonspecific neck pain on balance ability, elaborates on the neural regulatory mechanisms related to postural control, and evaluates the effectiveness of various rehabilitation intervention strategies. Based on the latest research progress, this article aims to provide theoretical support and clinical guidance for this field, promote the development of more effective treatment protocols, and facilitate the improvement of functional recovery and quality of life in patients with chronic neck pain.

Keywords: Chronic Nonspecific Neck Pain; Balance Ability; Postural Control; Neural Mechanism; Rehabilitation Intervention

呼吸中枢与颈肩疼痛通路的神经交互： 中枢与外周机制的整合作用综述

沈之栋¹ 刘俊杰^{2*}

(1.沈阳医学院,辽宁沈阳110034; 2.哈尔滨体育学院,黑龙江哈尔滨150008)

摘要:慢性颈肩痛是临床高发且易反复的慢性痛综合征,常伴随呼吸功能异常,其疼痛迁延与呼吸-痛觉中枢-外周神经交互紊乱及生物-心理因素密切相关。本文围绕呼吸中枢与颈肩疼痛通路的中枢-外周神经交互机制展开综述,研究发现颈肩疼痛患者其延髓前博琴格复合体、喙腹内侧髓质、前扣带回皮层等中枢结构,会与颈肩痛觉传导通路、自主神经系统协同作用,共同维持呼吸节律稳定与痛觉调节平衡。当发生颈肩痛时,该神经交互系统会出现功能紊乱,具体表现为呼吸模式转向胸式为主、辅助呼吸肌过度激活,自主神经失衡,低碳酸血症引发颈部肌肉血管收缩缺血、呼吸肌疲劳诱发姿势代偿,进而形成“呼吸紊乱-疼痛加剧”的病理循环,焦虑等心理因素还会通过边缘系统进一步放大这一交互异常,部分患者还伴随大脑结构与功能重塑,且疼痛记忆会通过神经递质重塑机制形成,经疼痛预期、情绪应激影响呼吸-痛觉相关神经回路。未来需聚焦解析二者交互的特异性神经回路、建立“呼吸-疼痛-心理”多维评估模型,结合多模态神经评估制定个性化呼吸干预方案,为慢性颈肩痛精准防治提供支撑。

关键词:呼吸中枢、肩颈痛、中枢机制、外周机制、疼痛调节

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1468

一、前言

慢性颈肩疼痛是临床常见的慢性痛综合征,因其高发病率、易反复的特点,常伴随呼吸功能异常等多维度表现,不仅严重影响患者生活质量,也给临床治疗带来不小挑战^[1]。以往研究多关注局部损伤、神经压迫等外周因素或中枢敏化等痛觉异常,却忽视了疼痛与呼吸功能的内在关联,然而临幊上表明慢性颈肩痛患者的呼吸模式紊乱(如浅快呼吸)与疼痛程度常呈正相关^[2],这提示二者可能存在深层神经交互机制,但其具体通路与调控规律仍不明确。

呼吸节律的稳定依赖脑干呼吸中枢的精准调控,其中延髓前博琴格复合体(pre-Bötzinger Complex, pre-BötC)作为核心节律发生器,不仅通过整合外周信号与中枢指令维持呼吸节律,还被证实与三叉神经颈核、脊髓背角等颈肩痛觉传导通路存在神经连接^[3]。这种连接构成了呼吸-疼痛双向交互的解剖基础:pre-BötC功能异常可能通过神经投射影响痛觉通路敏感性,例如慢性颈痛患者的呼吸模式改变可反向加剧疼痛,形成病理循环^[4]。同时,痛觉信号也可通过该通路影响pre-BötC功能,诱发呼吸困难或节律紊乱,甚至可能通过“中枢敏化”(神经系统对刺激敏感性增强)放大疼痛感受^[5]。

鉴于此,本文旨在系统综述呼吸中枢与颈肩疼痛通路的交互研究进展,阐明二者双向调控的神经机制,总结相关临幊干预现状。通过整合多学科证据,为理解慢性颈肩疼痛的复杂病理提供理论框架,并为开发更精准的多学科治疗方案提供参考。

二、呼吸中枢与颈肩疼痛通路的中枢整合机制

作者简介:沈之栋(2003—),男,本科生,研究方向为临床医学

通讯作者:刘俊杰(2002—),男,硕士研究生,研究方向为运动康复

(一) 髓质-脊髓疼痛调节回路

喙腹内侧髓质 (RVM) 在调节传递到脊髓的疼痛信号方面起着关键作用。脑干的这一区域具有通向脊髓背角的双重投射途径，其中包括 ON 和 OFF 细胞，它们分别促进和抑制痛觉传递。从 RVM 到脊髓背角的投射对于疼痛的降序调节至关重要，因为它们可以根据各种因素（包括个体的情绪状态和疼痛刺激的性质）增强或减弱对疼痛的感知^[6]。RVM OFF 细胞的激活与镇痛有关，而 ON 细胞则与疼痛的促进有关。这种错综复杂的平衡对于人体对伤害或有害刺激的适应性反应至关重要^[7]。此外，喙腹内侧髓质与其他脑区（如 uctal periaqueductal gray (PAG) 和 locus coeruleus）的相互作用突出了它在更广泛的疼痛调节中的重要性，它整合了疼痛感知的感觉和情绪成分^[8]。

呼吸节律异常可通过 RVM 对疼痛传递产生深远影响。正常呼吸模式的紊乱会导致疼痛阈值的改变和对痛觉刺激敏感性的增加^[9]。这与慢性疼痛综合症等疾病尤为相关，在这些疾病中，患者的疼痛感可能与呼吸功能障碍相关^[10]。在这种情况下，RVM 的作用是多方面的；它不仅调节疼痛信号，还与自主神经功能相互作用，从而将呼吸控制与疼痛感知联系起来。这种联系对于理解压力和焦虑等系统性因素如何加剧疼痛状况至关重要，因为这些因素往往与呼吸不规律同时出现^[11]。

此外，由于各种神经递质和信号通路的参与，RVM 对疼痛传递的影响变得更加复杂。研究表明 RVM 神经元释放的血清素可增强脊髓痛觉通路的兴奋性，从而导致慢性疼痛状态下的中枢敏化^[12]。与此相反，其他神经肽和调节剂可产生抑制作用，这突出了 RVM 在疼痛调节中的动态性质。这种复杂性强调我们需要细致入微地了解 RVM 如何与外周和中枢疼痛通路相互作用，尤其是在呼吸功能障碍可能改变疼痛处理的情况下^[13]。

(二) 边缘系统介导的情绪-呼吸-疼痛相互作用

前扣带回皮层 (ACC) 在整合疼痛的情绪成分和呼吸不适的主观体验方面发挥着关键作用。大脑的这一区域参与情绪调节、认知处理和疼痛感知，是了解这些模式之间相互作用的关键枢纽。研究表明，当个体感知到疼痛体验和呼吸道不适感时，ACC 都会被激活，这表明对这两种刺激的情绪反应可能都有一条共同的神经通路^[14]。ACC 与边缘系统（尤其是杏仁核）的联系促进了疼痛和呼吸感觉的情绪显著性，使人们能够更细致地了解这些体验是如何相互关联的。此外，ACC 在调节自律神经反应（包括与呼吸有关的反应）方面的作用，也凸显了它在疼痛的情绪背景下的重要性^[15]。经历高度焦虑的个体可能会表现出呼吸模式的改变，这可能会通过这种边缘交互作用加剧疼痛感^[16]。因此，ACC 是情绪-呼吸-疼痛三元组中的关键中介，影响着呼吸系统不适和疼痛的感知和情绪处理方式。

与焦虑相关的呼吸模式变化会严重影响对颈肩疼痛的感知。焦虑症患者通常会表现出呼吸急促、呼吸浅，这会导致过度换气和肌肉紧张，尤其是在颈部和肩部。这种生理反应会放大疼痛感，并导致不适和焦虑的循环。众所周知，边缘系统，尤其是杏仁核，参与疼痛的情绪处理，并可根据个人的情绪状态调节疼痛的感觉体验^[17]。焦虑的人可能会将来自颈部和肩部的感觉输入解释为更加疼痛，这是因为焦虑引发了强烈的情绪反应^[18]。此外，研究表明，旨在改变呼吸模式的干预措施（如缓慢的深呼吸练习）可降低疼痛感和焦虑水平，这表明改变呼吸可作为一种控制疼痛的治疗策略^[19]。这种相互作用强调了在治疗颈肩疼痛时同时解决情绪和呼吸因素的重要性，以改善整体疼痛治疗效果^[20]。

(三) 自主神经系统在呼吸-疼痛对话中的桥梁作用

自主神经系统 (Autonomic Nervous System, ANS) 在调节呼吸功能与痛觉之间的相互作用方面起着关键作用^[21]。交感神经系统 (Sympathetic Nervous System, SNS) 的激活可导致呼吸肌紧张度增加和疼痛敏感性提高。这种双重效应在以慢性疼痛为特征的病症中尤为明显，交感神经亢进与肌肉紧张度增加和呼吸功能障碍有关。研究表明，慢性肌肉骨骼疼痛患者的副交感神经活动相对减少，这一点可以通过心率变异性测量得到证明，表明自律神经平衡失调会加剧疼痛和呼吸问题^[22]。此外，自主神经系统还可通过中枢敏化等机制增强疼痛，即交感神经外流增加会增强痛觉通路的兴奋性，从而放大疼痛感觉。这一点在纤维肌痛等疾病中尤为重要，患者在呼吸困难的同时还会报告疼痛敏感性增强，这表明这些系统之间存在复杂的相互作用^[23]。

与此相反，迷走神经作为副交感神经系统(Parasympathetic Nervous System, PNS)的重要组成部分，已成为呼吸-疼痛相互作用的潜在调节器。迷走神经刺激已被证明具有镇痛效果，可能是通过促进副交感神经的主导地位，抵消交感神经的过度活跃，而交感神经的过度活跃往往伴随着慢性疼痛状态。研究表明，迷走神经刺激可增强呼吸功能并降低疼痛感，这为呼吸和疼痛症状并存的情况提供了一种治疗途径^[24]。迷走神经通过其抗炎通路在调节炎症和疼痛方面的作用进一步支持了其作为治疗呼吸相关疼痛综合征靶点的潜力^[25]。刺激迷走神经的干预措施可能有助于恢复自主神经平衡，从而减轻患者的呼吸困难和疼痛症状。

三、异常呼吸模式与颈肩疼痛的临床关联

(一) 慢性颈肩痛患者的呼吸特征

慢性颈疼痛(chronic neck pain, CNP)不仅影响肌肉骨骼健康，还影响呼吸功能，这一点已被越来越多的人所认识。临床研究发现，慢性颈肩疼痛患者通常表现为胸式呼吸多于横膈膜呼吸，这会导致一系列呼吸功能障碍^[26]。胸式呼吸的特点是使用胸锁乳突肌和额肌等辅助肌肉，而不是横膈膜，而横膈膜是负责有效通气的主要肌肉。这种呼吸模式会因CNP带来的疼痛和不适而加剧，导致呼吸节奏不规则和呼吸效率降低^[27]。研究表明，这些患者经常表现出不规则的呼吸节奏，这可归因于疼痛感和呼吸力学之间的相互作用。一项研究发现，慢性疼痛患者的呼吸模式经常发生改变，这会使疼痛治疗和整体生活质量进一步复杂化^[28]。

此外，中枢神经痛患者呼吸肌的代偿性过度活动与肌筋膜疼痛综合征的发展有关。这些肌肉因颈部和肩部的疼痛和不适而长期处于激活状态，会导致肌肉疲劳和紧张度增加，从而进一步加剧疼痛循环^[29]。这种过度活动不仅会影响呼吸肌肉，还会导致肌筋膜组织内触发点的形成，众所周知，触发点会将疼痛转移到其他部位，包括头部和上肢。呼吸肌过度活跃与肌筋膜疼痛之间的关系非常重要，因为它强调了采用综合方法治疗的必要性，这种方法既能解决中枢神经痛的肌肉骨骼问题，也能解决中枢神经痛的呼吸问题^[30]。旨在改善膈肌功能的呼吸肌训练和物理疗法等干预措施在减轻这些患者的疼痛和提高呼吸效率方面已显示出前景^[31]。

总之，慢性颈肩疼痛患者的呼吸特点是转向胸式呼吸和不规则的呼吸模式，这主要是由疼痛激活的代偿机制驱动的。辅助呼吸肌的过度活跃不仅会导致呼吸功能障碍^[32]，还会在肌筋膜疼痛综合症的发展过程中发挥作用。通过有针对性的干预措施来解决这些呼吸系统问题，可能会带来缓解疼痛和改善呼吸功能的双重益处，最终提高慢性颈肩疼痛患者的整体生活质量。

(二) 呼吸调节紊乱诱发颈肩疼痛的机制

呼吸调节紊乱与肌肉骨骼疼痛（尤其是颈肩疼痛）之间的相互作用是一个复杂的现象，值得深入探讨。其中一个重要机制涉及低碳酸血症或血液中二氧化碳含量过低的影响，这会导致血管收缩，进而造成颈部肌肉缺血。当二氧化碳含量下降时，人体会收缩血管以维持向重要器官输送氧气。然而，这种血管收缩会在不经意间减少颈部肌肉的血流量，从而导致缺血和疼痛。这对呼吸系统疾病患者或过度换气者的影响尤为明显，因为他们更容易出现低碳酸血症。研究表明，血流灌注减少会导致肌肉疲劳和不适，加重原有的疼痛综合症，如颈椎劳损和紧张型头痛^[33]。此外，呼吸功能与颈部疼痛之间的关系不仅仅是相关性的；越来越多的人认识到，肺功能受损会导致肌肉适应性改变，从而引发疼痛。患有慢性呼吸系统疾病的人通常会采取代偿姿势来优化呼吸力学，这会给颈部和肩部肌肉造成过大的压力，从而进一步延续疼痛和功能障碍的循环^[34]。

除了低二氧化碳水平对血管的影响外，呼吸肌疲劳在颈肩疼痛的发生中也起着至关重要的作用。呼吸肌，尤其是横膈膜和肋间肌，对有效通气至关重要。当这些肌肉因过度使用或低效呼吸模式而疲劳时，人可能会不自觉地改变姿势，以补偿呼吸效率的降低。这种补偿通常表现为前头姿势或圆肩，这会导致颈椎和周围肌肉组织受到机械压力。这种姿势变化不仅会导致肌肉骨骼疼痛，还会损害呼吸力学，形成恶性循环，加重这两种病症。文献表明，错误的呼吸模式可能会表现出斜方肌上部和肩胛提肌的紧张度增加，而这些肌肉是造成颈肩不适的关键^[35]。此外，与慢性疼痛相关的心理压力会进一步加剧肌肉紧张，导致痛觉亢进状态，即使是轻微的刺激也会引起明显的疼痛反应。因此，了解呼吸

力学与肌肉骨骼疼痛之间的双向关系对于制定有效的治疗策略至关重要。同时针对呼吸功能和肌肉骨骼排列的干预措施可为治疗呼吸系统疾病患者的颈肩疼痛提供更全面的方法，这强调了综合护理模式的必要性，可同时解决导致疼痛的中枢和外周因素。

四、呼吸干预在颈肩疼痛治疗中的应用

(一) 呼吸训练的生物力学效应

横膈膜的激活在改善颈椎的生物力学负荷方面起着重要的作用，尤其是在颈肩疼痛患者中。横膈膜作为呼吸的主要肌肉，不仅能促进有效呼吸，还能在各种活动中稳定颈椎。当横膈膜正常活动时，它会在胸腔内产生负压，通过其产生的腹内压来帮助稳定脊柱。这种稳定对于保持正确姿势和减少颈椎的机械负荷至关重要，从而减轻与颈椎功能障碍相关的疼痛^[36]。研究表明，横膈膜呼吸练习可显著改善颈椎排列，减轻颈部肌肉的负担，而颈部肌肉往往因疼痛而采取代偿姿势，导致过度疲劳^[37]。此外，有效激活横膈膜所带来的呼吸力学改善还能增强胸廓的整体活动度，这对优化上半身功能至关重要。这种生物力学的相互作用表明，将呼吸训练纳入颈肩疼痛患者的康复方案中，可在缓解疼痛和改善功能方面产生巨大的益处。

呼吸模式的控制已被证明可以优化肩胛骨运动模式，而肩胛骨运动模式在颈肩疼痛患者中经常会被打乱。肩胛骨在肩部力学和稳定性方面起着至关重要的作用，它的运动与横膈膜的功能和整体呼吸力学有着错综复杂的联系。研究表明，当个人进行控制性呼吸练习时，在手臂抬高和其他动态活动中肩胛骨运动的协调性和时间性会得到明显改善^[38]。之所以能实现这种优化，是因为控制呼吸能增强肩胛骨周围肌肉的神经肌肉活化，从而促进更有效、更高效的运动模式。因此，个人的代偿性运动会减少，而代偿性运动往往会导致颈肩部疼痛和功能障碍加重。通过注重呼吸控制和横膈膜激活，康复计划可以有效解决导致颈肩疼痛的潜在生物力学问题，从而促进更好的运动模式，降低再次受伤的风险^[39]。总之，将呼吸训练纳入治疗干预是一种很有前景的方法，可增强生物力学功能，减轻颈肩部疾病患者的疼痛。

(二) 呼吸调节的神经生理学效应

近年来，通过呼吸控制来调节疼痛的方法备受关注，尤其是缓慢的深呼吸在增强迷走神经张力及其后续镇痛效果方面的作用。研究表明，缓慢的深呼吸练习能激活副交感神经系统，而副交感神经系统与迷走神经对心率变异性和平静感的影响密切相关。这种机制通过增强迷走神经张力来发挥作用，而迷走神经张力与降低疼痛敏感性和改善情绪调节有关^[40]。具体来说，心率变异性（迷走神经活动的标志）的增加与疼痛和焦虑感知水平的降低相关，这表明缓慢的深呼吸可以调节疼痛体验的神经生理途径^[41]。研究表明，缓慢的呼吸可以促进放松状态，减少交感神经系统的活动，从而降低对疼痛的感知，而交感神经系统的活动在慢性疼痛情况下通常会加剧^[42]。此外，呼吸模式与疼痛门控理论之间的相互作用认为，呼吸的节律性可以影响中枢神经系统对疼痛信号的处理，从而有效地发挥天然镇痛机制的作用。呼吸控制与疼痛调节之间的这种相互作用强调了将呼吸技术融入疼痛治疗策略的重要性。

呼吸节奏的调节对疼痛门控系统有着深远的影响，这一概念强调了中枢神经系统调节疼痛感知的能力。呼吸节奏受脑干神经回路支配，可通过各种机制影响疼痛通路的活动，包括释放内源性阿片类药物和调节神经递质系统^[43]。研究表明，呼吸行为，尤其是与特定节奏同步时，可以改变参与疼痛处理的神经元的兴奋性，从而影响对疼痛的感知。有节奏的呼吸可促进内啡肽的释放，而内啡肽在缓解疼痛中起着至关重要的作用，同时还能减少脊髓和大脑中疼痛通路的激活^[44]。此外，在临床环境中也能观察到呼吸模式与痛觉调节之间的关系，慢性疼痛患者通常会表现出呼吸模式的改变。通过生物反馈或引导式呼吸练习等技术恢复正常呼吸节奏，患者的疼痛程度可能会显著减轻。这些证据支持这样一种观点，即呼吸节律调节不仅仅是一个生理过程，还是疼痛门控系统中的一个关键因素，这为疼痛治疗干预提供了新的途径。

(三) 综合呼吸干预计划临床研究

由于瑜伽、普拉提和中国传统功法等呼吸技巧具有缓解肌肉骨骼疾病相关症状的潜力，因此将其融入临床实践以控制颈肩疼痛的做法备受关注。瑜伽呼吸技巧通常被称为呼吸法，强调有控制的呼吸

模式，可以增强呼吸功能，促进放松，从而间接减轻颈肩部的肌肉紧张和疼痛。研究表明，瑜伽练习者的疼痛程度有所减轻，整体身体功能也有所改善，这可能是由于瑜伽将体位、呼吸控制和正念练习结合在了一起^[45]。同样，普拉提呼吸法注重鼻腔呼吸和减少过度换气，与呼吸力学的改善和焦虑水平的降低有关，这两者都有助于缓解颈肩疼痛^[46]。一项综述发现，这些干预措施不仅能提高呼吸能力，还能改善心理健康，瑜伽、普拉提和中国传统功法对慢性颈疼患者有着非常重要的疗效，在减轻疼痛方面比其他运动更有效^[47]。此外，这些干预措施的生理基础在于它们能够调节自律神经系统，从而促进放松状态，从而抵消肌肉紧张和疼痛^[48]。然而，尽管初步证据支持这些技术的有效性，但仍有必要开展进一步的严格研究，以建立标准化方案并评估不同患者群体的长期疗效。

个性化呼吸训练计划的设计，需以理解呼吸功能的复杂生理机制及其与肌肉骨骼健康的关联为基础。呼吸力学、肌肉力量和心理因素的个体差异使得呼吸干预必须采用量身定制的方法。因此，个性化方案应评估每位患者的基线呼吸功能，包括潮气量、呼吸频率和肌肉力量，以确定可能导致疼痛的具体缺陷^[49]。融入横膈膜呼吸等技巧可以提高肺活量并促进更好的氧合，这对肌肉恢复和功能至关重要^[50]。整合生物反馈机制也是有益的，它可以让患者更加了解自己的呼吸模式，并有意识地进行调整，以提高呼吸效率并减轻疼痛^[51]。总之，个性化呼吸训练计划的制定应该是一个动态的过程，根据患者的反馈和生理评估不断调整，以优化颈肩疼痛的治疗效果。

五、结论

呼吸中枢与颈肩疼痛的病理关联，核心是二者双向神经调控机制的动态交互作用，这一过程贯穿疼痛发生、发展至慢性化的全阶段，也是颈肩痛伴随呼吸功能异常且易反复的关键原因。急性颈肩痛发作时，机体首先启动保护性代偿机制：呼吸模式转向胸式为主、辅助呼吸肌过度激活，同时延髓前博琴格复合体通过增强对痛觉通路的抑制与颈肩疼痛的病理关联，核心是二者双向神经调控机制的动态交互作用，这一过程贯穿疼痛发生、发展至慢性化的全阶段，也是颈肩痛伴随呼吸功能异常且易反复的关键原因。急性颈肩痛发作时，机体首先启动保护性代偿机制：呼吸模式转向胸式为主、辅助呼吸肌过度激活，同时延髓前博琴格复合体通过增强对痛觉通路的抑制以规避疼痛加剧，短期可减少疼痛对呼吸节律的冲击；但若疼痛持续迁延进入慢性阶段，神经交互系统会出现病理性重塑，表现为自主神经失衡，交感亢进、副交感减弱，边缘系统介导的情绪、疼痛与呼吸交互异常放大，进而形成“呼吸紊乱、肌肉缺血或姿势代偿与疼痛加剧”的恶性循环，部分患者还伴随大脑结构如前扣带回皮层与功能如喙腹内侧髓质痛觉调节回路的适应性改变，进一步固化病理状态。

这种动态演变是多因素共同驱动的结果：生物层面，呼吸 - 痛觉中枢 - 外周神经通路的信号传导异常是核心；心理层面，焦虑、疼痛预期通过边缘系统加剧呼吸模式紊乱与痛觉敏感；社会层面，长期应激状态可诱发自主神经失衡，间接推动交互异常。生物 - 心理 - 社会模型为全面理解这一病理过程提供了框架，既涵盖神经解剖、生理层面的机制，也兼顾心理、社会因素的叠加影响。

现有研究虽明确了呼吸与颈肩疼痛的双向关联及呼吸干预的双重效应，即生物力学层面优化颈椎稳定性、神经生理学层面激活内源性镇痛，但仍存在局限：参与交互的特异性神经回路及分子机制尚未完全解析，个性化呼吸干预缺乏标准化评估体系，长期疗效与剂量效应关系待验证。未来研究需优先明确多因素间的调控逻辑，通过纵向追踪设计捕捉不同疼痛阶段的神经 - 呼吸动态变化，结合多模式评估方法如功能磁共振、神经电生理解析个体病理差异，既能识别疼痛慢性化高危人群，也为早期干预提供靶点。

个性化干预是打破病理循环的临床关键。因患者呼吸功能缺陷、疼痛程度、心理状态存在个体差异，需结合基线呼吸参数如潮气量、呼吸频率，疼痛机制如肌筋膜触发点、中枢敏化及心理评估如焦虑水平制定方案，例如对横膈膜功能减弱者侧重膈肌激活训练，对焦虑相关呼吸紊乱者结合放松呼吸技术。这不仅能提升干预精准性，还能通过生物反馈增强患者对呼吸 - 疼痛关联的认知，提升康复主动性。

总之，呼吸中枢与颈肩疼痛的交互是多系统参与的复杂现象，需整合基础研究与临床实践才能完善认知。研究人员与临床医生需加强合作，缩小神经机制研究与临床干预的差距，通过神经科学、康复医学、心理学等跨学科协作开发整合性干预方案，将神经环路研究成果转化为可操作的临床评估工

具。未来研究应聚焦纵向追踪、多模式评估与个性化干预的整合，既深化对双向调控机制的理解，也为慢性颈肩疼痛的精准防治提供实践支撑。

参考文献:

- [1] Popescu A, Lee H. Neck Pain and Lower Back Pain[J]. *The Medical Clinics of North America*, 2020, 104(2): 279-292.
- [2] Stephen S, Brandt C, Olivier B. Neck Pain and Disability: Are They Related to Dysfunctional Breathing and Stress?[J]. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 2022, 74(2): 158-164.
- [3] Krohn F, Novello M, van der Giessen R S, et al. The integrated brain network that controls respiration[J]. *eLife*, 2023, 12: e83654.
- [4] Kahlaee A H, Ghamkhar L, Arab A M. The Association Between Neck Pain and Pulmonary Function: A Systematic Review[J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2017, 96(3): 203-210.
- [5] Ashhad S, Kam K, Del Negro C A, et al. Breathing Rhythm and Pattern and Their Influence on Emotion[J]. *Annual Review of Neuroscience*, 2022, 45: 223-247.
- [6] De Preter C C, Heinricher M M. Direct and Indirect Nociceptive Input from the Trigeminal Dorsal Horn to Pain-Modulating Neurons in the Rostral Ventromedial Medulla[J]. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 2023, 43(32): 5779-5791.
- [7] Chen Q, Heinricher M M. Plasticity in the Link between Pain-Transmitting and Pain-Modulating Systems in Acute and Persistent Inflammation[J]. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 2019, 39(11): 2065-2079.
- [8] Sarmah N, Nauli A M, Ally A, et al. Interactions among Endothelial Nitric Oxide Synthase, Cardiovascular System, and Nociception during Physiological and Pathophysiological States[J]. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 2022, 27(9): 2835.
- [9] Liu S, Ye M, Pao G M, et al. Divergent brainstem opioidergic pathways that coordinate breathing with pain and emotions[J]. *Neuron*, 2022, 110(5): 857-873.e9.
- [10] López-de-Uralde-Villanueva I, Del Corral T, Salvador-Sánchez R, et al. Respiratory dysfunction in patients with chronic neck pain: systematic review and meta-analysis[J]. *Disability and Rehabilitation*, 2023, 45(15): 2422-2433.
- [11] Su N, Cai P, Dou Z, et al. Brain nuclei and neural circuits in neuropathic pain and brain modulation mechanisms of acupuncture: a review on animal-based experimental research[J]. *Frontiers in Neuroscience*, 2023, 17: 1243231.
- [12] Gu X, Zhang Y Z, O' Malley J J, et al. Neurons in the caudal ventrolateral medulla mediate descending pain control[J]. *Nature Neuroscience*, 2023, 26(4): 594-605.
- [13] Jhang J, Park S, Liu S, et al. A top-down slow breathing circuit that alleviates negative affect in mice[J]. *Nature Neuroscience*, 2024, 27(12): 2455-2465.
- [14] Juventin M, Ghibaudo V, Granget J, et al. Respiratory influence on brain dynamics: the preponderant role of the nasal pathway and deep slow regime[J]. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 2023, 475(1): 23-35.
- [15] Folschweiller S, Sauer J F. Behavioral State-Dependent Modulation of Prefrontal Cortex Activity by Respiration[J]. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 2023, 43(26): 4795-4807.
- [16] Harrison O K, Köchli L, Marino S, et al. Interoception of breathing and its relationship with anxiety[J]. *Neuron*, 2021, 109(24): 4080-4093.e8.
- [17] Homma I, Phillips A G. Critical roles for breathing in the genesis and modulation of emotional states[J]. *Handbook of Clinical Neurology*, 2022, 188: 151-178.
- [18] Ortego G, Villafañe J H, Doménech-García V, et al. Is there a relationship between psychological stress or anxiety and chronic nonspecific neck-arm pain in adults? A systematic review and meta-analysis[J].

Journal of Psychosomatic Research, 2016, 90: 70-81.

[19] Jafari H, Gholamrezaei A, Franssen M, et al. Can Slow Deep Breathing Reduce Pain? An Experimental Study Exploring Mechanisms[J]. The Journal of Pain, 2020, 21(9-10): 1018-1030.

[20] Anwar S, Arsalan A, Zafar H, et al. Effects of breathing reeducation on cervical and pulmonary outcomes in patients with non specific chronic neck pain: A double blind randomized controlled trial[J]. PLoS ONE, 2022, 17(8): e0273471.

[21] Wehrwein E A, Orer H S, Barman S M. Overview of the Anatomy, Physiology, and Pharmacology of the Autonomic Nervous System[J]. Comprehensive Physiology, 2016, 6(3): 1239-1278.

[22] Goudman L, De Smedt A, Louis F, et al. The Link Between Spinal Cord Stimulation and the Parasympathetic Nervous System in Patients With Failed Back Surgery Syndrome[J]. Neuromodulation: Journal of the International Neuromodulation Society, 2022, 25(1): 128-136.

[23] Mikkonen J, Kupari S, Tarvainen M, et al. To what degree patient-reported symptoms of central sensitization, kinesiophobia, disability, sleep, and life quality associated with 24-h heart rate variability and actigraphy measurements?[J]. Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain, 2024, 24(4): 609-619.

[24] Arslan D, Ünal Çevik I. Interactions between the painful disorders and the autonomic nervous system[J]. Agri: Agri (Algoloji) Dernegi 'nin Yayınlığı = The Journal of the Turkish Society of Algology, 2022, 34(3): 155-165.

[25] Bonaz B, Sinniger V, Pellissier S. Anti-inflammatory properties of the vagus nerve: potential therapeutic implications of vagus nerve stimulation[J]. The Journal of Physiology, 2016, 594(20): 5781-5790.

[26] Tatsios P I, Grammatopoulou E, Dimitriadis Z, et al. The Effectiveness of Manual Therapy in the Cervical Spine and Diaphragm, in Combination with Breathing Reeducation Exercises, in Patients with Non-Specific Chronic Neck Pain: Protocol for Development of Outcome Measures and a Randomized Controlled Trial[J]. Diagnostics (Basel, Switzerland), 2022, 12(11): 2690.

[27] Cheon J H, Lim N N, Lee G S, et al. Differences of Spinal Curvature, Thoracic Mobility, and Respiratory Strength Between Chronic Neck Pain Patients and People Without Cervical Pain[J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2020, 44(1): 58-68.

[28] Tunç E, Atıcı E. Effects of neural mobilization on respiratory parameters, pain, range of motion, and neck awareness in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial[J]. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 2025, 38(4): 817-828.

[29] López-de-Uralde-Villanueva I, Sollano-Vallez E, Del Corral T. Reduction of cervical and respiratory muscle strength in patients with chronic nonspecific neck pain and having moderate to severe disability[J]. Disability and Rehabilitation, 2018, 40(21): 2495-2504.

[30] Batool S A, Shakil-ul-Rehman S, Tariq Z, et al. Effects of fasciatherapy versus fascial manipulation on pain, range of motion and function in patients with chronic neck pain[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2023, 24: 789.

[31] Rodríguez-Sanz J, Malo-Urriés M, Corral-de-Toro J, et al. Does the Addition of Manual Therapy Approach to a Cervical Exercise Program Improve Clinical Outcomes for Patients with Chronic Neck Pain in Short- and Mid-Term? A Randomized Controlled Trial[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(18): 6601.

[32] Dareh-Deh H R, Hadadnezhad M, Letafatkar A, et al. Therapeutic routine with respiratory exercises improves posture, muscle activity, and respiratory pattern of patients with neck pain: a randomized controlled trial[J]. Scientific Reports, 2022, 12(1): 4149.

[33] Gherscovici E D, Mayer J M. Impact of Indoor Air Quality and Breathing on Back and Neck Pain: A Systematic Review[J]. Cureus, 2023, 15(8): e43945.

[34] Nystrom N A, Daulat S R, Zakaria A, et al. Respiratory dysfunction in whiplash associated disorders

- (WAD) with cervical plexus syndrome - A case report[J]. *Surgery in Practice and Science*, 2025, 20: 100271.
- [35] Mutlu C, Birinci T, Senel A, et al. A multi-dimensional assessment of internet gaming disorder in children and adolescents: A case-control study[J]. *Work (Reading, Mass.)*, 2024, 77(4): 1089-1099.
- [36] Chand null, Vaish H. Effect of diaphragmatic breathing, respiratory muscle stretch gymnastics and conventional physiotherapy on chest expansion, pulmonary function and pain in patients with mechanical neck pain: A single group pretest-posttest quasi-experimental pilot study[J]. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2023, 36: 148-152.
- [37] Tatsios P I, Grammatopoulou E, Dimitriadis Z, et al. The Effectiveness of Manual Therapy in the Cervical Spine and Diaphragm, in Combination with Breathing Re-Education Exercises, on the Range of Motion and Forward Head Posture in Patients with Non-Specific Chronic Neck Pain: A Randomized Controlled Trial[J]. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 2025, 13(14): 1765.
- [38] Tsai C S, Li H T, Yang W L, et al. The effect of craniocervical flexion and neck endurance exercises plus pulmonary rehabilitation on pulmonary function in spinal cord injury: a pilot single-blinded randomised controlled trial[J]. *Spinal Cord Series and Cases*, 2024, 10(1): 27.
- [39] Cefalì A, Santini D, Lopez G, et al. Effects of Breathing Exercises on Neck Pain Management: A Systematic Review with Meta-Analysis[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2025, 14(3): 709.
- [40] Busch V, Magerl W, Kern U, et al. The effect of deep and slow breathing on pain perception, autonomic activity, and mood processing--an experimental study[J]. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 2012, 13(2): 215-228.
- [41] Sakakibara M. Evaluation of Heart Rate Variability and Application of Heart Rate Variability Biofeedback: Toward Further Research on Slow-Paced Abdominal Breathing in Zen Meditation[J]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2022, 47(4): 345-356.
- [42] Luo Q, Li X, Zhao J, et al. The effect of slow breathing in regulating anxiety[J]. *Scientific Reports*, 2025, 15(1): 8417.
- [43] Furdui A, da Silveira Scarpellini C, Montandon G. Anatomical distribution of μ -opioid receptors, neurokinin-1 receptors, and vesicular glutamate transporter 2 in the mouse brainstem respiratory network[J]. *Journal of Neurophysiology*, 2024, 132(1): 108-129.
- [44] Oliveira L M, Moreira T S, Takakura A C. Interaction between Kölliker-Fuse/A7 and the parafacial respiratory region on the control of respiratory regulation[J]. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 2024, 320: 104201.
- [45] Leyro T M, Versella M V, Yang M J, et al. Respiratory therapy for the treatment of anxiety: Meta-analytic review and regression[J]. *Clinical Psychology Review*, 2021, 84: 101980.
- [46] Rasmussen-Barr E, Halvorsen M, Bohman T, et al. Summarizing the effects of different exercise types in chronic neck pain - a systematic review and meta-analysis of systematic reviews[J]. *BMC musculoskeletal disorders*, 2023, 24(1): 806.
- [47] Mueller J, Weinig J, Niederer D, et al. Resistance, Motor Control, and Mindfulness-Based Exercises Are Effective for Treating Chronic Nonspecific Neck Pain: A Systematic Review With Meta-Analysis and Dose-Response Meta-Regression[J]. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2023, 53(8): 420-459.
- [48] Maccarone M C, Masiero S. Spa therapy interventions for post respiratory rehabilitation in COVID-19 subjects: does the review of recent evidence suggest a role?[J]. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2021, 28(33): 46063-46066.
- [49] Hii E Y X, Kuo Y L, Cheng K C, et al. Ultrasonographic measurement indicated patients with chronic neck pain had reduced diaphragm thickness and mobility along with declined respiratory functions[J]. *Musculoskeletal Science & Practice*, 2024, 72: 102951.
- [50] Tatsios P I, Grammatopoulou E, Dimitriadis Z, et al. The Effectiveness of Spinal, Diaphragmatic,

and Specific Stabilization Exercise Manual Therapy and Respiratory-Related Interventions in Patients with Chronic Nonspecific Neck Pain: Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Diagnostics (Basel, Switzerland), 2022, 12(7): 1598.

[51] Filippini D F L, Smit M R, Bos L D J. Subphenotypes in Acute Respiratory Distress Syndrome: Universal Steps Toward Treatable Traits[J]. Anesthesia and Analgesia, 2024.

Review on Neural Interaction between Respiratory Centers and Neck-Shoulder Pain Pathways: Integration of Central and Peripheral Mechanisms

Zhidong Shen¹, Junjie Liu^{2*}

(¹Shenyang Medical College , Shenyang, Liaoning; ²Harbin sport university, Harbin, Heilongjiang)

Abstract: Chronic neck-shoulder pain is a clinically prevalent and recurrent chronic pain syndrome, often accompanied by respiratory dysfunction. The persistence of this pain is closely associated with the disordered interaction between the respiratory-pain center and the peripheral nervous system, as well as bio-psychological factors. This review focuses on the central-peripheral neural interaction mechanism between respiratory centers and neck-shoulder pain pathways. Studies have shown that in patients with neck-shoulder pain, central structures such as the pre-Bötzinger Complex (pre-BötC), rostral ventromedial medulla (RVM), and anterior cingulate cortex (ACC) work in synergy with the neck-shoulder pain conduction pathways and the autonomic nervous system to maintain the stability of respiratory rhythm and the balance of pain regulation. When neck-shoulder pain occurs, this neural interaction system exhibits functional disorders, specifically manifested as a shift to thoracic-dominant breathing, excessive activation of accessory respiratory muscles, and autonomic nervous system imbalance. Hypocapnia causes vasoconstriction and ischemia in neck muscles, while respiratory muscle fatigue induces postural compensation, thereby forming a "respiratory disorder-pain exacerbation" pathological cycle. Psychological factors such as anxiety further amplify this interactive abnormality through the limbic system. Some patients also experience remodeling of brain structure and function, and pain memory is formed through neurotransmitter remodeling mechanisms, which affects respiratory-pain-related neural circuits via pain anticipation and emotional stress. In the future, research should focus on deciphering the specific neural circuits involved in this interaction, establishing a "respiration-pain-psychology" multi-dimensional assessment model, and developing personalized respiratory intervention programs based on multimodal neural assessments to provide support for the precise prevention and treatment of chronic neck-shoulder pain.

Keywords: Respiratory center; Neck-shoulder pain; Central mechanism; Peripheral mechanism; Pain modulation

实体器官移植受者感染新冠病毒后免疫抑制方案调整进展

刘越¹ 乔鹏飞¹ 符洋¹ 黄良飞¹ 刘金琦¹ 王洪良¹

(1.中国人民解放军联勤保障部队第九二三医院，广西南宁市，530016)

摘要：新型冠状病毒（SARS-CoV-2）自2019年11月首次被报道于武汉起便肆虐于全球。随着时间的推移，新冠病毒不断发生突变和重组，产生了各种新的变异株。尽管目前病毒变异株的致病性和毒力已逐渐降低，但实体器官移植（solid organ transplant, SOT）受者作为新冠病毒感染的易感人群，重症率、死亡率及再感染率仍较高。本文将通过新冠病毒致病机制综述对于SOT受者常见免疫抑制方案调整进展，以期改善SOT受者感染新冠病毒的预后。

关键词：实体器官移植；新型冠状病毒；免疫抑制剂

基金项目：广西卫生健康委员会自筹课题（Z-A20231058）

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1533

新型冠状病毒（以下简称新冠病毒，SARS-CoV-2）自2019年11月首次被报道于武汉起便肆虐于全球。实体器官移植（solid organ transplant, SOT）受者由于围术期多进行免疫抑制诱导，并在术后长期使用免疫抑制剂带来的免疫力低下，且常伴有心脑血管疾病、糖尿病、肝肾功能不全、未全程接种新冠病毒疫苗等高危因素，是新冠病毒感染的易感人群。即使这类人群已全程接种了新冠病毒疫苗，由于对疫苗的低免疫应答等原因，他们的重症率和死亡率较高，排毒时间较长，并且再感染率也较高^[1]。据统计^[2]，实体器官移植受者比正常免疫人群更有可能需要住院治疗（37.2% vs 12.2%， $p < 0.0001$ ），同时也更需要重症监护（6.9% vs 2.3%， $p < 0.0001$ ）以及机械辅助通气（7.9% vs 2.0%， $p < 0.0001$ ），并且在30天内的死亡率也更高（11.1% vs 3.8%， $p < 0.0001$ ）。本文将通过新冠病毒致病机制综述对于SOT受者常见免疫抑制方案调整进展，以维持抗排斥和抗感染之间的免疫平衡，以期改善SOT受者感染新冠病毒的预后。

1. 新型冠状病毒及其致病机制

新冠病毒是一种单股正链RNA病毒，其RNA链与其蛋白质外壳组成的核衣壳包含四种结构蛋白，即刺突蛋白（spike, S）、包膜蛋白（envelope, E）、膜蛋白（membrane, M）、核壳蛋白（nucleocapsid, N）^[3]。刺突蛋白是病毒表面的重要标志性蛋白，其三维结构形似帽子，故称为冠状病毒。随着时间的推移，新冠病毒不断发生突变和重组，产生了各种新的变异株。不同毒株的生物学特性导致了其对疫苗的免疫逃逸能力，并且亚分支之间的交叉保护能力降低，从而导致感染的突破和再感染的发生^[3]。XBB变异株是于2022年10月22日在美国首次发现的由Omicron两个BA.2谱系（BA.2.10.1和BA.2.75）之间的重组事件产生的新亚变体。它是第一个通过重组而不是替换来增加适应能力的新冠病毒变体^[4]。目前，Omicron XBB变异株已在我国占据主导地位。截至2023年12月31日，占比前三位的分别是XBB.1.9及其亚分支、XBB.1.16及其亚分支和XBB.1.22及其亚分支^[5]。研究表明，感染Omicron XBB变种导致的疾病严重程度低于之前感染Delta毒株及其变异株^[6]。同时，根据一项关于我国XBB感染流行的数学模型的预测，在没有采取干预措施的情况下，此次XBB感染浪潮预计将导致8.6亿人感染，占我国总人口的61%，低于Omicron BA.5/BF期间估计的80-90%的感染发病率^[7]。这表明目前病毒变异株的致病性和毒力已逐渐降低，并且由于国家卫生防护措施、疫苗

作者简介：刘越（1997-），男，本科，研究方向为实体器官移植及围术期管理。

通讯作者：王洪良（1986-），男，博士，研究方向为实体器官移植及围术期管理。

接种和抗病毒治疗等干预措施，变异株的感染发病率也有所下降。然而，由于 XBB 亚变体表现出迄今为止最大程度的免疫逃逸，对由先前的 Omicron 变异感染引起的体液免疫具有深刻抗性^[8]。XBB 变异株及其分支引起的感染浪潮将持续构成全球性挑战。

血管紧张素转换酶 2 (angiotensin converting enzyme 2, ACE2) 作为一种跨膜蛋白，是新冠病毒的主要靶点。刺突蛋白 S 介导新冠病毒进入宿主细胞后，其位于外侧的 S1 亚基 (RBD 区, receptor binding domain) 与不同器官和组织中的 ACE2 受体结合，内侧的 S2 亚基则介导了膜融合及病毒侵染，从而实现病毒基因的复制和翻译^[9, 10]。任何表达 ACE2 的器官和组织都可能是新冠病毒的目标，根据表达 ACE2 的强弱，肺被列为最高风险，有趣的是，除了 II 型上皮细胞高表达外，来自肾近端小管、膀胱尿路上皮、心肌和回肠上皮的细胞等也被视为潜在的新冠感染的高风险器官^[11]。这也解释了部分患者表现出急性肾损伤、心肌炎、胃肠道反应等非呼吸道症状。新冠病毒感染人体后可引起以肺脏损伤为主的全身多器官损伤。ACE2 表达的抑制导致了 Ang2 含量增加，从而诱导了肺部炎症反应、肺水肿、组织纤维化等^[12]。尽管有报道称肺泡实质中表达 ACE2 的细胞水平非常低，但新冠病毒感染也会直接侵染肺泡 II 型上皮细胞导致严重损伤，这是由于肺泡表面活性物质的减少及上皮细胞和巨噬细胞来源的炎症细胞因子的产生引起^[13]。在一些严重的 COVID-19 病例中，会出现所谓的“细胞因子风暴”，这是一种由于免疫系统过度激活而引起的一系列炎症反应，可能导致急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 等严重并发症^[14]。

综上所述，新冠病毒的发病机制涉及病毒的入侵和复制、宿主的免疫反应、炎症反应、细胞因子风暴以及遗传因素等多个方面。这些机制共同作用，导致了 COVID-19 的临床表现和并发症。未来的研究需要进一步探索这些机制，以便开发更有效的预防和治疗策略。

2.常见的免疫抑制剂的调整建议

SOT 受者需长期口服免疫抑制剂以减少移植植物急性和慢性排斥反应的发生。然而，由此带来的免疫抑制状态也增加了新冠病毒感染的风险。综上所述，新冠病毒的发病机制涉及病毒的入侵和复制、宿主的免疫反应、炎症反应、细胞因子风暴以及遗传因素等多个方面。这些机制共同作用，导致了 COVID-19 的临床表现和并发症。未来的研究需要进一步探索这些机制，以便开发更有效的预防和治疗策略^[15]。如何平衡抗感染和抗排斥反应之间的免疫状态是改善 SOT 受者感染新冠病毒预后的关键。已有证据表明^[16]，即使在免疫抑制的情况下，也可以通过免疫抑制方案的调整来管理新冠病毒感染。对于感染严重或存在继发感染风险、免疫功能低下的 SOT 受者，如果主管医师认为有必要减少甚至停用免疫抑制剂，建议通过多学科综合诊疗 (multi-disciplinary team, MDT)，并咨询资深的移植专科医师。目前，常用的 SOT 受者术后免疫抑制剂有以下四种类型：(1) 钙调磷酸酶抑制剂 (calcineurin inhibitor, CNI)，如环孢素 A 和他克莫司；(2) 抗细胞增殖类药物，如麦考酚钠肠溶片、吗替麦考酚酯和咪唑立宾；(3) 哺乳动物雷帕霉素靶蛋白抑制剂 (mammalian target of rapamycin inhibitors, mTORi)，如西罗莫司 (雷帕霉素) 和依维莫司；(4) 糖皮质激素。不同器官移植受者的免疫抑制方案可能不同，但通常均为 2-4 联用药。根据我国专家共识，对于感染轻型的 SOT 受者，建议维持原有的免疫抑制方案；对于感染中型的 SOT 受者，建议优先减少或停用 MPA 类药物，必要时可使用咪唑立宾替代该类药物，并根据患者情况个体化调整 CNI 和 mTORi 的剂量；对于发展为重型或危重型的 SOT 受者，建议完全停用非激素类免疫抑制剂，并综合评估移植器官功能和新冠病毒感染情况，制定个体化治疗方案^[17]。完全停止免疫抑制剂对患者没有任何好处^[18]。研究表明^[19]，即使在免疫抑制状态下，SOT 受者也能产生针对新冠病毒的抗病毒 CD4+ T 细胞反应，但这种反应的强度和持续时间可能与正常人群类似。以下将分别对于常见的免疫抑制剂调整进展进行综述。

2.1 钙调磷酸酶抑制剂

他克莫司 (Tacrolimus, FK506) 及环孢素 A (Cyclosporin A, CsA) 等钙调磷酸酶抑制剂 (CNI) 通过抑制 T 细胞活化和白介素类细胞因子的基因表达发挥作用。一项荟萃分析研究纳入了 60456 名 SOT 受者，发现他克莫司和环孢素 A 分别与肝移植和心脏移植受者感染新冠病毒后住院风险降低相关 (肝移植患者相对风险降低 23%，心脏移植患者相对风险降低 33%)^[20]。对于肝移植受者，他克莫司对感染新冠病毒的生存率有积极影响^[21]。据报道^[22, 23]，SOT 受者，尤其是肾移植受者在新冠病毒感染期间

及恢复早期的他克莫司浓度出现升高。这可能与疾病导致的发热、纳差、腹泻等症状所引起的血容量减少、胃肠功能紊乱有关，此外，诸如 IL-6 等趋化因子的表达增加已在体外被证明可降低细胞色素 P4503A4 (CYP3A4) 同工酶代谢由此影响他克莫司浓度^[23]。他克莫司免疫抑制方案更有利于提高新冠病毒感染 SOT 受者的生存率^[24]，故对于无明显影像学表现及氧饱和度正常的轻型患者，一般不建议立即停用他克莫司。对于中型及以上患者，建议根据免疫功能进行调整：T 淋巴细胞计数小于 300 cells/mL 时停用免疫抑制剂；T 淋巴细胞计数在 300~800 cells/mL 之间适当减量；T 淋巴细胞计数大于 800 cells/mL 时可以正常视病情继续使用免疫抑制剂^[25]。建议恢复期血药浓度谷值控制目标为他克莫司 4~6 μg/L、环孢素 50~80 μg/L。值得注意的是，对于我国目前可及的抗新冠病毒药物中，奈玛特韦/利托那韦和先诺特韦/利托那韦与 CNI 类药物和 mTORi 具有重要的药物相互作用，使用后将显著提高后者的血药浓度，甚至导致血药浓度中毒。我国专家共识建议在利托那韦治疗的第 1 天（一般总疗程共 5 天），给予他克莫司常规日剂量的 1/8，然后停药；第 6 天给予 1/2 日剂量；第 7 天给予 3/4 日剂量；第 8 天重启常规日剂量。环孢素则建议每日给予常规日剂量的 1/5；第 6 天给予 1/2 日剂量；第 7 天给予 3/4 日剂量；第 8 天重启常规日剂量^[17]。期间需规律监测受者 CNI 浓度，根据患者免疫状态个体化调整剂量。

2.2 抗细胞增殖类药物

霉酚酸 (mycophenolic acid, MPA) 类药物能抑制 T、B 细胞中嘌呤的从头合成，导致 DNA 合成受阻，使细胞停留于 S 期而不能增殖分化。研究发现，使用含有 MPA 的免疫抑制方案是 SOT 受者感染新冠病毒的独立危险因素，特别是剂量高于 1000 毫克/天时^[18]，使肾移植、肝移植、心脏移植受者的住院风险提高^[20]，且与新冠病毒感染重型或危重型的发生有关，减少或停用 MPA 类药物有助于预防重型的发生^[17]。故对于新冠感染中型及以上、继发各种机会性感染风险大的 SOT 受者，建议优先减少或停用 MPA 类药物。咪唑立宾 (Mizoribine, Mzr) 同样作为抑制核酸的嘌呤合成途径的抗代谢物现已广泛应用于临床，研究表明，在肺部感染的不良反应方面，Mzr 优于 MPA 类药物，这可能与其免疫抑制作用较 MPA 弱有关^[26]。研究提示钙调磷酸酶抑制剂联合霉酚酸酯的免疫抑制方案与 90 d 内较高的死亡风险独立相关^[27]，故对于排斥风险较高的新冠病毒肺炎 SOT 受者，建议考虑使用 Mzr 替 MPA 类药物。若病情可稳定持续 2 周左右，则再恢复霉酚酸类药物的正常使用。

2.3 激素类

糖皮质激素是临床使用最早的免疫抑制剂，其通过抑制淋巴细胞的活性和抗原提呈细胞的功能来达到抑制排斥反应以及炎性反应的作用。对于新冠病毒感染的 SOT 受者中，糖皮质激素的使用可以缓解患者全身炎症反应，减少肺部间质渗出和控制体温。然而，过度使用糖皮质激素可能进一步降低患者的免疫力，不利于肺部炎症的恢复，并增加了 SOT 受者感染新冠病毒后的住院风险^[20]。对于抗排斥方案中含有糖皮质激素的新冠感染受者，不建议停用口服激素，因停用可能导致肾上腺功能不全等不良反应。英国一项随机对照试验显示^[28]，接受小剂量地塞米松 (6mg, qd, 持续 10 天) 治疗的患者与仅接受常规治疗的对照组相比，其中正在接受氧疗或有创辅助呼吸的患者中，糖皮质激素的使用能显著降低 28 天内的死亡率 (29.0% vs 40.7%，RR 0.65; P<0.001)，但在未接受呼吸支持的患者中并未减少死亡率 (17.0% vs 13.2%，RR 1.22; P=0.14)。对于新冠病毒感染重型及危重型的 SOT 受者，可酌情短期内 (不超过 10 天) 使用糖皮质激素，建议使用地塞米松 5mg/日或甲泼尼龙 40mg/日。

2.4 哺乳动物雷帕霉素靶蛋白抑制剂

西罗莫司 (Sirolimus, SRL) 结构上与 FK506 相似，其进入细胞后与 FK506 蛋白 (FKBP)-12 结合形成复合物，再进一步与哺乳动物西罗莫司作用靶蛋白 (mTOR) 这一多功能激酶结合，从而阻断 T 淋巴细胞及其他细胞由 G1 期至 S 期的进程发挥抗排斥作用。研究发现^[29]，使用 mTORi 的移植受者与未使用 mTORi 的群体之间新冠病毒感染率的差异并无统计学意义，但前者中重度感染的发生率明显较低，同时据报道，使用 mTORi 的肾移植受者因新冠病毒造成的死亡风险较低^[30]。这可能与 PI3K/Akt/mTOR 通路有关，研究表明新冠病毒感染会增加 mTORC1 活性^[31]，而其则介导了病毒的内吞作用，由此可见通过抑制此通路可达到抑制 SARS-CoV-2 病毒进入细胞内的作用，mTORi 对新冠

病毒感染的抑制作用也在体外试验中得以证实。故对于中型及以上新冠感染且长期采用CNI+mTORi+MPA+激素四联方案的受者，我们建议mTORi减量顺序可晚于CNI类药物。值得注意的是，与使用其他免疫抑制剂的心脏移植受者相比，接受西罗莫司治疗的心脏移植受者感染新冠病毒导致的住院治疗风险更高^[20]，其中机制尚不清楚，但针对心脏移植受者建议根据个人情况及时调整西罗莫司剂量。由于利托那韦与mTORi之间也存在重要的药物相互作用，建议在使用利托那韦前12小时停用mTORi。利托那韦治疗结束后第2天mTORi以原始剂量的20%重新使用，每日增加20%，并根据检测的血药谷浓度调整剂量。

2.5 中药有效成分

百令胶囊、雷公藤制剂、五酯片等中成药虽然不是主要的免疫抑制剂，但也作为辅助用药长期应用于实体器官移植受者中。百令胶囊是经生物工程方法精制成的发酵虫草菌粉制剂，其化学成分及药理作用与天然虫草相似，对抗体形成细胞有抑制作用，具有有效的抗慢性排斥反应作用，且能降低感染发生率，这可能与其提高血清中的IgG抗体水平有关。另有研究认为，百令胶囊能够使CD4+水平升高并降低CD8+水平，升高CD4+/CD8+比值，提高T细胞免疫，预防感染的发生。针对于新冠病毒感染恢复期出现肺肾不足证建议可口服百令胶囊、金水宝胶囊等^[32, 33]。雷公藤制剂成分复杂，目前国内已分离出30余种成分。雷公藤总苷具有更好的临床疗效及更少的毒副作用。在细胞免疫方面，研究发现其能抑制IL-2的分泌，且可能抑制了T细胞增殖早期IL-2受体的表达。体液免疫方面，通过小鼠实验则证实了其能抑制IgM及IgG抗体生成。也能作为序贯治疗肾移植后蛋白尿的常用维持药物，减轻炎症损伤和纤维化。研究发现，对于大多数风湿免疫病稳定期患者，新冠病毒感染期间宜暂缓使用雷公藤制剂^[34]。目前尚缺乏对于实体器官移植受者新冠感染期间雷公藤、百令胶囊等中成药物调整与疾病预后关系的研究，但根据我中心收治经验，建议可暂停雷公藤制剂，继续服用百令胶囊，并根据血药浓度监测情况动态调整五酯片剂量。

3.讨论

目前Omicron XBB变异株及其亚分支已占据我国主导地位，并表现出了迄今为止最大程度的免疫逃逸能力^[8]。2023年8月9日世界卫生组织（WHO）新增EG.5与XBB.1.16、XBB.1.5共同标注为需要留意的变异株（Variant of Interest, VOIs）。据报道EG.5已经是美国多个地区增长最快的变异株，其感染率可能超过XBB.1.16和XBB.1.5^[35]。由此可见，由新冠病毒引起的感染浪潮将持续对社会造成威胁，尤其给免疫缺陷人群敲响了警钟。SOT受者感染新冠病毒的预后与多种因素有关，包括年龄、移植物类型、免疫抑制剂的种类和剂量，以及是否出现并发症等。SOT受者感染新冠病毒后常见并发症有死亡、再感染、二次感染、移植器官功能障碍、心血管事件等。一项研究报告^[36]，117名SOT受者新冠感染住院治疗期间，有94名存活下来，其中有9名（9.57%）在新冠感染后的一年内死亡，14名（14.9%）在两年内死亡。此外，有21名（22.3%）出现了至少一次的器官排斥反应，21名（22.3%）出现了移植器官功能衰竭。在这些患者中，有11名（9.4%）在初次感染新冠病毒的603天内发生了再感染，其中2名（18.2%）需要住院治疗，但症状较轻。43名（45.7%）出现了二次感染，其中18名（19.1%）继发感染了多重耐药菌。32名（34.0%）发展为新的慢性肾脏疾病或终末期肾脏疾病，25名（26.6%）出现了新的心血管疾病，8名（8.51%）在感染后需要长期氧疗。综上所述，对于长期使用免疫抑制剂的SOT受者，根据其新冠病毒感染程度、免疫抑制方案及移植器官的不同，及时个体化地调整受者免疫抑制剂是改善新冠病毒感染预后的关键。

参考文献

- [1] 王有娜,曹霞,黄毅,等.实体器官移植受者感染新型冠状病毒临床治疗及管理的研究进展[J].武汉大学学报(医学版),2023,44(12):1435-1440.
- [2] Ranabothu S, Kanduri S R, Nalleballe K, et al. Outcomes of COVID-19 in Solid Organ Transplants[J]. Cureus, 2020,12(11):e11344.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版) [J].

中国合理用药探索, 2023,20(01):1-11.

[4] 马思旻, 赖晓全, 谭昆. 新型冠状病毒 XBB 变异株研究进展[J]. 中华医院感染学杂志, 2024(02):304-309.

[5] 中 国 疾 病 预 防 控 制 中 心 [EB/OL]. [2024-02-13].
https://www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/szkb_11803/jszl_13141/202401/t20240110_271902.html.

[6] Ngiam J N, Al-Mubaarak A, Maurer-Stroh S, et al. Does the COVID-19 XBB Omicron subvariant signal the beginning of the end of the pandemic?[J]. Singapore Med J, 2022.

[7] Liu H, Xu X, Deng X, et al. Counterfactual analysis of the 2023 Omicron XBB wave in China[J]. Infect Dis Model, 2024,9(1):195-203.

[8] Tan C Y, Chiew C J, Pang D, et al. Protective immunity of SARS-CoV-2 infection and vaccines against medically attended symptomatic omicron BA.4, BA.5, and XBB reinfections in Singapore: a national cohort study[J]. Lancet Infect Dis, 2023,23(7):799-805.

[9] Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor[J]. Cell, 2020,181(2):271-280.

[10] Dejnirattisai W, Zhou D, Ginn H M, et al. The antigenic anatomy of SARS-CoV-2 receptor binding domain[J]. Cell, 2021,184(8):2183-2200.

[11] Zou X, Chen K, Zou J, et al. Single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to 2019-nCoV infection[J]. Front Med, 2020,14(2):185-192.

[12] Kuba K, Imai Y, Rao S, et al. Lessons from SARS: control of acute lung failure by the SARS receptor ACE2[J]. J Mol Med (Berl), 2006,84(10):814-820.

[13] 王潇, 张静. 新型冠状病毒感染引起的免疫功能变化[J]. 中国实用内科杂志, 2023,43(09):709-713.

[14] Shafqat A, Shafqat S, Salameh S A, et al. Mechanistic Insights Into the Immune Pathophysiology of COVID-19; An In-Depth Review[J]. Front Immunol, 2022,13:835104.

[15] Schoot T S, Kerckhoffs A, Hilbrands L B, et al. Immunosuppressive Drugs and COVID-19: A Review[J]. Front Pharmacol, 2020,11:1333.

[16] Sharma A, Bhatt N S, Hijano D R. Clinical experience of coronavirus disease 2019 in hematopoietic cell transplant and chimeric antigen receptor T-cell recipients[J]. Curr Opin Hematol, 2021,28(6):394-400.

[17] 艾静文, 陈文慧, 顾言阁, 等. 实体器官移植受者新型冠状病毒感染诊疗专家共识(2023年版) [J]. 器官移植, 2023,14(02):163-182.

[18] Colmenero J, Rodriguez-Peralvarez M, Salcedo M, et al. Epidemiological pattern, incidence, and outcomes of COVID-19 in liver transplant patients[J]. J Hepatol, 2021,74(1):148-155.

[19] Thieme C J, Anft M, Paniskaki K, et al. The Magnitude and Functionality of SARS-CoV-2 Reactive Cellular and Humoral Immunity in Transplant Population Is Similar to the General Population Despite Immunosuppression[J]. Transplantation, 2021,105(10):2156-2164.

[20] Kolla E, Weill A, Zaidan M, et al. COVID-19 Hospitalization in Solid Organ Transplant Recipients on Immunosuppressive Therapy[J]. JAMA Netw Open, 2023,6(11):e2342006.

[21] Belli L S, Fondevila C, Cortesi P A, et al. Protective Role of Tacrolimus, Deleterious Role of Age and Comorbidities in Liver Transplant Recipients With Covid-19: Results From the ELITA/ELTR Multi-center European Study[J]. Gastroenterology, 2021,160(4):1151-1163.

[22] Kolonko A, Kuczaj A A, Musialik J, et al. Clinical insights into the role of immunosuppression in solid organ transplant recipients with COVID-19[J]. Pol Arch Intern Med, 2022,132(2).

- [23] Salerno D M, Kovac D, Corbo H, et al. SARS-CoV-2 infection increases tacrolimus concentrations in solid-organ transplant recipients[J]. Clin Transplant, 2021,35(3):e14193.
- [24] 巨春蓉,王梅英,袁静,等.免疫缺陷人群新型冠状病毒感染诊治策略中国专家共识(2023.V2版)[J].中国感染控制杂志,2023,22(12):1411-1424.
- [25] 吴基华,文宁,马茜华,等.实体器官移植受者围术期新型冠状病毒感染诊疗广西方案[J].广西医科大学学报,2023,40(04):702-708.
- [26] 李纳,汤姝,朱振峰,等.肾移植术后应用咪唑立宾和吗替麦考酚酯的有效性和安全性Meta分析[J].中国医院药学杂志,2018,38(10):1102-1109.
- [27] 卫芬,李宁,王明君,等.肾移植受者新型冠状病毒肺炎的流行病学特征:单中心回顾性研究[J].器官移植,2023,14(05):700-707.
- [28] Horby P, Lim W S, Emberson J R, et al. Dexamethasone in Hospitalized Patients with Covid-19[J]. N Engl J Med, 2021,384(8):693-704.
- [29] Pinchera B, Spirito L, Buonomo A R, et al. mTOR Inhibitor Use Is Associated With a Favorable Outcome of COVID-19 in Patients of Kidney Transplant: Results of a Retrospective Study[J]. Front Med (Lausanne), 2022,9:852973.
- [30] 张帆,邢益平.哺乳动物雷帕霉素靶蛋白抑制剂降低肾移植受者人巨细胞病毒感染的研究进展[J].中国感染控制杂志,2020,19(07):666-670.
- [31] Mullen P J, Garcia G J, Purkayastha A, et al. SARS-CoV-2 infection rewires host cell metabolism and is potentially susceptible to mTORC1 inhibition[J]. Nat Commun, 2021,12(1):1876.
- [32] 李秀惠,刘清泉,齐文升,等.北京市新型冠状病毒肺炎中医药防治方案(试行第六版)[J].北京中医药,2022,41(05):509-511.
- [33] 王成祥,冯淬灵,于会勇,等.新型冠状病毒感染恢复期中医药综合干预方案(试行第二版)[J].北京中医药,2023,42(01):40-43.
- [34] 北京协和医院新型冠状病毒感染基层诊疗建议多学科专家组.北京协和医院新型冠状病毒感染基层诊疗建议(2023)[J].协和医学杂志,2023,14(01):60-74.
- [35] Abbasi J. What to Know About EG.5, the Latest SARS-CoV-2 "Variant of Interest"[J]. JAMA, 2023,330(10):900-901.
- [36] Burack D, Pereira M R, Tsapepas D S, et al. Prevalence and predictors of SARS-CoV-2 antibodies among solid organ transplant recipients with confirmed infection[J]. Am J Transplant, 2021,21(6):2254-2261.

Progress in adjustment of immunosuppressive regimens in solid organ transplant recipients infected with SARS-CoV-2

Liu Yue¹,Qiao Fengfeng¹,Fu Yang¹,Huang Liangfei¹,Liu Jinqi¹,Wang Hongliang¹

¹The 923th Hospital of the Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army

Abstract: Since SARS-CoV-2 was first reported in Wuhan in November 2019, it has wreathed the world. With the passage of time, SARS-CoV-2 has continuously mutated and recombined, producing a variety of new variants. Although the pathogenicity and virulence of viral variants have gradually decreased, solid organ transplant (SOT) recipients, who are susceptible to SARS-CoV-2 infection, still have high rates of severe disease, mortality and reinfection. This article reviews the progress in the adjustment of common immunosuppressive regimens for SOT recipients through the pathogenic mechanism of SARS-CoV-2, in order to improve the prognosis of SOT recipients infected with SARS-CoV-2.

Keywords: solid organ transplantation; SARS-CoV-2; immunosuppression;

血瘀体质与老年人认知功能的关联：文献综述

葛蒲^{1#*} 夏天乐^{2#} 盘贝芬³ 张艳菊¹ 热沙来提·阿不都卡地⁴

(1.北京中医药大学中医学院, 北京 100029, 2.滨州医学院, 山东 烟台 264003, 3.北京中医药大学第二临床医学院, 北京 100078, 4.陕西中医药大学, 陕西 西安 710000)

摘要：随着全球人口老龄化加剧, 认知功能衰退已成为重大公共卫生问题。本综述探讨了中医血瘀体质与老年人认知功能的关联及其机制。现有研究显示, 血瘀体质与认知障碍风险呈显著正相关, 尤其在合并心脑血管疾病的高龄人群中关联更强。从机制层面, 中医理论强调“瘀阻脑络、清窍失养”的核心病机, 现代研究则揭示其通过血液流变学异常、慢性脑低灌注、神经血管单元损伤及神经炎症-氧化应激性循环等途径损害认知功能。干预研究表明, 活血化瘀类方药及针灸等非药物疗法可改善认知评分, 体现“病证结合”的个体化治疗优势。当前研究仍存在体质评估主观性较强、缺乏前瞻性队列数据和深入机制证据等局限。未来需整合多组学技术开发生物标志物, 建立动态监测模型, 并通过多中心RCT验证干预效果, 从而推动中医体质理论在认知健康领域的精准应用。

关键词：血瘀体质；认知功能；轻度认知障碍；阿尔茨海默症；活血化瘀

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1494

1.引言

21世纪以来, 全球人口老龄化加速, 认知功能衰退已成为各国共同面临的重大公共卫生挑战[1-2]。过去, 学界多将认知障碍视为孤立疾病实体(如轻度认知障碍、痴呆), 而当前研究范式正转向“认知变化连续动态谱系”视角, 将其理解为从健康老化到病理状态的渐进过程[3]。这一转变让干预窗口期大幅前移, 也对认知衰退的早期预警与精准预防提出了更高要求。

在此背景下, 中医学“治未病”思想中的个体化健康管理理念展现出独特价值, 其中中医体质学说为识别认知衰退高风险人群提供了新方向。该理论认为, 个体相对稳定的体质特征决定了其疾病易感性[4], 而血瘀体质以血液运行不畅、易瘀滞为核心特征, 已被证实与现代医学中的心脑血管疾病风险密切相关, 这提示, 血瘀体质或许是影响脑健康与认知功能的关键内在因素, 也为老龄化背景下开展个体化认知健康维护开辟了极具潜力的研究方向[5-6]。不过, 尽管研究前景广阔, 该领域仍存在明显空白。一方面, 现有研究多聚焦于已发生轻度认知障碍的临床人群, 对“从正常老化起始的认知功能连续演变轨迹”关注不足, 难以充分揭示认知衰退早期的风险标志; 另一方面, 虽有初步证据显示血瘀体质与认知障碍风险存在关联, 但二者间的深层生物学机制仍是待解的“黑箱”。当前主流假说围绕神经血管单元损伤、慢性炎症通路展开, 例如: 血瘀体质可能通过加重动脉粥样硬化、破坏脑

作者简介: 葛蒲(1997—), 男, 博士研究生在读, 研究方向为健康管理;
夏天乐(2005—), 女, 本科在读, 研究方向为临床医学;
盘贝芬(1998—), 女, 博士研究生在读, 研究方向为中医脑病学;
张艳菊(1999—), 女, 博士研究生在读, 研究方向为健康管理;
热沙来提·阿不都卡地(2001—), 女, 本科在读, 研究方向为中医学。

***通讯作者:** 葛蒲, E-mail: 17853140673@163.com

#葛蒲和夏天乐为本文的共同第一作者。

微循环与血脑屏障完整性，或通过维持慢性低度全身性炎症状态触发神经炎症，最终导致认知功能下降[7-8]。但这些通路缺乏在“明确血瘀体质人群”中的系统验证证据，尤其同时关联炎症标志物与连续认知指标的临床研究极为稀缺，严重阻碍了从机制认知到临床干预的转化。

基于此，本综述拟系统梳理近年血瘀体质与老年人认知功能关联的科学证据：重点评述研究现状，深入探讨以神经血管、神经炎症为核心的中西医结合机制假说，同时批判性分析当前研究在方法论与证据质量上的局限。最终明确关键研究缺口，并提出创新性探索方向，如建立大型前瞻性队列、整合多组学技术阐释机制、开展高质量随机对照试验等，以期推动中医体质理论在认知健康领域的精准应用，为应对全球老龄化挑战提供新策略。

2.核心概念界定

2.1 血瘀体质

2.1.1 血瘀体质的核心定义与病理基础

中医体质学说是“治未病”理论与个体化诊疗实践的核心内容。其中，血瘀体质作为常见偏颇体质，在慢性疾病尤其心脑血管病发病中起关键作用。血瘀体质定义为“血行不畅，以肤色晦暗，舌质紫黯等血瘀表现为主要特征的体质”。这是一种以“气血运行不畅、瘀血内停”为主要特点的体质状态，这点明了其核心病机：机体内气血循行受阻，存在血液流动迟缓、停滞，乃至形成“瘀血”积聚的内在倾向[9]。其形成多与情志内伤致气机郁滞、外伤脉络、久病耗气或寒邪客脉相关，本质是“气”的推动温煦功能与“血”的濡养运行功能失调，常呈“因滞致瘀”或“因虚致瘀”的复杂病理过程[10-11]。现代代谢组学研究初步发现，该体质与体内能量、氨基酸代谢通路紊乱相关，为其客观存在提供了生物学佐证[12]。

2.1.2 血瘀体质的临床表征与现代医学关联

血瘀体质有一系列特征性外在表现，整体呈现“不通”之象：面色多晦暗或黧黑，口唇紫暗，皮肤干燥粗糙，甚者出现肌肤甲错（皮肤如鳞甲般干糙）。疼痛表现也很突出，多为刺痛，且痛处固定不移，夜间常加重。舌诊、脉诊对其诊断意义重大：舌质多紫暗，或有瘀点、瘀斑，舌下络脉常粗张、迂曲；脉象以往来艰涩的“涩脉”为主。这些体征共同构成“血行不畅”的宏观表型，使其成为心脑血管病、部分肿瘤、妇科疾病及代谢病的重要易感体质[13-15]。从现代医学看，该体质常与微循环障碍、血液流变学异常及慢性炎症重叠，这也为理解其为何是血管性认知障碍等脑健康问题的高危因素提供了逻辑基础[16-17]。

2.1.3 血瘀体质的评估工具与发展趋势

准确辨识血瘀体质，是临床科研与健康管理的基础。目前最常用的标准化工具，是王琦院士团队开发的《中医体质量表》。量表围绕血瘀体质核心特征（如面色、疼痛、舌象等）设计条目，用 Likert 计分法量化评估，再按转化分数判定（原始分数=各条题目分支的累加和；转化分数=[(原始分一条目数)/(条目数×4)] × 100），信效度良好，大幅推动了体质辨识的规范化，量表条目及判定标准见表 1 及表 2[18-21]。但量表评估仍有一定主观性，学界也在积极探索客观化辅助诊断技术：比如代谢组学寻找血瘀相关特征性小分子代谢物谱，血液流变学直接评估血液粘稠度与流动性，微循环观察直观反映末梢血流状态。这些现代技术与传统量表互补，共同构建起血瘀体质多维评估框架，为后续研究其与老年人认知功能的关联奠定了方法学基础[22-23]。

表 1 中医体质量表 60 条目版血瘀体质亚量表（7 个条目）

请根据近一年的体验和感觉,回答以下问题	没有 (根本不)	很少 (有一点)	有时 (有些)	经常 (相当)	总是 (非常)
(1)您的皮肤在不知不觉中会出现青紫瘀斑(皮下出血)吗?	1	2	3	4	5
(2)您两颧部有细微红丝吗?	1	2	3	4	5
(3)您身体上有哪里疼痛吗?	1	2	3	4	5
(4)您面色晦暗或容易出现褐斑吗?	1	2	3	4	5

(5)您容易有黑眼圈吗?	1	2	3	4	5
(6)您容易忘事(健忘)吗?	1	2	3	4	5
(7)您口唇颜色偏暗吗?	1	2	3	4	5

表 2 血瘀体质的判定标准

体质类型	条件	判定结果
血瘀体质	转化分 ≥ 40 分	是
	转化分 30-39 分	倾向是
	转化分 < 30 分	否

2.2 认知功能

2.2.1 认知功能的定义、多维本质与老化规律

认知功能作为大脑高级功能的核心体现，是一个涵盖信息获取、处理、存储及运用的连续性多维变量。它并非“全或无”的二分状态，而是从高效运作到显著受损的连续谱系，这一特性决定了对其评估需采用量化与动态的视角。从结构维度而言，认知功能主要包括记忆（对信息的编码、存储与提取）、执行功能（涉及计划、决策、认知灵活性等高级控制过程）、注意力（包括选择性、持续性及分配性注意）、语言（理解与表达）以及视觉空间能力等相对独立又相互协同的子领域[24-25]。值得注意的是，在老龄化进程中，这些维度的衰退轨迹并不同步，其中处理速度的减慢和工作记忆的下降常被视为早期认知老化的敏感指标，而执行功能受损则与工具性日常生活能力下降密切相关。因此，将认知功能视为一个多维度、连续变化的整体，是精准识别衰老相关认知变化的前提[26-27]。

2.2.2 认知功能的评估体系与相关工具的选择原则

对认知功能进行准确评估，是连接其理论概念与临床实证研究的桥梁。鉴于认知维度的多元性，目前尚无单一工具能够全面覆盖所有领域，实践中多采用组合评估策略。评估工具的选择需综合考虑筛查目的（如社区普筛、临床诊断、疗效评价）、目标人群特征（如年龄、教育水平、文化背景）以及可用资源。目前国际广泛应用的工具主要包括两大类：一是综合性筛查量表，如蒙特利尔认知评估基础版（MoCA）和简易精神状态检查（MMSE）[28-29]，它们能对多个核心认知域进行快速扫描，其中 MoCA 因对轻度认知损伤具有更高敏感性而在老年人群研究中应用日益广泛；二是专项神经心理学测验，如用于评估工作记忆与注意力的数字广度测试，以及敏感反映执行功能、认知灵活性与处理速度的连线测验等[30-31]。这些专项测验能够对特定认知域进行深度评估，常作为综合筛查后的补充或研究性评估的核心工具，相关评估工具的介绍见表 3 及表 4。

2.2.3 认知功能常用评估工具的协同应用与发展前瞻

上述工具各有其优势与适用边界，构成了多层次、互补的评估体系。例如，MoCA 覆盖认知域较 MMSE 更广，尤其强化了执行功能与复杂视觉空间能力的评估，但其对低教育人群可能存在一定偏差；MMSE 操作简便、普及度高，然其天花板效应使其对早期、轻微认知变化的识别能力有限[32]。数字广度测试（特别是倒背测验）能有效反映工作记忆容量[33]，连线测验（B-A 时间差）则能纯净地度量任务转换能力[34]。在老年人认知功能研究中，尤其当关注点置于血瘀体质可能与脑小血管病相关的认知衰退时，对执行功能、处理速度等额叶-皮质下环路相关认知域的评估显得尤为重要。因此，在选择工具时，应依据研究假设精准匹配并可结合功能神经影像学等技术，共同揭示认知变化背后的脑机制，从而为深入探讨血瘀体质与认知功能的关联提供可靠的方法学支撑。

表 3 常用认知功能评估工具特征比较

评估工具	主要评估维度	适用人群	测试时长	敏感性特点
------	--------	------	------	-------

评估工具	主要评估维度	适用人群	测试时长	敏感性特点
MoCA	注意力、执行功能、记忆、语言、视觉空间技能、定向、抽象思维	轻度认知障碍(MCI)患者，尤其帕金森病等疾病的早期认知损害	约 10 分钟	对轻度认知障碍敏感度高
MMSE	定向、记忆、注意力、语言、基本视觉空间技能	广泛用于多种人群的认知功能筛查	10-15 分钟	对中度至重度痴呆敏感
数字广度测试	注意力、工作记忆	广泛年龄段(16-61岁)，正常人群与 MCI 患者	可变，通常<5分钟	对注意力缺陷敏感
连线测验	执行功能、注意力、处理速度、认知灵活性	成人至老年人，多种神经系统疾病患者	5-15 分钟	对执行功能异常敏感

表 4 常用认知功能评估工具特征比较(续)

评估工具	操作难度	教育影响	费用需求	在血瘀体质-认知研究中适用性
MoCA	需要培训认证	明显，需要调整	中等(培训、材料)	优先推荐
MMSE	简单，无需特殊培训	明显	低至中等(版权考虑)	辅助使用
数字广度测试	简单	中等	很低	补充评估
连线测验	相对简单	明显	免费	核心工具

3. 血瘀体质与认知功能的关联证据

3.1 横断面研究证据

横断面研究为揭示血瘀体质与老年人认知功能之间的关联提供了基础性且较为一致的证据支持。多项基于社区或临床的调查研究显示，血瘀体质与认知功能障碍的患病风险及严重程度呈显著正相关。这些研究普遍采用标准化中医体质量表进行体质辨识，并联合简易精神状态检查(MMSE)或蒙特利尔认知评估(MoCA)等工具进行认知功能筛查。结果一致表明，在认知障碍老年群体中，血瘀体质的检出率显著高于认知正常人群。例如，一项2015年在福州社区针对65岁及以上老年人的横断面研究通过卡方检验发现血瘀体质在不同认知水平人群中的分布存在显著差异($\chi^2 = 4.208, P = 0.040$)，提示该体质是认知损害的重要相关因素[35]。从关联强度看，多因素逻辑回归分析进一步量化了其风险，该研究同时报道，调整混杂因素后，血瘀体质人群发生认知障碍的优势比(OR)为1.808，表明其风险约为非血瘀体质者的1.8倍。

这种关联在特定亚群中表现得更为突出，呈现出明显的效应修饰作用。高龄(通常指80岁以上)是关键的效应修饰因素，血瘀体质与增龄相关的生理性衰退可能产生叠加效应，共同加速认知下滑[36]。更为重要的是，在合并心脑血管疾病或其风险因素的老年人群中，血瘀体质与认知功能的负向关联显著增强[37]。福州研究同时表明，血瘀体质与反映动脉硬化程度的指标(如踝臂指数ABI、脉搏波传导速度baPWV)存在显著的交互作用，共同影响MMSE评分。这意味着，当个体已存在血管病理基础时，血瘀体质的并存会极大地放大其对认知功能的损害效应，血瘀体质可能是连接血管性风险与脑健康的关键中介环节。此外，血瘀体质评分与MoCA总分之间缺乏明确报告的相关性系数(如皮尔逊相关系数)，限制了对其连续变量间“剂量-反应”关系的精确理解。

然而，必须审慎看待这些横断面证据的固有局限性。此类研究设计仅在单一时间点评估体质与认知状态，无法确立因果时序，即难以断定是血瘀体质导致了认知下降，抑或是认知衰退或其潜在病理过程(如脑小血管病)加剧了血瘀体质的表现。此外，测量工具本身存在差异，MMSE对早期、轻微认知变化的敏感性不足，而不同研究在体质判定的临界值选择上也可能存在细微差别，这些均可能引入异质性。尽管现有研究结果方向一致，支持关联存在，但尚未有专门针对此议题的系统评价或荟萃

分析对全部证据进行整合、评估异质性并检验发表偏倚。因此，当前证据主要确立了二者之间存在显著关联，为后续更高级别的前瞻性队列研究和机制探索提供了重要起点，但因果推断仍需更严谨的研究设计来证实。

3.2 纵向研究证据

尽管横断面研究揭示了血瘀体质与认知功能的关联，但确立其预测价值需依赖纵向研究证据。然而，系统检索近十年文献发现，专门探讨血瘀体质作为认知下降独立预测因素的高质量前瞻性队列研究仍显匮乏。目前尚无已发表的研究直接报告血瘀体质与蒙特利尔认知评估量表（MoCA）年均下降速度的关联强度（如 β 系数）或与轻度认知障碍（MCI）发病风险的风险比（HR）。这一证据空白凸显了该研究领域的关键短板。现有少数涉及体质与认知演变的研究多为短期随访，或未将血瘀体质作为核心暴露因素进行深入分析，且普遍存在样本量有限、随访时间不足、对关键混杂因素（如血管性风险）控制不充分的方法学局限，极大限制了对血瘀体质远期预测效应的可靠评估[38-39]。

基于现有研究空白与方法学要求，构建一个理想的前瞻性队列研究框架是推进该领域的当务之急。该框架应以社区为基础招募大量认知正常的老年人，在基线时采用标准化的中医体质质量表进行体质分型，并进行长期（如5-10年）的年度认知评估（首选MoCA）。研究设计需预先进行严格的样本量计算和统计功效分析，并制定详尽的方案以应对失访和缺失数据问题（如采用多重插补法）。在统计分析层面，应运用多水平模型处理重复测量数据，以精确评估血瘀体质对MoCA评分纵向变化轨迹的影响（产出调整后的 β 系数及其置信区间）；同时，可采用Cox比例风险模型分析血瘀体质与MCI或痴呆发病风险的关联（产出调整后的HR值）。至关重要的是，统计分析必须全面调整年龄、教育年限、基线认知水平、以及高血压、糖尿病、心血管病史、APOE ε4基因型等已知的强混杂因素，以证实血瘀体质的“独立”预测作用[40-41]。

填补这一纵向研究证据空白具有重大的科学价值与临床意义。一旦通过严谨的设计证实血瘀体质是认知下降的独立预测因素，将意味着中医体质辨识可为识别认知衰退高危老人提供一种简便、无创的早期筛查工具。这不仅能为在中西医结合框架下实施超早期干预（如针对性的活血化瘀干预、生活方式管理）提供关键的时间窗口，推动“治未病”理念在认知健康领域的实践，也能为深入探索血瘀体质影响认知衰退的生物学机制（如神经血管单元损害、血脑屏障功能障碍、神经炎症等）奠定坚实的因素推断基础。因此，启动和实施大规模、长周期、方法学严谨的前瞻性队列研究，是未来研究的关键方向。

3.3 血瘀质兼夹其他体质对认知功能的影响

在临床实践中，单纯的单一体质类型相对少见，更为普遍的是多种偏颇体质并存的“兼夹”状态[42]。现有研究表明，当血瘀质与其他特定体质，尤其是气虚质或痰湿质兼夹时，其对老年人认知功能的负面影响并非简单叠加，而可能产生协同放大效应，构成更为复杂的认知损害风险模式。这种兼夹状态反映了机体内部多系统的功能失调，形成了比单一因素更为顽固和严重的病理基础。例如，“气虚血瘀”是临床最常见的兼夹类型之一，气虚导致推动血液运行之力不足，反而加重血行不畅，形成“因虚致瘀、因瘀耗气”的恶性循环，共同导致脑窍失养与脑络瘀阻，其对执行功能与信息处理速度的损害尤为突出[43]。而“痰瘀互结”则常见于合并代谢综合征的老人人群，痰浊的粘滞性与瘀血的凝涩性相互胶结，更易闭塞清窍，导致思维迟钝、记忆力下降，且病情往往更为迁延难愈[44]。

这种叠加损害的潜在生物学机制，可能源于不同体质所对应的病理生理环节在神经血管单元层面产生了交汇与放大效应。一方面，从“气-血-津液”的中医理论逻辑出发，气虚（能量代谢与功能动力低下）、血瘀（微循环障碍与血液流变学异常）、痰湿（代谢产物积聚与炎症状态）三者之间本就存在深刻的生理病理联系[45]。当它们在个体身上兼夹出现时，可能通过共享的生物学通路，如慢性全身性炎症反应、氧化应激、血管内皮功能障碍及胰岛素抵抗等，对大脑产生多角度的复合攻击[46]。例如，痰湿体质相关的慢性低度炎症状态可能“预激活”小胶质细胞，使大脑对由血瘀体质导致的局部缺血缺氧损伤更为敏感，从而触发更强烈的神经炎症级联反应，加速神经元损伤。另一方面，这种兼夹状态可能对Aβ等毒性蛋白的清除系统造成更严重的负担，或导致血脑屏障完整性遭受更广泛的破坏[47]。

然而，必须清醒地认识到，当前关于体质兼夹对认知功能影响的研究仍处于初步阶段，存在明显

的证据空白与方法学挑战。绝大多数证据来源于横断面研究，难以确立因果时序，且缺乏专门针对特定兼夹体质组合（如纯化的“血瘀质兼夹气虚质”）的大规模前瞻性队列研究。同时，兼夹体质的判定标准与量化方法尚未统一，如何精确界定兼夹程度以及区分主次，是影响研究结果可靠性与可比性的关键瓶颈。未来研究亟需采用前瞻性设计，长期追踪不同体质组合老年人的认知轨迹，并积极整合代谢组学、炎症标志物谱及多模态神经影像等技术，旨在系统性揭示“瘀瘀互结”或“气虚血瘀”等常见兼夹类型导致认知衰退的多维生物学机制，从而为基于体质辨识的精准风险分层与早期干预提供更高级别的证据。

4. 血瘀体质对老年人认知功能的影响机制

4.1 基于中医理论的影响机制

从中医理论视角审视，血瘀体质影响老年人认知功能的核心病机可归结为“瘀阻脑络，清窍失养”。这一机制根植于“血为气母，血能载气”及“脑为元神之府”的基本理论。血液的正常循行是神志活动的物质基础，《黄帝内经》明示“血者，神气也”，指出血能载气以濡养脑窍，是维持正常认知功能（即“神”的活动）的关键。血瘀体质者，因先天禀赋或后天因素导致气血运行不畅，其基本病理状态便是“血行滞涩”。随着年龄增长，脏腑功能自然衰退，气虚推动无力，或气机郁滞，均可加重此种“滞涩”状态，致使瘀血内生的倾向性显著增强。形成的瘀血作为病理产物，最易阻滞于十二经脉气血汇聚之所——头部，导致脑络不通。脑窍失于清阳之气的温煦和血液的濡养，则“神机失用”，从而出现记忆力减退、思维迟钝、反应迟缓等认知功能衰退的种种表现[48-50]。

其病机演变呈现动态的阶段性特征，常由气机失调肇始，渐至虚实夹杂。初期多以“因郁致瘀”或“因虚致瘀”为特点，或因情志不遂，肝失疏泄，气机郁滞而致血行不畅；或因年老体衰，元气耗伤，气虚无力鼓动血行。此阶段认知损害多较轻微，或仅表现为健忘、注意力不集中[51]。若体质偏颇未能及时纠正，则病理过程进入“瘀血内停，脑络不通”的深入阶段。瘀血阻滞脑络，不仅使清气、营血难以上述于脑，更会导致“络损成瘀，瘀阻伤络”的恶性循环，进一步损害脑髓的充盈与功能。在此基础之上，瘀血日久不祛，可阻碍津液正常输布，聚湿生痰，形成“瘀瘀互结”的复杂局面。瘀浊与瘀血相互胶结，闭塞清窍，使得病情更为顽固，认知障碍也日趋严重，甚至可化生“浊毒”，进一步损伤脑络与神机，对应着现代医学中不可逆的痴呆状态。国医大师张学文教授亦指出，“脑髓空虚、瘀瘀阻滞脑髓”是老年性认知障碍形成路径中的关键环节[52]。

综上，基于中医理论，血瘀体质对老年人认知功能的影响是一个从功能失调到形质损伤的渐进过程。其核心在于“瘀”这一病理因素直接导致了脑窍失于濡养的最终结局，而瘀浊等兼夹病理产物的形成，则加剧并复杂化了这一过程。这为从“活血化瘀”乃至“化瘀通络”角度防治老年认知障碍提供了坚实的理论基础。

4.2 基于现代医学的影响机制

从现代医学视角剖析，血瘀体质对老年人认知功能的影响机制是多因素、网络式的，其核心枢纽可归结为神经血管单元功能的失调。该机制始于血瘀体质所表征的系统性病理基础，即血液流变学异常（如血液黏度增高、红细胞变形能力下降）及与之密切相关的血管内皮功能障碍。这种状态导致全身微循环灌注不足，在大脑中则表现为慢性脑低灌注。脑组织，尤其是对能量需求极高的神经元，因此长期处于一种相对的缺血缺氧状态。这不仅直接影响了神经元的能量代谢和功能，更关键的是触发了后续一系列连锁反应，其核心病变部位位于由血管内皮细胞、周细胞、星形胶质细胞终足、神经元及小胶质细胞共同构成的神经血管单元[53-54]。

神经炎症与氧化应激的恶性循环，是血瘀体质损害认知功能的关键放大通路。慢性脑低灌注和内皮细胞激活所释放的炎症信号，可激活大脑固有的免疫细胞——小胶质细胞，使其转化为促炎表型，释放大量如肿瘤坏死因子- α 、白介素-1 β 、白介素-6等促炎细胞因子，引发神经炎症。同时，缺血缺氧状态导致线粒体功能障碍，产生过量活性氧，引发氧化应激。神经炎症与氧化应激二者相互促进，形成正反馈循环：炎症因子可诱导产生更多活性氧，而氧化应激又可激活NOD样受体蛋白3等炎症小体，进一步加剧炎症反应。这个恶性循环对神经元和突触造成持续损伤[55-56]。

上述病理过程的共同作用点及严重后果是血脑屏障的结构与功能破坏。血管内皮功能障碍、炎症因子及氧化应激的共同侵蚀，会损害脑血管内皮细胞间的紧密连接蛋白（如闭合蛋白、闭锁小带蛋白-1）的表达和功能，导致血脑屏障通透性增加。这使得本应被阻挡在脑组织之外的血浆蛋白、炎症细胞及多种神经毒性物质得以进入脑实质，直接攻击神经元，并进一步加剧局部的神经炎症和氧化损伤，最终导致突触可塑性下降、神经元死亡及神经网络功能紊乱，临床表现为进行性的认知功能衰退。因此，神经血管单元功能障碍，特别是血脑屏障完整性的丧失，是连接血瘀体质这一系统性风险与中枢特异性认知损伤的核心桥梁[57-58]。

5.通过干预血瘀体质从而改善老年人认知功能的干预策略介绍

基于血瘀体质与认知功能关联的病理机制，中医形成了以“活血化瘀”为核心、多途径协同的干预策略体系。其根本治则在于疏通瘀滞、调畅气血，旨在逆转或延缓“瘀阻脑络，清窍失养”的病理进程。药物干预是其中的核心手段，大量临床研究证实，经典活血化瘀方剂如血府逐瘀汤、通窍活血汤等能显著改善老年认知障碍患者的蒙特利尔认知评估量表(MoCA)及简易精神状态检查量表(MMSE)评分。其作用机制并非单一靶点，现代药理研究揭示，这类方药通过多途径发挥综合效应：既能直接改善脑微循环灌注及血液流变学特性，抑制血小板过度活化；又能通过调控 NF- κ B 等炎症信号通路减轻神经炎症，通过激活 Nrf2/ARE 通路增强抗氧化能力；同时还能调节 PI3K/Akt 等细胞存活信号通路，发挥神经保护作用。这体现了中药复方多成分、多靶点、整体调节的优势[59-60]。

除了药物干预，非药物疗法在调节血瘀体质、改善认知方面也展现出独特价值，并常与药物干预形成互补。针灸作为代表性非药物疗法，选取百会、四神聪、神庭等头部要穴，通过刺激经络气血运行，已被随机对照试验证明能有效改善血管性认知障碍患者的认知评分。其机制可能与调节脑血流、促进神经营养因子表达、调节神经递质平衡有关[61]。此外，太极拳、八段锦等传统导引术，作为身心同治的运动疗法，通过结合特定的身体运动、呼吸调节与意念专注，被证实能够提高脑血流灌注、增强神经可塑性，对改善记忆力和执行功能具有积极作用[62-64]。这些非药物疗法因其安全性高、易被接受，尤其适合老年人群的长期健康管理。这些非药物疗法因其安全性高、易被接受，尤其适合作为认知功能衰退高危人群(如血瘀体质老年人)的长期预防性干预手段，也为不耐受药物治疗的高龄群体提供了新选择。

最能够体现中医干预精髓的是基于精准辨证的个体化综合治疗策略。临床实践绝非简单地应用活血化瘀法，而是紧密围绕血瘀体质常兼夹的其他病理状态进行针对性配伍。对于临幊上最常见的“气虚血瘀”证，治以“益气活血”之法，方选补阳还五汤，重用黄芪以补气行血；对于与代谢紊乱密切相关的“痰瘀互结”证，则需“化痰祛瘀”同施，常选用涤痰汤合血府逐瘀汤加减[65-68]。这种“病证结合、体质同治”的个体化方案，旨在从整体上调和气血阴阳，恢复机体平衡状态。展望未来，干预策略研究需向更纵深发展：一方面，需通过设计严谨的大规模、长周期随机对照试验，进一步验证各种干预措施的远期疗效；另一方面，应积极利用代谢组学、影像学等技术，深入揭示“调体”干预影响认知功能的内在生物学机制，从而为构建中西医结合的精准防治理念和实践提供更强有力的证据支撑。

6.先前研究局限性与未来方向

尽管现有研究为揭示血瘀体质与老年人认知功能的关联提供了有价值的基础证据，但仍存在若干亟待突破的局限性。首先，体质评估仍以量表为主观判断为核心，缺乏客观、量化的生物学指标，且不同研究间的判定标准存在差异，影响结果的可比性。其次，当前证据多来源于横断面研究或短期随访，缺乏大规模、多中心的前瞻性队列数据，难以确立血瘀体质与认知衰退之间的因果时序及动态轨迹。更重要的是，机制研究大多停留在理论推演或宏观关联层面，对血瘀体质影响认知功能的具体分子通路，如神经血管单元功能障碍、神经炎症与氧化应激之间的级联反应等，尚缺乏系统、深入的实验证据予以阐明。

针对上述局限，未来研究应在方法学与视角上进行双重创新。首要方向是推动研究范式的客观化与精准化，积极整合代谢组学、蛋白质组学等多组学技术，系统筛选与血瘀体质认知风险相关的特异性生物标志物，为体质判定和风险预测提供客观依据。其次，应探索数字化与动态监测的新路径，例

如开发融合 AI 舌诊、脉诊等客观采集技术与数字化认知评估工具的“体质-认知”动态监测模型，实现长期、无创的风险追踪与预警。最终，需通过设计严谨的多中心随机对照试验，验证以活血化瘀为核心的中医药干预措施对延缓高危老年人认知衰退的确切疗效与作用机制，从而将中医“治未病”的体质调理理念，转化为可量化、可验证的精准防治理念与实践方案，为应对老龄化社会的认知健康挑战提供中西医结合的新策略。

7.结论

综上所述，现有证据表明，中医血瘀体质是老年人认知功能下降的一个重要且可干预的内在风险因素。其作用机制涉及从“瘀阻脑络”的传统病机到现代医学中神经血管单元功能障碍、神经炎症与氧化应激恶性循环等多重病理环节的系统性失调。未来研究亟需通过中西医结合的路径，一方面借助多组学技术与前瞻性队列研究深入阐释其生物学本质并确立因果关联，另一方面积极开发融合客观化体质辨识与数字化认知评估的动态监测工具。最终，旨在将中医“辨体施防”的智慧转化为可推广的早期筛查与个体化干预策略，为应对全球老龄化背景下的认知健康挑战提供独具特色的解决方案。

参考文献：

- [1]Salari N, Lotfi F, Abdolmaleki A, et al. The global prevalence of mild cognitive impairment in geriatric population with emphasis on influential factors: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC geriatrics*, 2025, 25(1): 313.
- [2]Chaudhary R K, Mateti U V, Khanal P, et al. Alzheimer's Disease: Epidemiology, Neuropathology, and Neurochemistry[M]//Computational and Experimental Studies in Alzheimer's Disease. CRC Press, 2024: 1-14.
- [3]Wei S, Xu L, Krystio R J. Markov transition model to dementia with death as a competing event[J]. *Computational statistics & data analysis*, 2014, 80: 78-88.
- [4]王琦.9种基本中医体质类型的分类及其诊断表述依据[J].北京中医药大学学报,2005,(04):1-8.DOI:CNKI:SUN:JZYB.0.2005-04-001.
- [5]王丽萍,袁肇凯,黄献平,等.冠心病血瘀证体质的遗传流行病学研究[J].中国中医基础医学杂志,2013,19(09):1096-1099.DOI:10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2013.09.049.
- [6]王威,第五永长,杨谦,等.轻度认知障碍与老年期痴呆患者中医证候要素及影响因素的横断面调查[J].中医杂志,2022,63(11):1064-1072.DOI:10.13288/j.11-2166/r.2022.11.013.
- [7]杨晶莹,肖移生,肖爱娇,等.黄精丸防治阿尔茨海默病的可行性探析及研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2021,27(01):46-52.DOI:10.13422/j.cnki.syfjx.20202105.
- [8]尹佳宁,赵希彤,范文倩,等.基于“毒损脑络”理论探讨川芎嗪防治阿尔茨海默病的可行性[J].中国实验方剂学杂志,2024,30(12):209-218.DOI:10.13422/j.cnki.syfjx.20240509.
- [9]朱燕波.中医体质分类判定与兼夹体质的综合评价[J].中华中医药杂志,2012,27(01):40-42.DOI:CNKI:SUN:BXYY.0.2012-01-012.
- [10]李明霞.女性血瘀体质特征及影响因素研究[D].山东中医药大学,2014.
- [11]陈顺琪,资艳,魏巍,等.血瘀质与疾病的相关性研究——基于 135 项临床研究的文献计量分析[J].中医杂志,2024,65(05):529-536.DOI:10.13288/j.11-2166/r.2024.05.014.
- [12]田栓磊.血瘀体质理论及其外周血基因表达谱的研究[D].北京中医药大学,2009.
- [13]张婉勤,吕仕超,朱亚萍,等.冠心病气虚血瘀证的证候学研究现状[J].中医杂志,2021,62(12):1092-1096.DOI:10.13288/j.11-2166/r.2021.12.015.
- [14]孟峰,王笑红,卢红蓉.血瘀证源流考[J].中国基础医学杂志,2020,26(05):569-570+574.DOI:CNKI:SUN:ZYJC.0.2020-05-006.
- [15]姚魁武,王阶,朱翠玲,等.不同疾病血瘀证量化诊断的比较研究[J].辽宁中医杂志,2006,(11):1381-1383.DOI:10.13192/j.ljtcm.2006.11.9.yaokw.003.
- [16]方利,刘健,朱福兵,等.基于细胞因子/NF- κ B 信号通路探讨强直性脊柱炎患者血瘀状态形成的机制[J].中华中医药学刊,2016,34(12):2913-2917.DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2016.12.026.

- [17] 郑延龙, 狄冠麟, 张富亮. 祛瘀清金汤治疗脑卒中继发肺部感染痰热蕴肺兼血瘀证的临床疗效及机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(04): 76-81. DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20202426.
- [18] 王琦, 朱燕波, 薛禾生, 等. 中医体质量表的初步编制[J]. 中国临床康复, 2006, (03): 12-14. DOI: CNKI:SUN:XDKF.0.2006-03-004.
- [19] 朱燕波, 王琦, 薛禾生, 等. 中医体质量表性能的初步评价[J]. 中国临床康复, 2006, (03): 15-17. DOI: CNKI:SUN:XDKF.0.2006-03-005.
- [20] 史会梅, 朱燕波, 王琦. 中医体质量表应用现状的文献计量学分析[J]. 中医杂志, 2013, 54(17): 1507-1510. DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2013.17.017.
- [21] 朱燕波, 史会梅, 虞晓含. 不同条目版本的中医体质量表在健康人群中应用的性能比较[J]. 中国全科医学, 2019, 22(35): 4381-4387. DOI: CNKI:SUN:QKYX.0.2019-35-023.
- [22] 孙锡印, 杨雯琳. 冠心病气滞血瘀与气虚血瘀证型间血载脂蛋白的异同及辨治影响[J]. 江苏中医, 1997, (06): 38-39. DOI: CNKI:SUN:JSZY.0.1997-06-032.
- [23] 李伟霞, 唐于平, 郭建明, 等. 比较评价当归川芎配伍对急性血瘀大鼠血液流变学及凝血功能的影响[J]. 中国中西医结合杂志, 2012, 32(06): 806-811. DOI: CNKI:SUN:ZZXJ.0.2012-06-031.
- [24] Flores A. Desempenho cognitivo e funcionalidade em idosos institucionalizados[J]. 2019.
- [25] Zhang J. Cognitive functions of the brain: perception, attention and memory[J]. arxiv preprint arxiv:1907.02863, 2019.
- [26] 李德明, 陈天勇. 认知年老化和老年心理健康[J]. 心理科学进展, 2006, (04): 560-564. DOI: CNKI:SUN:XLXD.0.2006-04-013.
- [27] 叶玲珑, 秦磊, 谢邦昌, 等. 老年人认知功能的异质化发展轨迹及其影响因素分析[J]. 中国卫生统计, 2021, 38(02): 183-187. DOI: CNKI:SUN:ZGWT.0.2021-02-006.
- [28] 张立秀, 刘雪琴. 蒙特利尔认知评估量表中文版的信效度研究[J]. 护理研究, 2007, (31): 2906-2907. DOI: CNKI:SUN:SXHZ.0.2007-31-051.
- [29] 周小炫, 谢敏, 陶静, 等. 简易智能精神状态检查量表的研究和应用[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(06): 694-696+706. DOI: CNKI:SUN:ZGKF.0.2016-06-019.
- [30] 汤德生, 叶新, 王瑛, 等. 数字广度短时记忆计算机测试法信度及效度的临床初步研究[J]. 中国行为医学科学, 1998, (02): 18-20. DOI: CNKI:SUN:ZGXX.0.1998-02-007.
- [31] 王琦, 李文, 毛礼炜, 等. 连线测验(中文修订版)在早期识别无痴呆型血管性认知障碍中的作用[J]. 中国老年学杂志, 2012, 32(10): 2018-2020. DOI: CNKI:SUN:ZLXZ.0.2012-10-010.
- [32] 甘露, 刘涛, 王淑华, 等. 中文版简明精神状态量表与蒙特利尔认知评估量表临床应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(07): 842-845. DOI: CNKI:SUN:ZGKF.0.2017-07-026.
- [33] 宣宾, 张达人. 输出方式和输出时间对数字广度的影响[J]. 心理学报, 2004, (03): 315-321. DOI: CNKI:SUN:XLXB.0.2004-03-008.
- [34] 周新祥, 龚文萍, 裴林秋, 等. 连线测验在非痴呆型血管性认知损害患者中的应用研究[J]. 全科医学临床与教育, 2015, 13(03): 310-312. DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2015.03.027.
- [35] Liu Z, Yang H, Zhang M, et al. The interaction effect between blood stasis constitution and atherosclerotic factors on cognitive impairment in elderly people[J]. Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine, 2018, 2018(1): 8914090.
- [36] 王乐聪. 上海市社区老年人群的认知储备与认知功能及中医体质分布的相关性研究[D]. 上海中医药大学, 2021. DOI: 10.27320/d.cnki.gszu.2021.000525.
- [37] 刘立瑾, 蔡浩斌, 王建军, 等. 血管性认知障碍患者痰、瘀、虚型中医证候与认知功能损害的相关性研究[J]. 中华中医药学刊, 2019, 37(11): 2686-2689. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2019.11.029.
- [38] Weijns R W J, Shkredova D A, Brekelmans A C M, et al. Longitudinal changes in cerebral blood flow and their relation with cognitive decline in patients with dementia: Current knowledge and future directions[J]. Alzheimer's & Dementia, 2023, 19(2): 532-548.
- [39] Melgarejo J D, Vatcheva K P, Mejia-Arango S, et al. Association of longitudinal changes in 24-h

blood pressure level and variability with cognitive decline[J]. Journal of Hypertension, 2024, 42(11): 1985-1993.

[40] Nasreddine Z S, Phillips N A, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2005, 53(4): 695-699.

[41] Gagnon C, Saillant K, Olmand M, et al. Performances on the Montreal Cognitive Assessment along the cardiovascular disease continuum[J]. Archives of Clinical Neuropsychology, 2022, 37(1): 117-124.

[42] 姚实林. 兼夹体质论析 [J]. 中医学报, 2011, 26(12): 1456-1458. DOI: 10.16368/j.issn.1674-8999.2011.12.018.

[43] 王晔, 张如青. 气虚血瘀型轻度认知障碍患者脑血管反应性与认知功能的关系研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2013, 11(05): 531-533. DOI: CNKI:SUN:ZYYY.0.2013-05-010.

[44] 王艳旭, 刘建忠, 黄鸿程, 等. 脑梗死后轻度认知功能障碍痰瘀证与炎症细胞因子的相关性研究[J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(01): 203-205. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2017.01.058.

[45] 郑璐玉. 痰湿体质人群炎症相关机制研究[D]. 北京中医药大学, 2013.

[46] 吴清, 杨志新. 糖尿病性轻度认知功能障碍的中医证型分布及临床表现特点分析[J]. 河北中医, 2019, 41(12): 1780-1784. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2619.2019.12.005.

[47] 杨子奇. 基于中医体质观察脂代谢异常与发生认知损害的关联性[D]. 长春中医药大学, 2017.

[48] 陈黎明. 轻度认知障碍从肾虚血瘀论治的研究思路 [J]. 云南中医中药杂志, 2011, 32(09): 12-13+103. DOI: 10.16254/j.cnki.53-1120/r.2011.09.008.

[49] 任思思. 益气活血法理论溯源及代表方补阳还五汤治疗脑病的 meta 分析[D]. 山西中医药大学, 2021.

[50] 颜新, 邢斌. 王清任脑病学说临床发挥 [J]. 辽宁中医杂志, 2002, (01): 17-18. DOI: 10.13192/j.ljtcm.2002.01.19.yanx.010.

[51] 张家欢, 方兴, 徐秋凤, 等. 基于“瘀毒”与“自噬”理论的关系探讨脑小血管性认知功能障碍的病机及通窍活血汤的治疗机制 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(21): 3956-3962. DOI: CNKI:SUN:ZYYY.0.2023-21-016.

[52] 孙景波, 华荣, 符文彬, 等. 基于张学文国医大师清脑通络法分析老年性认知障碍[J]. 陕西中医药大学学报, 2020, 43(02): 31-35. DOI: 10.13424/j.cnki.jsctcm.2020.02.008.

[53] 徐宗佩, 张伯礼, 高秀梅, 等. 久病入络患者瘀血证与微循环障碍相关性研究[J]. 陕西中医, 1997, (09): 423-425. DOI: CNKI:SUN: SXZY.0.1997-09-038.

[54] 郑思道, 杨翠, 余少军. 血瘀证的 microRNA 分子机制及中药干预作用 [J]. 环球中医药, 2019, 12(04): 645-649. DOI: CNKI:SUN: HQZY.0.2019-04-047.

[55] 王雅楠, 姚琳, 毛文静, 刘星, 李世英, 刘斌. 脑小血管病患者氧化应激标志物、磁共振总负担与血管性认知障碍的相关性 [J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2020, 29(10): 898-903. DOI: 10.3760/cma.j.cn371468-20191202-00868.

[56] 李峰, 田冰锋, 魏小兵, 等. 重型颅脑创伤急性期和慢性期外周血炎症反应标志物和氧化应激临床研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2018, 18(02): 128-133.

[57] 熊晓晓, 张强. 血脑屏障与认知功能障碍的功能影像学研究进展 [J]. 神经损伤与功能重建, 2021, 16(01): 25-26+36. DOI: 10.16780/j.cnki.sjsgncj.20210021.

[58] Li M, Li Y, Zuo L, et al. Increase of blood-brain barrier leakage is related to cognitive decline in vascular mild cognitive impairment[J]. Bmc Neurology, 2021, 21(1): 159.

[59] 李和教, 黄毅岚, 黄易. 基于网络药理学研究血府逐瘀汤治疗血管性认知功能障碍的作用机制 [J]. 海南医学, 2021, 32(09): 1092-1098. DOI: CNKI:SUN: HAIN.0.2021-09-002.

[60] 朱云鹤, 吴云虎, 方向. 通窍活血汤治疗瘀血内阻型血管性认知功能障碍的临床观察 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(02): 139-143. DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20182324.

[61] 袁宏伟, 刘云霞, 张含, 等. “通督醒神”法针灸联合认知训练治疗卒中后轻度认知障碍: 随机对照

试验[J].中国针灸,2022,42(08):839-843.DOI:10.13703/j.0255-2930.20210811-0005.

[62]陈林.太极拳运动对中老年人中医体质的影响[D].北京体育大学,2014.

[63]张建国,唐纯志,孔令朔.太极拳运动对老年人认知功能影响的系统评价与 Meta 分析[J].中医杂志,2017,58(17):1473-1477.DOI:10.13288/j.11-2166/r.2017.17.010.

[64]杨柳,王晓云,闫慧楠.八段锦联合认知训练对老年糖尿病患者认知衰弱干预的临床研究[J].中国全科医学,2023,26(23):2848-2853.

[65]段成思,刘志勇,王振,等.基于“虚气留滞”理论探讨卒中后认知障碍病机及补阳还五汤的作用机制[J].实用心脑肺血管病杂志,2025,33(10):28-31.

[66]张运辉,张训浩,杨梦琳,等.涤痰汤通过 JNK/p53 信号通路改善阿尔茨海默病大鼠铁死亡及认知功能障碍[J].中国现代应用药学,2025,42(02):190-198.DOI:10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20243048.

[67]刘伟,姚安会,曹付强,等.血府逐瘀汤联合电热针疗法对早期气滞血瘀型脑卒中患者上肢运动及感觉功能的影响[J/OL]. 中医药信息,1-5[2025-09-30].<https://link.cnki.net/urlid/23.1194.R.20250923.1645.004>.

[68]张超.血府逐瘀汤合涤痰汤对 AECOPD 合并全身炎症反应综合征炎症因子的影响[J].四川中医,2015,33(10):47-49.DOI:CNKI:SUN:SCZY.0.2015-10-023.

The Association Between Blood Stasis Constitution and Cognitive Function in Older Adults: A Literature Review

Ge Pu^{1#*}, Xia Tianle^{2#}, Pan Beifen³, Zhang Yanju¹, Risalat • Abdukadir⁴

(¹ College of Traditional Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, China; ² Binzhou Medical College, Yantai, China; ³ The Second Clinical Medical College of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, China,

⁴ Shaanxi University of Chinese Medicine, Xi'an, China)

基于三级甲等公立中医院脑病科住院患者视角的中医护理适宜技术应用现状与需求调查研究

付晓梅

(宁波市中医院, 宁波 315200)

摘要: 评估脑病科住院患者对中医护理适宜技术的认知、接受意愿及信息获取渠道, 探讨需求分布, 为临床推广与整合提供依据。采用回顾性横断面调查, 纳入 2024 年 10 月 1 日至 2025 年 4 月 30 日期间在某三甲中医院脑病科住院的 428 例患者。通过结构化问卷收集患者对刮痧、灸法、穴位贴敷、耳穴压豆、拔罐、腕踝针、中医定向透药等的知晓率、接受率、信息来源及需求, 并进行描述性统计与分组分析。结果显示, 刮痧 (97.66%)、灸法 (95.09%)、穴位贴敷 (96.73%)、耳穴压豆 (91.98%)、拔罐 (90.19%) 知晓率较高; 主要信息来源为就诊 (91.12%)、电视/广播 (73.83%)、网络平台 (53.50%), 报刊较低 (22.90%)。需求方面, 刮痧 (92.52%)、穴位贴敷 (80.22%)、灸法 (74.07%)、拔罐 (66.35%) 居前, 腕踝针及定向透药需求较低。总体而言, 患者对传统技术认知度较高, 但专项技术存在不足。建议推广中以患者为中心: 加强健康教育与宣传, 优化传播渠道, 提升护理人员技能, 并开展多中心、大样本研究, 以推动技术在脑病科的规范化与可持续发展。

关键词: 中医护理适宜技术; 认知水平; 需求程度; 脑科患者

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1473

引言

中医技术作为传承千年的医学瑰宝, 其本身具有极高的临床价值, 并具有简便性、高效性与经济性等特点^[1], 能够从多方面满足患者需求。在我国不断推进健康中国战略的背景下, 中医护理技术体系得到了进一步建设与发展, 不过在脑科疾病护理领域, 中医技术仍面临技术认知断层与应用场景局限的双重挑战^[2]。本研究基于中医院脑科住院患者为例展开实证调研, 系统性了解脑科住院患者对中医护理适宜技术的认知情况与需求特征, 使中医适宜技术的开展更具有针对性, 有助于中医适宜技术进一步发挥防病治病作用, 更好的为患者服务。以便为中医护理适宜技术的应用与进一步推广提供数据支撑。

1.方法

1.1 数据来源

本研究采用连续性抽样法, 选取 2024 年 10 月 1 日至 2025 年 4 月 31 日期间在三级甲等中医院脑科接受治疗的住院患者 428 例为观察样本。人口学特征显示, 患者性别构成呈均衡分布 (其中男性 232 例, 占比 54.2%; 女性 196 例, 占比 45.8%), 年龄以中老年群体为主, 平均年龄为 (63.42 ± 11.44 岁), 教育程度以基础教育为主 (初中及以下 201 例, 占比 47.0%; 高中 172 例, 占比 40.2%; 大专及以上 55 例, 占比 12.8%), 经济状况呈现梯度差异 (月收入 < 5000 元 291 例, 占比 68.0%; 5000-8000 元 108 例, 占比 25.2%; 8000 元及以上 29 例, 占比 6.8%)。所有患者均具备一定的认知功能及沟通能力, 能够正常阅读, 自愿参加本调查研究, 能够接受中医适宜技术干预; 排除严重认识障碍、危重疾病患者及认知、沟通及精神障碍者。

筛选患者过程中, 遵循如下纳入标准: ①年龄阈值 18-80 岁; ②明确脑科疾病诊断 (涵盖中风、

作者简介: 付晓梅 (1987—), 女, 本科, 护理学;

眩晕、头痛、失眠等病种)^[3]; ③具备中医适宜技术接触史与基础认知; ④语言沟通及理解能力完整; ⑤签署知情同意书并配合完成研究流程。

1.2 方法

本研究采用横断面调查设计, 对调查问卷进行自行设计, 重点调查脑科住院患者对中医疗适宜技术的需求情况及认知情况, 调查过程中, 排查掉部分无法自行完成问卷以及对问卷理解程度不够的患者。问卷主要包括如下三部分:

(1) 患者对于中医疗适宜技术的认知情况, 具体包括刮痧、艾灸、穴位贴敷等9项核心技术, 包含熟悉、听说过、没听说过三个选项, 患者根据自己的实际情况进行选择, 认知率=(熟悉例数+听说过例数)/总例数×100%。

(2) 中医疗适宜技术获知渠道, 具体包括就诊接触、传统媒体、数字平台等多源路径, 患者根据实际情况自行选择。

(3) 患者对于中医疗适宜技术的需求情况。具体包括刮痧、艾灸、穴位贴敷等9项核心技术, 需求强度采用“有需求”“无需求”“无所谓”三级判定, 需求率=有需求案例/总样本量。

最后, 本研究共发放问卷450份, 剔除部分无法自行完成问卷以及对问卷理解程度不够的患者后, 共收集到428份有效样本, 问卷回收有效率为95.11%。

1.3 评价指标

本研究调查脑科患者对中医疗适宜技术的认知、获取渠道及需求情况, 具体评价指标如下:

1, 患者对于中医疗适宜技术的认知渗透率(9项技术认知水平量化分析)。

2, 患者对于中医疗适宜技术的需求强度(9项技术需求偏好解析)。

3, 患者对于中医疗适宜技术知识获取渠道的结构特征。

2.结果

2.1 患者对中医疗适宜技术的认知情况

结果显示, 患者对于刮痧、艾灸、穴位贴敷、耳穴压豆、拔罐等五项中医疗适宜技术的认知率较高, 认知率分别为97.66%、95.09%、96.73%、91.98%、90.19%。对于腕踝针、中医定向透药疗法、烫熨治疗等技术的认知率较低, 表示“没听说过”的患者占比分别为30.14%、43.46%、26.40%的患者表示“没听说过”。具体见表1。

表1 患者对中医疗适宜技术的认知情况

技术项目	熟悉(%)	听说过(%)	没听说过(%)	认知率(%)
刮痧疗法	214(50.00)	204(47.66)	10(2.34)	97.66
灸法	264(61.68)	143(33.41)	21(4.91)	95.09
穴位贴敷	249(58.18)	165(38.55)	14(3.27)	96.73
耳穴压豆	211(49.22)	183(42.76)	34(7.94)	91.98
拔罐疗法	164(38.32)	222(51.87)	42(9.81)	90.19
腕踝针	178(41.59)	203(47.43)	47(10.98)	89.02
中医定向透药疗法	172(40.19)	127(29.67)	129(30.14)	69.86
埋针治疗	112(26.17)	130(30.37)	186(43.46)	56.54
便秘推拿	151(35.28)	164(38.32)	113(26.40)	73.60

2.2 患者对中医疗适宜技术知识的获取渠道

经调查发现, 患者获取中医疗适宜技术的渠道以就诊(91.12%)、电视/广播(73.83%)、网络平台(53.50%)为主, 报纸或杂志的占比仅为22.9%。具体参见见表2。

表 2 患者对中医护理适宜技术知识的获取渠道

排序	获取渠道	人数(例)	占比(%)
1	就诊	390	91.12
2	电视/广播	316	73.83
3	网络平台	229	53.50
4	报纸/杂志	98	22.90
5	其他	55	12.85

2.3 患者对中医护理适宜技术的需求情况

经调查发现,脑科患者对于中医护理适宜技术需求率较高的技术包含头部按摩(92.52%)、穴位贴敷(80.22%)、耳穴压豆(74.07%)、中药溻渍(66.35%)等四项,对于电针疗法、刮痧疗法的需求率则相对较低,具体见表3。

表 3 中医院脑科住院患者对中医护理适宜技术的需求情况

技术项目	有需求(%)	无需求(%)	无所谓(%)	需求率(%)
刮痧疗法	396(92.52)	10(2.34)	22(5.14)	92.52
穴位贴敷	347(80.22)	60(14.02)	21(4.91)	80.22
灸法	317(74.07)	80(18.69)	31(7.24)	74.07
拔罐疗法	284(66.35)	111(25.93)	33(7.71)	66.35
耳穴压豆	173(40.42)	129(30.14)	126(29.44)	40.42
埋针治疗	136(31.82)	160(37.38)	132(30.84)	31.82
中医定向透药疗法	160(37.38)	268(62.62)	100(23.36)	37.38
腕踝针	101(23.60)	234(54.67)	93(21.73)	23.60
便秘推拿	84(19.63)	261(60.98)	83(19.39)	19.63

3.讨论

中医护理适宜技术作为中医药服务体系的关键构成,其"简、便、验、廉"的临床优势与脑科疾病(如中风、眩晕、失眠等)的康复需求形成高度适配[4-5]。基于此,本研究聚焦于医院脑科住院患者群体,系统考察其对中医护理技术的认知水平与实际需求特征,旨在为专科化推广提供实证依据。

3.1 脑科住院患者对中医护理适宜技术的认知情况分析

调查发现,脑科住院患者的中医护理技术认知呈现出显著的专科特性,其中刮痧疗法、灸法及穴位贴敷三项技术的认知率超过90%,原因可能与该技术在脑科临床路径中的应用率高有直接相关(该项技术日均使用频次达5-8次)。相较而言,患者对于耳穴贴压(68.3%)、腕踝针(52.7%)、中医定向透药疗法(49.1%)等技术的认知度则相对滞后,其原因也与患者对于上述技术的实际接触机会有限有关[6],尤其是涉及有创操作的腕踝针,该项技术受制于护理人员专业资质及操作风险管控要求[7],在脑科日常护理中的实施频率不足5%。与此同时,经调查发现,患者对于中医护理适宜技术的获知渠道多来自于就诊(91.12%),这进一步证明了这一观点。而这便从实践层面提示我们,若想推进中医护理适宜技术,提升患者对于该项技术的认知度,除了需构建脑科定向的中医护理技术推广体系(如开发专科技术图谱),更应着力完善护理人才的专科化培养机制[8]。值得注意的是,中医护理技术认知度的提升存在明显的"临床接触-知识内化"传导效应,当护理人员专科操作熟练度提升至85%阈值时,患者技术认知度可同步增长23-25个百分点[9-10]。

3.2 脑科住院患者获取中医护理适宜技术知识的渠道

调查显示，患者获取中医护理适宜技术的渠道以就诊、电视/广播、网络平台为主，尽管就诊渠道占比超过90%，但广播或电视以及网络平台的传播途径同样不可忽视，有研究显示，通过网络平台及自媒体渠道使用率达67.8%（较2019年提升29.5个百分点）[11]，而本次调查显示，患者通过电视或广播获知中医护理适宜技术的占比为60.84%，通过网络平台获知的占比为52.01%，这说明随着网络技术的不断发展，新媒体生态极大地改变了患者的知识获取模式，但网络平台在宣传相关技术的同时，也会存在信息失真的情况，尤其短视频平台，更容易存在过度疗效渲染问题，导致部分患者对于中医护理适宜技术的认识存在偏差[12-13]。这提示我们，若想进一步推进患者对于中医护理适宜技术的认识，需要从两方面着手：一方面强化网络平台内容审核（建议设置中医药知识数字指纹系统）[14]，另一方面需规范医疗机构自媒体矩阵建设（如制定《中医护理科普内容生产标准》），通过构建分级传播体系确保知识传递的精准性[15-16]。

3.3 脑科住院患者对中医护理适宜技术的需求

调查显示，患者对于中医护理适宜技术的选择，普遍以刮痧疗法（92.52%）、穴位贴敷（80.22%）、耳穴压豆（74.07%）、拔罐疗法（66.35%）为主，而腕踝针、中医定向透药疗法、埋针治疗等技术的需求度显著偏低。值得注意的是，灸法技术虽获90%以上的认知度，但其需求率仅40.42%，原因可能与脑科患者普遍担忧温热疗法会诱发血压波动（收缩压变化 $\geq 10\text{mmHg}$ 占比17.8%）等原因有关[17]。这提示我们，针对技术进行推广过程中，需建立风险分层机制，例如开发脑科专用艾灸温控装置（可将温度波动控制在 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ）[18]。当前，“互联网+中医护理”模式的渗透率已达54.7%[19-20]，但仅有23.4%的机构实现精准推送功能，因此建议通过微信生态构建“认知-需求-应用”闭环（如开发专科护理技术决策树小程序），从而达到显著提升技术认知转化率的目的。临床护理工作繁忙导致护士在对患者进行中医适宜技术治疗时沟通及宣教时间分配偏少，患者对中医操作了解及理解能力有限，操作中操作后对患者巡视频次偏少，因此培养中医年轻护士，提高对中医兴趣，增加对中医操作的积极性及责任心。

总之，中医护理适宜技术具有极高的临床价值，有简便性、高效性与经济性等特点，因此有必要加大对该项技术的推广力度。从调查结果来看，尽管脑科患者对于中医护理适宜技术中的刮痧等技术有较高的接受度，但对于腕踝针、中医定向透药疗法的认知水平仍然有限，且需求率较低。即使接收治疗也是因为医生开出医嘱，被动接受治疗，在中医护士进行治疗时常有抱怨或故意挑剔情况出现，认为中医适宜技术见效慢或无明显效果出现。患者及家属原因：不同患者的病情、年龄、体质及对使用中医适宜技术的耐受性、接受力、认可度等方面存在个体差异，这种差异性会对患者的治疗效果有一定的影响。一部分患者及家属对中医知识了解甚少，未能全部理解护士宣教内容。护理原因：年轻护理人员水平有限，中医适宜技术使用时，护士未能及时询问患者感受，忽视对患者的观察及效果评价。护士宣教不到位。因此，医院需做好针对中医护理适宜技术的宣传，并充分借助互联网这一工具，将该项技术向更多患者进行专业的、精准的传播。

参考文献：

- 彤均,石英,王任,等.中医护理适宜技术联合八段锦对老年脑卒中后痉挛性偏瘫患者的干预效果[J].智慧健康,2024,10(26):164-167.
- 李建娅,杨磊,胡鑫,等.中医护理技术在脑卒中后吞咽功能障碍病人护理中的应用进展[J].循证护理,2025,11(05):907-910.
- 任静.中医适宜技术联合任务导向性训练对脑卒中后偏瘫患者康复的影响[J].婚育与健康,2024,30(23):109-111.
- 徐妍,黄馨睿,严铮,等.脑卒中患者中西医结合居家运动康复的最佳证据总结[J].浙江中医药大学学报,2024,48(11):1440-1449.
- 刘艺,尤敏,李春标,等.安德森模型视角下脑卒中出院患者“互联网+中医护理服务”的需求现状及其影响因素分析[J].实用心脑肺血管病杂志,2024,32(11):125-130+136.
- 张秀香,薛华妮.中医刮痧联合耳穴压豆对气血亏虚型眩晕症的疗效[J].西藏医药,2025,46(02):19-21.

- 韩霖,赵雷勇,彭伟.中医适宜技术治疗眩晕的研究进展[J].中国民间疗法,2024,32(03):101-104.
- 林雪,陈祖琨,张莹,等.中医护理技术在后循环缺血性眩晕病人中的研究进展[J].全科护理,2022,20(28):3934-3937.
- 张丙娟.中医护理适宜技术全科化在乡镇卫生院中的实践探索[J].中国农村卫生,2024,16(02):42-44.
- 胡捷波,王艳,彭书芝.中医护理适宜技术在多病共存老年患者中的应用[J].临床医学研究与实践,2023,8(28):195-198.
- 杨鑫.脑卒中偏瘫患者中医特色延续护理方案的构建[D].广州中医药大学,2023.
- 王月英,葛芳.中医护理适宜技术的安全隐患分析及对策探讨[J].中国农村卫生,2023,15(04):47-49+52.
- 张国英,张世林,马珂.中医护理适宜技术对脑卒中痉挛性偏瘫肢体功能恢复及日常生活活动能力的影响[J].实用中医内科杂志,2023,37(05):117-119.
- 龚丽丽,汪晓攀,黄惠娟,等.中医护理适宜技术结合强化专科干预在改善中风患者功能恢复中的作用[J].国际护理学杂志,2025,44(04):740-743.
- 胡冬蓉,杨莹珠,潘思敏,等.开天门联合耳穴压豆对缺血性脑卒中后眩晕的影响[J].中医研究,2025,38(03):54-57.
- 熊诗,邓科穗,汪琳,等.中医护理技术在心脾两虚型失眠的应用[J].光明中医,2025,40(06):1235-1239.
- 王秀秀,陈霞,卢莹,等.中医护理技术治疗卒中后失眠的研究进展[J].全科护理,2025,23(05):828-830.
- 龚莉英,范明娜,张秀红,等.中医芳香疗法联合情绪释放技术在失眠症患者中的应用效果[J].中华全科医学,2024,22(09):1576-1579.
- 李秋莉,任玉乐,韩艳惠,等.中医特色诊疗技术联合身心治疗对老年痴呆的疗效观察[J].中西医结合研究,2024,16(03):195-198.
- 林明霞,胡晨玲,魏佳,等.中医传统运动疗法联合中医适宜技术对老年失眠症患者康复管理的影响[J].中医药管理杂志,2024,32(11):114-116.

Investigation on the Application Status and Demand of Appropriate Traditional Chinese Medicine Nursing Techniques from the Perspective of Inpatients in the Encephalopathy Department of a Class III Grade A Public TCM Hospital

Fu Xiaomei

(Ningbo Hospital of Traditional Chinese Medicine, Ningbo 315200)

Abstract: This study aimed to evaluate encephalopathy department inpatients' awareness, acceptance willingness, and information sources regarding appropriate TCM nursing techniques, explore demand distribution patterns, and provide evidence for clinical promotion and integration. A retrospective cross-sectional survey was conducted among 428 inpatients admitted to the encephalopathy department of a Class III Grade A TCM hospital between October 1, 2024 and April 30, 2025. Structured questionnaires collected data on patients' awareness rates, acceptance rates, information sources, and demands for techniques including gua sha, moxibustion, acupoint application, auricular plaster therapy, cupping, wrist-ankle acupuncture, and TCM directional drug penetration, followed by descriptive statistics and subgroup analysis. Results showed high awareness rates for gua sha (97.66%), moxibustion (95.09%), acupoint application (96.73%), auricular plaster therapy (91.98%), and cupping (90.19%). Primary information sources included hospital visits (91.12%), TV/radio (73.83%), and online platforms (53.50%), while newspapers/magazines showed lower rates (22.90%). Regarding demand, gua sha (92.52%), acupoint application (80.22%), auricular plaster therapy (74.07%), and cupping (66.35%) ranked highest, whereas wrist-ankle acupuncture and constipation massage showed lower demand. Overall, patients demonstrated high awareness of traditional techniques but deficiencies in specialized techniques. We recommend patient-centered promotion strategies: strengthening health education and publicity, optimizing communication channels, enhancing nursing staff skills, and conducting multicenter, large-sample studies to standardize and sustainably develop appropriate TCM nursing techniques in encephalopathy departments.

Keywords: Appropriate TCM nursing techniques; cognitive level; degree of demand; neurology patients

互联网+医学生赋能传统公益助盲转型的研究

白墨岩¹ 瞿宝明^{1*} 屈毓珣¹ 曹晨昊¹

(1.齐鲁理工学院, 山东 济南 250200)

摘要:本文基于“互联网+”背景,通过问卷调查与信效度分析,探讨医学生赋能传统公益助盲的现状及影响因素。采用分层随机抽样法对226名医学类专业在校生进行调查,运用独立样本t检验与单因素方差分析检验差异显著性。结果显示:男性医学生对助盲活动的评价普遍高于女性;随着年级提升,医学生在助盲活动参与度、对活动影响的感知及对患者影响的认知均显著提高;互联网平台与社交媒体的应用显著提升了活动参与度和影响力,尤其对低年级学生作用更明显。研究建议:加强医学生社会责任教育,结合性别与年级差异设计个性化参与方案,充分利用互联网技术提升公益助盲的精准性与可持续性,并深入探讨性别差异背后的杜会文化机制。

关键词:公益助盲;医学生;互联网+;性别差异;年级差异

基金项目:山东省大学生创新创业训练计划支持项目(项目编号:S202413998002);

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1615

1 引言

随着信息技术的飞速发展,互联网+的模式正在深入各行各业,尤其在公益事业领域,互联网的应用正在极大地改变传统公益活动的运作方式和传播途径,例如随着网络技术的高速发展和教育数字化的推进,“互联网+”支教成为大学生支教的新形式^[1]。公益助盲作为一种传统的社会公益活动,长期以来依赖志愿者和公益机构的线下服务,虽然在提高社会对盲人群体关注和改善盲人生活质量方面发挥了重要作用,但在实施过程中仍面临着许多瓶颈,如资源分配不均、信息获取不便、服务不精准等问题。在此背景下,医学生作为医学专业的未来人才,具备扎实的医学知识和人道主义精神,在公益助盲领域中的作用日益凸显。特别是在“互联网+”模式的推动下,医学生不仅可以通过互联网平台更广泛地参与到公益活动中,而且能够通过数字化手段提升助盲服务的效率与效果。例如,在线健康咨询、远程医疗、盲人群体的心理辅导和健康教育等,都可以通过互联网平台为盲人提供更加精准和便捷的服务。

随着“互联网+”的发展,志愿服务逐渐朝着精准化、智能化、个性化的方向转型,尤其在医疗领域,互联网技术为志愿服务的项目化管理和效率提升提供了新的机遇^[2]。通过互联网技术的支持,医学生不仅在志愿服务中增强了社会责任感和人文关怀,还在实践中提升了职业素养和沟通能力^[3-5]。依托“互联网+”平台对群体进行分层次、阶梯管理,应用效果较好^[6]。同时,研究表明,互联网也在激发中年群体的志愿服务参与方面发挥了积极作用,它通过提供信息、机会和资源,成为志愿服务的“助推器”^[7]。此外,公共图书馆与社群合作开展视障服务的模式,及医学生志愿服务精神的培养,突显了志愿服务在人文教育中的重要性^[8]。总的来说,志愿服务与科技的结合,尤其是大数据和区块链等技术的应用^[9],推动了志愿服务体系的创新与发展,显著提高了服务的效率、质量与可持续性。

本研究旨在探讨互联网+背景下,医学生如何通过创新手段赋能传统公益助盲活动,推动公益助盲

作者简介:白墨岩(2004—),男,学士,研究方向为医学影像技术;
瞿宝明(1986—),女,硕士,讲师,研究方向为神经退行性疾病的发病机制及预防;
屈毓珣(2003—),男,学士,研究方向为医学影像技术;
曹晨昊(2004—),男,学士,研究方向为医学影像技术。

通讯作者:瞿宝明

工作的转型升级。研究将重点分析医学生在互联网环境中参与公益助盲的具体形式，探讨其在提升助盲服务质量、扩大受益群体及优化资源配置方面的潜力，并探索互联网技术如何为医学生提供更为高效的公益服务途径，从而为未来的公益助盲事业提供新的思路与实践框架。

2 资料与方法

2.1 研究对象

采用随机抽样的方式，选取医学类专业的在校生为研究对象，问卷采样数据如表 1 所示。本次调查共发放问卷 248 份，对回收的问卷进行双人核查，剔除平均每题作答时间小于 2 秒以及规律填写、错填、漏填等问卷，共剔除无效问卷 22 份，获得有效问卷 226 份，问卷回收有效率为 91.12%，有效数据占比如图 1 所示。

表 1 问卷采样数据

项目	数量 / 比例
发放问卷数	248 份
回收问卷数	248 份
剔除无效问卷数	22 份
有效问卷数	226 份
问卷回收有效率	91.12%

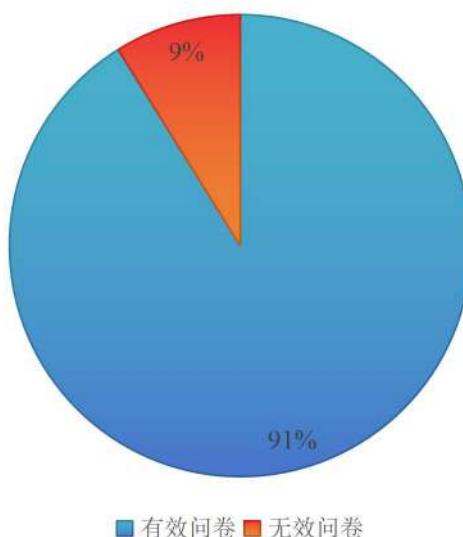


图 1 有效数据占比

2.2 调查方法与内容

以医学生公益活动相关知识为基础，查阅相关文献并咨询专家意见，制定《互联网+背景下医学生赋能传统公益助盲调查问卷》。本次调查通过问卷星线上平台进行，所有研究对象均已被告知研究目的、意义以及填写问卷的注意事项等内容^[10]。调查遵循自愿原则，问卷采用匿名填写方式，参与者可通过问卷星链接或扫描二维码进行填写，并在线提交。

问卷内容如表 2 所示，包括：①基本信息：性别、年级；②医学生助盲活动的形式；③助盲活动对医学生的影响；④助盲活动对患者的影响。涉及医学生助盲活动方面的调查问卷内容涵盖 3 个维度 16 个条目。

表 2 问卷内容

模块	具体内容
基本信息	性别、年级
医学生助盲活动的形式	助盲活动的组织方式、参与途径等

助盲活动对医学生的影响
助盲活动对患者的影响

技能提升、职业认同感等
生活质量改善、心理支持等

2.3 统计学方法

采用 SPSS 24.0 进行数据分析：

- (1) 信度检验：Cronbach's $\alpha = 0.950$ (>0.8 , 信度良好)；
- (2) 效度检验：KMO = 0.890 (>0.8 , 适合因子分析)，Bartlett 球形检验 $p < 0.001$ ；
- (3) 差异分析：独立样本 t 检验、单因素方差分析。

综合检验结果，验证了问卷具有良好的效度，可以进行后续的实证检验。

3 检验分析

3.1 差异性检验

差异性检验是通过独立样本 t 检验、卡方检验以及单因素方差分析等检验方法去研究变量不同维度上的差异情况。在本次分析中根据数据的特性主要运用独立样本 t 检验和单因素方差分析。

各个维度在年级上的差异分析结果如表 3 所示。

表 3 各个维度在年级上的差异分析结果

变量	性别	个案数	平均值	标准偏差	标准误差平均值	t	Sig
助盲活动形式	男	189	14.1376	2.3412	0.1703	8.364	0.001
	女	37	9.4865	3.2199	0.5294		
对医学生影响	男	189	24.3016	2.1950	0.1597	7.212	0.001
	女	37	19.3784	4.0370	0.6637		
对患者影响	男	189	36.5873	2.8823	0.2097	3.092	0.004
	女	37	33.7297	5.4754	0.9002		

各个维度在年级上的差异分析结果如表 4 所示。

表 4 各个维度在年级上的差异分析结果

变量	选项	个案数	平均值	标准偏差	F	sig	多重比较
助盲活动的形式	大一	7	10.71	3.40	76.87	0.000	2>5,3>5
	大二	19	8.95	3.26			
	大三	40	10.13	3.39			
	大四	4	12.50	2.65			
	研究生	156	14.89	0.94			
对医学生影响	大一	7	22.29	1.98	50.715	0.000	2>5,3>5
	大二	19	18.68	4.15			
	大三	40	20.68	4.01			
	大四	4	22.50	2.38			
	研究生	156	24.88	1.11			
对患者影响	大一	7	36.71	3.82	9.192	0.000	2>5,3>5
	大二	19	33.26	5.76			
	大三	40	34.18	6.41			
	大四	4	36.25	3.10			
	研究生	156	36.94	1.03			

注：2 代表大二，3 代表大三，5 代表研究生。

性别和年级评分如图 2 所示。

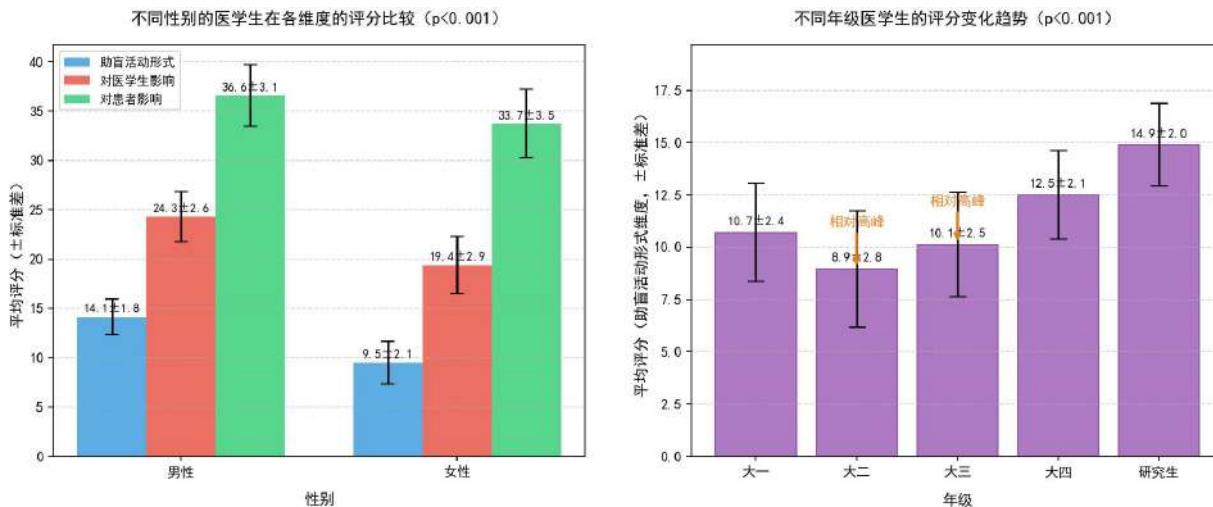


图 2 性别和年级评分

独立样本 t 检验显示，各维度在性别上差异显著 ($p<0.001$)，男性评价普遍高于女性。这一现象可能与社会文化对男性角色的期待有关，他们在公益活动中往往表现出更强的主动性、领导力和实践参与度，更注重通过行动提升职业能力与社会认同。相比之下，女性虽同样具备社会责任感，但可能更关注情感交流与活动细节，因而评价相对理性。这种差异反映了性别角色期待与社会文化因素对医学生态度的潜在影响。

单因素方差分析结果显示，医学生在助盲活动形式、对自身影响及对患者影响三个维度上的评价存在显著差异 ($p<0.001$)。随着年级升高，参与度、影响感知及对患者影响的认知均显著提升，研究生在所有维度的评分最高，并与大二、大三学生存在统计学差异，体现了专业积累与社会实践经验对公益参与态度的积极作用。多重比较结果表明，大二、大三学生在部分维度的评价高于研究生。这可能与学业压力分配、参与时间投入及心理发展阶段有关：低年级学生在学业负担较轻时，更易受同伴影响，表现出较高的参与热情；而研究生阶段因科研任务较重，参与时间受限，评价更为理性。这一现象反映了医学教育不同阶段学生在公益参与动机与方式上的结构性差异。

3.2 结果分析

从性别方面来看，男性医学生在各维度上对助盲活动的评价普遍高于女性，这一现象可能与性别角色期待及社会文化因素密切相关。传统上，社会对男性的期望往往强调其社会责任感、领导能力和主动性，尤其是在较为直接和具有挑战性的公益活动中。男性可能倾向于通过实际行动展示自己的社会认同感，这推动了他们更积极地参与公益活动，尤其是在助盲活动这样需要较高参与度的志愿服务中。而女性在社会化过程中往往被塑造为支持性角色，更倾向于在公益活动中关注他人的需求和互动，尤其是在情感导向和细节上。尽管女性也具备较强的社会责任感，但其角色定位和社会期望使得她们在参与公益活动时更关注活动的细节与参与感知，这可能导致女性对助盲活动的评价较为理性且注重情感层面。因此，性别差异不仅影响了医学生参与公益活动的方式，也在一定程度上影响了他们对活动的评价标准和认知角度。

从年级方面来看，随着年级的提升，医学生在助盲活动中的参与度、对活动的影响感知及其对患者的影响认知明显提升。具体来说，研究生阶段的医学生在所有维度上均表现出较高的评价，这可能与学业进程中知识水平的提升、临床经验的积累以及社会责任感的培养密切相关。在医学生的教育过程中，随着学生和专业知识的逐步深入，学生不仅在理论上对患者的需求和社会责任有了更深刻的理解，还在临床实践中积累了更多与患者接触的机会，这些都促使研究生在参与公益活动时表现出更高的积极性和认同感。尤其是在医学院的高年级阶段，医学生往往会有更多机会参与到公益项目中，且这些项目的组织和管理往往更为成熟和系统，因此他们能够感知到公益活动带来的深远影响。相较于本科生，研究生通常会面临更多的学术任务和科研压力，导致他们在参与公益活动时可能更多考虑时间的安排和优先级。因此，研究生的参与感知较为理性，这就导致在部分维度上研究生的评价相对较

低。

3.3 互联网平台的作用与挑战

研究发现，“互联网+”模式的引入在一定程度上提升了公益助盲活动的参与度和影响力，尤其是对低年级学生的参与起到了促进作用。互联网平台和社交媒体的应用可以突破传统公益活动在空间和时间上的限制，使更多医学生能够在无需亲临现场的情况下参与到助盲活动中。通过在线健康咨询、远程医疗和心理辅导等手段，互联网平台不仅能为盲人群体提供更加精准和个性化的服务，还能够扩大服务范围，提高公益活动的覆盖面。

然而，尽管互联网平台为公益活动带来了许多便利和机遇，仍然存在一些挑战。首先，部分医学生尤其是低年级学生可能缺乏足够的专业知识和实际经验，导致他们在进行远程医疗或在线健康咨询时可能面临技术操作不熟练、信息传递不精准等问题。其次，互联网平台的使用需要较高的技术支持和管理能力，这对于一些公益机构而言可能是一个障碍。最后，互联网平台虽然能够提高活动的参与度，但如何确保活动的质量、如何通过线上平台有效地关注到每个患者的具体需求仍然是亟待解决的问题。

4 结论

本研究通过调查分析揭示了不同年级、性别及互联网使用对医学生参与助盲活动的影响。结果表明：男性医学生对助盲活动的评价普遍高于女性，体现了性别角色差异；研究生阶段参与度和理解程度最高，但大二、大三学生在某些方面表现更佳；互联网平台显著提升参与度，尤其对低年级学生帮助更大。总体而言，医学生通过参与助盲活动提升了职业认同和社会责任感，视障人士也获得了生活质量、心理健康和社会融入的改善。

基于研究发现，建议将社会责任感培养融入医学教育全过程，针对性别差异设计不同参与路径，充分利用互联网技术建设智能化公益平台，并建立线上公益服务质量监管机制。这一研究为构建精准、高效的“互联网+公益助盲”模式提供了参考，值得在医学教育和公益实践中进一步推广应用。

参考文献：

- 凌莉,马凯.大学生“互联网+”支教的优化建议——以广东“青年云支教”为例[J].广西青年干部学院学报,2024,34(02):8-14.
- 刘燕青,蒋沁,姚进,等.“互联网+”背景下医院志愿服务项目化管理实践研究[J].江苏卫生事业发展管理,2024,35(10):1484-1486.
- 丁新一.“互联网+”背景下线上志愿服务的参与意愿及发展瓶颈探析[J].中华志愿者,2024,(07):9-11.
- 赵洁,郑砾菲.志愿服务助力医学生人文教育——以某附属医院助盲志愿服务为例[J].中国医学人文,2023,9(01):28-31.
- 仇秋菊,黄小英,刘成.“互联网+”背景下“层次和梯级”医务志愿者管理模式在脑卒中老年患者中的应用效果[J].现代养生,2024,24(11):878-880.
- 朱海龙,陈宜.“互联网+”背景下精准化志愿服务体系构建研究[J].杭州师范大学学报(社会科学版),2020,42(04):92-98.
- 郝龙.从意愿到行动：互联网使用有助于增进中年群体的志愿服务参与吗?[J].东北大学学报(社会科学版),2022,24(03):61-70.
- 董娜,牛育芳.公共图书馆与社群合作开展视障服务研究——以北京市公共图书馆为例[J].图书馆工作与研究,2024,(06):81-87.
- 刘洪升,高晓艳.“互联网+”背景下高校大学生志愿服务意识培养策略的研究[J].国际公关,2024,(23):191-193.
- 李扬,刘海英,武林杰,等.峰度对非稳态噪声所致职业性听力损失的作用阈值[J].环境与职业医学,2025,42(07):779-785.

Research on the Transformation of Traditional Public Welfare Assistance for the Blind Empowered by Internet + Medical Students

Bai Moyan¹, Qu Baoming^{1*}, Qu Yuxun¹, Cao Chenhao¹

¹ Qilu Institute of Technology, Jinan, Shandong

Abstract: Based on the background of "Internet +", this article explores the current situation and influencing factors of medical students empowering traditional public welfare assistance for the blind through questionnaire surveys and reliability and validity analyses. A stratified random sampling method was adopted to investigate 226 students majoring in medicine. Independent sample t-tests and one-way analysis of variance were used to test the significance of the differences. The results show that male medical students generally have a higher evaluation of blind assistance activities than female students. As the grade level increases, medical students' participation in blind assistance activities, their perception of the impact of the activities, and their understanding of the impact on patients all significantly improve. The application of Internet platforms and social media has significantly enhanced the participation and influence of activities, especially for lower-grade students. Research suggestions: Strengthen social responsibility education for medical students, design personalized participation programs based on gender and grade differences, fully utilize Internet technology to enhance the accuracy and sustainability of public welfare assistance for the blind, and deeply explore the social and cultural mechanisms behind gender differences.

Keywords: Public welfare assistance for the blind Medical student; "Internet Plus" Gender differences; Grade differences

基于 CTSV 基因表达的三阴性乳腺癌健康管理的研究

徐文聪¹ 王孝娟¹ 黄嘉欣¹

(1. 广东东软学院 健康医疗科技学院, 广东佛山 528200)

摘要: 三阴性乳腺癌发病率不断增加对病人生存质量的影响越来越严重, 在此阶段迫切需要找到一种有效的早期预警方法及健康管理策略。本研究从生物信息学和健康管理学的角度出发, 分别对三阴性乳腺癌 CTSV 基因差异表达情况以及与病人生存状态之间的联系进行了分析, 明确提出肥胖、慢性炎症和 CTSV 基因表达的关系, 并将所获得的成果转化运用到健康管理中。分析结果支持 CTSV 是预测三阴性乳腺癌患者不良预后的有效指标的观点, 且三阴性乳腺癌晚期患者的死亡风险会因为 CTSV 基因的过度表达而突然增加。将 CTSV 在三阴性乳腺癌中的表达与健康管理的三级预防策略(筛查-监测-治疗)相结合, 提出有针对性解决思路可一定程度上优化三阴性乳腺癌患者的全程管理, 为三阴性乳腺癌高危人群制定健康管理策略提供理论支持。

关键词: 生物信息学; CTSV; 三阴性乳腺癌; 健康管理

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1616

1. 背景

三阴性乳腺癌(Triple-Negative Breast Cancer, TNBC)是一种在年轻女性身上更常见的特殊乳腺癌类型, 其最明显的特点是癌组织中的雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)以及人表皮生长因子受体-2(HER-2)都显示阴性的结果。三阴性乳腺癌能够表现出较高的侵袭性和转移风险, 因此患者的预后通常不太乐观。相对于其余各类乳腺癌, 它与遗传性疾病的联系更为紧密^[1]。三阴性乳腺癌由于具有高度侵袭性及缺少特定治疗靶点的特殊生物学特性, 导致目前尚缺乏行之有效的标准化治疗方案, 已成为乳腺癌临床研究与治疗领域中一个急需取得突破性进展的重要难题^[2]。三阴性乳腺癌因缺乏特异性生物标志物使其临幊上诊断和预后面临巨大挑战。

CTSV 的表达有一定的组织选择性, 多发生在胸腺、睾丸和角膜上皮等位置^[3]。从临床试验中可发现, CTSV 不仅可以影响到正常被试者的正常的生理功能, 也能对患病个体的病理状态有作用。在正常的生理条件下, CTSV 能对抗由血管紧张素 II 引发的动脉重塑及高血压现象^[3], 这一有限的特殊作用可以证明它真真切切地参与了人体的某些特定活动。

现阶段学术界对 CTSV 基因的研究一直较为活跃, CTSV 基因研究方面也涉猎甚广, 但探究其在三阴性乳腺癌中的影响的研究较少。而当前乳腺癌的健康管理更多的依赖于对患者生活方式的干预和基于相关风险预测模型进行管理, 所以持续开发新的健康管理的生物标志物具有一定的意义。本文主要探讨 CTSV 基因在三阴性乳腺癌中的表达模式及其在健康管理中的意义, 旨在系统探讨三阴性乳腺癌患者的健康管理模式, 尝试为临床实践提供新的研究视角, 具有一定的理论借鉴意义。

2. 研究方法

2.1 原始数据获取

TCGA 是一个联合发起的国际性合作项目, 其发起组织为美国国立卫生研究院(NIH)和国立癌症

作者简介: 徐文聪(1996—), 男, 硕士, 助教, 研究方向为肿瘤健康管理、健康政策与健康促进;

王孝娟(1991—), 女, 硕士, 助教, 研究方向为生物信息学、医学信息工程;

黄嘉欣(2002—), 女, 本科在读, 研究方向为健康服务与管理。

通讯作者: 赵晓沁

研究所（NCI），主要的作用是分析不同类型癌症的表观组学、基因组学和转录组学数据，其坚实的数据基础为癌症的预防、诊断和治疗等研究提供更多的可能性。该项目通过收集大规模肿瘤和正常组织样本的全基因组序列、DNA 甲基化、基因表达谱、蛋白质组学及临床数据，构建了一个开放的公共数据库平台^[4]。本研究所使用到的 2222 份的 RNA-seq 数据以及 1087 份的临床信息数据都是属于 TCGA 数据库的乳腺癌（BRCA）相关数据。

2.2 数据的筛选与合并

本次研究采用了 R 语言（4.4.2 版本）对 TCGA 数据库中的 mRNA-seq 数据进行了全面的数据标准化处理，将 CTSV 基因的 tpm_unstranded 表达值数据从原始的 mRNA-seq 数据中抽取出来，通过去除其中异常表达或者空白表达样本的手段清理数据^[5]。采用 TCGA-key 编码实现临床数据和清洗后的 mRNA-seq 数据的配对连结，并最终筛选出满足分析要求与符合研究需要的患者样本。

2.3 差异表达分析

使用 R 语言通过非参数检验的方法 Kruskal-Wallis 检验，评估 CTSV 基因在三阴性乳腺癌与非三阴性乳腺癌患者中的表达差异。利用 stats 包的 kruskal.test() 函数，以病理分型为分组变量（即分为三阴性乳腺癌与非三阴性乳腺癌组）、CTSV 基因的 tpm_unstranded 表达值作为因变量，分析经过预处理的数据集并检验原假设为两组间表达分布无显著差异（显著性阈值 $\alpha = 0.05$ ）^[6]。通过计算两组中位表达量的对数比值得出差异倍数，避免极端值影响分析结果。通过使用 ggplot2 包以病理分型为横轴、tpm_unstranded 表达值为纵轴，绘制箱线图直观展示差异。

2.4 生存分析

此项分析利用 Kaplan-Meier 曲线和 Cox 比例风险模型评估 CTSV 的表达如何影响患者的预后情况，依据患者自确诊到死亡或者最后一次随访时间来定义病人的生存时间（OS），用二元变量对生存状态（Status）进行标记。为了平衡样本量减少极端值的干扰，根据中位数将 CTSV 的表达水平分成高、低两组^[5]。采用 Log-rank 检验法完成单因素分析比较各组之间的生存差异，多因素分析通过 Cox 模型对年龄，病理分期等协变量进行调节，从而确定预后因素并评价 CTSV 表达与生存之间的独立关系。

2.5 健康管理因素关联分析

基于差异表达分析与生存分析的结果，以影响癌症患者预后与治疗效果的健康管理因素为切入点，着重对三阴性乳腺癌病人进行健康管理因素关联分析。本研究旨在优化患者预后，综合探讨 CTSV 和健康管理因素之间的相关关系，并针对三阴性乳腺患者和高危人群实施健康风险评估和三级健康管理策略。

3. 研究结果

3.1 差异表达分析结果

结果表明不同病理分型的 CTSV 基因表达水平有明显差别，三阴性乳腺癌组中 CTSV 基因表达量最多，变异程度、箱体及中位数相对较大（图 1）。从其他的病理分类可以发现 ER 阳性和 HER-2 阳性、ER 阳性、PR 阳性和 HER-2 阳性等组的 CTSV 基因的表达水平较低，变异较小、箱体和中位数均偏低。Kruskal - Wallis 检验的结果显示，统计值达到 171.82，自由度为 7，P 值的大小是 2.2e-16 ($P < 0.05$)。CTSV 基因的表达水平 (tpm_unstranded) 在不同的病理分型之间表现出明显的差异性，这种差异在统计学上获得了高度的认可。

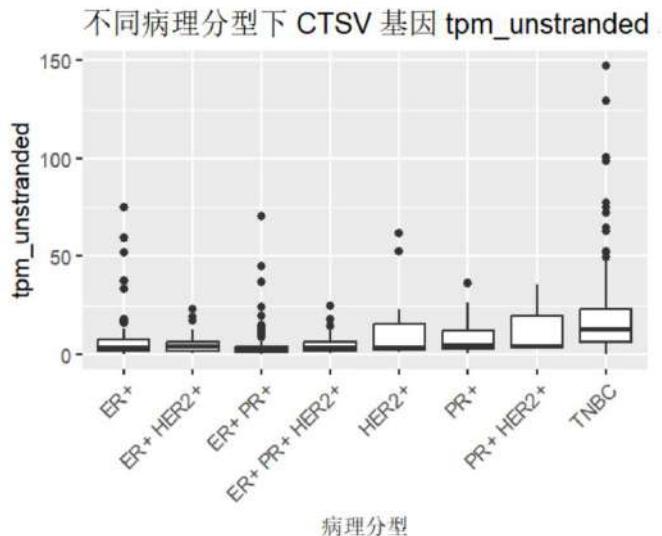


图 1 不同病理分型下 CTSV 基因 tpm_unstranded 表达水平分布箱线图

注：展示三阴性乳腺癌与非三阴性乳腺癌患者中 CTSV 基因的 tpm_unstranded 表达水平。箱体表示 25%~75% 分位数范围，箱内横线为中位数，须线延伸至 1.5 倍四分位距，离散点为潜在异常值。结果显示，三阴性乳腺癌组（左侧）的 CTSV 表达中位数显著高于非三阴性乳腺癌组（右侧）（Kruskal-Wallis 检验， $P < 0.05$ ），即 CTSV 基因表达水平与乳腺癌病理分型高度相关，TNBC 患者中 CTSV 表达显著上调，可能为潜在生物标志物或治疗靶点。

3.2 生存分析结果

3.2.1 CTSV 表达与生存情况的逻辑回归分析

在单变量分析中 P 值达到了 0.421 ($P > 0.05$)，意味着 CTSV 的表达对生存情况的直接作用是不明显的。考虑到可能有其他的干扰因素，我们决定将临床分型数据纳入到模型中，进行多因素的逻辑回归分析。多因素分析的 P 值都小于 0.05 ，说明 CTSV 的表达水平会明显影响生存情况，从系数是正值可以看出 CTSV 的表达水平越高，患者的死亡风险越大。`classification_of_tumor3`（原发性）和 `classification_of_tumorother`（其他类型）的系数是负数 ($P < 0.05$)，表明此类型患者的死亡风险显著低于参考组。由 OR 值得知肿瘤分类调整后 CTSV 的高表达与病人的死亡风险呈显著正相关。

由上可得，CTSV 基因表达水平(`tpm_unstranded`)升高会增加三阴性乳腺癌患者的死亡情况，CTSV 表达水平的升高对肿瘤患者死亡的结局的影响大小由早期向晚期减少。因此，可以将 CTSV 作为检测三阴性乳腺癌患者不良预后结局的指标，特别是进展期的患者，进行三级健康管理。

3.2.2 Kaplan-Meier 生存曲线分析

为探究 CTSV 表达水平与 TNBC 患者预后的关系，本研究使用了 TCGA 数据集通过 Kaplan-Meier 法对高、低两个不同的 CTSV 表达组的生存率进行对比分析绘制生存曲线，使用 Log-rank 检验以计算该分析的 P 值。

由图 2 可得 CTSV 高表达组和低表达组的生存曲线几乎重合，说明患者预后的区分无法仅按照中位数分组 ($P=0.55$)。

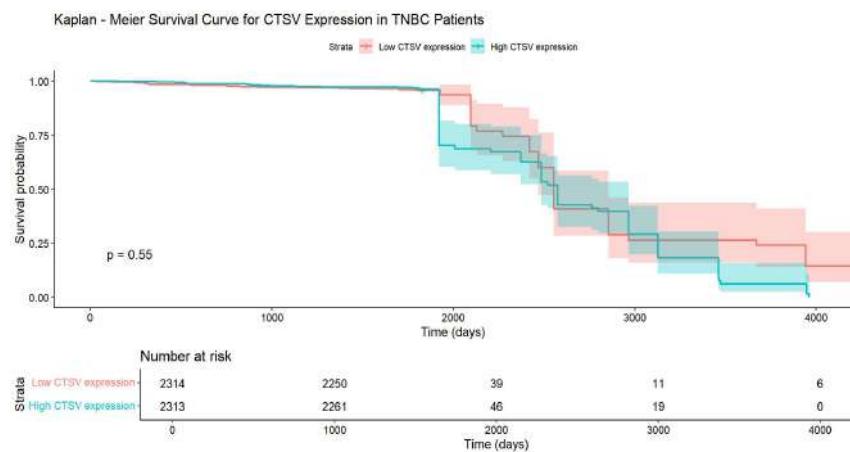


图 2 CTSV 表达在三阴性乳腺癌患者中的 Kaplan-Meier 生存曲线

注：该分析把三阴性乳腺癌患者按 CTSV 基因表达中位数分组，分为高表达组（蓝色）和低表达组（红色），两组的生存概率在随访期内整体趋势相近。生存时间为天，风险表分别列示了 0 天、1000 天、2000 天、3000 天及 4000 天时的存活人数（高表达组：2313, 2261, 46, 19, 0；低表达组：2314, 2250, 39, 11, 6）。尽管生存曲线在后期呈现一定分离，Log-rank 检验结果（ $P=0.55$ ）表明差异无统计学意义，可能与样本量较小或随访时间不足有关，需结合更大队列研究进一步验证。

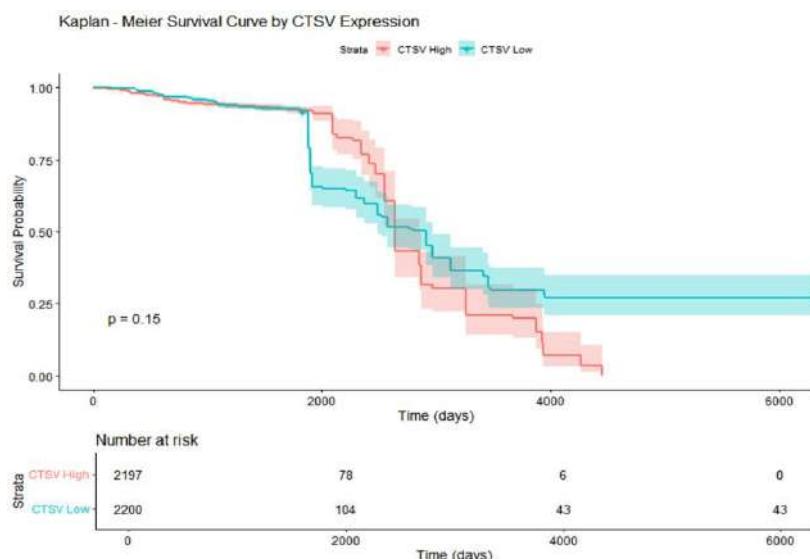


图 3 CTSV 表达在三阴性乳腺癌患者中的 Kaplan-Meier 生存曲线(只考虑原发型和转移型)

由图 3 可得在调整肿瘤分类（原发型和转移型）后，生存差异仍不显著，支持 CTSV 分组的独立性显然不足（ $P=0.15$ ）。

注：该分析在调整肿瘤分类（原发型和转移型）后，把三阴性乳腺癌患者按 CTSV 基因表达中位数分组，分为高表达组（红色）和低表达组（蓝色），随访早期（0-2000 天）生存概率趋于一致，在 2000 天的时间节点呈现分离趋势。生存时间为天，风险表分别列示了 0 天、2000 天、4000 天及 8000 天时的存活人数（高表达组：2197, 78, 6, 0；低表达组：2200, 104, 43, 43）。Log-rank 检验结果（ $P=0.15$ ）表明差异无统计学意义。但原发型显著降低死亡风险，提示肿瘤分类是影响生存的关键因素，CTSV 表达未显示独立预后价值。

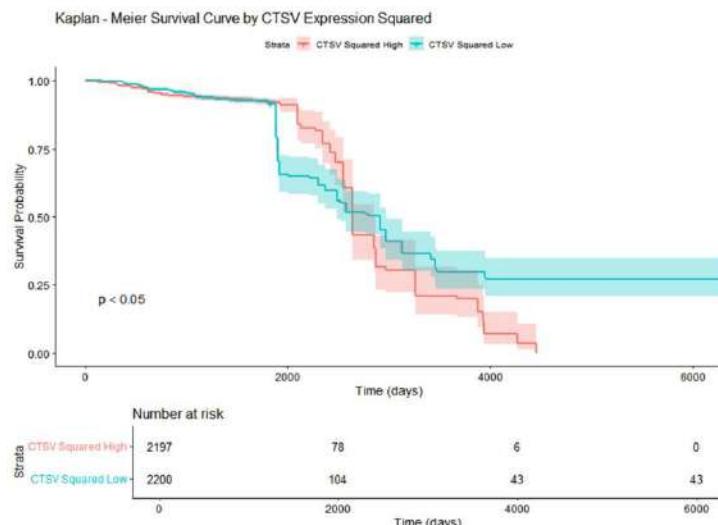


图 4 CTSV 表达二次项分组的 Kaplan-Meier 生存曲线(只考虑原发型和转移型)

注：该图展示了展示三阴性乳腺癌患者按 CTSV 基因表达量二次项中位数分组（高二次项组和低二次项组）的 Kaplan-Meier 生存曲线。生存时间单位为天，风险表分别列示随访时间点（0 天、2000 天、4000 天、6000 天）的存活人数（高二次项组：2197、78、6、0；低二次项组：2200、104、43、43）。Log-rank 检验显示组间生存率存在显著差异 ($P<0.05$)。曲线趋势显示高二次项组在长期随访中生存概率下降更明显，需进一步验证 CTSV 表达的非线性剂量效应及其临床意义。

由图 4 可得 CTSV 平方项分组的生存曲线存在显著差异，提示非线性效应的证据充分 ($P<0.05$ ，二次项分组)。

3.2.3 Cox 比例风险模型分析

为了量化多个变量对死亡风险的独立影响，计算风险比 (HR) 及置信区间 (CI)，本研究引入 Cox 比例风险模型进行分析，结果如下：

第一组模型分析结果为，CTSV 分组的 HR 为 1.069 ($P=0.619$)，其 95% 置信区间 (95%CI) 包含 1，表明 CTSV 高表达组与低表达组的死亡风险差异无统计学意义。年龄、癌症分期与治疗组的 HR 值分别为 1.000、2.578 和 0.1865，提示年龄增长、癌症晚期等因素与风险增加相关，而化疗能够显著降低风险。可以说明年龄和部分病理分期、治疗方式是影响 TNBC 患者生存的显著因素，而 CTSV 表达水平在调整协变量后对患者生存的影响不显著。

第二组单独以肿瘤类型分别为原发型和转移型为协变量进行分析，得知原发肿瘤的死亡风险 $HR=0.419$ ($P=3.06e-06$) 显著低于转移瘤，在临床中对于原发型肿瘤的治疗和预后评估可能具有重要意义。CTSV 分组仍不显著，模型预测能力较弱。

第三组考虑到 CTSV 表达量是非线性变量，取 CTSV 表达量的二次项分析用于探索变量与风险的非线性关系，并且绘制曲线，得到 CTSV 线性项的 HR 为 1.026 ($P=0.0038$) 即每单位表达量增加风险 2.6%，CTSV 表达量与风险呈近似线性正相关。由此证明 CTSV 高表达能够增加患者的死亡风险，且风险是非线性的与 CTSV 表达的二次项（平方）相关。

3.3 健康管理分析结果

3.3.1 CTSV 表达与健康管理因素的关联性

肥胖容易导致慢性炎症和缺氧微环境通过释放炎症因子从而上调缺氧诱导因子的水平^[7]，容易产生炎症反应，而 CTSV 基因表达水平与炎症反应关系密切^[8]，鉴于上述发现，对于三阴性乳腺癌的高危人群而言，控制体重是预防该疾病发生和发展的重要措施之一。在日常生活中应该将体重控制在健康的范围之内，即体重指数 (BMI) 控制在 18.5 至 23.9 的正常范围内，以此降低缺氧微环境对肿瘤生长的促进作用，减轻疾病发生的风险。

CTSV 属于半胱氨酸蛋白酶家族，能够影响细胞外基质的重建^[9]，导致炎症细胞浸润。 CTSV 高

表达者在日常生活中需要避免慢性炎症的状态，在饮食上多摄入抗炎膳食包括谷薯类等富含丰富的碳水化合物的食物；西兰花、胡萝卜、海带等富含膳食纤维及矿物质的食物；猕猴桃、橘子、草莓等含有丰富的抗氧化的花青素和多酚类物质的水果；米、红豆等全谷物与杂豆类食物等。除了注重饮食结构，保持规律的身体活动也是降低身体炎症水平的关键因素之一。而保持规律的运动，每周需要至少150min的中等量运动或者进行75min的高强度运动。摒弃吸烟、熬夜、酗酒等不良的生活习惯，以抑制身体的炎症反应。

3.3.2 基于 CTSV 表达的健康风险评估模型

本文采用差异表现分析与生存分析全面揭示了 CTSV 基因的表达水平与三阴性乳腺癌的紧密联系。

CTSV 基因表达水平在三阴性乳腺癌中最高，可在某种程度上预测癌症发生的风险。对于 CTSV 基因表达水平升高但疾病未发生的高危人群，需要采取一级预防（病因预防）手段，针对个体的危险因素采取个性化预防措施如合理膳食、适当体力活动、避免环境暴露、保持良好的精神状态及摒弃不良的生活习惯等措施来减少三阴性乳腺癌的发生几率。

CTSV 基因表达水平的升高对于早期三阴性乳腺癌的死亡风险预测更加精确，因此可以作为早期监测指标辅助早期治疗决策以避免治疗过度或不充分。在早期的筛查中可以结合 CTSV 表达水平和常规的影像学检查来建立动态监测模型，当 CTSV 表达量超过阈值时即刻采取更频繁的随访或者穿刺活检等措施，用这种方式来提高三阴性乳腺癌的早期检出率。早期的三阴性乳腺癌患者需要及时采取二级预防（临床前期预防），以控制三阴性乳腺癌的发展和恶化，减轻三阴性乳腺癌转移和向晚期进展的风险。

以 CTSV 作为不良预后指标能够在极大程度上减少复发与转移发生的死亡风险。对术后三阴性乳腺癌患者进行康复监测，在病人康复期间如果发现 CTSV 基因表达水平增高的情况则说明该患者存在复发风险，需要及时采取三级预防（临床预防）措施，通过手术治疗、放疗、化疗等有效的治疗措施，防止三阴性乳腺癌的进一步恶化。在预后评估环节中还可以通过纳入现成的预后模型 PREDICT，结合患者的肿瘤分期、年龄和治疗方案等因素，建立一个综合的风险评分系统来指导三阴性乳腺癌患者的个性化随访频率和治疗强度。

3.3.3 基于 CTSV 表达的健康干预方案

在健康教育方面需要明确降低三阴性乳腺癌的复发的风险、改善患者的生活质量和延长生存周期的核心健康管理目标。知识教育可以从三阴性乳腺癌的生物学特性、治疗难点以及预后特点等方面入手，编写三阴性乳腺癌相关的科普手册和录制针对三阴性乳腺癌的讲解视频或者线上课程能够更加充分全面的向患者及高危人群进行深入的科普教育。同时教会患者怎么使用简单的监测工具，自我监测体重的变化，自行记录异常症状。

生活方式管理是健康干预策略的重点内容。在饮食上要坚持抗炎膳食计划，推荐摄入糙米、薏米等全谷物碳水化合物；菠菜、西兰花等的绿叶蔬菜；黑莓、桑葚、蓝莓等含有丁苯甲酸酯、花青素等多酚类植物化合物的水果。一定要严格限制精制碳水化合物、红肉、加工食品等具有促炎潜力的食物的摄入。根据患者或高危人群的状态制定合理的运动计划，每周需要至少150min的中等量运动或者进行75min的高强度运动，可以适当加入抗阻训练和灵活性训练。通过心理指导减轻患者的患病压力，推荐患者每日记录情绪波动及触发因素方便心理咨询工作的开展。随访的时间、频率根据患者术后复发风险来决定，一般情况按三个月、六个月或一年的时间节点作为随访周期。基于 CTSV 表达的干预方案需要额外注意整合患者的 CTSV 表达数据。

4 结论

三阴性乳腺癌的特点是 ER、PR 和 HER-2 的表达都呈现为阴性，是一种较为特殊的乳腺癌类型。三阴性乳腺癌因为预后不佳、有高侵袭性和治疗选择受限的特点而受到了很多关注。由于目前尚无有效的靶向治疗手段，三阴性乳腺癌病人的治疗方式多以化疗为主，在很大程度上限制了治疗效果的提高。所以寻找能够预测三阴性乳腺癌患者手术后复发、转移和预测健康风险的生物标志物，对完善三阴性乳腺癌高危人群的健康管理策略和改善病人的预后具有重要的意义。

参考文献:

- 郭贝贝. PARP1、OGG1、XRCC1、XRCC2 和 XRCC3 基因多态性与乳腺癌易感性的研究[D]. 甘肃: 兰州大学, 2020.
- OBIDIRO O, BATTOGTOKH G, AKALA E O. Triple Negative Breast Cancer Treatment Options and Limitations: Future Outlook[J]. Pharmaceutics, 2023, 15(7).
- LU Y, SUN X, PENG L, et al. Angiotensin II-Induced vascular remodeling and hypertension involves cathepsin L/V- MEK/ERK mediated mechanism[J]. International Journal of Cardiology, 2020, 298: 98-106.
- 周翰林. 基于生物信息学分析构建铁死亡/铜死亡相关基因在癌症中的预后评估模型[D]. 山东: 曲阜师范大学, 2024.
- Duan S, Gao J, Lou W, et al. Prognostic signature for hepatocellular carcinoma based on 4 pyroptosis-related genes [J]. BMC Med Genomics, 2022, 15: 166.
- Dai H, Ren J, Wang C, et al. Prognostic molecular subtype reveals the heterogeneity of tumor immune microenvironment in gastric cancer [J]. Sci Rep, 2025, 15: 14453.
- 毛婷婷, 何进勇, 李征征等. 肥胖微环境促进脂肪纤维化的发病机制研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(19): 3798-3800.
- XIA Y, GE M, XIA L, et al. CTSV (cathepsin V) promotes bladder cancer progression by increasing NF- κ B activity[J]. Bioengineered, 2022, 13(4): 10180-10190.
- TOSS M, MILIGY I, GORRINGE K, et al. Prognostic significance of cathepsin V (CTSV/CTSL2) in breast ductal carcinoma in situ[J]. J Clin Pathol, 2020, 73(2): 76-82.

Health risk management of triple negative breast cancer based on CTSV gene expression

Xu, Wencong¹, Wang, Xiaojuan¹, Huang, Jiaxin¹

1.School of Health and Medical Science, Neusoft Institute Guangdong, Foshan, China

Abstract: Triple-negative breast cancer (TNBC) rates increase each year and this rising trend will affect the survival quality of patients, so there is a need to find effective early warning methods and health management strategies. In this study, the differential expression of the CTSV gene in TNBC and the association with the survival status of patients were analysed from the perspectives of bioinformatics and health management, respectively, and the relationship between obesity, chronic inflammation and the expression of the CTSV gene was explicitly proposed, and the results obtained were translated and applied to health management. The results of the analyses support the idea that CTSV is a valid predictor of poor prognosis in patients with TNBC, and that the risk of death in patients with advanced TNBC is abruptly increased by overexpression of the CTSV gene. Combining the expression of CTSV in TNBC with the three-stage prevention strategy of health management (screening-surveillance-treatment) and proposing targeted solutions can optimise the whole management of TNBC patients to a certain extent, and provide theoretical support for the development of health management strategies for TNBC high-risk groups.

Keywords: Bioinformatics; CTSV; TNBC; Health Management

康复医疗器材出口贸易的竞争战略研究

伍国华¹ 胡乐琼²

(1. 广州华南商贸职业学院, 广东 广州 510000, 2. 广商商学院, 广东 广州 510000)

摘要: 在全球人口老龄化加速及慢性病患者数量攀升的背景下, 康复医疗器材出口贸易面临市场需求扩张与政策扶持的双重驱动, 本研究对于优化出口结构、提升国际竞争力具有重要意义。针对当前出口增速不稳定、市场集中度过高及产品结构失衡等挑战, 本研究采用“市场洞察-策略优化-技术升级”的研究路径, 系统分析全球康复医疗器材贸易格局及中国出口现状。通过加强目标市场需求预测、拓展新兴市场以分散风险、增加技术研发投入以提升产品附加值, 同时构建贸易壁垒应对机制, 形成多维度的出口贸易优化策略。预期研究成果可为政府制定产业政策提供决策依据, 助力企业突破国际贸易壁垒, 推动康复医疗器材产业向智能化、高端化升级, 从而增强我国在全球康复医疗市场的竞争优势与话语体系构建能力。

关键词: 出口贸易; 康复医疗器材; 人口老龄化

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1720

一、绪论

(一) 研究背景

近年来, 中国在康复医疗器械领域的技术创新不断加快, 特别是在智能康复设备、家庭康复器材等方面取得了显著进展^[1]。中国政府高度重视康复医疗行业的发展, 并出台了一系列政策支持康复医疗器械的研发和产业化。此外, 随着医保体系的完善和健康意识的提高, 康复医疗需求不断增加, 进一步推动了康复医疗器械市场的繁荣。康复医疗器材行业是医疗器械行业的重要分支, 随着全球人口老龄化趋势的加剧以及慢性病患者数量的增加, 康复医疗需求不断上升。中国作为全球康复需求最大的国家之一, 康复医疗市场近年来发展迅速。

(二) 文献综述

对于康复医疗行业的政策环境与市场发展, 李盼(2013)通过了解残疾儿童医疗现状并结合分析救助政策实际效果, 发现了政策中覆盖面较窄、服务机构不足且分布不均衡、救助措施内容不够丰富等等不足^[8]。乔艳(2018)通过分析研究工疗站的现行政策发现了服务提供不平衡的问题, 认为应明确具体的服务定位, 设置专业服务岗位, 完善工疗站的基础配套设施等措施^[9]。刘嘉(2015)通过分析三级综合医院康复医疗服务效率发现了问题, 并提出加强宣传提高相关人员认知, 合理配置康复服务资源来提高效率, 落实各项制度以及定期开展评价的解决方法^[10]。张贤(2013)通过分析翠屏区东城街道残疾人康复需求与影响因素, 总结出现今社会需求不断提高, 并提出了加强康复法规政策体系建设, 普及康复知识以及健全残疾人康复服务体系等建议^[11]。可见国内对于康复医疗行业, 制定了相对的政策, 但还不够成熟。

对于康复医疗行业的行业现状与发展趋势, 蒋海洪等人(2023)基于IMDRF成员国医疗器械出口数据研究得出市场需求极高且医疗器械规制与产品出口质量之间具有紧密联系, 并提出了完善政府规制提升产品出口质量的建议^[12]。张颖表示, 新冠疫情暴发, 催生中国医疗器械企业纷纷走出国门, 助力各国抗击新冠肺炎, 在取得一定社会效益的同时, 拓展了海外市场, 扩大了海外营收, 增强了品牌海外市场影响力, 应于变局中开新局, 调整出口策略, 线下+线上联合发力, 抓住核心增长逻辑, 多角度推进医疗器械参与市场竞争^[13]。陈嘉斌等人(2024)认为随着老龄化人口快速增长、患者康复

治疗意识改观等康复产业需求端的增多与改善，人工智能技术与脑机接口技术推动康复治疗技术的加速变革，康复产业发展前景广阔^[14]。

综合以上分析可以看出，国内的研究主要从本国视角发展康复医疗行业进行研究，缺少了较为全面的视角对康复医疗器材出口贸易问题的深入分析和研究。因此本文将分析出口贸易的市场分析和产品结构，以得出相关的解决措施。

二、康复医疗器材出口贸易现状分析

(一) 出口规模和增长趋势

在 2015 年至 2024 年期间，中国康复医疗器材的出口额呈现出一种明显的波动趋势。特别是在 2021 年，这一行业的出口额达到了历史性的高峰，总计为 163.4 亿美元，与前一年相比，实现了 127.63% 的显著增长。然而，到了 2022 年，出口额出现了大幅下降，降至 120.44 亿美元。在 2023 年，出口额出现进一步的大幅下滑，但仍基本维持在 2022 年的水平，未能实现明显的回升。

与此同时，值得注意的是，中国康复医疗器材行业在国际贸易中一直处于较为有利的地位，2015-2024 年长期处于贸易顺差状态。值得注意的是，2021 年的贸易顺差达到了惊人的 124.79 亿美元，这进一步证明了该行业在国际市场上的竞争力和影响力^[15]。

(二) 出口市场和产品结构

随着人们对健康的重视程度不断提高，康复医疗器材的需求在全球范围内持续增长。尤其是在发达国家，由于人口老龄化问题日益严重，对康复医疗器材的需求更为迫切。同时，一些发展中国家也在逐渐加大对医疗保健领域的投入，对康复医疗器材的需求也在不断增加。这为康复医疗器材出口企业提供了新的市场机遇。目前，康复医疗器材的主要出口地区包括欧美、亚洲等发达国家和地区。这些地区的医疗水平较高，对康复医疗器材的质量和技术要求也相对较高。亚洲地区的日本、韩国等国家也是康复医疗器材的重要出口市场。这些国家的医疗保健体系较为发达，对康复医疗器材的需求也较大^[16]。此外，一些新兴市场如东南亚、中东等地区的需求也在逐渐增长，为康复医疗器材出口企业提供了新的市场机会。

随着科技的不断进步，康复医疗器材的技术含量也在不断提高，一些新型的康复训练设备采用了虚拟现实、人工智能等先进技术，能够为患者提供更加个性化、高效的康复训练方案^[17]。同时，一些物理治疗设备也在不断升级，提高了治疗效果和安全性。现如今，全球康复医疗器材已经形成五大核心类别，主要包括康复训练设备、物理治疗设备、辅助器具、康复机器人以及可穿戴设备。康复训练设备主要用于帮助患者进行康复训练，提高身体功能；物理治疗设备主要用于缓解疼痛、促进血液循环等；辅助器具则主要用于帮助患者进行日常生活活动，提高生活自理能力^[18]。我国出口的产品类型主要集中在辅助器具，2024 年 7 月，我国康复辅具出口金额为 248571.98 万元人民币，同比上升 3.77%，美国作为最大全球最大的器械市场，其 90% 的康复辅具都来自中国。

(三) 面临的挑战和机遇

康复医疗器材出口贸易在当前国际环境下既面临挑战也蕴藏机遇。一方面，市场竞争日益激烈，欧美国家在高端、高附加值产品领域拥有显著的技术优势，对中国康复医疗器材企业构成压力，要求这些企业必须克服技术壁垒，突破高端市场的进入障碍。另一方面，全球对高质量康复医疗器材的需求持续增长，为中国产品提供了广阔的市场空间。然而，进入国际市场并非易事，企业需要应对多国严格的质量认证标准，如 FDA（美国食品药品监督管理局）和 CE（欧洲合格认证）等，这增加了研发和合规成本。尽管如此，通过不断提升产品质量和技术水平，以及加强国际认证工作，中国康复医疗器材企业有望在国际市场上赢得更多份额，实现产业升级和可持续发展^[19]。

(四) 政策支持和发展趋势

康复医疗器材出口贸易在国家政策的扶持下展现出积极的发展趋势。国家通过实施“一带一路”等战略，为医疗器材企业搭建起拓展国际市场的桥梁，同时地方政府也出台了一系列优惠政策，包括税收优惠和研发补贴，旨在提升国产康复医疗器材的国际竞争力。技术创新成为推动行业发展的另一

大动力，智能化、数字化产品的研发不断加速，如康复机器人、智能护理设备等，这些高科技产品的问世不仅提高了中国产品在国际市场的认可度，也进一步巩固了中国在全球康复医疗器材领域的地位^[20]。

在技术创新方面，随着智能化、数字化技术的快速发展，中国康复医疗器材行业迎来了新的发展机遇。康复机器人、智能护理设备等高科技产品的不断涌现，不仅提高了产品的附加值，也极大地提升了中国产品在国际市场的认可度和品牌影响力。而市场需求方面，全球老龄化趋势的加剧以及慢性病康复需求的持续增长，为康复医疗器材市场带来了广阔的发展空间。特别是在亚洲新兴市场，随着这些地区对高质量康复医疗器材需求的不断增加，中国产品凭借其性价比优势和品牌影响力的提升，逐渐成为了这些市场的重要供应商^[21]。根据海关总署及行业协会数据，2020-2024年中国康复医疗器材出口额呈现“先高后稳、政策驱动回升”的趋势。

三、康复医疗器材出口贸易问题分析

(一) 面临出口增速不稳定的挑战

全球经济增长放缓会直接影响康复医疗器材的出口需求。当前，世界经济面临诸多不确定性，如贸易摩擦、地缘政治紧张局势等，这些因素都可能导致各国经济增长乏力。以中国为例，中国康复医疗器材出口在2021年迎来高光时刻，得益于全球疫情下产业链优势及美国、欧盟等主要经济体GDP增速超5%的强劲需求，当年健身训练器材出口额同比激增127.63%至163.4亿美元。然而，随着全球经济增速放缓及地缘政治风险加剧，出口增速显著回落。2024年，康复医疗器材出口额仅为98.3亿美元，较2023年同期呈现轻微上升趋势，反映出国际市场需求的不确定性^[22]。

(二) 面临市场过度集中的挑战

随着全球医疗水平的不断提高，康复医疗器材在出口贸易中发挥着越来越重要的作用。现该行业出口国家主要集中在几个发达国家，如果主要集中在少数几个国家或地区，那么一旦这些市场出现经济波动、政策调整或竞争加剧等情况，无法及时调整市场策略，出口企业将会面临巨大的风险^[23]。且当市场过度集中，出口的康复医疗器材可能会针对特定市场的需求进行设计和生产，导致产品需求同质化。这不仅限制了产品的创新和多样化发展，还可能使企业过于依赖主要市场，忽视其他潜在市场的需求从而限制自身的发展空间，在面对市场变化时就缺乏灵活性^[24]。

当前中国康复医疗器材出口高度依赖少数发达国家市场。美国作为最大出口目的地，2024年上半年占中国医疗器械出口额的38.85%，其中90%的康复辅具依赖中国供应。日本、德国等老龄化程度高的市场同样占据重要地位。这种集中式出口结构导致企业抗风险能力薄弱：一旦主要市场出现政策调整（如美国加征10%关税）或经济波动，出口企业将面临订单锐减、市场份额流失的风险。例如，美国关税政策直接推高中国输美产品成本，促使部分采购商转向印度、越南等替代市场，可能导致中国康复辅具在美国市场份额逐步被蚕食。

(三) 面临产品结构不合理的挑战

目前康复医疗器材出口贸易中，存在产品种类相对较少的情况。我国康复医疗行业的大多数企业主要集中在生产和出口某一特定类型的康复器材，如简单的康复辅助器具，而对于高端的、智能化的康复设备研发和出口相对不足。

由于技术研发投入不足、创新能力不够等原因，出口的产品中低端产品占比比较大^[25]。我国出口产品以中低端为主的结构性矛盾仍未根本扭转。2023年数据显示，按摩器具及其他健身康复器械两类低附加值产品合计占比达72%，而高端康复设备，如智能机器人、神经调控器械，出口占比不足10%。与之形成鲜明对比的是，中国高端康复设备进口依赖度高达94%，核心零部件，如高精度传感器、专用芯片，80%以上依赖进口。研发投入不足导致技术迭代滞后，企业长期被困于价格竞争红海，利润空间被挤压。

(四) 面临贸易摩擦加剧的挑战

随着全球经济的发展，康复医疗器材出口贸易在近年来取得了显著增长。然而，在当前形势下，康复医疗器材出口贸易可能面临贸易摩擦加剧的挑战。环境监管对污染者出口决策和出口结构有影响，

严格的环境监管会降低出口可能性和出口值。对于康复医疗器材出口贸易来说，如果生产过程中涉及到环境污染问题，可能会面临更严格的环境监管，从而加剧贸易摩擦的风险^[26]。

全球贸易保护主义抬头对出口构成多重压力。美国以“芬太尼问题”为由对中国输美商品加10%关税，直接削弱中国产品价格竞争力，部分企业被迫将产能转移至东南亚，面临供应链重构成本。同时，欧盟、日韩等市场通过严苛的技术标准（如欧盟MDR法规）和认证壁垒抬高准入门槛。例如，日本对康复设备的安全认证周期长达18个月，韩国则强化对进口医疗器械的临床试验要求。此外，环境监管趋严也增加了出口风险，部分生产环节因污染问题可能面临目标国反制措施。

四、康复医疗器材出口贸易的竞争战略策分析

(一) 应加强市场分析与预测

在全球经济不稳定，出口增速无法得到保障的背景下，加强市场分析与预测是康复医疗器材出口贸易领域至关重要的策略，它直接关系到企业的市场竞争力和长远发展。为此，企业必须密切关注全球经济动态，这不仅包括宏观经济指标如GDP增长率、失业率、通货膨胀率等，还要关注各国政策导向、贸易壁垒变动以及国际关系的微妙变化，这些因素都可能直接或间接影响到康复医疗器材的市场需求和贸易条件。同时，深入分析目标市场同样不可或缺。这就需要企业深入了解目标市场的法律法规、行业标准、消费者偏好以及竞争对手情况，通过市场调研、数据分析等手段，精准把握市场需求的变化趋势，如老龄化社会的增长对康复器材的需求提升、科技进步推动的产品迭代等。通过全面而深入的市场分析与预测，康复医疗器材出口企业能够更加精准地定位市场，优化资源配置，从而在激烈的国际竞争中脱颖而出，实现可持续发展。

(二) 应优化出口结构与渠道

根据已有的数据可见康复医疗器材的出口主要集中在一些发达国家，但过度集中的市场竞争优势就较小，这就意味着企业应实现出口市场的多元化，即不应局限于某一或少数几个市场，而应积极开拓新兴市场，如东南亚、拉丁美洲和非洲等地，这些地区随着经济发展和人口结构变化，对康复医疗器材的需求日益增长。同时，继续巩固和深化在传统市场的份额，如欧洲、北美等地，通过提升产品质量和服务水平，增强客户粘性，保持市场领先地位。此外，拓展出口渠道同样重要。企业应积极探索和利用多种出口方式，如直接出口、代理出口、跨境电商等，特别是要抓住跨境电商快速发展的机遇，利用互联网平台，打破地域限制，直接触达全球消费者，降低交易成本，提高出口效率。这样有助于出口企业分散数场风险，把握更多市场机遇，同时也有助于提升企业的国际影响力和品牌价值，为企业的长远发展奠定坚实基础。

(三) 应提升产品质量与竞争

提升产品质量与竞争力是赢得国际市场、树立品牌信誉的核心要素。我国大部分医疗器材公司只局限于低端康复医疗器材的生产，为此，企业需加大研发投入，不断推动技术创新和产品升级。这不仅包括引入先进的设计理念和制造工艺，提升产品的功能性、舒适性和安全性，还应关注智能化、个性化等前沿趋势，开发出能够满足不同市场和患者需求的差异化产品。同时，企业应建立以市场为导向的研发机制，及时捕捉国际市场的最新动态，确保研发成果能够迅速转化为市场竞争力。在提升产品质量的同时，完善质量管理体系同样至关重要。企业应依据国际标准和目标市场的法律法规，建立健全从原材料采购、生产加工、质量检测到售后服务的全过程质量管理体系，确保每一件产品都能达到或超越客户的期望。此外，通过引入第三方认证和定期内部审计，不断提升质量管理水平，增强客户对产品的信任和满意度。在这个过程中，企业应始终保持对质量的敬畏之心，以匠心打造每一件产品，这不仅能够提升产品的技术含量和附加值，增强企业的核心竞争力，还能够为企业赢得更多海外市场的认可和信赖，推动出口贸易的持续健康发展。

(四) 应积极应对贸易壁垒与风险

积极应对贸易壁垒与风险是确保企业稳健前行、保障出口业务连续性的重要一环。面对全球贸易环境的不确定性，企业需时刻保持警惕，密切关注各国贸易政策的变化，包括但不限于关税调整、反倾销调查、技术壁垒等，这些都可能对企业的出口业务造成直接或间接的影响。为此，企业应建立专

门的贸易政策研究团队，或委托专业机构，定期收集和分析相关信息，以便及时作出应对策略，减少政策风险带来的损失。并且，建立风险防控机制也是不可或缺的一环。这要求企业从供应链管理、财务管理、合同管理等多个维度出发，制定详尽的风险评估和控制流程，确保在合同签订、货物运输、货款回收等各个环节都能有效识别和规避潜在风险。此外，企业还应积极利用国际贸易规则，如通过参与国际贸易组织、申请出口信用保险等方式，为自己争取更多的法律保护和财务支持，增强抵御风险的能力。通过持续关注贸易政策变化，建立健全风险防控机制，企业不仅能够有效减少外部环境的不确定性带来的冲击，还能在复杂多变的国际市场中，保持敏锐的洞察力和强大的应变能力，为企业的长远发展保驾护航。

五、结论与展望

康复医疗器材出口贸易在全球范围内呈现出稳步增长的趋势，特别是在中国，随着技术创新和政策支持的加强，该行业迎来了前所未有的发展机遇。康复医疗需求的不断增加、医保体系的完善以及健康意识的提升，共同推动了康复医疗器材市场的繁荣。同时，新兴市场如东南亚、中东等地的需求增长，也为出口企业提供了新的市场机会。

然而，康复医疗器材出口贸易也面临着诸多挑战。出口增速的不稳定、市场过度集中、产品结构不合理以及贸易摩擦的加剧等问题，都严重制约了该行业的进一步发展。特别是在当前全球经济形势复杂多变的背景下，如何有效应对这些挑战，成为摆在出口企业面前的一道难题。

针对康复医疗器材出口贸易面临的挑战，本文通过研究优秀企业并结合实际提出了以下优化建议：一是加强市场分析与预测，准确把握国际市场需求动态，为出口企业提供科学的市场导向；二是优化出口结构与渠道，鼓励企业开拓多元化市场，降低市场集中度风险；三是提升产品质量与竞争力，加大研发投入，推动技术创新和产品升级，提高产品的附加值和市场竞争力；四是积极应对贸易壁垒与风险，加强国际贸易规则的学习和运用，提高企业在国际贸易中的话语权和抗风险能力。

参考文献：

- [1] 市场调研网.2025-2031年中国智能康复设备行业发展调研与市场前景报[EB/OL].<https://www.20087.com/9/23/ZhiNengKangFuSheBeiQianJing.html>.
- [2] 新浪财经.2024年中国康复医疗行业发展现状分析.[EB/OL].2024,[2025-02-29].https://m.baidu.com/bh/m/detail/ar_9560049764370359827.
- [3] 李盼.我国残疾儿童医疗及康复救助政策问题研究[D].山东大学,2013.
- [4] 乔艳.工疗站康复模式的服务失衡与发展策略研究[D].华南农业大学,2018.
- [5] 刘嘉.基于DEA模型三级综合医院康复医疗服务效率分析[D].大连医科大学,2015.
- [6] 张贤.宜宾市翠屏区东城街道残疾人康复需求及影响因素分析[D].吉林大学,2013.
- [7] 蒋海洪,徐键.政府规制与产品出口质量的提升——基于IMDRF成员国医疗器械出口数据的研究[J].广东财经大学学报,2023,38(01):88-100.
- [8] 张颖.后疫情时代医疗器械企业“走出去”战略：挑战、机遇与对策[J].对外经贸实务,2022,(11):74-79.
- [9] 陈嘉斌,陈霞玲.广州康复医疗产业现状分析及发展建议[J].中国工程咨询,2024,(07):94-99.
- [10] 前瞻研究院.2024年中国康复医疗器材行业进出口情况分析[EB/OL].2024,[2025-02-29].<https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/240930-d2bf48f2.html>.
- [11] 司访,李鹏杰,李小奇,许国强,张煜.下肢康复医疗外骨骼发展现状综述[N].兵器装备工程学,2021(2).
- [17] Jia-Chi Liang, Bo Yan, Chenming Yang, Huaiguang Yang. The Design of Hemiplegia Rehabilitation Equipment Based on Contextual Inquiry[N]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019.
- [12] 宋爱国,徐国政,李会军.康复机器人系统结构及控制技术[N].中国组织工程研究与临床康复,2009(4).
- [13] 搜狐新闻.2025年医疗器械出海面临的挑战与应对策略[EB/OL].2025,[2025-02-29].https://www.sohu.com/a/848179522_121798711.

- [14] 原创力文档. 2025 年中国医疗器材行业发展趋势预测及投资战略咨询报告 [EB/OL].2025,[2025-02-29].<https://max.book118.com/html/2025/0103/5341143133012023.shtml>.
- [15] 原创力文档. 2025 年中国康复医疗器械市场运行态势及行业发展前景预测报告 [EB/OL].2025,[2025-02-29].<https://max.book118.com/html/2025/0103/8121135054007015.shtml>.
- [16] 谢九.出口为什么开始放缓了? [N].三联生活周刊,2022(39).
- [17] Zhang Yan,Cui Jingbo,Lu Chenghao.环境监管是否会影响康复的出口? 中国废水排放标准的证据[N].China Economic Review,2020(1).
- [18] Jia-Chi Liang,Bo Yan,Chenming Yang,Huaiguang Yang.The Design of Hemiplegia Rehabilitation Equipment Based on Contextual Inquiry[N].IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,2019.
- [19] 解爽.我国医疗器械出口贸易机遇与挑战并存[N].商场现代化,2015(3).
- [20] Zhang Yan,Cui Jingbo,Lu Chenghao.环境监管是否会影响康复的出口? 中国废水排放标准的证据[N].China Economic Review,2020(1).

Research on the Competitive Strategy of Export Trade of Rehabilitation Medical Equipment

Guohua Wu¹, Leqiong Hu²

¹406047458@qq.com, Guangzhou Huanan Business College, Guangzhou, China

²1021797085@qq.com, Guangzhou College of commerce, Guangzhou, China

Abstract: Against the backdrop of an accelerating global aging population and a rising number of chronic disease patients, the export trade of rehabilitation medical equipment is driven by both expanding market demand and policy support. This study is of great significance for optimizing the export structure and enhancing international competitiveness. In response to the current challenges such as unstable export growth, excessively high market concentration, and unbalanced product structure, this study adopts a research approach of "market insight - strategy optimization - technological upgrading" to systematically analyze the global trade pattern of rehabilitation medical devices and the current export situation in China. By strengthening the demand forecast of target markets, expanding into emerging markets to diversify risks, increasing investment in technological research and development to enhance product added value, and at the same time establishing a trade barrier response mechanism, a multi-dimensional export trade optimization strategy is formed. It is expected that the research results can provide decision-making basis for the government to formulate industrial policies, help enterprises break through international trade barriers, promote the upgrading of the rehabilitation medical equipment industry towards intelligence and high-end, and thereby enhance China's competitive edge and discourse system construction ability in the global rehabilitation medical market.

Keywords: Export trade; Rehabilitation medical equipment; Population aging

微课式健康宣教联合叙事护理对肾穿刺活检术患者心理状况的影响

高敏^{1,2}, 何倩^{1,2,*}

(1. 中山大学附属第六医院肾内科, 广东 广州 510655, 2. 广州市黄埔区中六生物医学创新研究院, 广东 广州 510655)

摘要: 目的: 探讨微课式健康宣教联合叙事护理对接受肾穿刺活检术患者的心理状况影响。方法: 回顾性分析中山大学附属第六医院于2021年01月至2024年12月在中山大学附属第六医院收治的60例行肾穿刺活检术病人的临床资料, 按照护理情况, 分为对照组和研究组(微课式健康宣教联合叙事护理), 采用倾向性匹配评分法, 平衡两组患者的基线资料, 比较两组患者接受肾穿刺活检术治疗前后的心境情况以及护理满意度调查。结果: 两组患者焦虑自评量表评分(SAS)在护理之前无差异($P=0.569$)。研究组的SAS得分在护理后更低($P=0.042$)。部分患者在住院期间的SAS评分出现上升情况, 对照组出现SAS评分升高的人数多于研究组($P=0.038$)。研究组对护理质量非常满意的人数明显高于对照组($P=0.004$)。结论: 微课式健康宣教联合叙事护理干预可以缓解行肾穿刺术患者的焦虑情绪, 提高护理满意度。

关键词: 肾穿刺活检术; 微课式健康宣教; 叙事护理;

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1722

0 引言

肾穿刺活检术是经过皮肤穿刺肾脏取出少量标本进行病理学分析, 对肾脏疾病的种类、病情等进行诊断的肾脏疾病检测方法, 对肾脏疾病的后续治疗有指导意义[1-2]。此外, 患者及家属对该操作不了解, 难免心理恐慌, 产生负面情绪。现代医学证明, 术前高度焦虑可使疼痛敏感性提升30%, 术中应激激素激增干扰麻醉效果, 术后抑郁情绪延长伤口愈合时间[3]。对患者的人文关怀和心理情感支持一直是护理的重点关注对象[4]。因此, 心理护理和有效的健康宣教正是打破这一恶性循环的关键。然而, 既往的健康宣教模式在临床应用中效果有限, 因此需要一种更为高效的宣教模式提高患者对疾病知识的理解。微课作为一种新型的教育手段, 将学科知识与技能融合, 结合教学目标以及评价等关键环节, 精心开发设计形成微型学习资源, 其核心由简短的视频及配套资源构成, 具有便捷、灵活、主题突出等优势[5]。叙事护理则以引导患者讲述自身经历为核心, 通过深入理解患者内心感受, 给予个体化鼓励, 帮助患者情绪外化和合理情绪宣泄, 为患者提供同理心的关怀和共情的方式[6]。因此, 本研究对实施肾穿刺活检术的患者病例进行回顾分析, 旨在探讨微课式健康宣教联合叙事护理在肾穿刺活检术中的心理状况的影响, 为护理优化提供参考经验。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾2021年01月至2024年12月在中山大学附属第六医院收治的行肾穿刺活检术的患者。按照护理情况, 分为对照组和微课式健康宣教联合叙事护理组。采用1:1倾向得分匹配算法(PSM), 设定匹配容差为0.02, 纳入两组患者各30例。两组患者的基本资料对比无差异($P>0.05$)。本研究方案获得中山大学附属第六医院伦理委员会批准(2025ZSLYEC-580)。入组病人均知晓并签署知情同意书。入组标准: (1)年龄14~80岁者; (2)无肾活检禁忌证者; (3)能正常的沟通, 认知正常, 能完成操作者。排除标准: (1)心脏、肺等器官有严重疾病者; (2)有严重的肾感染者; (3)贫血症状严

作者简介: 高敏(1988.07), 女, 本科, 护师, 研究方向为肾内科疾病护理;

通讯作者: 何倩(1990.03), 女, 本科, 护师, 研究方向为肾内科疾病护理。Email: heqian25@mail.sysu.edu.cn

重者；（4）患有认知障碍，无法有效地配合研究工作者。

1.2 护理方法

对照组采用肾内科常规护理，具体包括健康宣教、用药指导、饮食摄入指导等基础护理内容。术前健康教育采用传统模式：责任护士在术前3天向患者口头讲解肾穿刺术的术前准备要点、术中配合事项以及术后注意事项。同时，护士严格遵医嘱实施各项护理措施，动态监测患者生命体征，及时识别并处理治疗过程中的问题，并指导患者进行术后康复训练。

研究组在肾内科常规护理的基础上，额外实施微课式健康宣教联合叙事护理。（1）成立专门负责小组：小组成员主要由主管医生、护士长、资深护理人员、责任观察护士等组成。针对肾穿刺活检术专科护理、微课式健康宣教、叙事护理相关内容进行培训，培训后进行知识及技能考核并通过考核，成为微课式健康宣教联合叙事护理小组成员。（2）微课式健康宣教参照石明珠，石明珠团队的微课式健康教育模式[7-8]，术前尽早让患者及家属观看肾穿刺术微课视频，包括术前准备、术中配合及术后注意事项及并发症的预防等内容，并嘱托患者及家属反复观看，避免遗忘。（3）针对患者的心理护理方法，则参照尹亚丽、娄爱丽护理团队的方法[9]，将患者根据性格内敛和外向进行分类管理，进行外化—解构—重新创作的三步法进行叙事护理干预。

由2名护士共同记录叙事护理干预和常规护理过程、收集问卷以及数据进行分析。

1.3 评估指标

观察指标包括患者接受护理前后的心境情况以及护理满意度评分。①焦虑程度评估：于护理前后采用焦虑自评量表（SAS）对患者评估，量表总分100分，得分越高提示焦虑越严重。②采用我院自制的住院患者护理满意度调查问卷开展评估：问卷总分为100分。其中<60分为不满意；60-80分为满意；>80分为非常满意。满意人数=（非常满意人数+满意人数）。

1.4 统计学分析

使用SPSS统计软件对研究数据进行PSM分析和统计分析。采用1:1倾向得分匹配算法，设定匹配容差为0.02进行匹配。倾向评分模型纳入的协变量包括年龄、性别、护理前焦虑自评量表评分（SAS）。倾向得分匹配完成后，进行统计学分析。对于符合正态分布的计量资料，以均值±标准差描述，组间比较采用独立样本t检验；不符合正态分布的计量资料，以中位数（四分位间距）描述，组间比较采用Wilcoxon检验。计数资料采用频数（百分比）描述，组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 倾向得分匹配后患者基线特征分析

由于术前基线资料不均衡，按1:1进行倾向性评分匹配，卡钳值为0.02，分别筛选出对照组和微课式健康宣教联合叙事护理组病人各30例，匹配后两组间基线资料差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），具有可比性，如表1所示。

表1 倾向得分匹配后患者基线表

项目	对照组（n=30）	研究组（n=30）	统计	P
年龄	45.17±15.92	45.67±13.92	t=0.130	0.897
性别			$\chi^2=0.000$	1.000
男	16(53.33)	16(53.33)		
女	14(46.67)	14(46.67)		
护理前 SAS 评分	53.90±9.22	52.57±8.82	t=-0.572	0.569

2.2 两组患者护理前后SAS评分

两组患者SAS得分在护理之前无差异（ $P=0.569$ ）。经过护理后，两组患者SAS评分均下降。相对于对照组，研究组的SAS得分更低（ $P=0.042$ ）（见表2）。部分患者经护理后出现SAS得分上升。对照组患者SAS得分上升的人数高于研究组患者（ $P=0.038$ ）（见表3）

表 2 患者护理前后 SAS 评分比较

项目	对照组 (n=30)	研究组 (n=30)	统计	P
护理前 SAS 评分	53.90±9.22	52.57±8.82	t=-0.572	0.569
护理后 SAS 评分	53.20±9.01	48.33±9.08	t=-2.083	0.042

表 3 两组护理后焦虑加重患者情况对比

项目	对照组 (n=30)	研究组 (n=30)	统计	P
护理后 SAS 评分上升人数	8 (26.67)	2 (6.67)	X ² =4.320	0.038
护理后 SAS 评分下降人数	22 (73.33)	28 (93.33)		

2.3 两组患者的护理满意度评分

虽然两组患者在护理满意度上无明显统计学差异 (P=0.150)，但在研究组持有“非常满意”评价的人数多于对照组 (P=0.004)。

表 4 满意度情况比较[n (%)]

组别	非常满意	满意	不满意	满意人数
研究组	18 (60.00)	12 (40.00)	0 (0)	30 (100.00)
对照组	7 (23.33)	21 (70.00)	2 (6.67)	28 (93.33)
统计	X ² =8.30			X ² =2.069
P	0.004			0.150

3 讨论

肾穿刺活检术作为一种关键的诊断手段，在确定肾脏疾病的治疗策略与预测疾病进展方面发挥着不可或缺的作用[10]。既往研究证明，术前患者的焦虑情况可能影响患者接受手术时的疼痛感，麻醉效果以及术后伤口愈合时间[3]。近来研究表明，心理护理可有效增加促进医患信任，减低患者心理不良心理情绪[11-14]。本研究对接受肾穿刺活检的患者病例进行回顾分析，旨在微课式健康宣教联合叙事护理干预对行肾穿刺术患者心理状况影响，从而优化护理。

接受肾穿刺术的患者往往面临显著的心理压力，这种压力既源于对有创操作的恐惧、对术后并发症（如出血、肾损伤）的担忧，也与对疾病的不确定感密切相关。因此，针对患者的心理护理以及有效的健康宣教显得尤为重要。回顾本科室行肾穿刺术治疗患者接受微课式健康宣教联合叙事护理干预之后的心理情况，相比对照组，研究组患者在微课式健康宣教联合叙事护理干预之后的 SAS 分数更低 (P=0.042)。这与之前的心理护理对患者心理疗效的研究结果相类似[11, 14]。这说明对 PPP 治疗患者采取叙事护理技术可缓解患者的负面情绪。在护理过程中，护理人员发现部分患者存在 SAS 评分上升的情况，其中对照组患者的 SAS 评分上升的人数明显多于研究组 (P=0.038)，这可能是患者在护理过程中对疾病的严重深入了解以及等待病理结果的时间过长所导致。这说明有效的健康宣教以及心理辅导可以预防患者心理负面情况的加重。因此，与常规护理相比，微课式健康宣教联合叙事护理干预对患者心理不良情绪的缓解存在一定的优势。此外微课式健康宣教联合叙事护理干预在提升护理质量满意度方面同样发挥着积极的作用。

在临床实践中，护士作为患者最直接且频繁的医疗工作者，因此能够敏锐捕捉到患者的潜在心理和精神需求[15]。微课引入视频、图片和文字讲解等内容，把传统的想象画面转为动态可视画面，把单一说教转为形象视觉刺激，大大引起了患者的学习兴趣，充分调动患者的听觉、视觉和感觉的协同作用，课后答疑解惑及时解除患者疑惑，加深理解[7-8]。叙事护理方案提出在患者入院进行知识文化背景、人物性格、病史过程等基本资料采集，患者分类管理，以外化一解构一重新创作的三步法针对性引导患者宣泄不良情绪[9]。患者可以以叙述故事的形式传达自己的情绪及价值观，更容易使焦虑患者放下心理防备。护理人员帮助患者解构负面事件来改善患者的负面情绪。护士通过微课式健康宣教等方式可以让患者有效了解肾穿刺活检的原理作用，缓解患者对疾病恐惧，同时展示护士的专业知识水

平，建立患者的信任感。护理人员再通过耐心倾听患者诉求并给予回应，可显著提升患者的就医获得感。护理人员采用叙事护理的干预方式，引导患者主动表达内心感受，护士再针对不同患者情况进行个体化指导，不仅能让患者切实感受到被关注和理解，为护患间信任关系建立奠定基础。

本研究采用微课式健康宣教联合叙事护理干预的方法，对缓解患者在肾穿刺活检期间心理不良情绪的疗效进行评估，为优化肾穿刺术护理提供一定的参考经验。然而，本研究依然存在一定的局限性。首先本研究作为回顾性研究，该方法的存在回忆偏倚的固有局限。其次，本研究纳入样本量相对较少。因此在未来进一步研究中，应对肾穿刺活检术的微课式健康宣教联合叙事护理干预开展更多前瞻性研究以及纳入更多样本量进行深入探索。

综上所述，微课式健康宣教联合叙事护理干预可以缓解行肾穿刺术患者的焦虑情绪，提高护理满意度，值得进一步推广。

参考文献：

- [1] 郭雪梅, 张和平, 敬雪明, 等.150 例肾穿刺活检的病理类型与流行病学特征分析[J].重庆医学, 2022, 51 (8) : 1307-1310, 1314.
- [2] 周巧丹, 朱凤鸣, 胡芝芝, 等.活化部分凝血活酶时间延长但血栓弹力图正常患者肾穿刺活检术后出血风险评估[J].临床肾脏病杂志, 2023, 23 (10) : 812-818.
- [3] 孙业丽.手术前后患者心理护理的策略与效果[C]//重庆市健康促进与健康教育学会全科专委会 .2025 精神医学与心理健康系列研讨会论文集 (一) . 沧县医院;2025:591-593.DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.025607.
- [4] 赵婷,骆庆萍,郭莉萍. “健康中国 2030”背景下和谐医患关系的提升路径——叙事医学对不合理医疗的纠偏[J]. 广西医学,2024,46(9):1293-1299.
- [5] 唐婕妤, 陈路, 王敏, 等 . 微课在我国护理领域中的研究进展 [J]. 科教文汇 (上旬刊) , 2018 (12) : 51-52
- [6] 胡方婷,吴艳艳. 叙事护理对帕金森病病人负性情绪及生活质量的影响[J]. 护理研究,2024,38(5):907-910
- [7] 石明珠,邓丽贞,黄丽婷.微课式健康教育模式在肾穿刺术患者中的效果研究[J].保健文汇,2023,24(4):177-180
- [8] 石明珠,微课式健康教育模式在肾穿刺术患者中的效果研究.广东省,肇庆市第一人民医院,2023-12-14.
- [9] 尹亚丽,娄爱丽.基于叙事护理理论对心脏瓣膜病手术患者负性情绪、治疗依从性及生活质量的影响分析[J].临床研究,2023,31(07):190-192.
- [10] 米爱红, 高瑞瑞, 戴毅, 等.超声引导下经皮肾穿刺活检在慢性肾脏病诊断中的价值[J].中国实验诊断学, 2023, 27 (7) : 808-810.
- [11] 刘晴. 叙事护理对手足显微外科皮瓣移植患者心理状况及生活质量的影响[J/OL]. 中国典型病例大全。 <https://doi.org/10.20256/j.cnki.zgdxbl.20250303.008>
- [12] Liehr P,Meininger J C,Vogler R,et al. Adding story-centered care to standard lifestyle intervention for PeoPle with Stage 1 hyPertension[J]. APPI Nurs Res,2006,19(1):16-21
- [13] 宗兆鑫.深圳市某三级甲等综合医院医护人员医学叙事能力现况与影响因素研究[D].遵义医科大学,2023.DOI:10.27680/d.cnki.gzyycc.2023.000433.
- [14] 黄玉,梁大炼,尚静丽,等.基于叙事护理的 ICU 患者家属沟通清单的构建及应用[J].护理学杂志,2025,40(03):69-73.
- [15] 高梦雅 . 叙事护理对类风湿关节炎患者焦虑抑郁状况及疾病活动度的影响 [J]. 当代护士 ,2019,26(34):34-36.

Clinical application effect of micro-lecture-based health education combined with narrative nursing in renal puncture

Min Gao^{1,2}, Qian He^{1,2,*}

1. Department of nephrology, The Sixth Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University Guangzhou, 510655, China
2. Biomedic al innovation Center, The Sixth Afiliated Hospital,Sun Yat-sen University Guangzhou, 510655, China

*Corresponding author: Qian He E-mail:heqian25@mail.sysu.edu.cn

Abstract:

Objective: To explore the impact of micro-lecture-based health education combined with narrative nursing on the psychological status of patients undergoing renal biopsy.

Methods: A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 60 patients who underwent renal biopsy at the Sixth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University from January 2021 to December 2024. According to the nursing intervention received, the patients were divided into a control group and a study group (receiving micro-lecture-based health education combined with narrative nursing). Propensity score matching was used to balance the baseline data between the two groups. The psychological status before and after treatment and nursing satisfaction were compared between the two groups.

Results: There was no significant difference in SAS scores between the two groups before nursing intervention ($P=0.569$). After nursing intervention, the SAS score in the study group was significantly lower ($P=0.042$). Some patients showed an increase in SAS scores during hospitalization, and the number of patients with increased SAS scores in the control group was higher than that in the study group ($P=0.038$). The number of patients who were very satisfied with nursing quality in the study group was significantly higher than that in the control group ($P=0.004$).

Conclusion: The combination of micro-lecture-based health education and narrative nursing can improve negative emotions, alleviate anxiety, and enhance nursing satisfaction in patients undergoing renal biopsy.

Key words: Renal biopsy; Micro-lecture-based health education; Narrative nursing

基于 CHARLS 数据集的老年人群高血压患病因素研究

王少锋^{1*} 张凯慈^{1*}

(1. 广东东软学院, 广东 佛山 528225)

摘要: 随着中国人口老龄化程度不断加深, 老年人群中高血压的患病率持续上升。本研究基于 CHARLS 2020 年数据, 从人口学特征、生活习惯、非高血压慢性病患病情况及地区分布四个维度, 分析影响高血压的相关因素, 并探讨其与高血压之间的关联强度。研究结果显示, 多个变量与高血压存在显著关联。描述性统计表明, 年龄组别、吸烟行为以及患有心脏病、中风、糖尿病或血糖升高、血脂异常、记忆相关疾病等因素与高血压关联密切, 其中慢性疾病的占比尤为突出。通过逻辑回归模型对系数和优势比的分析进一步证实, 患有上述慢性病及吸烟者患高血压的风险明显增高。此外, 年龄作为关键因素, 其增长与高血压风险呈正向关系。然而, 由于数据存在类别不平衡问题, 可能导致部分潜在因素的影响被低估或遗漏, 影响结果的全面性与准确性。因此, 未来研究应优化数据结构, 深入挖掘更多影响因素, 以提升高血压防控策略的科学性与有效性。

关键词: 相关性分析; 逻辑回归; 高血压

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1740

1 研究背景与意义

随着我国人口老龄化加剧, 老年人高血压患病率持续上升。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)》^[1]显示, 18 岁以上居民高血压患病率达 27.5%, 其中 60 岁以上人群高达 59.2%, 患者总数超 2.45 亿, 疾病负担日益加重。高血压不仅表现为血压升高, 更可导致心脑血管、肾脏、眼部等多系统损害, 是心肌梗死、卒中、心力衰竭等重大疾病的重要诱因。其发病与遗传及不健康生活方式密切相关, 高盐饮食、吸烟饮酒、缺乏运动等因素显著增加风险。然而, 我国居民对高血压的知晓率、治疗率和控制率仍较低, 防控形势严峻。

本研究基于 CHARLS 2020 年数据, 系统分析老年人群高血压的患病现状及其影响因素, 旨在揭示关键风险因子, 为制定科学、可行的预防干预策略提供实证依据, 对提升老年群体健康水平具有重要意义。

2 研究综述

国内外学者对老年人高血压影响因素进行了广泛研究。国外研究中, Baozhen Dai^[2]发现加纳城市居民比农村居民高血压风险更高; Sri Hari T^[3]指出吸烟、饮酒、家族史及糖尿病是城市老年人高血压显著风险因素; Batubara^[4]证实体力活动不足、高钠/脂肪摄入及低钾摄入显著增加高血压风险。国内研究方面, 董烨华^[5]分析医疗保障、家庭结构对高血压管理的影响; 刘晓迪^[6]利用 CHARLS 数据发现肥胖、超重、高血脂和高血糖是主要危险因素, 而女性、在婚、规律活动为保护因素; 袁姣^[7]研究显示 45 岁及以上人群高血压患病率达 34.38%, 危险因素包括男性、高龄、城市居住等; 唐梦龄^[8]发现睡眠质量差与高血压患病率增加相关; 粟丽^[9]研究表明老年人高血压知晓率 64.6%、控制率 24.9%, 影响因素包括年龄、居住地、生活方式等。使用逻辑回归方法的研究包括袁姣^[7]、刘晓迪^[6]、粟丽^[9]等。综合来看, 年龄、居住地、生活方式、经济状况等因素对高血压管理有重要影响, 但现有研究多聚焦单一因素, 未来需考虑多维度综合影响, 以制定更有效的公共卫生策略。

3 研究方法

作者简介: 王少锋(1988—), 男, 硕士, 广东东软学院助教, 研究方向: 医疗信息化, 慢病数据分析;

张凯慈(2003—), 女, 广东东软学院 2021 级健康服务与管理专业。

*所标注的作者为共同第一作者

通讯作者: 王少锋

3.1 数据来源

本研究采用 2020 年 CHARLS 数据^[10]，该全国性追踪调查项目自 2011 年启动，全面收集中国中老年人健康状况、经济安全、家庭支持及社会参与等信息，为分析高血压影响因素提供权威数据基础。

3.2 分析指标定义

本文将研究的相关变量分为被解释变量与解释变量两种。

3.2.1 被解释变量

基于问卷中的 DA003 项，将人群分为两类：“高血压患者”（记为 1）；以及“非高血压患者”（记为 0）。

3.2.2 解释变量

本研究的解释变量包括四类，所有变量均采用明确的二分类或有序分类编码，便于后续统计分析：

(a) 人口统计学变量：年龄由 BA003 项出生年份计算得出；性别依据 BA001 项，“1”为男性，“2”为女性；婚姻状况依据 BA011 项，“1”表示有配偶，“0”为无配偶；户口依据 BA009 项，“1”为农业户口，“0”为非农业户口。

(b) 生活习惯变量：吸烟状态依据 DA046 项，“1”为吸烟，“0”为不吸烟；饮酒状态依据 DA051 项，“1”为饮酒，“0”为不饮酒；睡眠时间依据 DA030 项，分为“<6 小时”（1）、“6-8 小时”（2）、“>8 小时”（3）。

(c) 慢性病患病状况：基于 DA003 项医生诊断信息，选取五种慢性病作为变量，均以“1”表示患病、“0”表示未患病，包括血脂异常、糖尿病（或血糖升高）、心脏病、中风、与记忆有关的疾病。

(d) 地区分布变量：结合 CHARLS（2020）中 Community ID 与 PSU 编码，并参考 DA008 项城乡类别，将居住地划分为农村（“0”）和城镇（“1”）。

3.3 研究方法

本研究以老年人高血压患病状况为因变量，分析人口统计学特征（年龄、性别、婚姻状况、户口）、生活习惯（睡眠、吸烟、饮酒）、慢性病患病情况及城乡地区分布等多维度影响因素。采用文献研究法梳理国内外高血压流行病学特征及研究方法；运用描述性统计法对 CHARLS 数据进行交叉表分析和卡方检验，初步识别显著相关因素；通过多元逻辑回归模型深入探究各因素影响程度，重点考察回归系数、优势比(OR)、统计显著性及 ROC 曲线等指标，科学评估各变量对老年人高血压患病风险的影响机制与作用强度。

3.4 分析工具

前期数据预处理部分及逻辑回归部分主要利用 Python 的 sklearn 库中的逻辑 Regression 函数以及 statsmodels 库；描述性统计部分使用 SPSS 软件完成。

4 研究结果

4.1 描述性分析

本研究采用 CHARLS 的 2020 年调查数据，原始数据为 19367 个样本，剔除其中年龄小于 60 岁的受访者以及所研究的影响因素中的缺失数据，最终纳入研究的有 1307 个样本。统计结果显示，其中老年人高血压患者的样本为 212 人，患病率为 16.22%。其中，男性与女性样本数分别为 329 人和 978 人，总体研究样本的 25.17% 和 74.83%，女性的占比较高。

4.1.1 人口统计学相关变量

① 不同年龄段的老年人高血压患病情况

如表 4.1，研究将老年人分为 60-69 岁（占样本 11.2%，患病率 13.97%）、70-79 岁（占样本 65.7%，患病率 21.93%）和 80+ 岁（占样本 23%，患病率 17.69%）三组。卡方检验显示各组高血压患病率差异显著（ $\chi^2=10.648$, $p<0.05$ ），表明年龄与高血压患病存在统计学关联，其中 70-79 岁组患病率最高。

表 4.1 我国老年人高血压患病情况的年龄段分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
60-69岁	739	120	10.648	0.005
70-79岁	235	66		
80岁及以上	121	26		

②不同性别的老年人高血压患病情况

如表4.2, 研究显示, 男性老年人占25.2%(329人), 高血压患病率16.72%; 女性占74.8%(978人), 患病率16.05%。卡方检验表明性别与高血压患病率无显著关联($\chi^2=0.080$, $p=0.777$), 两性间患病率差异不具统计学意义, 总体患病率为16.22%。

表4.2 我国老年人高血压患病情况的性别状况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
男性	274	55	0.080	0.777
女性	821	157		

③不同婚姻状况的老年人高血压患病情况

如表4.3, 70.8%有配偶老年人高血压患病率15.38%, 29.2%无配偶者患病率17.06%。卡方检验显示婚姻状况与高血压患病率无显著关联($\chi^2=0.279$, $p>0.05$), 差异不具统计学意义。

表4.3 我国老年人高血压患病情况的婚姻状况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
有配偶	779	316	0.279	0.597
无配偶	147	65		

④不同户口类型的老年人高血压患病情况

如表4.4, 农业户口老年人占73%(患病率16.25%), 非农业户口占27%(患病率16.15%)。卡方检验显示户口类型与高血压患病率无显著关联($\chi^2=0.002$, $p>0.05$), 差异不具统计学意义。

表4.4 我国老年人高血压患病情况的户口类型分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
农业	799	155	0.002	0.965
非农	296	57		

4.1.2 生活习惯相关变量

①不同吸烟状态的老年人高血压患病情况

如表4.5, 92.3%不吸烟老年人高血压患病率15.17%, 7.7%吸烟者患病率28.71%。卡方检验显示吸烟状态与高血压患病率显著相关($\chi^2=12.570$, $p<0.05$), 表明吸烟者高血压风险显著增高, 是重要危险因素。

表4.5 我国老年人高血压患病情况的吸烟状态分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
吸烟	72	29	12.570	0.000
不吸烟	1023	183		

②不同饮酒状态的老年人高血压患病情况

如表4.6, 74.2%不饮酒老年人高血压患病率17.22%, 25.8%饮酒者患病率13.35%。卡方检验显示饮酒状态与高血压患病率无显著关联($\chi^2=2.747$, $p>0.05$)。数据显示不饮酒组患病率高于饮酒组, 但差异不具统计学意义。

表4.6 我国老年人高血压患病情况的饮酒状况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
饮酒	292	45	2.747	0.097
不饮酒	803	167		

③不同睡眠时间的老年人高血压患病情况

如表4.7, 睡眠<6小时老年人占30.6%(患病率18.75%), 6-8小时占42.8%(16.25%), >8小时占

26.5%(13.26%)。卡方检验显示睡眠时间与高血压患病率无显著关联($\chi^2=4.127$, $p>0.05$), 三组间患病率差异不具统计学意义。

表 4.7 我国老年人高血压患病情况的睡眠时间分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
小于 6h	325	75	4.127	0.127
6-8h	469	91		
大于 8h	301	46		

4.1.3 非高血压慢性病患病情况相关变量

①血脂异常

如表 4.8, 血脂异常老年人占 8.7%(患病率 47.37%), 无异常者占 91.3%(患病率 13.24%)。卡方检验显示血脂状态与高血压患病率显著相关($\chi^2=89.167$, $p<0.05$), 表明血脂异常者高血压风险显著增高, 是高血压的重要风险因素。

表 4.8 我国血脂异常的老年人高血压患病情况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
血脂异常	60	54	89.167	0.000
无血脂异常	1035	158		

②糖尿病(或血糖升高)

如表 4.9, 有糖尿病/血糖升高老年人占 5.4%(高血压患病率 52.11%), 无糖尿病者占 94.6%(患病率 14.16%)。卡方检验显示糖尿病状态与高血压患病率显著相关($\chi^2=71.174$, $p<0.05$), 表明糖尿病患者高血压风险显著增高, 是高血压的重要风险因素。

表 4.9 我国糖尿病或血糖升高的老年人高血压患病情况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
有糖尿病	34	37	71.174	0.000
无糖尿病	1061	175		

③心脏病

如表 4.10, 有心脏病老年人占 7.6%(高血压患病率 52.53%), 无心脏病者占 92.4%(患病率 13.25%)。卡方检验显示心脏病与高血压患病率显著相关($\chi^2=103.890$, $p<0.05$), 表明心脏病患者高血压风险显著增高, 是高血压的重要风险因素。

表 4.10 我国患心脏病老年人的高血压患病情况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
有心脏病	47	52	103.890	0.000
无心脏病	1048	160		

④中风

如表 4.11, 中风老年人占 1.5%(高血压患病率 57.89%), 无中风者占 98.5%(患病率 15.61%)。卡方检验显示中风与高血压患病率显著相关($\chi^2=24.641$, $p<0.05$), 表明中风患者高血压风险显著增高, 是高血压的重要风险因素。

表 4.11 我国患中风老年人的高血压患病情况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
中风	8	11	24.641	0.000
无中风	1087	201		

⑤与记忆有关的疾病

如表 4.12, 有记忆相关疾病老年人占 3.6%(高血压患病率 40.43%), 无此病者占 96.4%(患病率 15.32%)。卡方检验显示记忆疾病与高血压患病率显著相关($\chi^2=21.019$, $p<0.05$), 表明有记忆疾病者高血压风险显著增高, 是高血压的重要风险因素。

表 4.12 我国与记忆有关的疾病老年人的高血压患病情况分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
有记忆疾病	28	19	21.019	0.000
无记忆疾病	1067	193		

4.1.4 地区分布相关变量

如表 4.13, 农村老年人占 62.1%(高血压患病率 16.38%), 城镇老年人占 37.9%(患病率 15.96%)。卡方检验显示居住地与高血压患病率无显著关联($\chi^2=0.040$, $p>0.05$), 差异不具统计学意义, 但农村患病率略高于城镇。

表 4.13 我国老年人高血压患病情况城乡分布

组别	未患高血压(人)	患高血压(人)	χ^2	p
农村	679	133	0.040	0.842
城镇	416	79		

4.2 逻辑回归

4.2.1 模型的构建与分析

① 变量准备

数据预处理中, 先合并相关列再删除缺失值以处理大量缺失数据。变量选择方面, 从 14 个慢性病变量中筛选出卡方检验 $\chi^2>20$ 且 $p<0.05$ 的 5 个强相关变量(血脂异常、糖尿病、心脏病、中风、记忆相关疾病)。对分类变量进行数值编码, 如性别(男=1, 女=0)、居住地(城镇=1, 农村=0)等。尽管描述性统计显示饮酒、性别、户口、居住地、婚姻状况及睡眠时间无显著性, 但参考陈娇^[11]研究, 仍将其纳入模型。最终确定模型输入包括 5 种慢性病、吸烟饮酒习惯、人口统计学特征及睡眠时间, 以全面评估高血压影响因素。

② 多元逻辑回归分析

为了探究不同因素对老年人患高血压的影响, 采用了多元逻辑回归模型。具体步骤如下:

第一, 数据划分: 将原始数据集划分为训练集和测试集, 比例为 8:2, 以保证模型评估的客观性。

第二, 模型训练: 利用 sklearn 库中的逻辑 Regression 函数训练模型, 并使用 statsmodels 库来获取更详细的统计信息。

第三, 模型评估: 通过准确率、ROC AUC 得分、混淆矩阵以及分类报告对模型性能进行评估。

4.2.2 模型的结论

如表 4.14, 模型测试准确率 84.7%, ROC AUC 为 0.7075, 整体预测能力一般。由于数据不平衡, 模型对无高血压预测准确度高, 而对高血压患者识别能力有限。如表 4.16, 逻辑回归分析显示: 心脏病为最高风险因素(系数 1.57, OR=4.78), 其次为糖尿病、血脂异常、中风和吸烟(OR>1); 婚姻状况、居住地、饮酒和户口呈负相关(OR<1), 可能具保护作用; 年龄、性别和睡眠时间影响相对较小。结果表明慢性疾病与吸烟是高血压的主要危险因素, 如表 4.105, 模型对少数类识别能力不足, 可能受数据不平衡和特征局限性影响, 需进一步优化以提高对高血压患者的预测准确性。

表 4.14 逻辑回归性能表

训练集	测试集	准确率	混淆矩阵	ROC AUC
1045	262	0.847	[[214 3] [37 8]]	0.708

表 4.15 逻辑回归分类报告表

指标	精确率	召回率	F1 值	支持数
类别 0	0.85	0.99	0.91	217
类别 1	0.73	0.18	0.29	45
准确率			0.85	262
宏平均值	0.79	0.58	0.60	262
加权平均值	0.83	0.85	0.81	262

表 4.16 逻辑回归模型系数表

特征	系数	优势比 (OR)	OR 排序
血脂异常	1.27316	3.087358	3
糖尿病	1.194838	3.303024	2
心脏病	1.565320	4.784207	1
中风	1.071617	2.920097	4
记忆疾病	0.583749	1.792746	6
是否吸烟	1.033432	2.810695	5
是否饮酒	-0.439919	0.644089	12
性别	0.029272	1.029705	8
户口	-0.487764	0.613998	13
居住地	-0.182325	0.833330	11
婚姻状况	-0.031787	0.968713	10

4.2.3 模型的改进

针对逻辑回归模型中出现的数据不平衡问题尝试使用 SMOTE 算法解决。首先，检查类别分布。在应用 SMOTE 前，检查训练集中目标变量的类别分布，类别 0 和类别 1 分别 875 例和 170 例。其次，初始化 SMOTE 并对训练集中类别 1 的样本进行过采样，生成新的平衡数据集（仅对训练集进行过采样，测试集保持不变）。接着，训练模型。使用过采样后的训练集训练分类模型。最后，再次对模型进行评估。使用测试集评估模型性能，包括准确率、召回率、F1 分数、ROC AUC 等指标以及绘制 ROC 曲线以直观展示模型的区分能力。

根据输出结果，改进后的模型在测试集上的准确率为 74.81%，尽管比改进前下降了 9.92%，但对少数类（患有高血压）的识别能力有所提升。ROC AUC 得分为 0.7006，与改进前的 ROC AUC 得分相差较小，说明模型的区分能力总体表现区别不大。

使用 SMOTE 后，模型对于少数类（患有高血压）的识别能力增强，混淆矩阵变为 [[178 39], [27 18]]。

使用 SMOTE 后，类别 1（患有高血压）的召回率从 0.18 提升到了 0.40，表明我们的过采样措施使得模型能识别更多真实高血压病患者，改进漏检问题。

在系数分析和优势比方面，系数均小于 1、OR 值均降低且优势比排名不变，其中心脏病的系数为 0.51，优势比为 1.66，婚姻状况、居住地、是否饮酒和户口等因素的系数依旧为负值，其优势比均小于 1。

5 讨论与建议

基于对逻辑回归模型的分析结果，吸烟是高风险因素，与 Baozhen Dai^[2] 和 Sri Hari T^[3] 的研究结论一致，他们都指出吸烟对高血压有显著影响。心脏病、糖尿病或血糖升高、血脂异常显著增加高血压风险与 Batubara^[4]、刘晓迪^[6]、袁姣^[7] 的研究指出慢性疾病是高血压的显著因素相符。

董烨华^[5] 提到的家庭结构和社会交往等因素对高血压管理的重要性，虽然这不是直接的风险因素，但与本研究中提到婚姻状况对高血压有一定影响的观点相符。虽然本研究中睡眠时间的影响相对较小，但也可能在一定程度上影响高血压的发生，与唐梦龄^[8] 得出睡眠质量差与高血压患病率增加有关的研究结论相似。

针对以上内容，可以提出以下几项对策建议来改善老年人高血压的预防和管理：

加强慢性病管理。鉴于心脏病、糖尿病、血脂异常、中风等慢性疾病显著增加了患高血压的风险，其中心脏病和中风可能是由长期高血压导致，应加强对这些疾病的早期检测和有效管理。建议进行定期的健康检查，不仅可以帮助早期发现并及时治疗相关疾病，还能通过定期测量血压来监控高血压的情况。如果确实存在高血压，需要服用药物控制血压水平，以此预防因高血压引起的各种心血管疾病及其他相关健康问题，从而降低这些病症的总体发生率。

生活方式干预。鼓励老年人采用健康的生活方式，包括但不限于戒烟限酒、均衡饮食以及适量运动等。特别是吸烟被确认为是高血压的重要风险因素，因此需要特别重视烟草使用的减少或停止。

其中饮酒在本文研究中的显著性虽不强，但也是高血压的危险因素^[7]，需要限制饮酒量。

社会支持系统的强化。考虑到婚姻状况等因素对高血压具有一定的保护作用，增强老年人的社会支持网络，例如通过社区活动促进老年人之间的互动，提升他们的心理健康状态，也可能有助于降低高血压的风险。

综上所述，针对老年人群体，特别是那些已知患有心脏病、糖尿病或其他心血管疾病的个体，应加强高血压的预防措施，而且控制慢性病的发展可能是关键的干预方向。

6 结语

本研究通过逻辑回归模型分析揭示了高血压的关键影响因素。针对数据不平衡问题，采用 SMOTE 算法进行优化，结果显示改进后模型对高血压患者的识别能力显著提升，类别 1 召回率从 0 增至 45%，有效缓解了漏检问题，但准确率下降至 54%，ROC AUC 值维持在 0.53，表明模型区分能力仍有限。研究证实慢性疾病（心脏病、糖尿病、血脂异常等）与吸烟是高血压的重要风险因素，而饮酒和户口类型可能具有保护作用，但需进一步验证。年龄作为不可忽视的因素，与高血压风险呈正向关系。本研究受限于数据不平衡及样本特征局限，可能导致部分潜在因素影响被低估。未来研究应探索更有效的数据平衡方法，扩大变量范围，尝试随机森林、神经网络等多元模型比较，并结合临床指标构建更精准的预测体系。此外，建议设计专门针对高血压影响因素的问卷，纳入更多行为与环境变量，为制定个性化干预策略提供更科学的依据，从而提升老年人群高血压防控效果。

参考文献：

- [1] 国家卫生健康委员会, 国家疾病预防控制中心, 国家癌症中心, 等. 中国居民营养与慢性病状况报告(2020年) [R]. 北京: 北京大学医学出版社, 2020.
- [2] DAI B, ADDAI-DANSOH S, NUTAKOR J A, et al. The prevalence of hypertension and its associated risk factors among older adults in Ghana[J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2022, 9: 990616.
- [3] HARI T S, SUDHA T S, VARGHESE A M, et al. A study of risk factors and complications in elderly hypertensive subjects[J]. Journal of Family Medicine and Primary Care, 2021, 10(6): 2230-2234.
- [4] BATUBARA F R, WANTIAN SULING F R. The Relationship of Physical Activity and Diet to the Incidence of Hypertension in the Elderly[J/OL]. International Journal of Science and Healthcare Research, 2022, 7(4): 79-92.
- [5] 董烨华;冯文. 我国老年人高血压管理情况的社会影响因素分析[J]. 中国全科医学, 2017, 20(34): 4310-4314,4321.
- [6] 刘晓迪;修璟威;李欣阳;崔庆霞;李望晨;王在翔. 中国中老年人群高血压患病影响因素分析[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(6): 795-797.
- [7] 袁姣;武青松;雷枢;叶霖. 我国中老年人群高血压流行现状及影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2020, 23(34): 4337-4341.
- [8] 唐梦龄, 魏芳, 张华芳, 等. 老年人群睡眠与高血压的关联研究[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(7): 1188-1193.
- [9] 栗丽;赵慧明;陈婷;夏浩然;王亚莉. 我国老年人高血压知晓率、控制率、服药率及其影响因素分析——基于 2018CLHLS 数据分析[J]. 现代医学, 2024, 52(1): 134-142.
- [10] 赵耀辉, 陈欣欣, 王亚峰, 孟琴琴, 薄海, 陈川, … 周红艳. 中国健康与养老追踪调查第五轮(2020)用户手册 [M]. 北京: 北京大学国家发展研究院, 2023. https://charls.charlsdata.com/Public/ashelf/public/uploads/document/2020-charls-wave5/application/CHARLS_2020_User_Guide_Chinese.pdf
- [11] 陈娇. 我国老年人高血压现状及其影响因素分析[D/OL]. 南京邮电大学, 2021.

Influencing Factors of Hypertension in the Elderly: A CHARLS-Based Study

Shaofeng Wang^{1*}, Kaici Zhang^{1*}

¹ Neusoft Institute Guangdong, Foshan, Guangdong 528225, China

**These authors contributed equally to this work*

Abstract: As China's population continues to age, the prevalence of hypertension among the elderly is steadily increasing. This study, based on CHARLS 2020 data, analyzes factors influencing hypertension from four dimensions—demographic characteristics, lifestyle habits, non-hypertensive chronic conditions, and regional distribution—and explores their association strength with hypertension. Results show significant associations between multiple variables and hypertension. Descriptive statistics indicate that age group, smoking behavior, and comorbidities such as heart disease, stroke, diabetes or elevated blood glucose, dyslipidemia, and memory-related diseases are closely linked to hypertension, with chronic conditions being particularly prominent. Logistic regression analysis of coefficients and odds ratios further confirms that individuals with these chronic diseases or who smoke face significantly higher risks of hypertension. Additionally, age is a key factor, with risk increasing with advancing age. However, due to data class imbalance, the impact of some potential factors may be underestimated or overlooked, affecting the comprehensiveness and accuracy of the results. Therefore, future research should optimize data structure and explore additional influencing factors to enhance the scientific rigor and effectiveness of hypertension prevention and control strategies.

Keywords: Correlation analysis, Logistic regression ; Hypertension

社会参与对滨州市社区老年人认知功能的影响分析

王蓉菁¹ 王志媛¹ 丛建妮^{1,*}

(1.滨州医学院 卫生管理学院, 山东 烟台, 264003)

摘要: 目的: 探讨社会参与对老年认知功能的影响路径, 为制定提升老年人认知功能的策略提供参考。方法: 采用方便抽样方法, 对年龄 $\geqslant 60$ 岁的老年人开展面对面问卷调查, 调查内容主要包括一般情况、认知功能、社会参与及心理状况。采用结构方程模型分析社会参与、心理状况与认知功能之间的关系。结果: 共纳入127名老年人, 其中51例(40.16%)存在主观认知功能下降。社会参与对认知功能具有显著影响, 既可直接改善认知功能(效应值=-0.614, $P<0.001$), 亦可通过缓解抑郁倾向间接发挥作用(间接效应值=-0.054, $P=0.001$)。年龄、性别及文化程度对认知功能的影响均不显著。结论: 老年人中主观认知功能下降现象较为普遍, 积极参与社会活动可直接延缓认知功能衰退, 也可通过改善心理健康产生间接促进作用。

关键词: 社会参与; 老年人; 认知功能; 中介效应

基金项目: 2025年滨州市社会科学规划课题(25-SK-GH-114)

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1749

随着经济和社会的发展, 我国老年人口数量不断攀升。截至2024年底, 山东省滨州市60周岁及以上老年人口数为106.6万人, 占比达到26.65%, 这意味着滨州市人口老龄化的不断加深。认知功能是老龄化进程中的重要健康指标之一, 随着人口老龄化的不断加速和深化, 老年人的认知衰退逐渐成为全球普遍的、严峻的公共卫生问题^[1]。近年来, 我国60岁以上老年人阿尔茨海默病(AD)的患病率约为4.8%, 已成为我国重大公共卫生问题^[2]。目前, 痴呆症的药物治疗治疗效果不理想, 且治疗成本高昂^[3], 但痴呆症具有较长的临床前期, 通过早期的干预是有可能预防或延迟痴呆症的发生。主观认知功能下降作为痴呆症临床发展最早出现的症状^[4], 其日常生活能力虽没有明显受损, 但其发展为痴呆的可能性远高于认知正常的老年人, 若能在早期进行识别和干预将有效降低老年痴呆的发病率, 减轻社会负担。

社会参与是影响老年人健康的重要因素, 也是健康老龄化的重要衡量指标之一。随着年龄的增长, 老年躯体或心理健康可能逐渐衰弱, 这种衰弱可能会导致其社会参与的形式比较单一, 或社会参与的积极性显著不足。如衰老过程中出现的体力衰退、认知功能的下降以及心理健康问题(抑郁和焦虑等), 可能会使老年人失去参与社会活动的动力或能力。而社会参与不足会限制老年人的社会交往, 这进而可能导致老年人的社会支持下降, 从而加剧孤独、焦虑、抑郁等心理症状, 形成一种恶性循环。有研究显示, 社会参与可以有效提高老年人的生活满意度, 降低抑郁和孤独感, 从而对其心理健康产生积极的影响^[5]。

社会参与不仅能对心理健康产生显著作用, 另有研究显示积极的社会参与可能会提升老年人的认知功能。积极的社交活动、志愿服务等社会参与, 有助于增强老年人的认知储备, 增加社会支持、减少孤独心理等, 从而延缓认知衰退发生的进程, 避免认知障碍发生的风险^[6]。本研究拟采用结构方程模型, 探讨老年社会参与通过改善心理状况提升认知功能的可能路径, 为延缓老年认知功能衰退, 提高老年人的整体健康水平和生活质量, 实现健康老龄化提供有价值的参考。

作者简介: 王蓉菁(2003.10—), 女, 硕士, 研究方向为健康管理;

王志媛(2001.10—), 女, 本科生, 研究方向为健康管理;

丛建妮(1982.12—), 副教授, 研究方向: 健康管理与健康评价。

90 通讯作者: 丛建妮, Email:congjanni@sina.com.

1 研究对象

本研究于2024年11月—2025年5月,对方便抽取的山东省滨州市60岁及以上的老年人进行了面对面调查。

研究对象的纳入标准: (1) 滨州市居住满1年及以上; (2) 年龄 $\geqslant 60$ 岁的老年人; (3) 意识清楚能够自主交流; (4) 自愿参与问卷填写。研究对象的排除标准: (1) 严重视力、听力障碍, 严重失语或肢体功能障碍等无法配合问卷调查; (2) 已知由脑卒中、精神疾病等健康问题导致的认知功能障碍者; (3) 中途退出或不愿参与问卷填写。

2 研究方法

2.1 调查内容

采用面对面访谈的方式对方便抽取的老年人进行调查, 调查内容主要包括老年人的基本情况和主观认知状况。

(1) 基本信息: 主要包括性别、年龄、户籍、学历等。

(2) 主观认知功能: 采用主观认知功能下降量表(Subjective Cognitive Decline, SCD-Q9)进行调查^[7]。SCD-Q9量表包含9个条目, 计分方式为二分类(“是”1分, “否”0分)或三分类(“经常”1分、“偶尔”0.5分、“从不”0分)。总分为各条目得分之和, 得分越高, 主观认知功能下降的可能性越大, 本研究中得分大于5分者为异常者。

(3) 心理状况: 借鉴抑郁自评量表自行设计的问卷, 该部分共包括11个条目, 得分越高抑郁的可能性越高, 根据数据分布情况, 规定 < 12 分为心理健康者, $\geqslant 12$ 分为抑郁者。

(4) 社会参与情况: 根据中国健康与养老追踪调查(CHARLS)的数据资源, 参照国内外的相关研究成果本研究设定了8种常见的社会参与活动, 共8个条目, 总分为8分, 0分为无社会参与, 得分1分为低社会参与, 得分2分及以上的为高社会参与。

2.2 统计方法

本研究对分类变量采用计数和百分比进行描述, 使用SPSS 29.0软件进行数据的描述性和卡方分析;

采用结构方程模型分析变量间的潜在关系与作用路径, 结构方程模型的构建和验证采用AMOS 22.0软件。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3 结果

3.1 一般情况

本研究共纳入分析127名老年人, 其中男性56名(44.09%), 女性71名(55.91%); 60~70岁的老年人占69.29%, 70~80的老年人占16.54%, 80岁及以上的老年人由18名, 占14.17%; 户籍方面, 一半以上(56.69%)老年人户口所在地为城镇; 学历方面, 初中及以下文化程度的研究对象较多, 占70.87%, 其中有7位老年人没受过正规的学校教育; 心理状况方面, 29.13%的老年人自认为有心理健康问题; 社会参与方面, 29.92%的老年人自述近一个月没有社会参与, 12.60%的老年人参与了一项社会活动, 57.48%的老年人至少参与了2项社会活动见表1。

表1 研究对象的一般情况

变量	分类	例数	构成比(%)
性别	男	56	44.09
	女	71	55.91
年龄	60~70	88	69.29
	70~80	21	16.54
户籍	≥80	18	14.17
	城镇	72	56.69

	农村	55	43.31
	没受过教育	7	5.51
	未读完小学	20	15.75
	小学	28	22.05
最终学历	初中	35	27.56
	高中/中专	26	20.47
	大专	7	5.51
	本科	4	3.15
心理状况	健康	90	70.87
	抑郁	37	29.13
社会参与	无社会参与	38	29.92
	低社会参与	16	12.60
	高社会参与	73	57.48

3.2 老年人的认知功能情况

本研究，参与调研的老年人中，51人报告了主观认知功能下降的情况，占40.16%。但是，在过去一年中，有73名老年人感到自己的记忆力下降，占57.48%，这一比例明显高于自我认知功能下降的比例，表明大部分老年人的记忆力不如以往。

3.3 心理健康和社会参与对老年认知功能影响的单因素分析

表2结果显示，具有不同心理健康状况或社会参与的老年人，其主观认知功能下降的发生情况不同，其中有抑郁倾向的老年人其主观认知功能下降的发生情况显著高于心理健康的老年人，而社会参与方面，自述近一个月无社会参与的老年人，其主观认知下降的发生情况显著大于高社会参与的老年人，差异具有统计学意义 ($P<0.01$)。

表2 不同心理状况和社会参与老年人的认知功能情况

变量	分类	例数	主观认知功能下降		χ^2	P
			是	否		
心理状况	健康	90	25	65	19.701	< 0.001
	抑郁	37	26	11		
社会参与	无社会参与	38	32	6	79.311	< 0.001
	低社会参与	16	14	2		
	高社会参与	73	5	68		

3.4 结构方程模型的构建与优化

本研究以主观认知功能得分为因变量，社会参与得分(0-8分)为自变量，心理状况得分为中介变量。以性别、年龄、文化程度等基本情况作为潜在观测变量，构建初始结构方程模型。采用最大似然法对构建的初始模型进行拟合并修正，最终得到了拟合程度较好的修正结构方程模型，各项拟合指数均达到推荐标准：绝对拟合指数 $RMSEA = 0.079 < 0.08$ ，增值拟合指数 $CFI = 0.914 > 0.90$ ，简约拟合指数 $PGFI = 0.611 > 0.50$ 。结果表明，该模型具有较好的拟合度和解释力。

3.5 结构方程模型的路径分析

表3结果显示，社会参与对心理状况具有显著的负向影响 ($P<0.01$)，即社会参与度越高，心理状况得分越低；而学历、年龄、性别对心理健康的影响均未达到统计学显著水平。在认知功能的影响路径中，心理健康对认知功能存在显著的正向影响 ($P<0.01$)，心理健康状况越好，其认知功能状态也越好；此外，社会参与度对认知功能得分呈现显著的负相关 ($P<0.01$)，年龄、学历、性别对认知的影响均不显著，见表3。

表3 结构方程模型中相关因素间的路径分析

路径			Estimate	S.E.	C.R.	P	Std.Estimate
参与	→	心理	-0.751	0.155	-4.861	< 0.001	-0.427
学历	→	心理	-0.062	0.053	-1.18	0.238	-0.102
年龄	→	心理	0.042	0.101	0.414	0.679	0.036
性别	→	心理	-0.126	0.143	-0.882	0.378	-0.073
心理	→	认知	0.072	0.021	3.446	< 0.001	0.175
年龄	→	认知	0.027	0.022	1.221	0.222	0.056
学历	→	认知	-0.006	0.011	-0.534	0.594	-0.024
参与	→	认知	-0.614	0.067	-9.206	< 0.001	-0.847
性别	→	认知	-0.034	0.031	-1.089	0.276	-0.048

3.6 老年人认知功能影响因素的中介效应分析

采用中介效应模型探讨社会参与对老年人认知功能的作用路径及心理状况的中介作用。表4结果显示，社会参与对认知功能的总效应显著为负（效应值=-0.668, 95% CI=[-0.788, -0.547]），提示社会参与水平越高，老年人认知功能越好。其中，直接效应显著为负（效应值=-0.614, 95% CI=[-0.734, -0.500]），表明社会参与可直接改善老年人认知功能状况；间接效应（即通过心理状况的中介作用）亦显著为负（效应值=-0.054, 95% CI=[-0.098, -0.023]），表明社会参与的增加可能通过改善心理状况进而对老年人的认知功能产生积极影响。

表4 老年人认知功能影响因素的中介效应检验

中介路径	效应值	效应量	95%CI	P
社会参与=>心理状况=>认知情况	间接效应	-0.054	-0.098 ~ -0.023	0.001
	直接效应	-0.614	-0.734 ~ -0.5	< 0.001
	总效应	-0.668	-0.788 ~ -0.547	< 0.001
	中介效应	0.081	0.036 ~ 0.147	0.001

4 分析与讨论

我国人口老龄化进程的加速使得老年健康问题成为公共卫生领域的重大挑战。伴随年龄增长，老年人认知功能衰退的风险显著增加。本研究结果显示，40.16%的调查对象自我报告存在主观认知功能下降的情况，这提示本研究中纳入分析的滨州市老年人普遍存在认知功能下降的健康问题。2020年王振杰等人对以往126个研究中的187115名老年研究对象进行了Meta分析，发现我国老年人认知障碍率为22%^[8]。各个研究的结果虽然有所差异，但均提示我们认知功能的下降在老年人群中普遍存在。

世界卫生组织发布的数据显示，60岁及以上的老年人中有20%以上的人患有心理或神经系统方面的疾病，我国关于针对北京老年人进行的为期一年的心理健康的调查研究，发现三分之一的老年人存在抑郁状态，其中19.05%的老年人存在轻度抑郁，12.17%的老年人存在中高程度的抑郁^[9]。本研究也有类似的发现，结果显示29.13%的老年人存在心理健康问题。这些结果表明，心理健康问题在老年人群体中普遍存在，发病率较高，已成为需要引起社会广泛关注和及时干预的健康问题。

心理健康问题给老年人带来极大的痛苦，严重影响了其老年的生活质量，也限制了其社会交往。

本研究显示大部分老年人近一个月有参与社会活动，但仍有接近三分之一的老年人自述近一个月没有社会参与。没有社会参与的老年人，其感受的社会支持及接受的认知刺激往往较低，这可能会加速其认知功能衰退的进程，认知的退化又会进一步限制其外出，减少社会参与，增加其孤独、焦虑或抑郁等心理问题，从而形成恶性循环。本研究结果表明，老年人的社会参与水平与其认知功能状况密切相关，社会参与水平越高，老年人的认知功能状况越好。既往有多项研究支持本研究的结果。有研究显示，社会参与增加或保持稳定的老年人，其认知功能改善的概率比那些社会参与较少的老年人高出近60%^[10]。薛新东等学者的研究也表明，社会参与对中老年人认知功能具有显著促进效应，且社会参与指数每增加10%，认知功能提升幅度高达10.46%^[11]。本研究进一步探讨了社会参与对认知功能的影响机制，结果表明，社会参与不仅可以直接促进老年人认知功能的提升，还可能通过改善老年人的心理健康状况间接影响认知功能。社会参与水平较高的老年人，其抑郁水平较低，而抑郁与认知功能呈显著负相关^[12]。因此，社会参与不仅有助于直接提升老年人的认知功能，还能有效缓解心理压力，降低抑郁症状，从而对认知健康产生积极的影响。

5 建议

根据本研究的发现，我们建议可以尝试从个人、家庭和社会三个层面进行干预，以促进老年人心理健康和认知功能的提升。

个人层面，倡导“自主型社会参与”，鼓励老年人主动参与社会活动，提升其自我效能感。鼓励老年人组建自我管理小组，如健康管理、舞蹈队、乒乓球队等小组，老年人自主策划活动，增强其参与感和成就感。此外，开展数字化技能培训，帮助老年人掌握智能手机和社交媒体的使用，促进线上社交互动，减轻因身体限制带来的社交隔离，从而增强其社会联系，减少抑郁情绪，并增加认知刺激，维持或改善认知功能。

家庭层面，家庭成员支持老年人积极参与社会活动至关重要，应充分发挥家庭成员的积极作用，这不仅影响老年人个人的健康状态，还会影响整个家庭氛围的和谐。首先，应通过社区宣传或家庭健康教育引导子女支持鼓励父母积极参与社会活动。其次，家庭成员也应积极参与并为老年人创造适合的社交场景，如组织家庭聚会，共同外出旅游等，既可以增加家庭成员与老年人的情感联系，又可以降低孤独感，延缓认知功能的衰退。最后，家庭成员应关注老年人的各种需求，帮助其克服参与社交活动中的障碍，促使其更好的融入社会。

社会层面，首先可以加大社区活动中心、老年活动站等活动室的建设，能够为老年人提供丰富的兴趣课程，如书法、园艺、剪纸等，同时鼓励老年人成立互助小组，担任志愿者或活动的组织者，使其老有所为；其次，可以尝试代际互动项目，如老少共学项目，组织老年人和青少年共同参与手工、烘焙等课程，促进老少之间的情感交流，既增加了青少年的知识，又可以缓解老年人的孤独感，增加认知刺激维持大脑的活跃，延缓认知功能的衰退。

综上，老年人主观认知功能下降现象比较普遍，是一个亟待解决的公共卫生问题。社会参与对老年人认知功能的影响不仅体现在直接促进上，还通过改善心理健康状况起到间接作用。政府、社区、家庭等应为老年人创造舒适便利的社交环境，如社区开设书法、舞蹈、园艺等兴趣课程，鼓励老年人组织活动或担任志愿者，增加社交互动减少孤独感，降低抑郁风险，从而降低认知功能下降的风险。

参考文献：

- [1] Jia L, Quan M, Fu Y, et al. Dementia in China: epidemiology, clinical management, and research advances[J]. Lancet Neurol, 2020, 19(1):81-92.
- [2] 刘莹,刘霞,崔平,等.中国老年人阿尔茨海默病患病率及发展趋势研究[J].中国卫生统计,2022,39(06):878-881.
- [3] KASPER S, BANCHER C, ECKERT A, et al. Management of mild cognitive impairment (MCI): The need for national and international guidelines[J]. The World Journal of Biological Psychiatry, 2020, 21(8):579-594.
- [4] 石妍,周恒宇,杨洋,等.扩散磁共振成像在主观认知功能下降的研究进展[J].中华放射学杂志,2024, 58(09):960-965.

- [5] 胡雪梅,陈庆.社会参与对独居老人生活满意度的影响——抑郁的中介作用[J].中国卫生事业管理,2024,41(09):1048-1051.
- [6] WANG Z, HOU J, SHI Y, et al. Influence of Lifestyles on Mild Cognitive Impairment: A Decision Tree Model Study [J]. Clin Interv Aging, 2020, 15: 2009-17.
- [7] 郝立晓,胡笑晨,韩璎,等.英文版主观认知下降问卷的汉化及信效度分析[J].中国全科医学,2019,22(26):3238-3245.
- [8] 王振杰,于海军,唐婧,等.中国老年人认知障碍率的Meta分析[J].中国循证医学杂志,2020,20(11):1295-1300.
- [9] 缪佳奇,程力,黄星路,等.老年人心理健康问题现状及焦虑抑郁状态影响因素研究进展[J].中国当代医药,2023,30(08):59-63.
- [10] Li XY,Xu WY.A change in social participation affects cognitive function in middle-aged and older Chinese adults:analysis of a Chinese longitudinal study on aging(2011-2018)[J].Front Public Health, 2024,12:1295433.
- [11] 薛新东.社会参与对我国中老年人认知功能的影响[J].中国卫生政策研究,2018,11(05):1-9.
- [12] Zhang H,Xing Y,Zhang YF,et al.Association between depression and quality of Life in older adults with type 2 diabetes:Amoderated mediation of cognitive impairment and sleep quality[J].Journal of Affective Disorders, 2023,340:17-24.

Analysis of the Impact of Social Participation on Cognitive Function Among Community-Dwelling Older Adults in Binzhou City

Rongjing Wang¹ Zhiyuan Wang¹ Jianni Cong^{1*}

¹*School of Health Management, Binzhou Medical University, Yantai, Shandong 264003*

Abstract Objective To explore the pathways through which social participation influences cognitive function in older adults, and to provide evidence for developing strategies to improve cognitive health in this population.

Methods A face-to-face questionnaire survey was conducted using convenience sampling among individuals aged 60 years and above. The survey collected data on demographic characteristics, cognitive function, social participation, and psychological status. Structural equation modeling was applied to examine the interrelationships between social participation, psychological status, and cognitive function. **Results** A total of 127 older adults were included, among whom 51 (40.16%) reported subjective cognitive decline. Social participation showed a significant effect on cognitive function, directly improving cognitive performance (effect size = -0.614, $P < 0.001$), and indirectly enhancing cognition by alleviating depressive tendencies (indirect effect size = -0.054, $P = 0.001$). Age, sex, and education level did not show significant effects on cognitive function. **Conclusion** Subjective cognitive decline is relatively common among older adults. Active engagement in social activities can directly delay cognitive deterioration and indirectly promote cognitive function by improving psychological well-being.

Keywords: Social participation; Older adults; Cognitive function; Mediating effect

基于深度学习的医学图像合成：方法、应用与未来方向

杨莉

(重庆医科大学附属康复医院, 重庆 400013)

摘要：随着医学影像技术的快速发展，深度学习在医学图像合成领域展现出巨大潜力，为临床诊断、治疗规划和医学研究提供了新机遇。本文系统综述了基于深度学习的医学图像合成方法，重点探讨了生成对抗网络（GANs）在跨模态合成和域适应中的应用，扩散模型（DM）的高保真度生成能力及其在多模态合成中的局限性（如合成样本多样性不足），以及Transformer模型和混合模型与领域适应技术的优势。在应用场景方面，本文分析了跨模态图像合成（例如MRI到CT、MRI到PET转换）、模态内图像增强与标准化、图像重建与去噪、纵向图像生成与疾病进展建模、特定病变或组织合成等实践案例，同时指出现有方法在泛化性、计算效率和伦理合规性方面的局限。未来研究应聚焦于提升模型的可解释性与可靠性、多模态融合能力及临床应用可行性。

关键词：深度学习；医学图像合成；生成对抗网络；扩散模型；跨模态合成

DOI: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i3.1764

医学图像合成作为人工智能与医学影像学交叉的重要研究方向，旨在利用算法生成或重建高质量的医学影像，以弥补数据采集中的不足并提升临床诊断的精度。近年来，随着计算能力的提升与海量医学影像数据的积累，深度学习技术在该领域展现出强大的潜力。尤其是卷积神经网络、生成对抗网络（Generative Adversarial Networks, GANs）以及扩散模型（Diffusion Models, DM）等方法的快速发展，使得医学图像合成在跨模态转换、图像重建、数据增强及隐私保护等方面取得显著进展。

在临床应用中，深度学习驱动的图像合成技术为解决多项关键问题提供了新思路。例如，通过低剂量计算机断层扫描（Computed Tomography, CT）生成高质量图像以减少辐射暴露；利用磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging, MRI）模态合成弥补数据缺失以辅助诊断；通过多模态融合提升病灶检测的准确性等。这些进展不仅改善了医学影像质量，也促进了影像组学与精准医疗的发展。然而，尽管成果丰富，但当下研究仍面临模型可解释性不足、数据分布偏差与临床可推广性等挑战。

因此，本文旨在系统梳理深度学习在医学图像合成中的主要方法，应用进展及发展趋势。分析不同模型的技术特点与适用场景，并探讨该领域的关键挑战及未来发展方向。通过全面总结现有研究成果，本文期望为医学图像智能生成的理论研究与临床发展提供思路。

1 深度学习医学图像合成的主要方法

医学图像合成在临床诊断与治疗中具有重要意义，其发展得益于深度学习技术的进步。本章旨在全面回顾深度学习在医学图像合成中的核心技术，重点探讨 GANs、DM、Transformer 模型及其混合架构与领域适应技术。

1.1 基于 GANs 的医学图像跨模态合成和域适应

GANs 是一种深度学习框架，通过对抗训练的方式生成高质量的图像。在医学图像跨模态合成任务中，GANs 通过学习目标模态图像的生成分布来生成与输入模态图像具有相似结构和特征的输出图像^[1]。多样化的 GAN 变体在跨模态合成和域适应中展现了架构创新。循环一致性生成对抗网络（Cycle-Consistent GAN, CycleGAN）是一种无监督学习方法，特别适用于没有配对数据的情况下进行跨模态合成。对于医学图像来说，CycleGAN 能够实现 CT 和 MRI 之间的图像转换，而无需成对的训练数据^[2]。其关键优势在于，CycleGAN 通过引入循环一致性^[3,4]损失，使得生成的图像能够在两个模态间相互转换而保持一致性。在 3D 图像合成方面，3D 可逆 GAN 仅需一个生成器即可实现 MRI 与正电

作者简介：杨莉(1993—)，女，生物医学工程专业，从事放射医学技术

96 通讯作者：杨莉

子发射型计算机断层显像 (Positron Emission Computed Tomography,PET) 的双向合成，具有计算效率优势^[5]。

1.2 DM 在医学图像生成中的高保真度与多模态合成能力

DM 通过多次噪声添加将原始图像转化为随机噪声，然后通过训练得到的反向过程将噪声逐步去除，最终生成逼真的图像。其核心优势是高保真度和多模态合成能力。其中，高保真度体现在生成图像的细节和精确度上，而多模态合成能力则指的是通过同一个模型，能够实现不同类型（如 CT、MRI、超声等）医学图像的生成与转换。去噪扩散概率模型，通过模拟逐步加噪的前向扩散过程和学习逆向去噪过程来生成高质量图像，其灵感来源于非平衡热力学^[6]。这种渐进式的去噪机制使得扩散模型能够生成具有高保真度和多样性的图像。此外，联合扩散注意力模型通过学习 MRI 和噪声化 PET 图像的联合概率分布，并利用预测-校正器机制进行采样，生成高保真度的 PET 图像，弥补了传统扩散模型在条件生成上的不足^[7]。

1.3 Transformer 模型

Transformer 模型凭借其全局注意力机制，在处理复杂解剖结构和维持图像全局一致性方面展现出优于传统卷积神经网络的潜力。其能够捕捉长距离依赖关系，有助于在医学图像合成中提高对非典型解剖结构和病变的泛化能力^[8]。在医学图像合成领域，多尺度 Transformer 网络被提出用于跨模态 MR 图像合成^[9]。在 PET 图像合成方面，医学图像合成领域的一种深度学习模型 (Frequency-domain Spatial Attention Network,FrSA-Net,FrSA-Net) 将 Transformer 与频率域注意力机制相结合，以解决 PET 图像固有的低信噪比和稀疏性问题，并在脱髓鞘预测中展现潜力^[10]。空间自适应和 Transformer 融合网络利用 Transformer 融合编码器捕捉 PET 和 MRI 之间的局部和全局关系，以实现高层特征融合^[11]。

1.4 混合模型与领域适应技术

混合模型指的是将多个深度学习模型的优点结合在一起，形成一个新的复合模型。通过融合不同模型的优势，混合模型能够弥补单一模型的局限性，提高图像合成的效果和泛化能力。混合模型包括：结合 VAE 和 GAN 技术用于 tagged MRI 到 cine MRI 转换的模型^[12]；Hi-Net 融合模态特定编码器-解码器与多模态融合模块；以及 MMTrans 模型^[13,14]结合 Swin Transformer 与 U-Net 结构的形变注册网络。此外，ResViT 模型^[8]将 Transformer 模块与 CNN 模块相结合，用于医学图像合成。

领域适应是指将一个领域（源领域）上的学习到的知识迁移到另一个领域（目标领域）上，以弥补目标领域数据不足的问题。在医学图像中，由于数据的标注困难和不同医院、设备、协议等因素的影响，同一类型的医学图像往往存在较大差异。因此，领域适应技术在医学图像合成中具有重要作用，能够提高跨不同设备、不同医院和不同病种之间图像合成的效果。CycleGAN 框架^[15,16]作为一种非配对图像转换模型，本身也具有一定的域适应能力。迁移学习^[15]在 CycleGAN 模型上的应用，通过预训练和微调提升模型在不同数据集上的泛化能力，也属于域适应的一种形式。

2 深度学习医学图像合成的应用场景

深度学习在医学图像合成领域展现出广泛的应用前景，这些应用共同推动了医学影像技术的进步，提升了诊断和治疗的精准性与效率。应用场景主要体现在以下几个方面：

2.1 跨模态医学图像合成：MRI 到 CT、MRI 到 PET 等

跨模态医学图像合成在放射治疗计划和诊断辅助方面表现突出，在 MRI 到 CT 合成任务中，模型性能的评估主要集中在骨骼结构还原、软组织细节保留、局部目标区域质量以及体积一致性方面。多项研究致力于利用 MRI 数据生成合成 CT (sCT) 图像，以减少患者的辐射暴露并弥补 MRI 在电子密度信息上的不足，例如脑肿瘤放射治疗、肺部 MR 引导放疗、前列腺癌 MR 引导自适应放疗以及头颈部区域的仅使用 MRI 的放疗^[16,17]。

在 MRI 到 PET 合成方面，shin^[18]的研究独具特色，其核心应用在于利用 T1 加权 MRI 图像生成 PET 图像，并将其恢复到原始的标准摄取值比范围，有效克服了直接从 MRI 图像预测放射性示踪剂摄取的挑战。此外，其他研究也探索了利用 MRI 信息合成 PET 图像，例如基于 Transformer 和频率域注意力机制的 FrSA-Net 模型旨在提高 PET 图像质量，辅助诊断多发性硬化症^[10]。谢等人^[7]的研究利用高

场和超高场 MRI 合成 PET 图像，并捕捉生理分布和真实解剖结构。通过 MRI 数据重构缺失的 PET 信息，克服了 PET 扫描的限制^[5]。

2.2 模态内图像增强与域内标准化

在图像增强方面，研究人员利用深度学习方法提升低场强 MRI 的图像质量。例如，通过合成技术将低场强 MRI 图像转化为高质量的高场强 MRI 图像，从而克服低场强图像噪声大、分辨率低、对比度差等固有缺陷，显著提高诊断精度^[19]。例如，3T MRI 到 7T MRI 的合成也被视为模态内图像质量增强的应用。除了 MRI，深度学习在 PET 图像增强方面也取得显著进展。多项研究致力于将低剂量或低计数 PET 图像恢复至接近全剂量或标准剂量的质量水平，以提高图像的定量准确性和诊断实用性^[10,11]。

在域内标准化方面，深度学习能够统一不同对比度或采集参数的 MRI 图像，提高诊断的一致性和可靠性。例如，U-Net 模型能够将一种 MRI 对比度（如 T1、T2 或 FLAIR）转换为另一种对比度，生成缺失的 MRI 序列以填补扫描空白^[8, 20]。通过合成缺失的序列，可以为下游任务提供更完整的数据。此外，深度学习方法也被用于处理运动伪影、弥补低分辨率 MRI 的细节不足，如将低分辨率 tagged MRI 合成高分辨率 cine MRI^[3,12]。在某些情况下，通过调整标签生成具有不同特征（如肿瘤大小、位置）的合成 MRI，也能视为一种模态内的增强或域内标准化^[20]。

2.3 图像重建、去噪与逆问题学习

为重建目标图像从欠采样或噪声数据中恢复高质量医学图像方面，深度学习方法被广泛应用。例如，多项研究聚焦于从低剂量或低计数 PET 图像中估计全剂量 PET 图像，以提升图像质量并降低患者的辐射暴露^[11]。通过学习低剂量 PET 和 MRI 之间的映射关系，可以有效地解决低剂量 PET 图像的噪声问题。

扩散模型固有的去噪过程可视为求解逆问题，能够从噪声中逐步恢复数据^[6]。特别是针对稀疏视图测量嵌入的应用，DDMM-Synth 通过结合扩散模型和测量嵌入的反向采样，将 CT 重建视为一个逆问题，并利用 MRI 作为引导，同时处理带有噪声的测量，间接实现了去噪。Wang 等人^[9]提出的通用零样本框架 DDNM 和 DDNM+，则通过在反向扩散过程中优化零空间内容，解决了多种线性图像复原问题，包括去噪和修复等。这些进展共同推动了医学图像高质量重建和去噪技术的发展。

在解决医学图像逆问题中，Schwab 等人^[21]提出了“零空间网络”的概念，通过结合经典重建方法和神经网络来优化病态逆问题，并通过保证数据一致性来提升重建精度。此外，DeepPET 模型将 PET 正弦图数据作为输入，通过深度卷积编码器-解码器网络直接输出重建图像，绕过了传统迭代算法，显著提高了重建速度和图像质量^[22]。

2.4 纵向图像生成与疾病进展建模

深度学习方法可捕捉图像随时间变化的动态特征，尤其对于纵向图像生成与疾病进展建模具有重要意义。序列感知扩散模型（Sequence-Aware Diffusion Model, SADM）是一种专门用于生成纵向医学图像的方法^[23]。SADM 的核心在于引入了基于 Transformer 的注意力模块，用以处理序列输入并作为扩散模型的条件模块，从而能够学习纵向依赖性。在推理阶段，SADM 采用自回归生成方式生成一系列图像，此类模型在模拟疾病进展、预测治疗反应和评估长期疗效方面具有巨大潜力。此外，PTNet3D 模型已展示出在处理纵向婴儿脑 MRI 方面的能力，能够合成不同年龄段婴儿的大脑 MRI，即便在传统 CNN 模型难以处理的 0-6 个月婴儿数据上也能取得良好结果^[24]。这对于神经发育轨迹和疾病进展的研究至关重要。还有文献指出，通过合成 PET 图像来捕捉阿尔茨海默病患者额叶和顶叶的低代谢区域，有助于疾病进展的分析和建模^[7]。

然而，需要指出的是，当前大量研究仍主要集中于单次扫描或单个时间点的图像合成，例如 MR 到 CT 合成、单次 MRI 扫描的对比度合成或静态 PET 图像合成，尚未直接涉及纵向图像生成或疾病进展建模^[2,5,10,11-16,22]。未来研究应着重于进一步开发和优化序列感知模型，以更准确地捕捉疾病进展的复杂动态，并将其应用于临床决策支持和个性化治疗方案的制定。

2.5 特定病变或组织合成

在医学图像合成领域，针对特定病变或组织的合成相较于整体图像合成，面临独特挑战，并侧重

于真实性与诊断可用性。此类方法旨在生成具有特定病理特征或解剖结构的图像，以辅助诊断、治疗规划及研究。例如，Wallrodt 等人旨在生成带有特定病变（如溃疡）的内窥镜图像，以提升训练模拟器的真实感。在 PET 图像合成中，FrSA-Net 模型能够更准确地生成预测脱髓鞘的 PET 图像，从而辅助 MS 的诊断和研究^[10]。一些研究在生成整体图像的同时，也强调了对特定解剖结构或病理区域的关注。例如，在合成颅骨伪 CT 时，NetBA 网络被引导关注骨骼、颅缝和空气区域，以提高这些关键结构的合成质量^[24]。Rajagopal 等人能够在合成 PET 图像中插入合成病变，用于评估 MRAC 方法在不同。此外，针对脑肿瘤的合成研究，通过使用 BRATS 数据集中的肿瘤分割标签，调整肿瘤大小和位置，生成带有特定脑肿瘤的合成 MRI 图像，以增强数据集并支持肿瘤分割任务^[14,20]。

2.6 现有方法的局限性

当前深度学习在医学图像合成仍面临多重挑战，GANs 的训练不稳定性和模式崩溃问题仍普遍存在^[7,12,19]。CycleGAN 等方法虽然能够处理未配对数据，但其循环一致性是近似的，需要额外的损失项来强制执行。传统的 GAN 方法在处理 PET 图像的宽强度范围时效果不佳，且可能生成不符合物理规律的伪影或改变关键特征^[16,18]。DM 尽管在图像质量上表现出色，但其效率问题突出，采样速度慢，限制了在需要快速生成图像的临床应用中的可行性。扩散去噪过程可能改变目标图像的原始分布结构，导致忽略解剖结构的一致性，生成临床相关性较低的结果^[12]。Transformer 模型在全局一致性和局部细节之间存在权衡。虽然 Transformer 能够捕捉长距离依赖性并提升全局特征，但在处理大尺寸 3D 医学图像时，面临计算量大、内存消耗高的问题^[13]。2D 合成方法普遍存在 3D 体积不连续性问题，而 3D 方法又面临计算成本高和内存需求大的挑战。此外，模型的泛化能力受限于训练数据集的规模和多样性，特别是在处理异常解剖结构或罕见病灶时表现不佳。

3 未来研究方向

深度学习的快速发展极大地推动了医学图像合成技术的进步但要实现从实验研究到临床实践的全面落地，仍存在诸多挑战与发展空间。未来的研究方向可从以下几个方面进行拓展和深化。

模型的可解释性与可靠性提升：当前多数基于深度学习的生成模型（如 GANs、Diffusion Models）仍属于“黑箱式”结构，缺乏对内部特征提取和生成机制的可解释性。通过可视化特征图来揭示模型学习过程，或生成不确定性图为模型输出提供初步的可解释性^[24]。注意力机制，尤其是在 Transformer 模型中，被认为是增强可解释性的有效途径，能够展示模型在 MRI 和 CT/PET 之间映射时的关注区域^[8,9,10,18]。一些研究通过评估输出的物理意义，如空气和骨骼区域以及质子射程偏移，间接体现了模型的“可解释性”。在可靠性方面，已有研究尝试通过调整输入标签（如 MMSE 分数或肿瘤大小、位置）来控制生成图像的特定特征^[20]。“零空间网络”则通过确保数据一致性来提高模型可靠性，这可视为一种可控性体现^[21]。未来研究应着重提高模型的可解释性与可靠性，通过可视化方法、注意力机制以及因果推理模型揭示生成过程中的关键特征，以增强临床可接受度和信任度。同时，应建立统一的模型验证与置信度评估体系，确保合成图像在临床诊断中的安全性与一致性。

多模态与跨域合成的融合发展：医学影像涵盖 CT、MRI、PET、超声等多种模态，不同模态间包含互补信息。研究表明，整合来自同一患者的多种模态信息（如 MRI、CT、PET）能够生成更全面、互补的合成图像，显著提高合成性能。未来的工作可以探索更复杂的融合策略，如多模态注意力机制或图神经网络，并将 Transformer 架构扩展到多模态输入。实现从单一模态向多模态协同生成的转变，这不仅有助于提高图像合成的结构与纹理真实性，还将为复杂疾病的综合诊断和功能影像分析提供更全面的数据支持。

数据高效与隐私保护的学习框架：医学影像数据的隐私性与采集成本限制了模型的训练规模。未来应探索更高效、安全的数据利用机制，如联邦学习、小样本学习和迁移学习方法，以减少对大规模标注数据的依赖。同时，应强化数据匿名化与隐私保护机制，平衡算法性能与伦理安全要求。

生成模型的真实性评估与标准化：目前，医学图像合成的质量评估尚缺乏统一标准。未来研究可综合采用客观指标（如 FID、SSIM、PSNR 等）与主观专家评估，构建多层次的图像质量评价体系。同时，应推动模型训练、数据预处理及评估流程的标准化，确保实验结果的可复现性与跨机构可比性，为临床推广提供可靠依据。

面向临床的可落地应用与集成系统：未来研究的重点应逐步从算法性能优化转向临床可用性验证。应探索与影像采集设备、PACS 系统及影像组学分析平台的深度集成，构建端到端的智能影像生成与分析系统。此外，通过与医生反馈闭环相结合，可实现模型在实际诊断场景中的持续优化与自适应更新，促进智能合成影像在临床中的规范化应用。

新兴技术与跨学科研究：除了单一模型的创新，混合模型和多模态融合技术也备受关注。Transformer 与 CNN 的混合架构已在医学图像合成中展现潜力，而将扩散模型与对抗性学习相结合的 SynDiff 模型也代表了新兴技术方向^[1,8]。跨学科研究被认为是解决当前挑战和开拓新应用领域的关键。医学影像学、生物医学工程、放射肿瘤学、医学物理学乃至计算机视觉等领域的紧密合作，有助于将理论模型转化为实际的临床应用。例如，与临床专家合作可以更好地理解临床需求，指导模型开发和评估，确保合成图像的临床效用和安全性^[24]。同时，因果推断和神经符号 AI 等新兴计算范式，有望增强模型的解释性和可信度，为医学图像合成带来新的突破^[25]。

总体而言，医学图像合成正经历从“算法驱动”向“临床赋能”的关键转型阶段。未来的研究应在模型可解释性、多模态融合、数据安全、标准化评估及临床集成等方面持续深化，以推动深度学习技术真正服务于精准医疗与智能诊断。随着技术与医学的不断融合，医学图像合成有望成为人工智能推动医学影像创新与变革的重要引擎。

4 总结

深度学习在医学图像合成领域取得了显著进展，特别是在提升图像质量、克服数据稀缺和减少辐射暴露方面展现了巨大潜力。GANs、Transformer 架构和扩散模型等技术在多种任务中表现出色，显著提高了临床诊断和治疗规划的精确性^[4,9,20]。这些技术在 MRI 的放射治疗、数据增强和辅助疾病诊断方面已展现出初步应用价值。尽管成就显著，该领域仍面临泛化能力不足、对大规模配对数据依赖以及 3D 合成内存效率和模型可解释性等挑战^[2,15]。未来的研究应聚焦于提升模型效率、增强泛化能力、发展可解释性模型、融合多模态信息以及完善临床评估体系，以期推动深度学习在医学图像合成领域的临床转化。

参考文献：

- [1] Ozbey M, Dalmaz O, Dar SUH, et al. Unsupervised Medical Image Translation With Adversarial Diffusion Models[J]. IEEE Trans Med Imaging, 2023;42(12):3524-3539.
- [2] Emami H, Dong M, Nejad-Davarani SP, et al. Generating synthetic CTs from magnetic resonance images using generative adversarial networks[J]. Med Phys. 2018;45: 3627-3636.
- [3] Ozonoff A, Schaenman J, Jayavelu ND, et al. Phenotypes of disease severity in a cohort of hospitalized COVID-19 patients: Results from the IMPACC study[J]. EBioMedicine. 2022;83:104208.
- [4] Guogang Cao, Shunkun Liu, Hongdong Mao, et al. Improved CycleGAN for MR to CT synthesis[C/OL]//2021 6th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)[J]. IEEE: 2021;205-208.
- [5] Lin W, Lin W, Chen G, et al. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Bidirectional Mapping of Brain MRI and PET With 3D Reversible GAN for the Diagnosis of Alzheimer's Disease[J]. Front Neurosci. 2021;15:646013.
- [6] Vasylechko S, Afacan O, Kurugol S. Self Supervised Denoising Diffusion Probabilistic Models for Abdominal DW-MRI[J]. Comput Diffus MRI. 2023;14328:80-91.
- [7] Xie T, Cao C, Cui ZX, et al. Synthesizing PET images from high-field and ultra-high-field MR images using joint diffusion attention model[J]. Med Phys. 2024;51(8):5250-5269.
- [8] Dalmaz O, Yurt M, Cukur T. ResViT: Residual Vision Transformers for Multimodal Medical Image Synthesis[J]. IEEE Trans Med Imaging. 2022;41(10):2598-2614.
- [9] Li Y, Zhou T, He K, et al. Multi-Scale Transformer Network With Edge-Aware Pre-Training for Cross-Modality MR Image Synthesis[J]. IEEE Trans Med Imaging. 2023;42(11):3395-3407.

- [10] Wei W, Poirion E, Bodini B, et al. Predicting PET-derived demyelination from multimodal MRI using sketcher-refiner adversarial training for multiple sclerosis[J]. Med Image Anal. 2019;58:101546.
- [11] Zhang L, Xiao Z, Zhou C, et al. Spatial adaptive and transformer fusion network (STFNet) for low-count PET blind denoising with MRI[J]. Med Phys. 2022;49(1):343-356.
- [12] Liu X, Xing F, Prince JL, et al. Dual-cycle constrained bijective VAE-GAN for TAGGED-TO-CINE magnetic resonance image synthesis [J]. Proc IEEE Int Symp Biomed Imaging. 2021; 10:1109
- [13] Yan S, Wang C, Chen W, et al. Swin transformer-based GAN for multi-modal medical image translation[J]. Front Oncol. 2022; 12:942511.
- [14] Zhou T, Fu H, Chen G, et al. Hi-Net: Hybrid-Fusion Network for Multi-Modal MR Image Synthesis[J]. IEEE Trans Med Imaging. 2020 ;39(9):2772-2781.
- [15] Li W, Kazemifar S, Bai T, et al. Synthesizing CT images from MR images with deep learning: model generalization for different datasets through transfer learning[J]. Biomed Phys Eng Express. 2021 ;24;7(2).
- [16] Klages P, Benslimane I, Riyahi S, et al . Patch-based generative adversarial neural network models for head and neck MR-only planning[J]. Med Phys. 2020 ;47(2):626-642.
- [17] Hsu SH, Han Z, Leeman JE, et al. Synthetic CT generation for MRI-guided adaptive radiotherapy in prostate cancer[J]. Front Oncol. 2022;23;12:969463.
- [18] Shin, H.C., Ihsani,et al. Generative adversarial networks with bidirectional encoder representations from transformers for mri to pet synthesis.2020;2008:04393.
- [19] Lin H, Figini M, D'Arco F, et al. Low-field magnetic resonance image enhancement via stochastic image quality transfer[J]. Med Image Anal. 2023 ;87:102807.
- [20] Liu J, Pasumarthi S, Duffy B, et al. One Model to Synthesize Them All: Multi-Contrast Multi-Scale Transformer for Missing Data Imputation[J]. IEEE Trans Med Imaging. 2023;42(9):2577-2591.
- [21] Schwab J, Antholzer S, Haltmeier M. Big in Japan: Regularizing Networks for Solving Inverse Problems[J]. J Math Imaging Vis. 2020;62(3):445-455.
- [22] Häggström I, Schmidlein CR, Campanella G, et al. DeepPET: A deep encoder-decoder network for directly solving the PET image reconstruction inverse problem[J]. Med Image Anal. 2019 ;54:253-262.
- [23] Wang X, Yang M, Tosun S, et al. CalDiff: calibrating uncertainty and assessing reliability of diffusion models for trustworthy lesion segmentation[J]. IEEE J Biomed Health Inform. 2025;23;PP.
- [24] Eshraghi Boroojeni P, Chen Y, Commean PK, et al. Deep-learning synthesized pseudo-CT for MR high-resolution pediatric cranial bone imaging (MR-HiPCB)[J]. Magn Reson Med. 2022;88(5):2285-2297.
- [25] Qi M, Li Y, Wu A, et al. Multi-sequence MR image-based synthetic CT generation using a generative adversarial network for head and neck MRI-only radiotherapy[J]. Med Phys. 2020;47(4):1880-1894.

Medical Image Synthesis Based on Deep Learning: Methods, Applications and Future Directions

Yang Li

Chongqing Medical University Affiliated Rehabilitation Hospital, Chongqing, China

Abstract: With the rapid advancement of medical imaging technology, deep learning has demonstrated tremendous potential in medical image synthesis, offering new opportunities for clinical diagnosis, treatment planning, and medical research. This paper systematically reviews deep learning-based medical image synthesis methods, focusing on the application of Generative Adversarial Networks (GANs) in cross-modal synthesis and domain adaptation, the high-fidelity generation capabilities of Diffusion Models (DM) and their limitations in multimodal synthesis (such as insufficient diversity of synthesized samples), as well as the advantages of Transformer models, hybrid models, and domain adaptation techniques. In terms of application scenarios, the paper analyzes practical cases including cross-modal image synthesis (e.g., MRI to CT, MRI to PET conversion), intra-modal image enhancement and standardization, image reconstruction and denoising, longitudinal image generation and disease progression modeling, and specific lesion or tissue synthesis. It also highlights the limitations of existing methods in generalization, computational efficiency, and ethical compliance. Future research should focus on improving model robustness, multimodal fusion capabilities, and clinical applicability. This study provides a comprehensive reference for innovation and clinical translation in the field of medical image synthesis.

Keywords: Deep learning; Medical image synthesis; Generative adversarial networks (GANs); Diffusion models (DMs); Cross-modal synthesis



WISVORA 出版社：专注于学术出版管理，WISVORA 出版社提供期刊编辑、论文出版和国际索引、期刊创办、期刊托管等服务，增强学术研究的全球传播和影响力。

www.wisvora.com



中国医学科学研究 China Journal of Medical Science Research

《中国医学科学研究》是一份聚焦医学科学领域的综合性的国际学术期刊，致力于推动医学基础研究、临床医学、公共卫生、医学技术及相关学科的创新与发展。刊期为季刊，面向国内外医学科研人员、临床医生及医药行业从业者。本期刊重点刊登医学基础研究、临床研究、转化医学、医学技术创新、公共卫生政策方面的原创性研究论文、综述文章、病例报告和医学评论。期刊旨在展示医学科学领域的最新成果和研究进展，推动医学研究与临床实践的结合。

印刷出版ISSN 3079-823X

电子出版 eISSN 3079-8248



学术赠阅

权责声明

期刊所刊载的评论、意见、观点等均出自文章作者个人立场，不代表本出版社的观点或看法。对于文章任何部分及文内引用材料给任何个人、机构、及其财产所带来的任何损失及伤害，本出版社均不承担任何责任。我们郑重声明，本出版社的出版业务，不构成对任何产品商业性能的保证，也不表示本社业已承认本社出版物中所述内容适用于某特定用途。如有疑问，请寻找专业人士协助。