临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003895

老年住院患者肌少症影响因素分析及风险预测模型构建和验证

周艺林[1]，范清清[1]，彭　朋[1]，刘欣彤[2]，江　虹[2]，贺萍凤[3]，邓　丹[1]
（1.重庆医科大学公共卫生学院卫生统计教研室，重庆　400016；2.重庆医科大学附属第一医院老年病科，重庆　400016；
3.重庆大学附属中心医院全科医学科，重庆　400014）

【摘　要】目的：分析住院患者肌少症影响因素，构建适用于老年住院患者的肌少症风险预测模型，整合多维度指标为肌少症早期筛查与干预提供量化工具。**方法：**回顾性分析重庆医科大学附属第一医院2016年3月至2023年6月收集的2 105例老年住院患者数据，基于最小绝对收缩和选择算法（least absolute shrinkage and selection operator，LASSO）筛选变量，通过Logistic回归分析肌少症影响因素，构建预测模型并进行内外部验证。运用沙普利加和解释（Shapley additive explanations，SHAP）模型分析特征贡献，最终构建列线图模型对结果进行可视化解读。**结果：**2016年3月至2020年12月的1 259例患者以7∶3比例随机拆分为882例训练集和377例内部测试集，2021年1月至2023年6月的846例患者作为外部验证集。训练集共检出肌少症489例（55.44%）。基于训练集的logistic回归结果显示，衰弱、日常生活活动（activity of daily living，ADL）依赖、营养不良、年龄增加为肌少症危险因素（OR>1，P<0.05）；男性、体质指数（body mass index，BMI）正常或超重为肌少症保护因素（OR<1，P<0.05）。训练集、内部测试集和外部验证集AUC值及95%CI分别为0.876（0.854~0.899）、0.883（0.849~0.918）和0.750（0.717~0.783），模型性能良好。决策曲线分析显示列线图模型具有良好临床价值。**结论：**肌少症预测模型效能良好，具有较好临床推广价值。

【关键词】肌少症；影响因素；预测模型；列线图；沙普利加和解释
【中图分类号】R685　　**【文献标志码】**A

Influencing factors for sarcopenia in elderly hospitalized patients and construction and validation of a risk prediction model

Zhou Yilin[1]，*Fan Qingqing*[1]，*Peng Peng*[1]，*Liu Xintong*[2]，*Jiang Hong*[2]，*He Pingfeng*[3]，*Deng Dan*[1]
（*1. Department of Health Statistics，College of Public Health，Chongqing Medical University；*
2. Department of Geriatrics，The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University；
3. Department of General Practice，Chongqing University Central Hospital）

【Abstract】*Objective*：To investigate the influencing factors for sarcopenia in hospitalized patients，to construct a risk prediction model for sarcopenia in elderly hospitalized patients，and to provide a quantitative tool for early screening and intervention of sarcopenia based on the integration of multi-dimensional indicators. ***Methods*：**A retrospective analysis was performed for the data of 2105 elderly patients who were hospitalized in The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from March 2016 to June 2023. The least absolute shrinkage and selection operator analysis was used for the screening of variables，and the logistic regression analysis was used to investigate the influencing factors for sarcopenia. A predictive model was constructed，and internal and external validation was performed. The Shapley additive explanations model was used to analyze feature contributions，and a nomogram model was constructed to visualize and interpret the results. ***Results*：**The 1259 patients from March 2016 to December 2020 were randomly divided into a training set with 882 patients and an internal test set with 377 patients at a ratio of 7∶3，and the 846 patients from January 2021 to June 2023 were established as the external validation set. A total of 489 cases of sarcopenia（55.44%）were detected in the training set. The logistic regression analysis based on the training set showed that asthenia，dependence on Activity of Daily Living，malnutrition，and increasing age were risk factors for sarcopenia（odds ratio[OR]>1，P<0.05），and male sex，normal body mass index，and overweight were protective factors against sarcopenia（OR<1，P<0.05）. The model had an AUC of 0.876（95%CI=0.854-0.899）in the training set，0.883（95%CI=0.849-0.918）in the internal test set，and 0.750（95%CI=0.717-0.783）in the external validation set，suggesting that the model had good performance. The decision curve analysis showed that the nomogram model had a good clinical value. ***Conclusion*：**The predictive model for sarcopenia has good performance and

作者介绍：周艺林，Email：zhouyl2713@163.com，研究方向：卫生统计、人群健康决策。
通信作者：邓　丹，Email：100079@cqmu.edu.cn。
基金项目：重庆市科学技术局资助项目（编号：CSTB2022NSCQ-MSX0804）。
优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20250624.1411.002（2025-06-25）

holds promise for clinical application.

【Key words】sarcopenia；influencing factors；predictive model；nomogram；Shapley additive explanations

肌少症是一种以骨骼肌质量、力量和功能进行性丧失为特征的老年综合征[1]，其发病机制可能与衰老、运动缺乏、慢性病等多种因素密切相关[2]。随着肌少症进展，可能导致老年人跌倒、骨折、认知障碍、死亡等多种不良结局[3-6]。肌少症已成为全球老年健康领域的重要问题，影响了全球10%~16%的老年人[7]。据第七次人口普查结果，我国65岁以上老年人肌少症患病率为14%~33%[8]，而老年住院患者群体因多病共存、营养风险以及活动受限等问题，肌少症患病率明显高于社区人群[9]，合并肌少症的住院患者更易出现严重并发症、延迟康复及不良预后[10-11]，探索住院患者肌少症影响因素、建立有效的预测模型，对尽早识别并干预肌少症、改善老年患者转归至关重要。

近年来国内外针对肌少症的研究不断增长，当前多聚焦于诊疗的共识与分歧、分子机制探索以及营养和药物干预等方面[12]。针对住院患者的肌少症研究，则多局限于筛查诊断、手术预后评估等领域[13-14]。尽管基于机器学习的肌少症风险预测研究取得了一定进展[5,15]，但仍存在局限：①构建预测模型的样本量普遍较少，且多缺乏行之有效的外部验证，模型推广价值较为有限；②现有模型多基于单一病种并发肌少症，对多病共存老年患者的临床普适性较弱；③预测变量多依赖疾病相关生物标志物等临床指标，尚未整合住院患者乃至社区慢性病患者普遍可及的多维度简易指标[16-17]。

综上，本研究回顾性分析重庆医科大学附属第一医院2016年3月至2023年6月老年科住院患者数据，旨在探索肌少症影响因素，构建适用于老年住院患者肌少症风险的综合性预测模型，为基层医疗机构老年患者肌少症风险早期筛查提供量化工具。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究依托重庆医科大学附属第一医院信息管理系统，选取2016年3月至2023年6月2 105例老年病科住院患者作为研究对象，其中2016年3月至2020年12月的1 259例患者作为开发集，以7∶3比例随机拆分为训练集与内部测试集，分别为882例和377例，2021年1月至2023年6月的846例患者作为时间序列外部验证的独立验证集。纳入标准：①年龄≥65岁；②意识清楚，具备有效的沟通能力，能理解并配合完成各项评估测试；③签署知情同意书。排除标准：①数据缺失率超过20%；②存在严重认知障碍及各种精神障碍；③病情危重。2组患者基线资料经统计学检验结果均衡，差异无统计学意义（P>0.05），具有可比性。

1.2 诊断标准

根据亚洲肌少症工作组发布的2019版肌少症诊断标准判断[1]。①测定3次优势手握力最高值，男性<28 kg、女性<18 kg定义为低肌肉力量。②6米步行实验步速<1 m/s；5次坐立实验测试时间≥12 s；简易体能状况量表评分≤9分，3项任有其一定义为躯体功能下降。③双能X射线吸收法测定四肢骨骼肌质量（appendicular skeletal muscle mass，ASM）男性<7.0 kg/m^2、女性<5.4 kg/m^2，或生物电阻抗分析法测定ASM男性<7.0 kg/m^2、女性<5.7 kg/m^{2}定义为肌肉质量减少。骨骼肌含量减少、肌肉力量下降和（或）躯体功能下降诊断为肌少症。

由于骨骼肌质量测定的金标准方法并不易于实现，多项研究致力于开发适合不同环境的肌少症早期筛查工具，本研究采用对住院患者筛查效能优异的ishii评分法进行肌少症判定[18-19]。男性得分=0.62×（年龄-64）-3.09×（握力-50）-4.64×（小腿围-42），女性得分=0.80×（年龄-64）-5.09×（握力-34）-3.28×（小腿围-42），男性得分>105分，女性得分>120分，判定为肌少症。

1.3 资料收集

研究纳入患者人口学、社会经济学、行为方式、健康相关指标以及多项量表评估数据共25项指标。其中，衰弱评估采用Fried衰弱量表[20]，从体质量、步速、握力、每周体力活动和疲乏状态5个维度进行评分，0分为无衰弱，1~2分为衰弱前期，≥3分为衰弱；日常生活活动（activity of daily living，ADL）依赖评估采用Barthel指数评定量表[21]，从进食、洗澡和修饰等10个方面评估老年人独立生活活动能力，反映老年人护理依赖程度，100分表示患者无须依赖他人，61~99分表示轻度依赖，≤60分表示中重度依赖；抑郁评估采用简版老年抑郁量表（five-item geriatric depression scale，GDS-5），从GDS-15基础上选择5项核心条目进行评分，因简便快速且信效度良好被广泛运用[22]，总分5分，≥2分考虑为异常；认知功能评估采用简易精神状态检查（mini mental status examination，MMSE）[23]，从定向力、记忆力、注意力和计算力等7个方面进行评估，总分30分，文盲群体<17分，小学文化水平群体<20分，中学及以上文化水平群体<27分，表明存在认知功能障碍；营养评估采用微型营养评估量表（mini-nutritional assessment，MNA）[24]，从人体测量、整体评定、饮食评价和自我评定4个维度进行评估，18项条目共计30分，≥24分表示营养状况良好，17~24分提示存在营养不良的危险，<17分明确为营养不良；睡眠评估采用匹兹堡睡眠质量指数（Pittsburgh sleep quality index，PSQI）[25]，用于评定受试者最

近1个月的主观睡眠质量，量表由19项自评条目和5项他评条目组成，总分21分，0~5分表示睡眠质量优，6~10分表示睡眠质量良，11~15分表示睡眠质量中等，16~21分表示睡眠质量差。

1.4 数据处理

数据清洗阶段，在临床专家指导下对异常值和逻辑错误值进行重新核查或删除。本研究的数据缺失主要集中在小腿围和握力，由于早期系统问题有部分数据填报为大于等于某值或小于某值，经专家判定为随机缺失，且缺失比例均小于7%，故采用基于性别和大小关系的均值填补。

因数据分析与结果解释需要，除年龄和年龄校正Charlson共病指数（age-adjusted Charlson comorbidity index，aCCI）[26]外，将其余原始数据中的连续变量转换为分类变量，体质指数（body mass index，BMI）分类采用国家卫生健康委2024版体质量管理与指导原则标准[27]，正常标准为18.5~24.0 kg/m^2，超过80岁的高龄老年人正常标准为22.0~26.9 kg/m^2，在正常标准以下定义为低体质量，正常标准以上定义为超重。纳入变量及赋值见表1。

表1 变量赋值表

变量	变量名称	变量赋值
因变量	肌少症	无=0，有=1
自变量	性别	女=0，男=1
	年龄	连续型变量
	婚姻状况	在婚=0，非在婚=1
	居住地	城市=0，农村=1
	教育程度	非文盲=0，文盲=1
	居住状态	与家人一起居住=0，独居=1，养老机构=2
	参与家务	不做=0，有时做=1，经常做=2
	社区活动	不参加=0，有时参加=1，经常参加=2
	月收入	<3 000元=0，3 000~5 000元=1，>5 000元=2
	吸烟	否=0，是=1
	喝酒	否=0，是=1
	生活规律	不规律=0，规律=1
	BMI分类	低体质量=0，正常=1，超重=2
	跌倒史	无=0，有=1
	自评健康	差=0，一般=1，好=2
	aCCI	连续型变量
	衰弱评估	正常=0，异常=1
	ADL依赖	无须依赖=0，轻度依赖=1，中重度依赖=2
	抑郁评估	正常=0，异常=1
	认知功能评估	正常=0，异常=1
	营养评估	营养良好=0，营养不良=1
	睡眠评估	睡眠良好=0，睡眠障碍=1

1.5 统计学方法

运用R 4.3.3进行数据分析和画图。首先对所有自变量进行单因素分析，对符合正态分布的计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）描述，采用t检验进行组间比较；计数资料以频数及构成比（%）表示，分别采用卡方检验和Mann-Whitney U检验进行无序分类变量和有序分类变量的组间比较，检验水准α=0.05。应用最小绝对收缩和选择算法（least absolute shrinkage and selection operator，LASSO）进行自变量的稀疏化处理以筛选重要预测变量，以老年住院患者是否肌少症为因变量，单因素分析和LASSO算法筛选出的变量为自变量，进行Logistic回归分析老年住院患者肌少症影响因素，检验水准为0.05，计算*OR*值及其95%CI。应用方差膨胀因子（variance inflation factor，VIF）独立性检验衡量自变量间多重共线性；绘制ROC曲线、校准曲线评价模型效能；Hosmer-Lemeshow检验评价模型拟合优度；Brier评分用于评价模型预测准确性。计算沙普利加和解释（SHapley Additive exPlanations，SHAP）特征值并绘制SHAP摘要图解释特征贡献，最终构建列线图预测模型，检验水准α=0.05，并运用决策曲线分析（decision curve analysis，DCA）评价模型的临床价值。

2 结 果

2.1 一般情况及肌少症单因素分析

训练集的882例患者平均年龄为（78.62±7.48）岁，aCCI指数平均为（6.07±1.57），老年住院患者平均年龄较大，有较严重的共病负担。共检出肌少症489例，占比达55.44%。此外，检出衰弱、ADL依赖、抑郁、认知障碍、营养不良、睡眠障碍的患者例数和比例分别为700（79.37%）、496（56.24%）、246（27.89%）、226（25.62%）、450（51.02%）、607（68.82%）。

单因素分析结果见表2。结果显示，除居住地和月收入外，其余变量在住院患者无肌少症与肌少症组之间差异均有统计学意义（P<0.05）。

2.2 LASSO算法筛选变量

如图1所示，最优正则化调节参数λ_{min}=0.011，AUC值下降1个标准误的λ_{1se}=0.100，由于训练集阳性例数充足，为充分保证预测效能，选取λ_{min}对应的变量进入回归模型，最终排除婚姻状况、居住状态、吸烟、喝酒、社区活动、抑郁，保留余下非零系数变量。具体筛选变量结果见表3。

2.3 logistic回归分析与风险预测模型构建

2.3.1 老年住院患者肌少症影响因素 以老年住院患者是否肌少症为因变量，单因素分析和LASSO算法筛选出的变量为自变量，进行logistic回归建模，结果见表4。性别、年龄、BMI分类、衰弱、ADL依赖情况和营养不良为老年住院患者患肌少症的独立影响因素（P<0.05）。其中衰弱、营养不良、年龄增加和ADL依赖为肌少症危险因素（P<0.05），衰弱、营养不良和年龄增加*OR*值及95%CI分别为4.664（2.700~8.058）、1.567（1.020~2.406）、1.089（1.054~1.125），ADL轻度依赖患肌少症的危险是无须依赖的1.766倍（*OR*=1.766，95%CI=1.136~2.744），ADL中重度依赖患肌少症的危险是无须依赖的3.409倍（*OR*=3.409，95%CI=1.520~7.643）。男性、BMI超重或正常为肌少症保护因素（P<0.05），男性*OR*值及95%CI为0.100（0.063~0.158），相较于BMI低体质量，BMI超重和BMI正常的*OR*值及95%CI分别为0.177（0.095~0.328）和0.348（0.205~0.588）。

2.3.2 模型效能评估与内外部验证 最终纳入模型中6个变量VIF均<1.42，变量间多重共线性在可接受范围；训练集

表2 老年患者肌少症一般资料及单因素分析（$\bar{x} \pm s$；n，%）

变量	分类	无肌少症（n=393）	肌少症（n=489）	$t/\chi^2/Z$值	P值
年龄（岁）[a]		75.64 ± 7.08	81.01 ± 6.92	−11.320	<0.001
aCCI [a]		5.76 ± 1.57	6.32 ± 1.53	−5.405	<0.001
性别[b]	男	235（59.80）	148（30.27）	76.145	<0.001
	女	158（40.20）	341（69.73）		
婚姻状况[b]	在婚	321（81.68）	309（63.19）	35.597	<0.001
	非在婚	72（18.32）	180（36.81）		
居住地[b]	城市	346（88.04）	419（85.69）	0.856	0.355
	农村	47（11.96）	70（14.31）		
教育程度[b]	非文盲	376（95.67）	425（86.91）	19.021	<0.001
	文盲	17（4.33）	64（13.09）		
居住状态[b]	家人同住	345（87.79）	390（79.76）	10.616	0.005
	独居	34（8.65）	64（13.09）		
	养老机构	14（3.56）	35（7.16）		
吸烟[b]	否	270（68.70）	404（82.62）	22.646	<0.001
	是	123（31.30）	85（17.38）		
喝酒[b]	否	307（78.12）	441（90.18）	23.697	<0.001
	是	86（21.88）	48（9.82）		
生活规律[b]	不规律	30（7.63）	71（14.52）	9.521	0.002
	规律	363（92.37）	418（85.48）		
跌倒史[b]	无	324（82.44）	333（68.10）	22.845	<0.001
	有	69（17.56）	156（31.90）		
衰弱评估[b]	无	156（39.70）	26（5.32）	155.144	<0.001
	有	237（60.31）	463（94.68）		
抑郁评估[b]	正常	305（77.61）	331（67.69）	10.171	0.001
	异常	88（22.39）	158（32.31）		
认知功能[b]	正常	338（86.01）	318（65.03）	49.202	<0.001
	异常	55（13.99）	171（34.97）		
营养评估[b]	营养良好	263（66.92）	169（34.56）	90.018	<0.001
	营养不良	130（33.08）	320（65.44）		
睡眠评估[b]	睡眠良好	156（39.70）	119（24.34）	23.244	<0.001
	睡眠障碍	237（60.30）	370（75.66）		
参与家务[c]	不做	97（24.68）	217（44.38）	6.383	<0.001
	有时做	82（20.87）	98（20.04）		
	经常做	214（54.45）	174（35.58）		
社区活动[c]	不参加	70（17.81）	160（32.72）	5.591	<0.001
	有时参加	198（50.38）	233（47.65）		
	经常参加	125（31.81）	96（19.63）		
月收入（元）[c]	<3 000	90（22.90）	140（28.63）	1.325	0.185
	3000~5 000	168（42.75）	188（38.45）		
	≥5 000	135（34.35）	161（32.92）		
BMI分类[c]	低体质量	38（9.67）	169（34.56）	8.576	<0.001
	正常	199（50.64）	213（43.56）		
	超重	156（39.69）	107（21.88）		
自评健康[c]	差	162（41.22）	297（60.74）	5.919	<0.001
	一般	179（45.55）	159（32.51）		
	好	52（13.23）	33（6.75）		
ADL依赖[c]	无须依赖	251（63.87）	135（27.61）	−11.473	<0.001
	轻度依赖	126（32.06）	249（50.92）		
	中重度依赖	16（4.07）	105（21.47）		

注：a，采用t检验；b，采用卡方检验；c，采用Mann-Whitney U检验

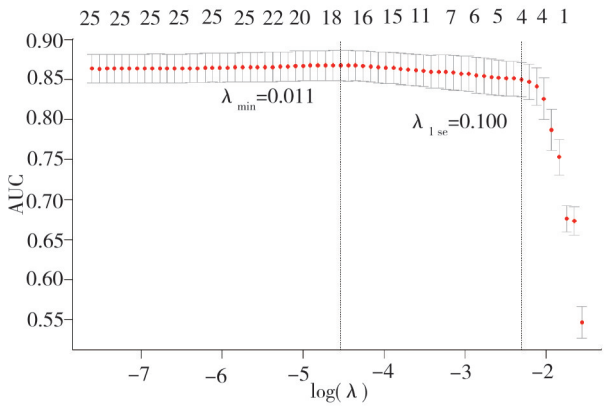


图1 LASSO交叉验证图

表3 LASSO交叉验证曲线

正则化参数取值	筛选变量
λ_{min}=0.011	男性、年龄、文盲、规律生活、参与家务、ADL依赖、跌倒史、衰弱、自评健康、认知障碍、营养不良、aCCI、睡眠障碍、BMI分类
λ_{1se}=0.100	男性、年龄、衰弱、营养不良

AUC值及95%CI为0.876（0.854~0.899），模型对训练数据拟合良好；Hosmer-Lemeshow拟合优度检验P=0.934，模型拟合优度较好；Brier评分为0.141，模型预测误差较低；灵敏度0.824，特异度0.748，准确率0.790，F1分数0.813，模型在训练集中表现良好。

模型训练、内部测试及外部验证的ROC曲线见图2，内部测试与外部验证AUC值及95%CI分别为0.883（0.849~0.918）、0.750（0.717~0.783），内部测试集中性能良好，外部验证集中性能略有下降但保持一定的泛化能力。内部测试和外部验证拟合优度检验P<0.05，提示校准度待优化，进一步绘制模型训练、内部测试和外部验证的校准曲线见图3，模型拟合优度尚可，拟合优度P值较小可能与Hosmer-Lemeshow检验的分组敏感性有关。Brier评分分别为0.137、0.218，模型预测风险与实际概率匹配准确度较好。

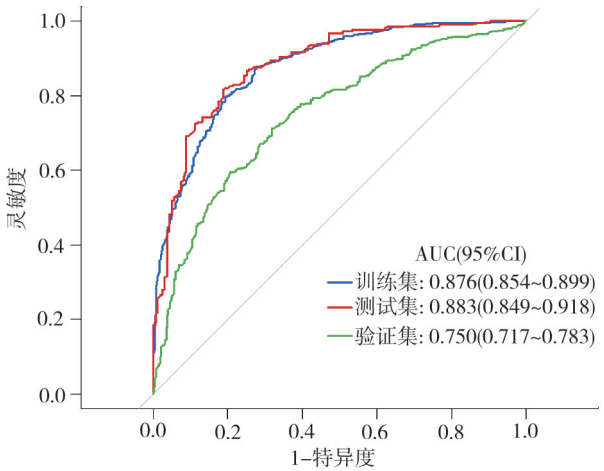


图2 模型训练、内部测试与外部验证的ROC曲线

2.3.3 SHAP可视化与列线图模型构建 性别、年龄、衰弱、ADL依赖、BMI分类和营养不良的平均SHAP分别为0.18、0.09、0.08、0.08、0.06和0.05。SHAP摘要图见图4，性别对肌少症预测呈明显的双向作用，年龄特征对模型预测影响较大，衰弱的低值主要聚集在负值区域，此外，BMI分类和ADL依赖的高SHAP值主要分布在正值区域，而营养不良的SHAP值在零值附近且影响范围较窄。

以性别、年龄、衰弱、ADL依赖情况、BMI分类和营养状况6个变量构建老年住院患者肌少症风险预测列线图模型，结果见图5。通过各预测因素作垂直于横轴的虚线，与上方横轴相交可得到变量分值，相加总分与下方横轴相交可得到

表4 logistic回归模型结果

变量	β	SE	Wald	P	OR（95%CI）
男性	−2.307	0.236	95.567	<0.001	0.100（0.063~0.158）
年龄	0.085	0.016	26.673	<0.001	1.089（1.054~1.125）
文盲	0.532	0.389	1.865	0.172	1.702（0.794~3.648）
偶尔参与家务	−0.242	0.281	0.738	0.390	0.785（0.452~1.363）
经常参与家务	−0.449	0.263	2.910	0.088	0.638（0.381~1.069）
BMI正常	−1.057	0.268	15.542	<0.001	0.348（0.205~0.588）
BMI超重	−1.734	0.315	30.227	<0.001	0.177（0.095~0.328）
跌倒史	0.297	0.219	1.846	0.174	1.346（0.877~2.067）
自评健康一般	−0.318	0.211	2.284	0.131	0.727（0.482~1.099）
自评健康好	−0.377	0.34	1.228	0.268	0.686（0.352~1.336）
aCCI	0.123	0.062	3.854	0.050	1.130（1.000~1.278）
衰弱	1.540	0.279	30.476	<0.001	4.664（2.700~8.058）
ADL轻度依赖	0.568	0.225	6.381	0.012	1.766（1.136~2.744）
ADL中重度依赖	1.226	0.412	8.863	0.003	3.409（1.520~7.643）
规律生活	−0.109	0.316	0.119	0.730	0.897（0.483~1.665）
认知障碍	0.032	0.254	0.016	0.899	1.033（0.627~1.700）
营养不良	0.449	0.219	4.207	0.040	1.567（1.020~2.406）
睡眠障碍	0.174	0.211	0.677	0.410	1.190（0.787~1.800）

总分值，对应下方风险概率轴可得到老年住院患者患肌少症的风险概率。例如，1 例 80 岁女性住院患者，BMI<22 kg/m^2，衰弱量表检出衰弱，则分值为年龄计分 43、低体质量计分 50、女性计分 72、衰弱计分 52，共计得分 217 分，患肌少症风险约 85%。DCA 决策曲线见图 6，相较于全部干预和无干预，列线图预测模型有较好的临床实用价值。

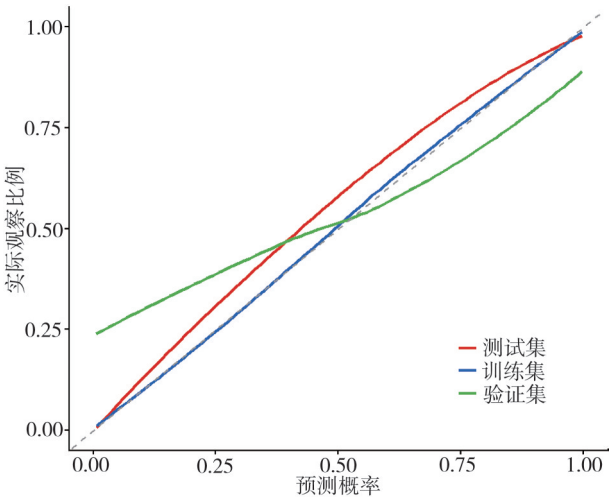


图 3　模型训练、内部测试与外部验证的校准曲线

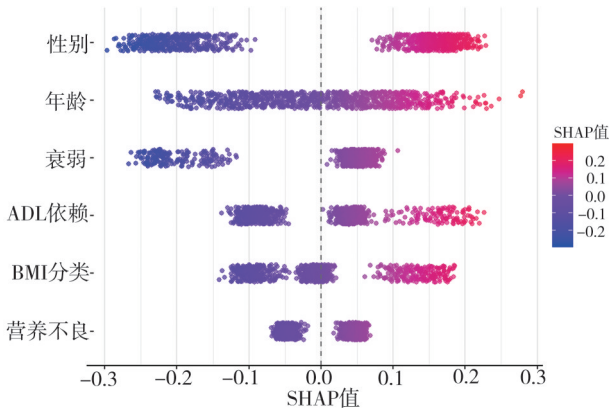


图 4　SHAP 摘要图

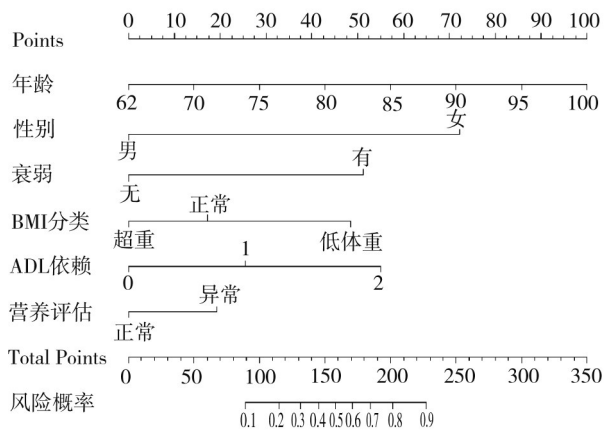


图 5　肌少症风险预测列线图模型

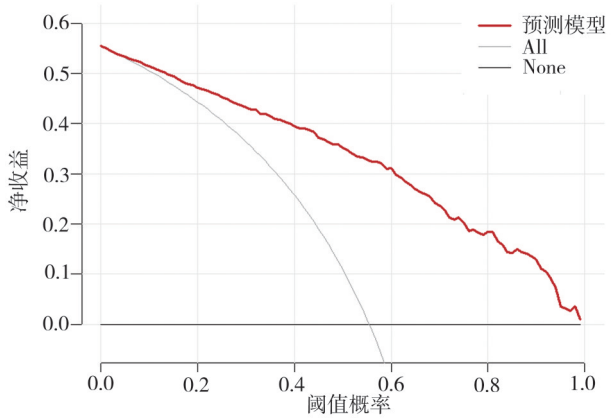


图 6　列线图模型的 DCA 曲线

3　讨　论

本研究对 2 105 例老年住院患者进行回顾性分析，基于 LASSO 筛选的 14 个变量进入 Logistic 回归模型预测老年住院患者肌少症风险，其中具有统计学意义的危险因素是衰弱、ADL 依赖、营养不良和年龄增加，而男性、BMI 正常或超重是肌少症风险保护因素。

Fried 表型衰弱状态是肌少症的独立危险因素，老年患者衰弱评估有利于临床早期识别肌少症风险。衰弱以力量、耐力和生理功能下降为特征，是老年群体中常见的综合征[28]。肌少症与衰弱的临床表现存在相似之处，提示二者可能有共同的发病机制，可能与细胞衰老有关。1 项基因组学研究发现肌少症与衰弱间存在 63 个共同作用靶点，两者的发病机制与细胞衰老和内分泌代谢紊乱有关[29]。肌少症与衰弱共病患者血液生化指标异常，如白蛋白和血红蛋白水平降低，同时伴随血清炎症因子水平升高，如肿瘤坏死因子 α 水平升高[30]。而体育锻炼可以减少与年龄相关的氧化损伤和慢性炎症，合理的体育锻炼和蛋白质补充是肌少症与衰弱共病的有效干预措施[31-32]。

本研究证实营养不良是肌少症的独立危险因素，与多项研究结论一致[7,15]。良好的营养状态与老年人肌肉健康状况密切相关[33]。研究显示，老年人营养不良与肌肉的进行性缓慢损失有关，而疾病相关营养不良则可导致老龄患者骨骼肌的快速萎缩[34]。在临床干预中应关注老年患者常见的蛋白质等宏量营养素缺乏，以及维生素 D 等微量营养素的缺乏，增加水果和蔬菜的摄入对老年人肌肉功能有益[35]。另外，通过膳食或益生菌补充活性微生物与较低的肌少症患病率有关[36]。建立多层次的营养筛

查和营养支持体系，对老年患者肌肉健康管理具有积极意义。

在性别差异方面，本研究发现男性住院患者肌少症暴露风险较低，可能与男性睾酮水平维持肌肉合成，而女性雌二醇降低加速肌肉流失有关[37]。研究显示男性患者睾酮、雌二醇和白细胞介素-6的表达水平与肌少症及其分期存在相关性[38]，唾液睾酮可作为社区筛查肌少症的简易有效的生物标志物[39]。而女性患者肌少症风险值得引起关注，老年女性应关注激素水平变化、加强肌力锻炼以预防肌少症。

相较于低体质量者，正常体质量和超重者肌少症风险降低，维持适当的肌肉量与脂肪成分可能延缓或减轻衰老进程中的不良后果[40]，但需警惕内脏脂肪堆积给身体各器官系统带来的负面影响。同时，需注意肌少性肥胖的发生发展，存在身体成分改变的肌少性肥胖同样与全因死亡风险增加有关[41]。加强身体活动和增加营养支持不失为有效的应对办法。

本研究构建预测模型训练集 AUC 值为 0.876，高于 Li QG 等[42]基于 CHARLS2015 构建预测模型的 AUC 值（0.770），略低于张媛等[43]基于多种机器学习方法构建的住院患者肌少症风险模型的 AUC 值（其中 logistic 回归模型为 0.882、决策树模型为 0.874、神经网络预测模型为 0.890）；灵敏度和特异度分别为 0.824、0.748，略低于张媛等[43]logistic 回归预测模型的数值 0.855、0.767。内部测试集与外部验证集的 AUC 值分别为 0.883 和 0.750，性能良好。

综上，本研究的研究对象数据量较为充足，时间跨度较大，整合临床可及性强的多维度指标进行分析，可增加预测模型实用性，为临床或社区环境大范围应用提供参考。SHAP 摘要图和列线图结合对 logistic 回归结果进行可视化解读，模型拟合和结果可视化效果较好，并进行了内外部验证以证实模型泛化效果，绘制 DCA 曲线评价列线图模型的临床适用价值。

本研究仍存在一定局限性，首先外部验证采用了时间上的外部验证，未来可采用多中心数据进一步拟合并验证模型；其次，基于量表的回顾性信息较多，可能存在一定的信息偏倚，且需纳入更多可能的影响因素，如饮食、运动等相关指标。最后，由于性别的双向效应明显，未来将考虑分层分析，并针对以上不足之处，进一步开展多中心、大样本、多维度、多指标的动态肌少症风险研究。

参 考 文 献

[1] Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment [J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(3): 300-307.

[2] 杨 玲，杜 娟，刘荣雁，等. 肌肉减少症病因学研究现状与展望[J]. 中国骨质疏松杂志，2020，26(11)：1689-1693.
Yang L, Du J, Liu RY, et al. Current status and prospects of the etiology research of sarcopenia[J]. Chin J Osteoporos, 2020, 26(11): 1689-1693.

[3] Hu YS, Peng WJ, Ren RJ, et al. Sarcopenia and mild cognitive impairment among elderly adults: The first longitudinal evidence from CHARLS[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2022, 13(6): 2944-2952.

[4] Huang P, Luo K, Xu J, et al. Sarcopenia as a risk factor for future hip fracture: a meta-analysis of prospective cohort studies[J]. J Nutr Health Aging, 2021, 25(2): 183-188.

[5] Qu Y, Zhang LL, Liu Y, et al. Development and validation of a predictive model assessing the risk of sarcopenia in rheumatoid arthritis patients[J]. Front Immunol, 2024, 15: 1437980.

[6] Xu J, Wan CS, Ktoris K, et al. Sarcopenia is associated with mortality in adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Gerontology, 2022, 68(4): 361-376.

[7] Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: prevalence, risk factors, and consequences[J]. Metabolism, 2023, 144: 155533.

[8] 周白瑜，于普林. 重视老年人肌少症的防治工作[J]. 中国实用内科杂志，2022，42(8)：617-619.
Zhou BY, Yu PL. Pay attention to the prevention and treatment of sarcopenia in the elderly[J]. Chin J Pract Intern Med, 2022, 42(8): 617-619.

[9] Papadopoulou SK, Tsintavis P, Potsaki P, et al. Differences in the prevalence of sarcopenia in community-dwelling, nursing home and hospitalized individuals. a systematic review and meta-analysis[J]. J Nutr Health Aging, 2020, 24(1): 83-90.

[10] Papadopoulou SK. Sarcopenia: a contemporary health problem among older adult populations[J]. Nutrients, 2020, 12(5): 1293.

[11] Ligthart-Melis GC, Luiking YC, Kakourou A, et al. Frailty, sarcopenia, and malnutrition frequently (co-) occur in hospitalized older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(9): 1216-1228.

[12] Voulgaridou G, Tyrovolas S, Detopoulou P, et al. Diagnostic criteria and measurement techniques of sarcopenia: a critical evaluation of the up-to-date evidence[J]. Nutrients, 2024, 16(3): 436.

[13] Knoedler S, Schliermann R, Knoedler L, et al. Impact of sarcopenia on outcomes in surgical patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg, 2023, 109(12): 4238-4262.

[14] Wang F, Zhen HN, Wang HP, et al. Measurement of sarcopenia in lung cancer inpatients and its association with frailty, nutritional risk, and malnutrition[J]. Front Nutr, 2023, 10: 1143213.

[15] 孔令慧，于 杰，张会君，等. 基于 Logistic 回归和决策树的老年脑卒中病人肌少症风险预测模型的构建[J]. 护理研究，2024，38(10)：1703-1710.
Kong LH, Yu J, Zhang HJ, et al. Construction of risk prediction model of sarcopenia in senile patients with stroke based on Logistic regression and decision tree[J]. Chin Nurs Res, 2024, 38(10): 1703-1710.

[16] Zhang Y, Zhang LF, Guan YQ, et al. Establishment and validation of a risk prediction model for sarcopenia in gastrointestinal cancer

patients: a systematic review and meta-analysis-based approach[J]. Clin Nutr, 2024, 43(11): 91-98.

[17] 黄小丽，胡 越，王 军，等. 老年2型糖尿病患者合并肌少症风险列线图模型的建立与验证[J]. 现代预防医学，2024，51(19)：3483-3488，3494.

Huang XL, Hu Y, Wang J, et al. Establishment and validation of a risk nomogram model for sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Mod Prev Med, 2024, 51(19): 3483-3488, 3494.

[18] Erdogan T, Catikkas NM, Oren MM, et al. Ishii test for screening sarcopenia: performance in community-dwelling older adults[J]. Aging Clin Exp Res, 2022, 34(4): 785-791.

[19] Lian RN, Jiang GC, Liu QQ, et al. Validated tools for screening sarcopenia: a scoping review[J]. J Am Med Dir Assoc, 2023, 24(11): 1645-1654.

[20] Wu YC, Chen CT, Shen SF, et al. Comparative analysis of frailty identification tools in community services across the Asia-Pacific: a systematic review and meta-analysis[J]. J Nutr Health Aging, 2025, 29(4): 100496.

[21] Ocagli H, Cella N, Stivanello L, et al. The Barthel index as an indicator of hospital outcomes: a retrospective cross-sectional study with healthcare data from older people[J]. J Adv Nurs, 2021, 77(4): 1751-1761.

[22] Brañez-Condorena A, Soriano-Moreno DR, Navarro-Flores A, et al. Accuracy of the Geriatric Depression Scale (GDS)-4 and GDS-5 for the screening of depression among older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2021, 16(7): e0253899.

[23] Jia XF, Wang ZH, Huang FF, et al. A comparison of the Mini-Mental State Examination (MMSE) with the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for mild cognitive impairment screening in Chinese middle-aged and older population: a cross-sectional study[J]. BMC Psychiatry, 2021, 21(1): 485.

[24] Guigoz Y, Vellas B. Nutritional assessment in older adults: MNA® 25 years of a screening tool and a reference standard for care and research; what next [J]. J Nutr Health Aging, 2021, 25(4): 528-583.

[25] Sancho-Domingo C, Carballo JL, Coloma-Carmona A, et al. Brief version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (B-PSQI) and measurement invariance across gender and age in a population-based sample[J]. Psychol Assess, 2021, 33(2): 111-121.

[26] Zhang XM, Wu XJ, Cao J, et al. Effect of the age-adjusted charlson comorbidity index on all-cause mortality and readmission in older surgical patients: a national multicenter, prospective cohort study[J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9: 896451.

[27] 国家卫生健康委办公厅. 体重管理指导原则(2024年版)[EB/OL]. (2024-12-31) [2025-03-23]. http://www.nhc.gov.cn/ylyjs/s3573d/202412/4cf1905d32304c15ac3bc4446ddb83f1.shtml.

General Office of the National Health Commission. Weight Management Guidelines (2024 Edition) [EB/OL]. (2024-12-31) [2025-03-23]. http://www.nhc.gov.cn/ylyjs/s3573d/202412/4cf1905d32304c15ac3bc4446ddb83f1.shtml.

[28] Morley JE, Vellas B, Kan GAV, et al. Frailty consensus: a call to action[J]. J Am Med Dir Assoc, 2013, 14(6): 392-397.

[29] Ye L, Liang R, Liu XL, et al. Frailty and sarcopenia: a bibliometric analysis of their association and potential targets for intervention[J]. Ageing Res Rev, 2023, 92: 102111.

[30] Picca A, Coelho-Junior HJ, Calvani R, et al. Biomarkers shared by frailty and sarcopenia in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Ageing Res Rev, 2022, 73: 101530.

[31] Angulo J, El Assar M, Álvarez-Bustos A, et al. Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty[J]. Redox Biol, 2020, 35: 101513.

[32] Yoshida S, Shiraishi R, Nakayama Y, et al. Can nutrition contribute to a reduction in sarcopenia, frailty, and comorbidities in a super-aged society[J]. Nutrients, 2023, 15(13): 2991.

[33] Chen LK, Arai H, Assantachai P, et al. Roles of nutrition in muscle health of community-dwelling older adults: evidence-based expert consensus from Asian Working Group for Sarcopenia[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2022, 13(3): 1653-1672.

[34] Norman K, Haß U, Pirlich M. Malnutrition in older adults-recent advances and remaining challenges[J]. Nutrients, 2021, 13(8): 2764.

[35] 王政洁，黄滢珠，张慧婷，等. 中老年女性膳食营养与围绝经期症状的关系：焦虑和抑郁的多重中介作用[J]. 重庆医科大学学报，2025，50(9)：1141-1148.

Wang ZJ, Huang YZ, Zhang HT, et al. Association of dietary nutrition with perimenopausal symptoms among middle-aged and elderly women: multiple mediating effects of anxiety and depression[J]. J Chongqing Med Univ, 2025, 50(9): 1141-1148.

[36] Yan KM, Ma XY, Li C, et al. Higher dietary live microbe intake is associated with a lower risk of sarcopenia[J]. Clin Nutr, 2024, 43(7): 1675-1682.

[37] Geraci A, Calvani R, Ferri E, et al. Sarcopenia and menopause: the role of estradiol[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2021, 12: 682012.

[38] 樊 菡，王 莉，李 潇. 不同分期老年肌少症患者睾酮、雌二醇、IL-6水平的相关性[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志，2021，14(1)：35-40.

Fan H, Wang L, Li X. Level of their correlation of testosterone, estradiol and IL-6 in elderly men with different sarcopenia stages[J]. Chin J Osteoporos Bone Miner Res, 2021, 14(1): 35-40.

[39] Diago-Galmés A, Guillamón-Escudero C, Tenías-Burillo JM, et al. Salivary testosterone and Cortisol as biomarkers for the diagnosis of sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults [J]. Biology (Basel), 2021, 10(2): 93.

[40] Liu CR, Wong PY, Chung YL, et al. Deciphering the "obesity paradox" in the elderly: a systematic review and meta-analysis of sarcopenic obesity[J]. Obes Rev, 2023, 24(2): e13534.

[41] Bilski J, Pierzchalski P, Szczepanik M, et al. Multifactorial mechanism of sarcopenia and sarcopenic obesity. role of physical exercise, microbiota and myokines[J]. Cells, 2022, 11(1): 160.

[42] Li QG, Cheng HT, Cen WJ, et al. Development and validation of a predictive model for the risk of sarcopenia in the older adults in China [J]. Eur J Med Res, 2024, 29(1): 278.

[43] 张 媛，马 艳，史凌云，等. 基于Logistic回归、决策树、神经网络构建住院老年患者肌少症相对风险预测模型[J]. 现代医学，2023，51(8)：1134-1143.

Zhang Y, Ma Y, Shi LY, et al. Construction of the relative risk prediction model of hospitalized elderly patients with sarcopenia based on Logistic regression, decision tree and neural network[J]. Mod Med J, 2023, 51(8): 1134-1143.

（收稿：2025-03-25；修回：2025-05-06；录用：2025-05-15）

（责任编辑：曾 玲）

本文引用格式：

周艺林，范清清，彭 朋，等. 老年住院患者肌少症影响因素分析及风险预测模型构建和验证[J]. 重庆医科大学学报，2025，50(10)：1434-1441.