· 临床与预防 ·

多状态马尔可夫模型下老年缺血性脑卒中患者生活空间转移研究

王蕾[1],吕佳霖[1],杨梦羽[1],张宇[2],张立秀[1]
1. 湖州师范大学医学院(护理学院),浙江 湖州 313000;2. 南方医科大学护理学院

摘要:目的　基于多状态马尔可夫模型,探讨老年缺血性脑卒中(IS)患者生活空间状态的纵向转移特征及影响因素。**方法**　选取 2024 年 8—12 月湖州市两所三甲医院的老年 IS 住院患者,评估其出院后 3、6、9、12 个月的生活空间状态(正常、临界、受限)并分析转移规律。**结果**　患者生活空间在三种状态间呈动态转移。恶化路径中,正常向临界(*IR* = 0.858)及临界向受限(*IR* = 0.442)的强度均高于正常直接转向受限(*IR* = 0.052);恢复路径中,受限向临界(*IR* = 0.480)强度高于临界向正常(*IR* = 0.236),而受限直接转向正常无统计学意义。正常状态稳定概率最高(0.848),临界最低(0.335)。女性、日常生活能力中重度依赖易致正常转临界,农村居住促进临界转受限,高龄及重度功能障碍抑制受限转临界。**结论**　老年 IS 患者生活空间动态转移特征显著,临界状态是干预的关键窗口,应加强动态评估以识别风险并优化功能管理。

关键词:老年;缺血性脑卒中;生活空间;多状态马尔可夫模型
中图分类号:R473.74　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1003 - 8507(2026)18 - 3445 - 07
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202603121

Life space transitions in elderly patients with ischemic stroke under multi - state Markov models

WANG Lei*, LV Jia - lin, YANG Meng - yu, ZHANG Yu, ZHANG Li - xiu
* *School of Medicine and Nursing, Huzhou Normal University, Huzhou, Zhejiang* 313000, *China*

Abstract: Objective　To explore the longitudinal transition characteristics and influencing factors of life - space (LS) mobility among elderly patients with ischemic stroke (IS) based on a multi - state Markov model (MSM). **Methods**　Elderly inpatients with IS from two tertiary hospitals in Huzhou were recruited between August and December 2024. Their LS states (categorized as normal, marginal, and limited) were assessed at 3, 6, 9, and 12 months post - discharge to analyze the transition patterns. **Results**　The LS mobility of patients exhibited dynamic transitions among the three states. In deterioration pathways, the transition intensities from normal to marginal (*IR* = 0.858) and from marginal to limited (*IR* = 0.442) were higher than the intensity of direct transition from normal to limited (*IR* = 0.052). In recovery pathways, the intensity from limited to marginal (*IR* = 0.480) was higher than that from marginal to normal (*IR* = 0.236), while the direct transition from limited to normal was not statistically significant. The probability of remaining in the normal state was the highest (0.848), whereas the marginal state showed the lowest stability (0.335). Multi - variable analysis indicated that female sex and moderate - to - severe dependence in daily living activities facilitated the shift from normal to marginal states. Rural residency promoted the transition from marginal to limited states, while advanced age and severe functional impairment inhibited the recovery from limited to marginal states. **Conclusion**　Elderly IS patients demonstrate significant dynamic transitions in LS mobility. The marginal state serves as a critical window for intervention. It is essential to enhance dynamic assessments to identify risks early and optimize functional management strategies for this population.

Keywords: Elderly; Ischemic stroke; Life space; Multi - state Markov model

全球疾病负担研究显示[1],中国脑卒中发病风险为 39.9%,居世界首位。缺血性脑卒中(Ischemic Stroke,IS)是其主要亚型,占比 60% ~80%[2]。IS 导致的神经功能后遗症常使其生活空间受限。生活空间(Life - Space,LS)指个体日常活动所涉及的空间范围及其活动频率和独立完成能力,反映了个体的移动能力[3]。研究表明[4-5],老年人 LS 受限可导致死亡、衰弱、跌倒风险增加等不良后果。目前针对老年 IS 患者 LS 研究多聚焦于单一状态的变化趋势,缺少对

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(23YJCZH207)
作者简介:王蕾(2003—),女,硕士在读,研究方向:老年护理
通信作者:张立秀,E - mail:zhanglixiu025@163.com

不同 LS 间的动态转变规律的探索。近年来,多状态马尔可夫模型(Multi - State Markov Model,MSM)已广泛应用于医学领域的疾病纵向发展研究[6-7],该模型可通过量化不同状态以探索其转移发展过程,动态预测不同状态间的转移概率。此外,MSM 可纳入协变量以评估其对状态转移概率的影响,适用于存在反复变化和多结局特征的健康状态研究。因此,本研究拟采用 MSM 分析老年 IS 患者 LS 状态的转移特征及其影响因素,为制定功能康复干预及 LS 改善策略提供理论依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象 采用便利抽样法,选取 2024 年 8 月—12 月湖州市两所三级甲等医院住院治疗的老年 IS 患者。本研究已获得湖州师范大学伦理委员会的正式审查和批准(伦理审批号:202504 - 19)。纳入标准:①年龄≥60 岁;②符合《中国急性缺血性卒中诊治指南 2023》[8]诊断标准,经头颅 CT 或 MRI 检查确诊为 IS;③首次发生 IS;④签署知情同意书并完成随访。排除标准:①合并其他可能影响运动功能的疾病;②存在严重心、肺功能障碍等严重躯体疾病;③先天性躯体残障;④存在意识障碍、中重度认知障碍或精神疾病。退出标准:①研究期间研究对象死亡;②随访过程中出现严重不良事件或其他原因,导致无法继续完成随访或相关评估者。依据单组重复测量设计样本量估计方法[9],计算公式为 $n=\frac{2(z_{\alpha}+z_{\beta})^{2}\sigma^{2}[1+(m-1)\rho]}{m\delta^{2}}$。设 4 次测量、$\alpha=0.05$、Power = 0.80、$\rho=0.50$,最终得出所需样本量 142 例。考虑 20% 失访,基线至少纳入 178 例。本研究初始纳入 286 名基线调查对象,38 名因失访或未完成研究被排除,最终 248 例纳入分析,实际失访率 13.3%。

1.2 研究工具

1.2.1 一般资料量表 研究者自行设计,包括年龄、性别、文化程度、婚姻、住房类型、合并其他慢性病、人均月收入、照顾形式、居住地。

1.2.2 美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale,NIHSS) 神经功能缺损程度的评定采用蔡叶峰等[10]于 2008 年汉化的 NIHSS 量表。总分 0 ~ 42 分,分数越低,神经缺损程度越低,<5 分表示为轻度神经缺损;5 ~ 20 分为中度神经缺损;>20 分为重度神经缺损。其 Cronbach α 系数 0.796。

1.2.3 生活空间评估量表(Life - Space Assessment,LSA) 经 JI 汉化,以评估老年 IS 患者 LS[11]。根据过去 4 周内个体在不同生活空间范围、活动频率及是否需要协助计分,维度分 = 活动范围得分 × 活动频率得分 × 独立程度得分;LSA 总分 = 各维度分之和。总分 0 ~ 120 分,分数越高表明 LS 越广。本研究将 LS 定义为 3 种状态:受限状态(Limited,L,0 ~ 60 分),临界状态(Marginal,M,61 ~ 80 分),正常状态(Normal,N,81 ~ 120 分),且均设定为瞬时状态,个体可在各状态间发生进展性或恢复性的状态转移。Cronbach α 系数 0.76。

1.2.4 简易精神状态量表(Mini - Mental State Examination,MMSE) 采用 MMSE 量表评估是否存在认知功能障碍[12-13]。含 5 个维度、30 个条目,总分 0 ~ 30 分,依据受试者的教育程度分层判定:文盲组≤17 分、小学组≤20 分、初中及以上组≤24 分时判定为认知功能障碍,得分越低,认知功能越差。该量表 Cronbach α 系数 0.833。

1.2.5 Barthel 指数量表(Barthel index,BI) 采用侯东哲等[14]于 2012 年汉化的 Barthel 指数量表,以评估日常生活能力(Activities of Daily Living,ADL)。总分 0 ~ 100 分,得分越高生活自理能力越强。≤40 分为重度依赖,41 ~ 60 分为中度依赖,61 ~ 99 分为轻度依赖,100 分为无须依赖。该量表 Cronbach α 系数为 0.916。

1.3 资料收集 由统一培训的研究人员开展。于患者出院后 3 个月(T1)、6 个月(T2)、9 个月(T3)、12 个月(T4)进行随访评估,采用来院复查或微信视频等远程方式,调查时长控制在 15 分钟内,研究人员依据研究工具逐一提问,并如实完整记录研究对象的回答信息。

1.4 统计学方法 采用 R 4.5.2 进行统计分析。计数资料以 n(%)表示,组间比较采用 χ^{2} 检验。通过 MSM 分析 LS 的动态变化,并探讨各变量对其状态转移的影响。采用“msm”包[15]构建 MSM 并进行多状态转移的影响因素分析。MSM 是一种用于分析个体在多个离散状态间随时间转移规律的统计模型。本研究将老年 IS 患者的 LS 定义为正常(N)、临界(M)、受限(L)三种状态,构建连续时间齐性 MSM,以瞬时转移强度矩阵 Q 描述各状态间的转移速率,任意时间间隔 t 内的转移概率矩阵 $P(t)=\exp(Qt)$。模型涵盖三种状态两两之间的 6 条双向转移路径及各状态的自维持路径。协变量以比例风险形式纳入模型,各转移路径的协变量效应以 *HR* 及 95% *CI* 表示。在建立模型前,本研究对数据进行了马尔可夫性质及齐性检验。由于样本量(n = 248)限制,为避免高阶模型导致的参数估计不稳定及过拟合问题,本研究严格遵循一阶马尔可夫假设。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　基线特征　共纳入 248 例老年 IS 患者,出院后 3 个月 L 占比最高(43.55%)。不同 LS 状态在住房类型、慢性病合并情况、人均月收入、居住地、ADL 及 MCI 方面差异有统计学意义($P<0.05$)。详见表 1。

表 1　一般资料[n(%)]

Table 1　Baseline characteristics [n(%)]

特征变量	N ($n=77$)	M ($n=63$)	L ($n=108$)	χ^2	P
年龄段(岁)					
≥75	9(11.69)	15(23.81)	25(23.15)	8.276	0.219
70~74	22(28.57)	14(22.22)	21(19.44)		
65~69	33(42.86)	29(46.03)	51(47.22)		
60~64	13(16.88)	5(7.94)	11(10.19)		
性别					
男	36(46.75)	30(47.62)	39(36.11)	3.050	0.218
女	41(53.25)	33(52.38)	69(63.89)		
文化程度					
文盲	17(22.08)	19(30.16)	37(34.26)	14.330	0.074
小学	28(36.36)	26(41.27)	47(43.52)		
初中	12(15.58)	12(19.05)	12(11.11)		
高中或中专	11(14.29)	5(7.94)	6(5.56)		
大专及以上	9(11.69)	1(1.59)	6(5.56)		
婚姻					
未婚、离异、丧偶	14(18.18)	14(22.22)	23(21.30)	0.409	0.815
已婚	63(81.82)	49(77.78)	85(78.70)		
住房类型					
电梯房 2 层及以上	41(53.25)	27(42.86)	36(33.33)	18.633	<0.001
平房或楼梯房 1 层	29(37.66)	17(26.98)	33(30.56)		
楼梯房 2 层及以上	7(9.09)	19(30.16)	39(36.11)		
合并其他慢性病					
否	26(33.77)	18(28.57)	12(11.11)	14.931	<0.001
是	51(66.23)	45(71.43)	96(88.89)		
人均月收入(元)					
<3 000	7(9.09)	14(22.22)	34(31.48)	16.694	0.002
3 000~5 000	53(68.83)	42(66.67)	64(59.26)		
>5 000	17(22.08)	7(11.11)	10(9.26)		
照顾形式					
配偶	39(50.65)	33(52.38)	42(38.89)	5.323	0.256
子女	30(38.96)	26(41.27)	50(46.30)		
其他(亲戚、护工等)	8(10.39)	4(6.35)	16(14.81)		
居住地					
城镇	57(74.03)	47(74.60)	61(56.48)	8.685	0.013
农村	20(25.97)	16(25.40)	47(43.52)		
神经功能缺损情况					
轻度	19(24.68)	11(17.46)	13(12.04)	7.043	0.134
中度	48(62.34)	42(66.67)	70(64.81)		
重度	10(12.99)	10(15.87)	25(23.15)		
ADL					
轻度依赖	39(50.65)	17(26.98)	33(30.56)	13.187	0.010
中度依赖	21(27.27)	26(41.27)	33(30.56)		
重度依赖	17(22.08)	20(31.75)	42(38.89)		
MCI					
否	20(25.97)	6(9.52)	4(3.70)	21.492	<0.001
是	57(74.03)	57(90.48)	104(96.30)		

2.2　*老年 IS 患者生活空间状态的转移概率*　模型结果显示,模型展示的状态流行率与实际观测分布无显著差异($\chi^2=4.659$, $df=11$, $P=0.946$),表明一阶时间齐性模型能够有效捕捉数据特征。MSM 结果显示(见图 1),患者 LS 状态存在纵向转移特征。N 的维持概率最高(84.79%),且 M 向 N(44.42%)或 L

(21.30%)转移的概率均显著高于其他路径。此外，L 直接恢复至 N 的概率极低(3.11%)。各状态为出发点的概率合为 100%。

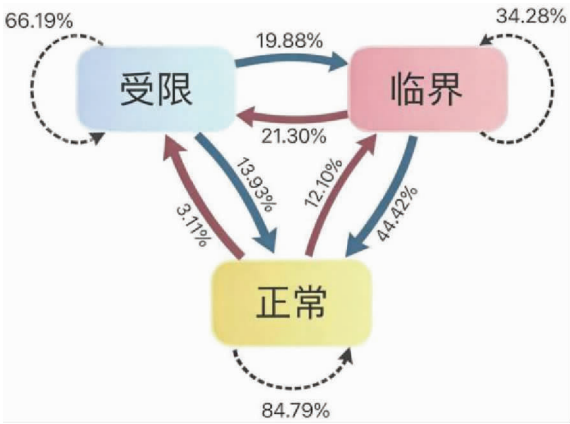

图 1　老年 IS 患者 LS 状态的转移概率图

Fig. 1　Transition probability diagram of LS states in elderly patients with IS

2.3　*老年 IS 患者生活空间状态的转移强度*　结果显示，恶化路径中，N 向 M 的转移强度高于 N 直接转向 L 的强度(0.858 > 0.052)，M 向 L 的转移强度为 0.442。恢复路径中，M 向 N 的转移强度小于 L 向 M 转移(0.236 < 0.480)，而 L 向 N 的转移强度无统计学意义，详见表 2。

表 2　不同状态转移强度

Table 2　Transition intensities of different states

转移情况	起始状态	目标状态	*IR*(95% *CI*)
恶化路径	N	M	0.858(0.639 ~ 1.151)
	N	L	0.052(0.009 ~ 0.307)
	M	L	0.442(0.310 ~ 0.630)
恢复路径	M	N	0.236(0.171 ~ 0.325)
	L	N	0.002(0.000 ~ 2.094)
	L	M	0.480(0.338 ~ 0.680)

注：转移强度(intensity rate，*IR*)：指在给定当前处于某一状态的条件下，单位时间内转移到另一特定状态的瞬时发生率。当 *IR* = 0 时，该转移不会发生。

2.4　*老年 IS 患者 LS 稳定状态保持强度*　N 的保留强度为 −0.238，L 为 −0.495，M 为 −1.337。N 的平均持续时间最长(4.207 ± 0.667 月)，M 的最短(0.748 ± 0.091 月)。详见表 3。

表 3　稳定状态保留强度

Table 3　Retention intensities and mean sojourn times of stable states

状态	*IR*(95% *CI*)	持续时间汇总(月)	长期稳态比例(%)
N	−0.238(−0.324 ~ −0.174)	4.207 ± 0.667	65.83
M	−0.495(−0.630 ~ −0.388)	0.748 ± 0.091	17.21
L	−1.337(−1.696 ~ −1.054)	2.022 ± 0.249	16.96

注：转移强度(intensity rate，*IR*)：指在给定当前处于某一状态的条件下，单位时间内转移到另一特定状态的瞬时发生率。当 *IR* = 0 时，该转移不会发生。

2.5　*MSM 模型*　老年 IS 患者 LS 状态转移的影响因素分析结果显示各因素的作用存在差异(见表 4)。女性(*HR* = 2.238)及 ADL 中度(*HR* = 2.566)或重度依赖(*HR* = 2.265)是 N 向 M 转移的促进因素，而农村居住(*HR* = 3.132)促进了 M 向 L 的转移。高龄是 L 向 M 转移的阻碍因素，而居住于楼梯房 2 层及以上、由子女或其他人员照护、存在重度神经功能缺损以及 ADL 重度依赖的患者则会促进 L 向 M 状态转移。而 M 向 N 状态的转移过程中，未发现有统计学意义的影响因素。

表 4　LS 状态转移的 MSM 模型(n = 248)

Table 4　MSM for LS state transitions (n = 248)

变量	*HR* (95% *CI*)			
	N→M	M→N	M→L	L→M
年龄段(岁)	≥75(参照)			
70 ~ 74	0.842(0.315 ~ 2.251)	0.902(0.405 ~ 2.008)	1.953(0.646 ~ 5.903)	6.667(2.62 ~ 16.962)
65 ~ 69	0.659(0.265 ~ 1.643)	0.803(0.395 ~ 1.636)	2.054(0.763 ~ 5.527)	7.457(3.204 ~ 17.355)
60 ~ 64	0.363(0.099 ~ 1.334)	0.678(0.266 ~ 1.726)	0.659(0.122 ~ 3.57)	5.005(1.824 ~ 13.734)
性别	男(参照)			
女	2.238(1.159 ~ 4.323)	1.537(0.957 ~ 2.467)	0.791(0.394 ~ 1.589)	0.707(0.428 ~ 1.168)
文化程度	文盲(参照)			
小学	0.717(0.280 ~ 1.833)	0.854(0.427 ~ 1.706)	1.463(0.518 ~ 4.129)	1.02(0.471 ~ 2.211)
初中	0.94(0.358 ~ 2.463)	0.68(0.324 ~ 1.426)	1.346(0.466 ~ 3.888)	0.85(0.382 ~ 1.888)

（续表）

变量	*HR*（95% *CI*）			
	N→M	M→N	M→L	L→M
高中或中专	0.683（0.186～2.508）	1.027（0.383～2.753）	1.769（0.262～11.964）	2.274（0.648～7.974）
大专及以上	0.134（0.015～1.169）	0.651（0.189～2.245）	1.284（0.103～15.933）	1.845（0.515～6.614）
婚姻	未婚、离异、丧偶（参照）			
已婚	0.654（0.316～1.353）	0.988（0.558～1.749）	0.901（0.405～2.006）	0.863（0.479～1.556）
住房类型	电梯房 2 层及以上（参照）			
平房或楼梯房 1 层	0.946（0.464～1.93）	1.045（0.602～1.813）	2.162（0.929～5.033）	1.029（0.561～1.886）
楼梯房 2 层及以上	1.218（0.534～2.776）	0.73（0.411～1.295）	0.868（0.367～2.054）	0.493（0.273～0.890）
合并其他慢性病	否（参照）			
是	0.964（0.474～1.963）	0.825（0.479～1.420）	1.635（0.688～3.885）	0.975（0.488～1.948）
人均月收入（元）	<3 000（参照）			
3 000～5 000	0.855（0.385～1.898）	1.039（0.593～1.821）	1.035（0.453～2.364）	1.112（0.642～1.925）
>5 000	0.515（0.169～1.575）	0.925（0.395～2.164）	0.921（0.277～3.063）	0.677（0.255～1.794）
照顾形式	配偶（参照）			
子女	1.079（0.557～2.089）	1.101（0.675～1.797）	0.646（0.310～1.348）	0.473（0.277～0.809）
其他（亲戚、护工等）	0.938（0.325～2.708）	0.851（0.389～1.858）	0.266（0.058～1.220）	0.437（0.200～0.956）
居住地	城镇（参照）			
农村	1.821（0.945～3.509）	1.154（0.691～1.928）	3.132（1.533～6.398）	1.036（0.617～1.740）
神经功能缺损情况	轻度（参照）			
中度	0.938（0.436～2.021）	0.836（0.455～1.538）	1.55（0.510～4.710）	0.544（0.262～1.131）
重度	0.801（0.267～2.405）	0.916（0.419～2.002）	1.771（0.482～6.506）	0.362（0.152～0.863）
ADL	轻度依赖（参照）			
中度依赖	2.566（1.181～5.573）	1.218（0.701～2.114）	0.617（0.238～1.597）	0.561（0.300～1.049）
重度依赖	2.265（1.033～4.967）	0.797（0.439～1.446）	0.747（0.302～1.846）	0.257（0.133～0.497）
MCI	否（参照）			
是	2.105（0.728～6.091）	0.646（0.305～1.371）	1.284（0.060～27.626）	0.107（0.011～1.001）

3　讨　论

3.1　*老年 IS 患者 LS 受限状态人群占比较高*　研究发现，出院后 3 个月受限状态占比最高，高于 Wang[16] 报道的一般社区老年人群中正常 LS 所占比例，该差异可能与本研究人群的高龄、功能障碍及多病共存特征有关，上述因素已被证实为 LS 受限的关键危险因素[17-18]。受限状态中居住楼梯房 2 层及以上、合并慢性病、低收入、MCI 的特征占比相对高，可能与其行动能力下降、经济与环境支持不足以及认知资源受限导致外出频率和活动范围减少有关[19-20]。

3.2　*老年 IS 患者的 LS 状态处于动态转移进程中*　本研究基于 MSM，揭示了老年 IS 患者生活空间在正常、临界及受限三种状态间的转移特征，证实患者 LS 并非静态保持，而是动态变化的。但不同路径转移概率存在差异，临界向受限或正常状态的转移概率均高于受限、正常向临界状态的转移概率。可能与本研究每 3 个月一次的随访间隔有关，较长随访周期难以捕捉生活空间 LS 状态的短期变化，导致部分转移过程被高估或改善被低估。模型结果表明，临界状态持续时间最短，其向正常或受限的转移强度均较高，提示临界状态具有明显的不稳定性和双向性。此类患者仍保留一定功能储备，在有效干预下 LS 可向正常状态恢复[21]，提示临界状态是 LS 状态变化的关键节点，也是干预的重要靶点。与之相对，正常与受限状态均表现出较高稳定性，说明正常状态恶化的概率相对较小，且一旦受限很难逆转，这可能与正常状态患者功能储备较充足、活动能力较强有关，其 LS 短期健康波动影响较小；而受限状态患者多伴随明显功能障碍及活动受限，此时 LS 改善依赖长期康复干预及照护支持，短期内较难实现状态逆转[3,22]。正常向临界状态的转移强度高于其直接向受限状态；受限向临界状态的转移强度亦高于其转向正常状态，说明 LS 水平变化往往呈渐进式转变，与既往研究相印证[23]。提示在老年 IS 患者的延续护理中，应展开 LS 的动态评估，及时识别临界状态，并进行精准干预，扭转恶化路径趋势，促进空间活动水平恢复。

3.3　*老年 IS 患者生活空间状态的转移受多种因素的影响*　研究结果显示，在 LS 由正常向临界状态转移的过程中，女性以及日常生活能力中重度依赖的患者是其促进因素，可能是女性肌力下降更为明显、跌倒恐惧感较强有关，更易出现 LS 缩小趋势[24-25]。而 ADL 中重度依赖患者的基础功能明显受限，身体功能储备较低，日常活动中通常需要他人协助，进一步限制其 LS[20,26]。在 LS 由临界向正常状态转移过程中，未发现具有统计学意义的变量，可能与该转移过程持续时间较短、状态本身波动性较大有关。由临界状态向受限状态转移的过程中，居住于农村地区的老年 IS

患者,其转移强度升高,这可能与农村医疗资源匮乏、康复服务可及性差、照护薄弱等有关,加速患者功能向受限状态进展。由受限状态向临界状态改善的转移过程中,高龄患者的转移强度显著降低,这与高龄老年人更易受到环境障碍和功能损害限制有关[27]。此外,居住于楼梯房 2 层及以上、由子女或其他人员照护、重度神经功能缺损以及 ADL 重度依赖的患者,其转移强度降低,提示不利的居住环境条件及较重的功能受损程度可能延缓 LS 状态的改善进程,与既往研究结果一致[23]。

4 小 结

老年 IS 患者 LS 在正常、临界及受限三种状态间呈现明显的动态转移特征。临界状态稳定性最低,正常和受限状态多经由临界状态过渡。年龄、性别、居住环境、照顾形式及功能水平等因素均与状态转移密切相关。临床实践中可将 LS 纳入老年 IS 患者连续功能评估体系,重点关注临界状态患者,实施分层、动态的干预策略,以促进功能恢复与维持。然而,本研究存在一定局限:样本量基于重复测量设计估算,未充分考虑 MSM 对状态转移事件数的要求,导致部分低频路径 *HR*(95% *CI*)较宽,模型稳定性受限;样本来源单一,代表性有限;缺乏客观评估指标,难以捕捉 LS 状态的细微或快速变化;未纳入子女数量、性别等家庭结构变量;基于时间齐性假设,未对转移强度随时间的动态波动进行深入检验。未来研究应扩大样本规模并开展多中心协作,利用可穿戴设备获取客观资料,纳入更详尽的家庭支持指标,并尝试构建非齐次马尔可夫模型,进一步探究 LS 状态转移的影响因素。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Yao MH, Ren Y, Jia YL, et al. Projected burden of stroke in China through 2050[J]. Chin Med J (Engl), 2023, 136(13): 1598 – 1605.

[2] 《中国脑卒中防治报告 2021》编写组,王陇德.《中国脑卒中防治报告 2021》概要[J]. 中国脑血管病杂志,2023,20(11):783 – 792.
Writing Group of China Stroke Prevention and Control Report 2021, Wang LD. Executive summary of china stroke prevention and control report 2021 [J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2023, 20(11): 783 – 792. (In Chinese)

[3] Bock MA, Hoang T, Cawthon P, et al. Constricting life space and likelihood of neurodegenerative disease in community – dwelling older men[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6(11): e2342670.

[4] Liang H, Huang Y, Chen BY, et al. Life space in community – dwelling older adults: a concept analysis[J]. J Adv Nurs, 2025.

[5] Lin SH, Chew MS, Lim GH, et al. Life – Space Restriction Following Disruptive Life Events: Evidence From the COVID – 19 Pandemic[J]. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci, 2025, 80(3): gbaf003.

[6] Qin J, Guan J. Statistical inference of multi – state transition model for longitudinal data with measurement error and heterogeneity[J]. Communications in Statistics: Theory and Methods, 2024, 53(20): 7453 – 7476.

[7] Garmendia bergés L, Cortés Martínez J, Gómez Melis G, et al. MSMpred: interactive modelling and prediction of individual evolution via multistate models [J]. BMC Medical Research Methodology, 2023, 23(1): 126.

[8] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J]. 中华神经科杂志,2024,57(6):523 – 559.
Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2023 [J]. Chinese Journal of Neurology, 2024, 57(6): 523 – 559. (In Chinese)

[9] Barcikowski RS, Robey RR. Sample size selection in single group repeated measures analysis [J]. Educational and Psychological Measurement, 1985, 45(1): 31 – 34.

[10] 蔡业峰,贾真,张新春,等. 美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)中文版多中心测评研究——附 537 例缺血中风多中心多时点临床测评研究[J]. 北京中医药大学学报,2008,31(7):494 – 498.
Cai YF, Jia Z, Zhang XC, et al. Multicenter evaluation of the Chinese version of the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS): a multicenter, multi – time – point clinical assessment study of 537 ischemic stroke cases [J]. Journal of Beijing University of Traditional Chinese Medicine, 2008, 31(7): 494 – 498. (In Chinese)

[11] Ji MT, Zhou Y, Liao JL, et al. Pilot study on the Chinese version of the life space assessment among community – dwelling elderly [J]. Archives of Gerontology and Geriatrics, 2015, 61(2): 301 – 306.

[12] Xu XN, Ding N, He J, et al. Associations between reversible and potentially reversible cognitive frailty and falls in community – dwelling older adults in China: a longitudinal study[J]. BMC Geriatrics, 2025, 25(1): 224.

[13] Truong QC, Cervin M, Choo CC, et al. Examining the validity of the Mini – Mental State Examination (MMSE) and its domains using network analysis[J]. Psychogeriatrics, 2024, 24(2): 259 – 271.

[14] 侯东哲,张颖,巫嘉陵,等. 中文版 Barthel 指数的信度与效度研究[J]. 临床荟萃,2012,27(3):219 – 221.
Hou DZ, Zhang Y, Wu JL, et al. Study on reliability and validity of Chinese version of Barthel index[J]. Clinical Focus, 2012, 27(3): 219 – 221. (In Chinese)

[15] Jackson CH. Multi – State models for panel data: the msm package for R[J]. Journal of Statistical Software, 2011, 38(8): 1 – 28.

[16] Wang YQ, Ma L, Pei JH, et al. The level of life space mobility among community – dwelling elderly: a systematic review and meta – analysis[J]. Archives of Gerontology and Geriatrics, 2024, 117(2): 105278.

(下转第 3456 页)

validation [J]. Front Med (Lausanne), 2025, 12(1): 1666703.
[7] Çelik D, Yıldız M, Menteş O, et al. The influence of COPD awareness on hospital admissions: a paradoxical relationship? [J]. Healthcare (Basel), 2025, 13(12): 1438.
[8] 冯李婷,李莉,谢鑫,等. 天津地区部分居民慢性阻塞性肺疾病影响因素分析[J]. 天津医药,2024,52(4):427 - 431.
Feng LT, Li L, Xie X, et al. Analysis of influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease in permanent residents in some area of Tianjin[J]. Tianjin Medical Journal, 2024, 52(4): 427 - 431. (In Chinese)
[9] 杨群娣,刘丹妮,苏秋云,等. 常用筛查问卷对上海社区居民慢性阻塞性肺疾病的筛查价值[J]. 上海预防医学,2024,36(12): 1118 - 1123.
Yang QD, Liu DN, Su QY, et al. Validity of questionnaires in screening chronic obstructive pulmonary disease in communities of Shanghai[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2024, 36(12): 1118 - 1123. (In Chinese)
[10] 石勇. 湖北某乡镇居民慢性阻塞性肺疾病现况调查及生命质量影响因素分析[D]. 荆州:长江大学,2024.
Shi Y. Investigation of chronic obstructive pulmonary disease and analysis of influencing factors of quality of life in a township in Hubei province[D]. Jingzhou: Yangtze University, 2024.
[11] Lei J, Huang K, Wu S, et al. Heterogeneities and impact profiles of early chronic obstructive pulmonary disease status: findings from the China pulmonary health study[J]. Lancet Reg Health West Pac, 2024, 45(1): 101021.
[12] Zhao LL, Zhao QH. Knowledge, attitude, and practice toward disease prevention among a high - risk population for chronic obstructive pulmonary disease: a cross - sectional study [J]. International Journal of Nursing Sciences, 2023, 10(2): 238 - 244.
[13] Chauhan A, Linares - jimenez FG, Dash GC, et al. Unravelling the role of health literacy among individuals with multimorbidity: a systematic review and meta - analysis[J]. BMJ Open, 2024, 14(12): e073181.
[14] Yao L, Cao J, Cheng S, et al. Inequalities in disease burden and care quality of chronic obstructive pulmonary disease, 1990 - 2021: findings from the global burden of disease study 2021[J]. J Glob Health, 2024, 14(1): 04213.
[15] 刘黎香,杨焱,王继江,等. 中国成人吸烟者尝试戒烟率及其影响因素研究[J]. 中国健康教育,2018,34(5):387 - 390.
Liu LX, YangY, Wang JJ, et al. Quit attempt rate and its associated factors among Chinese adults smokers [J]. Chinese Journal of Health Education, 2018, 34(5): 387 - 390. (In Chinese)
[16] 刘潇. 强化健康教育干预对慢阻肺患者流感疫苗接种率的影响[D]. 长沙:中南大学,2024.
Liu X. Effect of intensified health education intervention on influenza vaccination rate in COPD patients [D]. Changsha: Central South University, 2024.
[17] 方利文,王临虹,吴静. 慢性阻塞性肺疾病患者诊断、治疗与管理状况监测评估[J]. 中华流行病学杂志,2020,41(7):1009 - 1013.
Fang LW, Wang LH, Wu J. Surveillance and evaluation of diagnosis, treatment and management of patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2020, 41(7): 1009 - 1013. (In Chinese)
[18] 钟南山. 早发现、早诊断和早干预应是我国慢性阻塞性肺疾病防治的主要研究方向[J]. 中华结核和呼吸杂志,2012,35(4): 243 - 245.
Zhong NS. Early detection, early diagnosis, and early intervention should be the main research directions for the prevention and treatment of chronic obstructive pulmonary disease in China [J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2012, 35(4): 243 - 245. (In Chinese)

收稿日期:2026-03-27

(上接第 3450 页)

[17] Jiang X, Tan H, Ren H, et al. Clinical and physiological risk factors contributing to the restricted mobility in older adults: a longitudinal analysis[J]. BMC Geriatrics, 2024, 24(1): 630.
[18] Zammit AR, Yu L, Buchman AS, et al. A prospective study of the association of cognitive and motor function with odds of life space constriction in older adults[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2024, 72(2): 390 - 398.
[19] Yu J, Liu Y. Barriers to transportation in rural communities: perspective of older adult users[J]. J Gerontol B Psychol SciSoc Sci, 2024, 79(1): gbad108.
[20] Sheets KM, Kats AM, Fink HA, et al. Life - space mobility and cognition in community - dwelling late - life women: a cross - sectional analysis[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2025, 73(1): 206 - 213.
[21] Hinrichs T, Rössler R, Infanger D, et al. Self - reported life - space mobility in the first year after ischemic stroke: longitudinal findings from the MOBITEC - Stroke project [J]. Journal of Neurology, 2023, 270(8): 3992 - 4003.
[22] Jiang LL, Zhao SK, Li T, et al. Cognitive reserve in subjective cognitive decline with worry: DMN - VN connectivity supports episodic memory under structural vulnerability [J]. BMC Geriatrics, 2025, 25(1): 452.
[23] 王颖俏,马丽,李维苹,等. 生活空间概述及对老年脑卒中患者的护理启示[J]. 中华护理杂志,2024,59(17):2172 - 2176.
Wang YQ, Ma L, Li WP, et al. The Life space overview and enlightenment for the nursing care of elderly stroke patients[J]. Chinese Journal of Nursing, 2024, 59(17): 2172 - 2176. (In Chinese)
[24] Van Schooten KS, Yang Y. Editorial: gender differences in falls and mobility patterns of older adults[J]. Front Public Health, 2025, 13(1): 1631587.
[25] Maresova P, Krejcar O, Maskuriy R, et al. Challenges and opportunity in mobility among older adults - key determinant identification[J]. BMC Geriatrics, 2023, 23(1): 447.
[26] Curcio CL, Pérez - Trujillo M, Gomes C, et al. Cutoffs to identify restricted life - space mobility in older adults across different contexts: the international mobility in aging study[J]. Ageing International, 2024, 49(2): 374 - 389.
[27] Assadi khalil S, Gil E, Tzemah - Shahar R, et al. Distinct factors explain life space mobility below and above the age of 75 years old in older adults[J]. GeroScience, 2025.

收稿日期:2026-03-09