

办公室职员肌肉质量减少预测模型的开发与验证

陈瑛翼¹,游倩¹,王意¹,张帆²,李凤²,季舒铭³,徐浩源⁴,饶志勇¹

(1.四川大学华西医院临床营养科;2.四川大学华西医院健康管理中心;3.四川大学华西医院临床研究管理部;
4.四川大学华西临床医学院,四川 成都 610041)

摘要:目的 调查分析办公室职员肌肉质量减少发生率及影响因素,构建并验证风险预测模型,为制定干预方案提供参考。方法 选取2023年3月至2023年12月在四川大学华西医院健康管理中心体检的事业单位、机关单位办公室职员和退休者286人,采用食物频率调查问卷、运动情况调查问卷、体格检查、人体成分分析、实验室检查等进行分析。使用R语言(R Studio,版本4.4.1)分析肌肉质量影响因素,建立风险预测模型并进行验证。结果 肌肉质量减少发生率26.22%;高血糖、低体质量指数(body mass index, BMI)为肌肉质量减少的危险因素,高血尿素/血肌酐(blood urea nitrogen to serum creatinine, BUN/Cr)、每天实际摄入能量/每日推荐摄入能量比、高新鲜水果、高握力评分、超重是肌肉质量减少的保护因素,并构建模型;验证该模型的ROC曲线下面积为0.83,Youden指数为0.52,最佳风险阈值取14.40%。Hosmer-Lemeshow检验和校准曲线评估模型拟合度较高($\chi^2 = 11.98, P = 0.152$),预测模型的阈值概率值在0.07~0.93。结论 本研究预测模型具有较好的预测效果和拟合程度,利于医技护理人员评估发生肌肉质量减少的风险,有助于为办公室职员肌肉质量减少高危人群提供参考尽早预防。

关键词:肌肉质量减少;发生率;影响因素;预测模型;肌少症

中图分类号:R685;R459.3

文献标志码:A

Development and validation of a prediction model for muscle mass loss in office workers

CHEN Yingyi¹, YOU Qian¹, WANG Yi¹, ZHANG Fan², LI Feng²,
JI Shuming³, XU Haoyuan⁴, RAO Zhiyong¹

(1. Department of Clinical Nutrition, West China Hospital, Sichuan University;

2. Health Management Center, West China Hospital, Sichuan University;

3. Clinical Research Management Department, West China Hospital, Sichuan University;

4. West China School of Medicine, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: Objective To investigate and analyze the prevalence of muscle mass loss in office workers and the contributing factors, and to construct and validate a risk prediction model to inform the development of an intervention program.

Methods Two hundred and eighty-six office workers from institutions and agencies who underwent medical check-ups at the Health Management Center of West China Hospital of Sichuan University from March 2023 to December 2023 were selected and surveyed using food frequency questionnaires, exercise questionnaires, physical examination, body composition analysis, and laboratory tests. Factors influencing muscle mass were analyzed using R software (RStudio, version number 4.4.1), and a risk prediction model was established and validated. **Results** The prevalence of muscle mass loss was 26.22%; high glucose and low BMI were risk factors for muscle mass loss, high BUN/Cr, high actual daily energy intake/recommended daily energy intake ratio, high fresh fruits intake, high grip strength score and overweight were protective factors for muscle mass loss, and a model was constructed; the area under the ROC curve of the model was verified to be 0.83, and the Youden index was 0.52. The optimal risk threshold was set as 14.40%. The Hos-

mer-Lemeshow test and calibration curve assessed that the fit of the model was high ($\chi^2 = 11.98, P = 0.152$), and predicted that the threshold probability value of the model was in the range of 0.07-0.93. **Conclusion** The prediction model in this study has a good predictive effect and good fit, which will facilitate medical and technical nurses to assess the risk of developing muscle mass loss and helps to provide a reference for early prevention for office workers at high risk of muscle mass loss.

Key words: Muscle mass loss; Incidence; Influencing factors; Predictive model; Sarcopenia

肌少症是一种与增龄相关的进行性和全身性骨骼肌减少性疾病^[1]。亚洲肌少症工作组(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)标明亚洲人肌少症的发生率为 5.5%~25.7%^[2],中国老年人肌少症的发生率大概为 14%^[3]。人体肌肉质量在 30 岁左右达到高峰,此后逐渐下降,肌肉功能下降始于 35 岁,每年的损失在 1%~2%之间^[4],多数研究已证实骨骼肌质量(skeletal muscle mass, SMM)的损失会损害身体机能与生活质量^[5],AWGS 专家共识(2019)认为^[2],肌肉减少症诊断流程强调肌肉质量的减少不仅是肌少症的一个重要诊断指标[男性四肢骨骼肌质量指数(appendicular skeletal muscle mass index, ASMI)<7.0 kg/m²、女性 ASMI<5.7 kg/m²为肌肉质量减少],也是评估健康状况和采取预防措施的重要依据。生活上存在饮食不规律、高盐高脂、营养不均衡等不良方式的人群随着年龄的增长以及久坐不动的日常状态,是导致骨骼肌质量降低的主要因素^[6]。早期识别其危险因素,对可能存在肌肉质量减少的人群进行筛查和干预,防止进一步进展为肌少症^[7-8]。本研究以部分四川省事业单位、机关单位办公室职员的一些体检人员为研究对象,通过收集相关资料,探索肌肉质量减少的发生率,采用目前常用模型构建与验证方法^[9]:通过 LASSO 回归筛选变量,并采用 Logistic 回归多因素分析并构建风险预测模型,通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线及决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)进行验证,为后续应用于该类人群进行前瞻性研究提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

1.1.1 对象

简单随机抽样在四川大学华西医院健康管理中心体检的 286 例事业单位、机关单位办公室在职和退休职员,本研究经四川大学华西医院生物医学伦理审查委员会批准[批准文号 2022 年审(1753)号],全体受试者均签署了知情同意书。

纳入标准:①年龄≥35 岁;②省、市机关单位办公室职员;③有自主活动能力,可以配合完成调查;④基本沟通无障碍,能完成调查问卷并配合身体检查者;⑤自愿接受调查并签署知情同意书。

排除标准:①诊断包含甲状腺疾病、恶性肿瘤、传染性疾病、精神疾病等;②合并 3 种以上的疾病;③合并严重感染、严重外伤或近 6 个月行手术者;④口服糖皮质激素、性激素等影响骨代谢的药物;⑤无法完成量表填写及量表资料不全。

1.1.2 样本量计算

本研究共有 22 个观察变量,Logistic 回归模型通常采用 EPV 的方法确定样本量,即每个自变量的事件数。在 Logistic 回归中推荐的经验准则是 EPV 为 10~15,可以保证结果稳健,预估样本量为 220~330 例。本研究计划纳入 350 例,根据纳入排除标准最终纳入 286 例。

1.2 方法

该研究采用横断面研究设计,随机选取研究对象,并严格依据纳入和排除标准进行筛选,由临床营养师现场进行采集。根据人体成分分析结果评估肌肉质量,并探讨可能影响肌肉质量的多种因素,同时建立及验证模型。

1.2.1 危险因素

检索中英文数据库[PubMed、Web of Science、中国知网(CNKI)、中国生物医学文献服务系统(SinoMed)等]及肌少症相关指南,最终整合纳入相关影响指标 22 项。①基本资料:年龄、性别、是否退休;②体格检查:体质量指数(body mass index, BMI)、体脂率、握力、腰臀比;③实验室检查(cobas 8000 全自动生化分析仪):丙氨酸氨基转移酶(alanine amino-transferase, ALT)、尿酸(uric acid, UA)、白蛋白(albumin, ALB)、血尿素/血肌酐(blood urea nitrogen to serum creatinine, BUN/Cr);④饮食情况:每天实际摄入能量/每日推荐摄入能量比,每天实际摄入蛋白质/每日推荐摄入蛋白质比,动物蛋白质/植物蛋白质摄入比,优质蛋白质摄入比,新鲜水果、新鲜蔬菜摄入量;⑤运动情况:每周的体力活动量,静坐时间;⑥代谢因素:血糖、血脂、血压。

1.2.2 问卷

膳食调查:采用经验证的、信效度较好的食物频率调查问卷(food frequency questionnaire, FFQ)^[10],该调查问卷包含精制米面、杂豆、薯类、全谷物、深色蔬菜、非深色蔬菜、菌藻类、新鲜水果、畜肉类、禽肉、水产品、加工肉类、内脏、鸡蛋、奶类、大豆制品、坚果等多种食物种类,回忆过去1年内各项食物摄入频次及每次摄入量,最终换算为每天不同种类食物摄入量、营养素摄入占比。采用24 h膳食回顾法回顾近3 d饮食摄入量,计算平均每天能量及蛋白质摄入量。

运动调查:询问参与者的近一年的运动情况,包括运动时间、类型、频率及静坐时间,通过查询不同活动的代谢当量(metabolic equivalent of task, MET)系数计算每周的体力活动量。

1.2.3 人体成分测定

使用InBody 770人体成分分析仪采用人体生物电阻抗法(bioelectrical impedance analysis, BIA),空腹情况下检测参与者的人体成分,记录四肢骨骼肌质量指数(appendicular skeletal muscle mass index, ASMI)、骨骼肌质量、体脂百分比、基础代谢率。

1.2.4 握力

使用握力测试仪,用最大力紧握上下握柄,左右手各测两次记录最大值。AWGS专家共识(2019)认为^[2],男性<28 kg、女性<18 kg为肌肉力量下降,根据《国民体质测定标准(2023年修订)》将握力转换为握力评分。

1.2.5 分组

根据AWGS专家共识(2019)^[2],将男性ASMI<7.0 kg/m²、女性ASMI<5.7 kg/m²为肌肉质

量减少组,否则为肌肉质量正常组。

1.2.6 质量控制

调查员均为临床营养师,调查开始前统一培训,每份问卷均由两名调查员审核录入。

1.3 统计学处理

采用R语言(RStudio,版本4.4.1)对数据进行统计分析,定量资料若服从正态分布则以 $\bar{x}\pm s$ 表示,并行 t 检验,非正态分布以中位数和四分位间距进行描述并进行非参数检验;定性资料以例数和百分比表示并采用 χ^2 检验。用LASSO回归分析进行变量筛选,多因素分析采用Logistic回归并构建风险预测模型,采用Hosmer-Lemeshow检验预测模型的拟合程度并用校准曲线展示,采用ROC曲线检测模型准确性及DCA曲线评估预测模型的临床有效性。均采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

本研究最终纳入286例,其中男120例、女166例,平均(57.44±10.63)岁;存在肌肉质量减少者75例(26.22%),其中男23例(8.04%)、女52例(18.18%)。65岁以上肌肉质量减少发生率8.39%,基本情况分析结果显示两组在年龄、退休、ALT、ALB、BUN/Cr、每天实际摄入蛋白质/每日推荐摄入蛋白质比、动物蛋白质/植物蛋白质摄入比、优质蛋白质摄入比、新鲜蔬菜及每周的体力活动量、静坐时间、血压、血糖差异无统计学意义,在性别、BMI、体脂百分比、腰臀比、UA、每天实际摄入能量/每日推荐摄入能量比、新鲜水果、血脂及握力评分方面差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 基本特征与差异性分析/ n (%), $\bar{x}\pm s$, $M(P_{25},P_{75})$
Table 1 Basic characteristics and analysis of variance/ n (%), $\bar{x}\pm s$, $M(P_{25},P_{75})$

项目	总体 ($n=286$)	肌肉质量 减少组 ($n=75$)	肌肉质量 正常组 ($n=211$)	$t/\chi^2/Z$	P
年龄/岁				-1.16	0.248
35~44	31(10.84)	5(6.67)	26(12.32)		
45~54	91(31.81)	23(30.67)	68(32.23)		
55~64	83(29.02)	23(30.67)	60(28.44)		
65~74	61(21.33)	20(26.67)	41(19.43)		
75~84	20(6.99)	4(5.33)	16(7.58)		
性别				5.32	0.021
男	120(41.96)	23(30.67)	97(45.97)		
女	166(58.04)	52(69.33)	114(54.03)		

续表

项目	总体 (n=286)	肌肉质量 减少组 (n=75)	肌肉质量 正常组 (n=211)	t/ χ^2 /Z	P
是否退休				0.93	0.336
是	120(41.96)	35(46.67)	85(40.28)		
否	166(58.04)	40(53.33)	126(59.72)		
BMI				55.57	<0.001
低 BMI	24(8.39)	20(26.67)	4(1.90)		
正常	159(55.59)	45(60.00)	114(54.03)		
超重	84(29.37)	9(12.00)	75(35.55)		
肥胖	19(6.64)	1(1.33)	18(8.53)		
体脂百分比/%				11.04	0.004
低(男<10,女<18)	20(6.99)	10(13.33)	10(4.74)		
正常(男10~20,女18~28)	26(9.09)	11(14.67)	15(7.11)		
高(男>20,女>28)	240(83.92)	54(72.00)	186(88.15)		
握力评分/分	62.5(55,75)	60(50,70)	65(55,80)	-2.99	0.003
腰臀比	0.85±0.08	0.83±0.08	0.86±0.07	3.69	<0.001
ALT/(U/L)	20.44±11.84	21.75±15.21	19.98±10.39	1.11	0.268
UA/(μ mol/L)	326.69±75.62	299.43±68.72	336.38±75.74	3.72	<0.001
ALB/(g/L)	46.18±2.42	46.39±2.50	46.10±2.40	-0.88	0.378
BUN/Cr				5.33	0.070
低(<12:1)	27(9.44)	5(6.67)	22(10.43)		
正常(12:1~20:1)	166(58.04)	52(69.33)	114(54.03)		
高(>20:1)	93(32.52)	18(24.00)	75(35.55)		
每天实际摄入能量/每日推荐 摄入能量比	1.08(0.91,1.26)	1.01(0.84,1.13)	1.11(0.93,1.31)	-3.59	<0.001
每天实际摄入蛋白质/每日推 荐摄入蛋白质比	0.96(0.79,1.11)	0.97(0.79,1.13)	0.95(0.79,1.11)	-0.21	0.830
动物蛋白质/植物蛋白质摄入比	1.21(0.88,1.57)	1.21(0.81,1.58)	1.22(0.91,1.57)	-0.66	0.510
优质蛋白质摄入比	0.56(0.50,0.63)	0.56(0.47,0.63)	0.57(0.50,0.63)	-0.55	0.584
新鲜水果/g	173.22(100,200)	150(75,200)	200(100,200)	-2.06	0.040
新鲜蔬菜/g	350(250,500)	350(250,450)	398.57(250,500)	-0.15	0.884
静坐时间/h	4.00(2.00,6.00)	3.50(2.50,5.50)	4.50(2.00,6.00)	-1.01	0.314
每周的体力活动量/(MET-h)	15.03(6.59,23.61)	17.5(7.5,25.2)	14.1(6.25,22.67)	-1.29	0.196
高血压/mmHg				0.01	0.911
有	70(24.48)	18(24.00)	52(24.64)		
无	216(75.52)	57(76.00)	159(75.36)		
高血糖/(mmol/L)				2.40	0.121
有	45(15.73)	16(21.33)	29(13.74)		
无	241(84.27)	59(78.67)	182(86.26)		
高血脂/(mmol/L)				6.52	0.011
有	143(50.00)	28(37.33)	115(54.50)		
无	143(50.00)	47(62.67)	96(45.50)		

注:根据《中国高龄老年人体质指数适宜范围与体重管理指南》^[11]、《中国居民膳食指南(2022)》^[12]定义低BMI:年龄<65岁,BMI<18.5 kg/m²;65~79岁,BMI<20.0 kg/m²;≥80岁,BMI<22.0 kg/m²;每日推荐摄入能量=体成分结果中的基础代谢率×1.3(轻体力活动);每日推荐摄入蛋白:中国居民膳食指南推荐摄入量;每周的体力活动量=MET系数×持续时间(每次小时数)×频率(每周次数)^[13];高血压界定范围为≥140/90 mmHg;高血糖界定为空腹血糖≥6.1 mmol/L;高血脂界定为TG≥1.7 mmol/L或TC≥5.2 mmol/L或LDL-C≥3.4 mmol/L或HDL-C<1 mmol/L。

并对所有变量进行共线性诊断,其方差膨胀因子均(variance inflation factor, VIF) < 5,可忽略共线

性问题,结果见图 1。

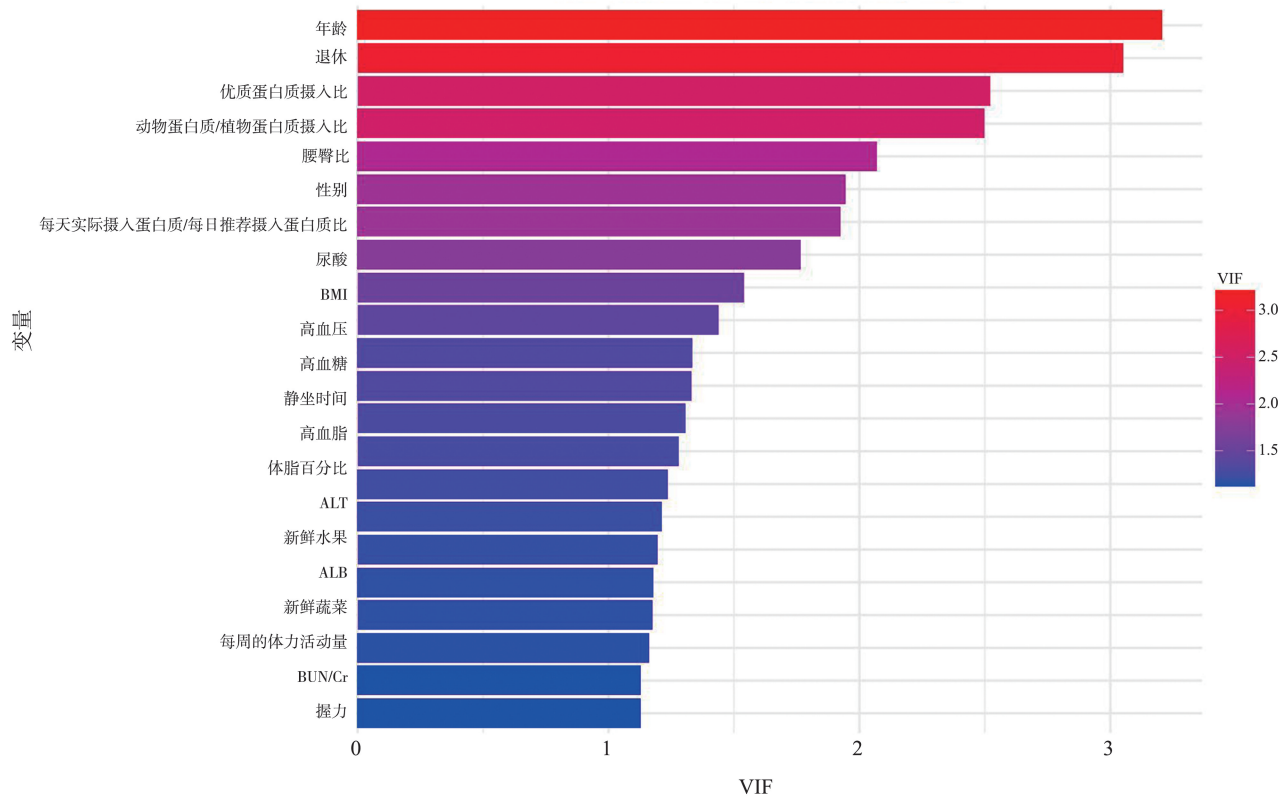


图 1 所有变量 VIF 显示图
Figure 1 VIF display of all variables

2.2 LASSO 回归筛选变量

从收集的 22 个研究变量中,根据 LASSO 回归分析在 λ 最小值($\lambda = 0.01$)和最小值 1SE($\lambda = 0.03$)处绘制垂直线,当 $\log(\lambda) = -3.49$ 时模型拟合最优,

筛选出 12 个非零系数的预测变量:年龄、腰臀比、BMI、体脂百分比、握力评分、高血糖、高血脂、UA、BUN/Cr 比、ALT、每天实际摄入能量/每日推荐摄入能量比、新鲜水果。见图 2。

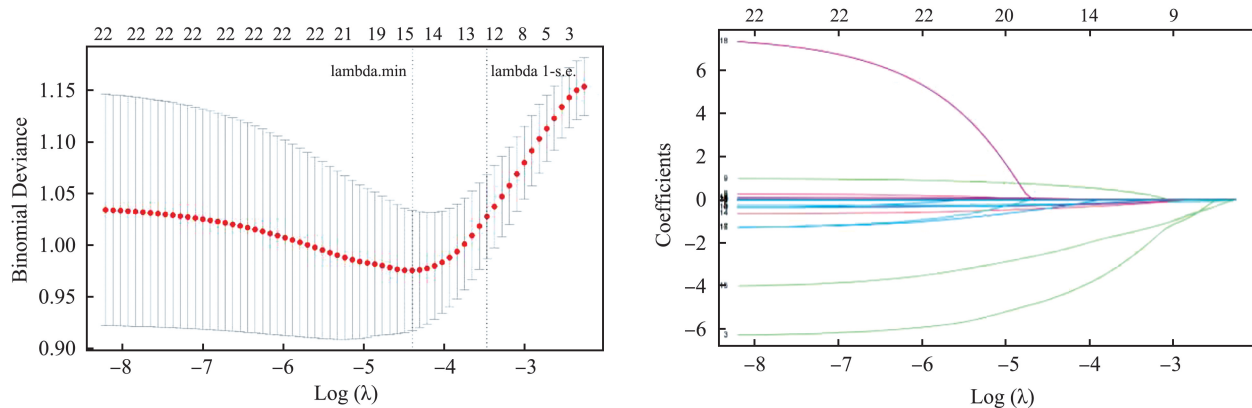


图 2 LASSO 回归模型筛选预测变量
A: LASSO 模型中最优参数(λ)选择; B: LASSO 回归交叉验证结果。

Figure 2 Screening predictor variables by LASSO regression model
A: Optimal parameter (λ) selection in LASSO models; B: LASSO regression crossvalidation results.

2.3 Logistic 回归多因素分析

将 LASSO 回归筛选变量的 12 个变量纳入多因素逐步回归分析,肌肉质量减少组赋值 1,肌

肉质量正常组赋值 0,结果表明高血糖、低 BMI 为肌肉质量减少的危险因素,高 BUN/Cr、高每天实际摄入能量/每日推荐摄入能量比、高新鲜水

果、高握力评分、超重是肌肉质量减少的保护因素 ($P < 0.05$), 见表 2。并基于上述变量建立列线图模型, 见图 3。

表 2 肌肉质量减少影响因素的多因素 Logistic 回归分析结果

Table 2 Results of multifactorial Logistic regression analysis of factors influencing muscle mass reduction

变量(赋值)	β	<i>S.E</i>	Wald χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)
BMI					
正常(0)					
低 BMI(1)	2.36	0.61	3.85	<0.001	10.61(3.19~35.30)
超重(2)	-1.36	0.44	-3.07	0.002	0.26(0.11~0.61)
肥胖(3)	-2.08	1.09	-1.91	0.056	0.13(0.01~1.06)
高血糖/(mmol/L)					
无(0)					
有(1)	1.27	0.44	2.91	0.004	3.56(1.51~8.38)
BUN/Cr					
正常(0)					
低(1)	-0.05	0.58	-0.09	0.925	0.95(0.30~2.97)
高(2)	-1.02	0.39	-2.61	0.009	0.36(0.17~0.78)
每天实际摄入量/每日推荐摄入量比	-2.65	0.76	-3.49	<0.001	0.07(0.02~0.31)
新鲜水果/g	-0.01	<0.01	-2.61	0.009	0.99(0.99~0.99)
握力评分/分	-0.02	0.01	-2.16	0.031	0.98(0.97~0.99)

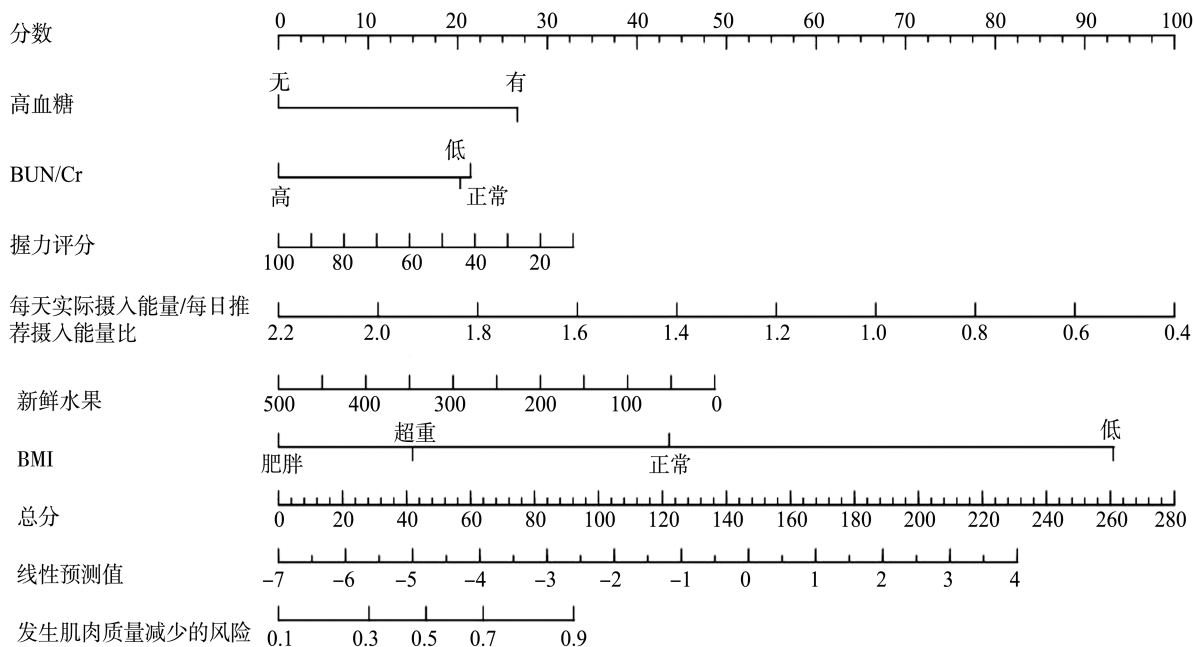


图 3 发生肌肉质量减少风险的预测模型列线图

Figure 3 Line graph of the predictive model for the risk of developing muscle mass loss

2.4 预测模型的验证

采用 ROC 曲线下面积分析模型的区分度, 如图 4。AUC 为 0.83 (95% *CI*: 0.78 ~ 0.88), $P < 0.001$, 说明该模型区分度较好。利用 Hosmer-Lemeshow χ^2 检验和校准曲线评估模型准确度,

显示该模型预测风险与实际发生情况基本一致 ($\chi^2 = 11.98$, $P = 0.152$), 校准度较高, 见图 5。ROC 曲线的 Youden 指数最大值为 0.52 时, 即预测模型的风险阈值取 14.40% 时, 识别肌肉质量减少的灵敏度为 0.57, 特异度为 0.95。

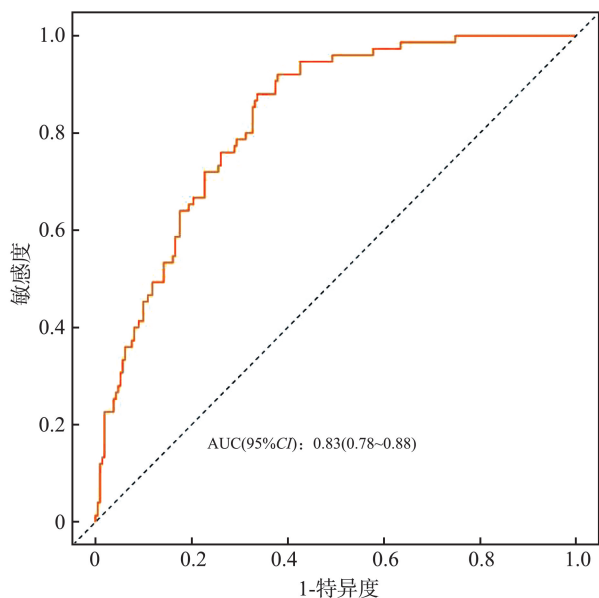


图4 预测模型的ROC曲线
Figure 4 ROC curve of the predictive model

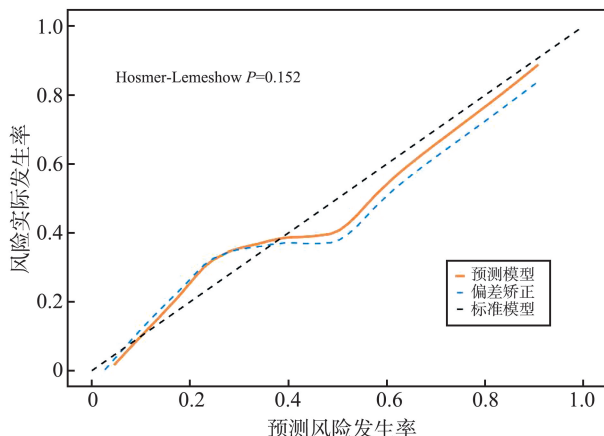


图5 预测模型的校准曲线
Figure 5 Calibration curve of the prediction model

2.5 预测模型的评估

绘制 DCA 曲线评估预测模型的临床有效性,结果显示,斜直线(All)表示当所有存在肌肉质量减少的收益情况,横直线(None)表示当所有没有肌肉质量减少,净收益为 0。预测模型的阈值概率值在 0.07~0.93,临床净收益大于 0,见图 6。

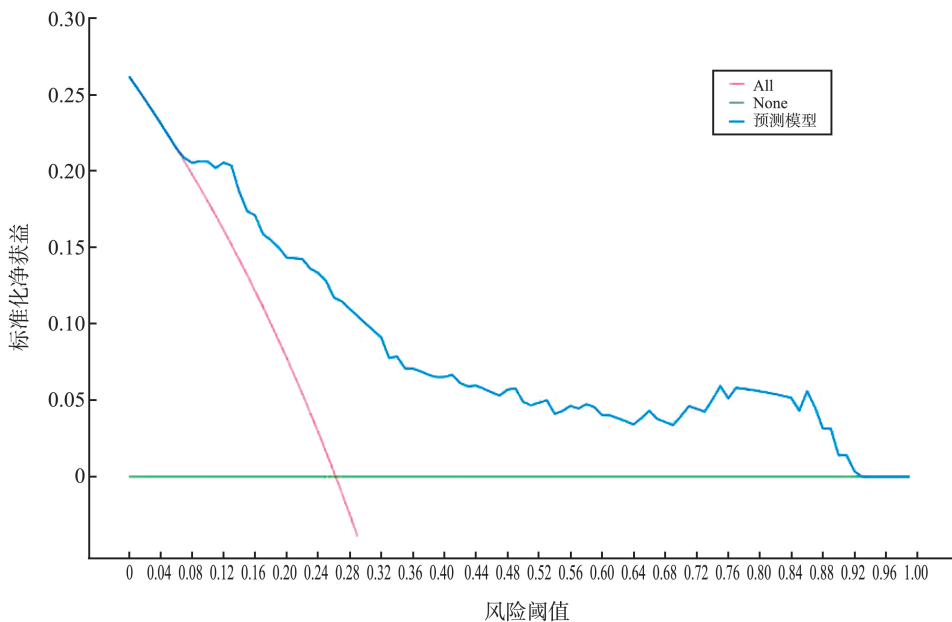


图6 预测模型的DCA曲线
Figure 6 DCA curve of the prediction model

2.6 敏感性分析

考虑到性别为肌肉质量减少公认的危险因素且差异有统计学意义,将性别在原本 12 个变量的基础上纳入 Logistic 回归多因素分析,结果仍然剔除了这个变量。

3 讨论

办公室职员主要特点是在工作期间长时间伏案

办公,活动量较少,我国职业人群身体活动现状调查发现我国职业人群平均每天静坐时间 4.4 h^[14],这会造成肌肉活动性不足,新陈代谢降低、肌肉质量减少等。本研究通过探寻影响办公室职员肌肉质量减少的因素,建立了一个能预测肌肉质量减少的预测模型,初步结果表明该模型拟合程度良好且有一定的准确性,有助于指导临床决策。并开发了列线图作为辅助工具,进一步增强了决策的精确性,使得风险评估更加直观和便捷。

目前尚未有研究公布该类人群肌肉质量减少的具体发生率,本研究发现办公室职员肌肉质量减少发生率在 26.22% (65 岁以上 8.39%)。有研究指出,65 岁以上老年人肌肉质量减少的发生率在 11.0%~21.4%,且女性高于男性^[15]。与其他研究一致的是,肌肉质量减少的发生率较高。这主要是因为单纯的肌肉质量减少,在不伴随功能的减退的条件下,被视为肌少症的前期表现。本研究在性别方面差异有统计学意义,但通过 LASSO 回归筛选变量及 Logistic 回归进行敏感性分析,均排除了性别这一变量,可能的解释是该变量在统计上不显著或者对模型的预测能力贡献有限,需要进一步扩大样本量进行验证。

年龄、女性、糖尿病、低 BMI、身体活动不足是发生肌少症公认的危险因素^[16]。据研究报告,较低 BMI 与肌肉质量的减少密切相关^[17-18],与本研究低 BMI 更容易发生肌肉质量减少结果一致。低 BMI 不仅反映了营养不良的状态,还说明了热量和蛋白质摄入不足难以维持正常的肌肉质量。本研究还发现超重相对于正常体重为肌肉质量减少的保护因素,这与研究发现 BMI 越高与肌少症发生率越低结果相似^[19],原因可能是研究选择的超重办公室职员的 BMI 均值是 25.66 kg/m² 且年龄均值 57 岁左右,对于他们来说,轻微的超重对维持肌肉有益。Weiss 等^[20]的研究发现,在不运动或运动少的情况下,不当地限制饮食引起的体重丢失期间会导致肌肉质量的减少。骨骼肌是身体的蛋白质储备库,也是调节血糖和脂质稳态的重要调节器^[21],高血糖通过一系列复杂的信号通路抑制肌肉蛋白质的合成,并促进肌肉分解^[22],这解释了本研究中高血糖人群易发生肌肉质量减少的现象。此外,总蛋白、尿素、尿酸和肌酐水平,以及 BUN/Cr 比值是肌少症的主要标志物^[23-24],本研究同样发现,血 BUN/Cr 比值为保护因素,可能是由于摄入外源性蛋白质摄入足够所致。握力反映患者的肌肉力量,握力降低说明肌肉质量和密度降低增加,从而引起机体躯体功能减退引发衰弱^[25],与本研究结果相符。本研究并未显示年龄、身体活动不足、静坐时间的长久是肌肉质量减少的显著影响因素,这可能与本研究人群无论哪个年龄段运动意识普遍较高有关,他们每周的体力活动量中位数 15.03,高于推荐最低活动量标准^[26]。这一现象可能归因于肌肉质量较少者有意识增加了身体活动,从而减少了静坐时间,导致两组无显著差异。

足够的能量和蛋白摄入是维持肌肉质量的必要条件^[27],蔬菜水果富含保护肌肉的营养素,如维生

素^[28-29]、电解质^[30]和抗氧化剂^[31],是肌肉质量下降的保护因素^[32]。本研究发现高能量摄入有助于保护肌肉质量,符合预期,但蛋白质摄入未显示差异有统计学意义,可能的解释是研究对象蛋白质摄入基本达标。同时,一项横断面队列研究显示蔬菜摄入量与患肌少症无直接关联,与本研究发现相似,而 65 岁以上女性水果摄入量为肌少症保护因素^[29],本研究发现水果摄入量不分性别为肌肉质量减少的保护因素,蔬菜摄入量无直接关联,原因可能在于本研究人群蔬菜摄入量普遍达标,该研究中蔬菜摄入量中位数 350 g,大于《中国居民膳食指南(2022)》推荐摄入量低值^[12]。

总之,当前多数研究聚焦于肌少症的影响因素,而本研究则在肌肉质量减少尚未进展为肌少症的阶段,探寻其影响因素,并建立了相应的验证模型。结果显示,该模型具有较好的预测效果,能够为临床预防肌少症提供有价值的参考。然而,本研究也存在一定的局限性,主要体现在研究对象仅局限于一家医院,且样本量相对较少,这可能导致某些指标的差异无统计学意义及结果不显著。未来研究应进一步纳入更广泛的人群,开展多中心研究,扩大研究因素的范围,提高结果的泛化性和可靠性,进一步验证模型的适用性和准确性。同时,针对已存在肌肉质量减少的人群,开展干预性试验并评估其效果,为临床预防和治疗肌少症提供更有价值的参考。

参考文献:

- [1] Lim WS, Cheong CY, Lim JP, et al. Singapore clinical practice guidelines for sarcopenia: screening, diagnosis, management and prevention [J]. *J Frailty Aging*, 2022, 11(4): 348-369.
- [2] 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.
- [3] Xin CH, Sun X, Lu L, et al. Prevalence of sarcopenia in older Chinese adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2021, 11(8): e041879. doi: 10.1136/bmjopen-2020-041879
- [4] Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men [J]. *J Neurol Sci*, 1988, 84(2/3): 275-294.
- [5] Jing Y, Zuo YS, Yu Y, et al. Single-nucleus profiling unveils a geroprotective role of the FOXO3 in primate

- skeletal muscle aging [J]. *Protein Cell*, 2023, 14(7): 497-512.
- [6] Daily JW, Park S. Sarcopenia is a cause and consequence of metabolic dysregulation in aging humans; effects of gut dysbiosis, glucose dysregulation, diet and lifestyle [J]. *Cells*, 2022, 11(3): 338. doi:10.3390/cells11030338
- [7] 崔华, 王朝晖, 吴剑卿, 等. 老年人肌少症防控干预中国专家共识(2023) [J]. *中华老年医学杂志*, 2023, 42(2): 144-153.
CUI Hua, WANG Zhaohui, WU Jianqing, et al. Chinese expert consensus on prevention and intervention for elderly with sarcopenia(2023) [J]. *Chinese Journal of Geriatrics*, 2023, 42(2): 144-153.
- [8] 于普林, 高超, 周白瑜, 等. 预防老年人肌少症核心信息中国专家共识(2021) [J]. *中华老年医学杂志*, 2021, 40(8): 953-954.
YU Pulin, GAO Chao, ZHOU Baiyu, et al. Chinese expert consensus on core information for sarcopenia prevention in the elderly [J]. *Chinese Journal of Geriatrics*, 2021, 40(8): 953-954.
- [9] 赵启迪, 王凯, 赵小刚, 等. 基于 SEER 数据库构建并验证 IIIB 期非小细胞肺癌患者预后模型 [J]. *山东大学学报(医学版)*, 2023, 61(10): 23-37.
ZHAO Qidi, WANG Kai, ZHAO Xiaogang, et al. Constructing and validating a prognostic model for patients with stage IIIB non-small cell lung cancer based on SEER database [J]. *Journal of Shandong University(Health Sciences)*, 2023, 61(10): 23-37.
- [10] 宋峻, 臧嘉捷, 汤红梅, 等. 食物频率问卷法评估人群膳食营养摄入量的相对效度研究 [J]. *卫生研究*, 2016, 45(5): 743-748.
SONG Jun, ZANG Jiajie, TANG Hongmei, et al. Relative validity of food frequency questionnaire for estimating dietary nutrients intake [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2016, 45(5): 743-748.
- [11] 中国营养学会. 中国高龄老年人体质指数适宜范围与体重管理指南(T/CNSS 021—2023) [J]. *中华流行病学杂志*, 2023, 44(9): 1335-1337.
Chinese Nutrition Society. Appropriate range of body mass index and body weight management guidelines for Chinese oldest old (T/CNSS 021-2023) [J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2023, 44(9): 1335-1337.
- [12] 中国营养学会. 中国居民膳食指南 2022 版 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
- [13] Hou J, Liu XT, Tu RQ, et al. Long-term exposure to ambient air pollution attenuated the association of physical activity with metabolic syndrome in rural Chinese adults: a cross-sectional study [J]. *Environ Int*, 2020, 136: 105459. doi:10.1016/j.envint.2020.105459
- [14] 袁帆, 陈征, 张妍, 等. 我国职业人群身体活动现状调查 [J]. *中国公共卫生*, 2018, 34(10): 1327-1330.
YUAN Fan, CHEN Zheng, ZHANG Yan, et al. Status of physical activity among occupational populations in China: a cross-sectional study [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2018, 34(10): 1327-1330.
- [15] Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Kanis JA, et al. Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older [J]. *Osteoporos Int*, 2015, 26(12): 2793-2802.
- [16] Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: prevalence, risk factors, and consequences [J]. *Metabolism*, 2023, 144: 155533. doi:10.1016/j.metabol.2023.155533
- [17] Lao MX, Zhang KC, Zhang M, et al. Clinical features and co-infections in invasive pulmonary aspergillosis in elderly patients [J]. *Infect Drug Resist*, 2020, 13: 3525-3534. doi:10.2147/IDR.S273946
- [18] Marasco G, Dajti E, Serenari M, et al. Sarcopenia predicts major complications after resection for primary hepatocellular carcinoma in compensated cirrhosis [J]. *Cancers*, 2022, 14(8): 1935. doi:10.3390/cancers14081935
- [19] Li C, Kang BX, Zhang T, et al. High visceral fat area attenuated the negative association between high body mass index and sarcopenia in community-dwelling older Chinese people [J]. *Healthcare*, 2020, 8(4): 479. doi:10.3390/healthcare8040479
- [20] Weiss EP, Jordan RC, Frese EM, et al. Effects of weight loss on lean mass, strength, bone, and aerobic capacity [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2017, 49(1): 206-217.
- [21] Sartori R, Romanello V, Sandri M. Mechanisms of muscle atrophy and hypertrophy: implications in health and disease [J]. *Nat Commun*, 2021, 12(1): 330. doi:10.1038/s41467-020-20123-1
- [22] Talpur AS, Kavanoor Sridhar K, Shabbir K, et al. Restrictive pulmonary disease in diabetes mellitus type II patients [J]. *Cureus*, 2022, 14(4): e23820. doi:10.7759/cureus.23820
- [23] Qaisar R, Karim A, Muhammad T, et al. Prediction of sarcopenia using a battery of circulating biomarkers [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 8632. doi:10.1038/s41598-021-87974-6
- [24] Kameda M, Teruya T, Yanagida M, et al. Reduced uremic metabolites are prominent feature of sarcopenia, distinct from antioxidative markers for frailty [J]. *Aging*, 2021, 13(17): 20915-20934.
- [25] Vaishya R, Misra A, Vaish A, et al. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences [J]. *J Health Popul Nutr*, 2024, 43(1): 7.
- [26] 《中国人群身体活动指南》编写委员会. 中国人群身体活动指南(2021) [J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(1): 5-6.

- Composing and Editorial Board of Physical Activity Guidelines for Chinese. Physical activity guidelines for Chinese (2021) [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2022, 43(1): 5-6.
- [27] 刘娟, 丁清清, 周白瑜, 等. 中国老年人肌少症诊疗专家共识(2021) [J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(8): 943-952.
- LIU Juan, DING Qingqing, ZHOU Baiyu, et al. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment for elderly with sarcopenia(2021) [J]. Chinese Journal of Geriatrics, 2021, 40(8): 943-952.
- [28] Aytekin N, Mileva KN, Cunliffe AD. Selected B vitamins and their possible link to the aetiology of age-related sarcopenia: relevance of UK dietary recommendations [J]. Nutr Res Rev, 2018, 31(2): 204-224.
- [29] Koyanagi A, Veronese N, Solmi M, et al. Fruit and vegetable consumption and sarcopenia among older adults in low- and middle-income countries [J]. Nutrients, 2020, 12(3): 706. doi:10.3390/nu12030706
- [30] Liu YT, Wang QH, Zhang ZF, et al. Magnesium supplementation enhances mTOR signalling to facilitate myogenic differentiation and improve aged muscle performance [J]. Bone, 2021, 146: 115886. doi:10.1016/j.bone.2021.115886
- [31] Khor SC, Abdul Karim N, Ngah WZW, et al. Vitamin E in sarcopenia: current evidences on its role in prevention and treatment [J]. Oxid Med Cell Longev, 2014, 2014: 914853. doi:10.1155/2014/914853
- [32] Ganapathy A, Nieves JW. Nutrition and sarcopenia-what do we know? [J]. Nutrients, 2020, 12(6): 1755. doi:10.3390/nu12061755
- (编辑:李伟)
- (上接第 25 页)
- [22] Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, et al. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition [J]. J Appl Physiol, 1986, 60(4): 1327-1332.
- [23] Khan S, Xanthakos SA, Hornung L, et al. Relative accuracy of bioelectrical impedance analysis for assessing body composition in children with severe obesity [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2020, 70(6): 129-135.
- [24] Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, et al. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis [J]. J Appl Physiol, 2000, 89(2): 465-471.
- [25] 侯欣彤. 应用生物电阻抗分析评估新诊断甲状腺功能亢进症患者腹部脂肪分布 [D]. 太原: 山西医科大学, 2023.
- [26] 李妍, 钟仁明, 石磊, 等. 人体成分分析在围放疗期头颈部肿瘤患者中的应用 [J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2023, 10(6): 758-764.
- LI Yan, ZHONG Renming, SHI Lei, et al. Application of body composition analysis in head and neck tumors patients through the peri-radiation period [J]. Electronic Journal of Metabolism and Nutrition of Cancer, 2023, 10(6): 758-764.
- [27] 孙琦, 陶静, 华建武, 等. 生物电阻抗法在血液透析患者营养状况评估中的应用 [J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(13): 4-8.
- SUN Qi, TAO Jing, HUA Jianwu, et al. Application of bioelectrical impedance analysis in nutritional assessment of patients with hemodialysis [J]. Journal of Clinical Medicine in Practice, 2020, 24(13): 4-8.
- [28] 尹镛声. 大学生身体活动水平与身体成分、饮食行为的关系研究 [D]. 秦皇岛: 河北科技师范学院, 2023.
- [29] 王敬军. 血清 TG、TC、ALT 及 AST 检测诊断脂肪肝的临床价值分析 [J]. 吉林医学, 2020, 41(5): 1090-1091.
- (编辑:李伟)