·临床与预防·

血肌酐 / 胱抑素 C 比值在脂肪肝患者骨骼肌质量诊断中的临床应用价值

周亮[1],韩金慧[2],李松达[1],唐萍[1],姚雪梅[1]
1.新疆医科大学公共卫生学院,新疆 乌鲁木齐 830000;2.克拉玛依市中心医院临床医学研究中心

摘要:目的　探讨血肌酐与胱抑素 C 比值(CCR)在非酒精性脂肪肝(NAFLD)患者骨骼肌质量减少诊断中的临床应用价值。**方法**　选取 2023 年 10 月—2024 年 3 月在克拉玛依市中心医院住院的 388 名 NAFLD 患者,按 8∶2 比例分为训练集(310 例)和验证集(78 例),收集两组的临床资料和人体成分数据。通过多因素 logistic 回归分析确定骨骼肌质量减少的风险因素,并构建列线图模型。使用 ROC 曲线和 Hosmer-Lemeshow 校准曲线评估模型的预测性能。**结果**　共调查 388 名患者,其中 187 例出现骨骼肌质量减少。骨骼肌质量减少组在 BMI、CCR、hs-CRP 等方面与非减少组差异显著($P<0.05$)。限制性立方样条显示,CCR 与骨骼肌减少呈"L"形关系,超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)呈"J"形关系(均 $P<0.001$)。Logistic 回归分析显示,较高的 CCR 为骨骼肌质量的保护因素(*OR*=8.579,95%*CI*:3.459 ~ 13.905)。列线图预测模型的 ROC 曲线 AUC 为 0.89(95%*CI*:0.856 ~ 0.951)。模型拟合度良好,校准图显示模型与标准曲线匹配良好。**结论**　BMI、CCR、hs-CRP 是 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的独立危险因素,建立的列线图模型可个体化预测风险,帮助早期识别高危人群。

关键词:非酒精性脂肪肝;肌酐 / 胱抑素 C 比值;超敏 C 反应蛋白;骨骼肌质量减少;列线图预测模型
中图分类号:R446　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1003-8507(2025)01-174-06
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202405330

Clinical application value of blood creatinine/cystatin C ratio in diagnosing skeletal muscle mass reduction in patients with fatty liver disease

ZHOU Liang*, HAN Jin-hui, LI Song-da, TANG Ping, YAO Xue-mei
Public Health College, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830000, China

Abstract: Objective To explore the clinical application value of the blood creatinine to cystatin C ratio (CCR) in diagnosing skeletal muscle mass reduction in patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). **Methods** A total of 388 NAFLD patients hospitalized at Karamay Central Hospital from October 2023 to March 2024 were selected and divided into a training set (310 cases) and a validation set (78 cases) at an 8:2 ratio. Clinical data and body composition data were collected for both groups. Multivariate logistic regression analysis was performed to identify risk factors for skeletal muscle mass reduction and to construct a nomogram model. The model's predictive performance was evaluated using ROC curves and Hosmer-Lem show calibration curves. **Results** Among the 388 patients surveyed, 187 exhibited skeletal muscle mass reduction. Significant differences were observed between the skeletal muscle mass reduction group and the non-reduction group in terms of BMI, CCR, and hs-CRP ($P<0.05$). Restrictive cubic splines indicated an "L" shaped relationship between CCR and skeletal muscle reduction, while hs-CRP demonstrated a "J" shaped relationship (both $P<0.001$). Logistic regression analysis revealed that a higher CCR was a protective factor for skeletal muscle mass (*OR*=8.579, 95%*CI*: 3.459-13.905). The AUC of the ROC curve for the nomogram prediction model was 0.89 (95%*CI*: 0.856-0.951). The model exhibited good fit, and the calibration plot demonstrated a strong alignment with the standard curve. **Conclusion** BMI, CCR, and hs-CRP are independent risk factors for skeletal muscle mass reduction in NAFLD patients. The established nomogram model can provide individualized risk predictions and assist in the early identification of high-risk populations.

Keywords: Non-alcoholic fatty liver disease; Creatinine/Cystatin C ratio; High-sensitivity C-reactive protein; Skeletal muscle mass reduction; Nomogram prediction model

非酒精性脂肪肝病(NAFLD)是由肝细胞内脂肪过度积累而引发的一种疾病,其发展过程通常从单纯性脂肪变性开始,逐渐进展至肝纤维化,最终可导致肝硬化[1]。骨骼肌质量减少是 NAFLD 患者中常见的

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金(2024D01C131);新疆维吾尔自治区"十四五"高等学校特色学科 - 公共卫生与预防医学;克拉玛依市中心医院科技项目(YK2022-4)
作者简介:周亮(2000—),男,硕士在读,研究方向:生物统计
通信作者:姚雪梅,E-mail:yxm0421@126.com

合并症[2],这种合并症不仅加重了肝病的严重程度,还显著影响患者的整体健康，增加活动受限的风险,并提高死亡率,NAFLD 会通过蛋白质合成障碍等多种机制导致骨骼肌质量的下降[3]。因此,早期识别和诊断 NAFLD 患者中骨骼肌质量的减少,对于及时采取干预措施具有重要的临床意义。

胱抑素 C 是由所有活跃细胞均匀产生的一种小分子蛋白,主要通过肾小球滤过,其水平不受肌肉量的影响[4]。相比之下,肌酐是肌肉代谢的产物,其水平与个体的肌肉量密切相关[5]。研究表明,肌酐 / 胱抑素 C 比值(CCR)是评估骨骼肌质量的有效指标,ROC 曲线下面积为 0.84,具有较高的诊断准确性[6-7]。此外,促炎症状态会加剧骨骼肌质量的减少[8-9],而超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)与骨骼肌力量下降呈负相关[10]。

尽管 CCR 在诊断 NAFLD 患者骨骼肌减少方面的应用尚未广泛普及,其在临床上的潜在价值仍然显著。本研究旨在通过综合评估 CCR 和 hs-CRP 水平,期望更精准识别 NAFLD 患者的骨骼肌减少风险,为早期干预提供有力的科学依据,并优化患者的管理策略,以改善临床预后。

1　资料与方法

1.1　研究对象　2023 年 10 月—2024 年 3 月在克拉玛依市中心医院住院并接受体成分检测的 NAFLD 患者 388 例,其中男 197 例,女 191 例,分为骨骼肌质量减少组和非骨骼肌质量减少组。平均年龄（46 ± 9.3)岁。纳入标准:(1)NAFLD 病患者的确诊依据:根据 2018 年更新的非酒精性脂肪性肝病防治指南,患者必须具有影像学或组织学上弥漫性肝细胞脂肪变的证据,并且需排除因乙醇(酒精)滥用等导致肝脂肪变的其他病因;(2)年龄范围 18 ~ 80 岁;(3)同意参与本研究并签署知情同意书的患者。排除标准:(1)有其他类型的肝病历史,如酒精性肝病、病毒性肝炎或自身免疫性肝病;(2) 严重的并发症如肝硬化或肝癌;(3)正在接受可能影响骨骼肌质量的药物治疗,如长期使用皮质类固醇;(4) 慢性肾病或其他重大慢性疾病,可能影响骨骼肌质量或代谢状态;(5)妊娠妇女。本研究已获得克拉玛依市中心医院伦理委员会的批准(YL-2022-41),所有研究对象对研究内容等知情,并签署知情同意书。

1.2　研究方法　本研究收集了 388 例 NAFLD 患者的一般资料,包括性别、年龄、BMI 等;临床资料,包括患者实验室检查[超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、肿瘤坏死因子(TNF-α)、血肌酐(Cr)、胱抑素 C 等]和血清学检查[测定总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-c)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-c)及空腹血糖水平];同时记录患者的既往病史、家族病史和合并的其他疾病情况。计算 CCR 的方法是用血清肌酐(μmol/L)除以胱抑素 C(mg/L)。

1.3　骨骼肌质量减少的诊断　采用双生物电阻抗分析仪进行测量，获得的四肢骨骼肌含量(appendicularskeletalmusclemass,ASM）是双上肢及双下肢骨骼肌肌肉含量之和并以身高(Ht)进行校正。校正公式为:ASM/Ht^2。男性 $ASM/Ht^2<7.0\ kg/m^2$，女性 $ASM/Ht^2<5.7\ kg/m^2$ 判定为低骨骼肌质量[11]。

1.4　统计学方法　本研究使用采用 SPSS 25.0 进行数据分析,正态分布的计量资料以(均数 ± 标准差)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以［M（P_{25},P_{75})］表示，组间比较使用 Mann-Whitney 检验;分类资料以例(%)进行描述,组间比较采用 χ^2 检验。使用 R4.1.1 软件的 rms 包分析 CCR 和 hs-CRP 与骨骼肌质量的剂量 - 反应关系,并绘制限制性立方样条图。所有患者按 8∶2 比例随机分为训练集和验证集。训练集中,使用单因素 logistic 回归筛选与骨骼肌质量减少相关的因素,$P<0.05$ 的变量进一步进行多因素 logistic 回归分析，并构建列线图模型。随后，使用验证集评估模型的预测效能。通过 ROC 曲线和校准曲线评估模型的区分度和一致性,检验水准设定为 α=0.05。

2　结　果

2.1　骨骼肌质量减少组和非骨骼肌质量减少组组基本特征比较　388 例 NAFLD 患者中,男性 197 例,女性 191 例。NAFLD 患者中,48.2%的人群存在骨骼肌质量减少。其中,男性患者的患病率为 42.6%,而女性患者的患病率为 53.9%。一般资料显示,骨骼肌质量减少组的 BMI、腰围低于非骨骼肌质量减少组,具有统计学意义，而年龄无统计学意义。临床资料显示,骨骼肌质量减少组的内脏脂肪面积、CCR 低于非骨骼肌质量减少组,hs-CRP 高于非骨骼肌质量减少组,具有统计学意义,而 TNF-α 无统计学意义。见表 1。

2.2　CCR、hs-CRP 与 NAFLD 合并骨骼肌质量的剂量 - 反应关系　采用限制性立方样条函数，选择 4 个节点进行拟合,构建 CCR、hs-CRP 与 NAFLD 合并骨骼肌质量之间的剂量反应关系。在调整混杂因素后，结果显示,CCR 与 NAFLD 合并骨骼肌质量间呈“L”形的剂量 - 反应关系($P<0.001$),剂量 - 反应关系曲线显示 CCR 在一定变化范围内的 *OR* 值和 95% *CI*，因此可以进行风险预测。例如,CCR 为 40 的 NAFLD 患者其骨骼肌质量减少的风险比 CCR 为 45 的患者高约 2.5 倍,见图 1。hs-CRP 与 NAFLD 合并骨骼肌质量间呈“J”形的剂量 - 反应关系($P<0.001$),

显示 hs-CRP 在一定变化范围内的 *OR* 值和 95%*CI*，因此也可进行风险预测。hs-CRP 为 28.5 mg/L 的 NAFLD 患者其骨骼肌质量减少的风险比 hs-CRP 为 17.5 mg/L 的患者高约 3 倍。见图 2。

表 1　骨骼肌质量减少组和非骨骼肌质量减少组基本特征比较[$(\bar{x}\pm s)$,n(%)]

Table 1　Comparison of baseline characteristics between skeletal muscle mass reduction group and non-reduction group [$(\bar{x}\pm s)$,n(%)]

项目	非骨骼肌质量减少组(n=201)	骨骼肌质量减少组(n=187)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	46.28 ± 9.45	45.82 ± 9.17	0.481	0.631
男性	113(56.2)	84(44.9)	4.948	0.026
女性	88(43.8)	103(55.1)		
吸烟	77(38.3)	55(29.4)	4.789	0.091
不吸烟	124(61.7)	132(70.6)		
BMI(kg/m^2)	27.40 ± 3.3	24.18 ± 2.8	−10.389	<0.001
腰围(cm)	93.16 ± 9.1	83.17 ± 9.1	−10.700	<0.001
内脏脂肪面积(cm^2)	117 ± 28.4	95 ± 28.3	−7.640	<0.001
体脂肪率(%)	30.4 ± 8.6	21.6 ± 8.1	−10.402	<0.001
TC(mmol/L)	4.3 ± 0.7	4.1 ± 0.7	−3.143	0.002
TG(mmol/L)	1.8 ± 0.4	1.4 ± 0.5	−7.934	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.3 ± 0.3	1.1 ± 0.2	−6.726	<0.001
LDL-C(mmol/L)	3.2 ± 0.8	3.0 ± 0.8	2.634	0.009
肌酐(μmol/L)	58.7 ± 11.0	50.3 ± 11.4	−7.380	<0.001
血清胱抑素 C(mg/L)	0.79 ± 0.13	0.82 ± 0.13	−2.728	0.007
CCR	76.8 ± 20.2	63.6 ± 21.2	6.291	<0.001
hs-CRP(mg/L)	7.2 ± 1.9	16.4 ± 3.3	33.916	<0.001
TNF-α(pmol/L)	17.2 ± 1.4	17.5 ± 1.5	1.768	0.078

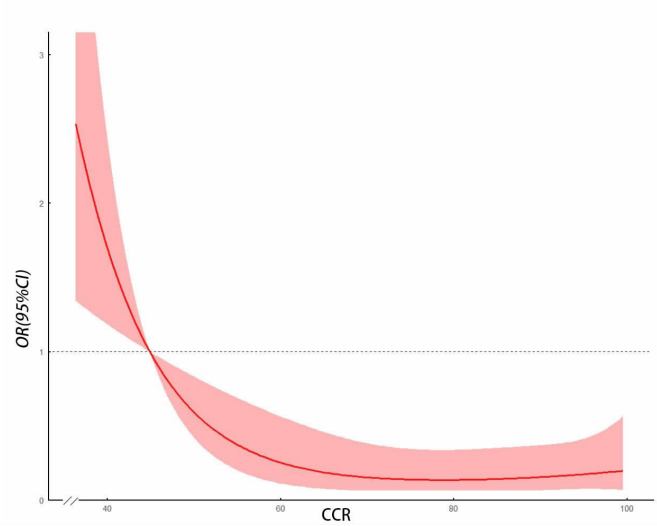


图 1　基于限制性立方样条分析 NAFLD 患者 CCR 与骨骼肌质量减少的剂量 – 反应关系

Figure 1　Dose-response relationship between CCR and skeletal muscle mass reduction in NAFLD patients based on restricted cubic spline analysis

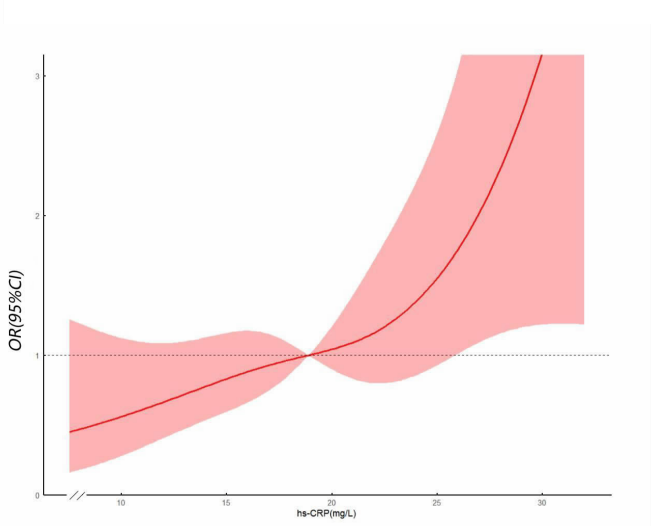


图 2　基于限制性立方样条分析 NAFLD 患者 hs-CRP 水平与骨骼肌质量减少的剂量 – 反应关系

Figure 2　Dose-response relationship between hs-CRP levels and skeletal muscle mass reduction in NAFLD patients based on restricted cubic spline analysis

2.3　CCR 与 NAFLD 合并骨骼肌质量减少发生风险的 logistic 回归分析　选取 NAFLD 患者是否并发骨骼肌质量减少(“0= 否,1= 是”)作为因变量,选取表 1 中有统计学意义的变量作为自变量,确保自变量之间不存在共线性(VIF<10),其中,性别变量被赋值为 0= 男(参照)、1= 女,其余自变量如 BMI、腰围、体脂肪率等均作为连续性变量纳入 logistic 回归分析分析。结果显示在单因素分析中,较高的 BMI、腰围、体脂肪率和 CCR 是 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的可能保护因素,而较高的内脏脂肪面积、空腹血糖为风险因素。多因素分析表明,高水平的总胆固醇、低密度脂蛋白和超敏 C 反应蛋白显著增加骨骼肌质量减少的风险;较高的 BMI、腰围、体脂肪率及高水平的 CCR 显著降低了这一风险。见表2。

表 2　NAFLD 合并骨骼肌质量减少的潜在危险因素的 logistic 回归分析

Table 2　Logistic regression analysis of potential risk factors for skeletal muscle mass reduction in NAFLD patients

因素	单因素分析		多因素分析	
	OR 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%*CI*)	*P* 值
年龄	0.999(0.997 ~ 1.001)	0.325		
性别	0.699(0.446 ~ 1.098)	0.120		
BMI	0.706(0.643 ~ 0.775)	<0.001	0.818(0.705 ~ 0.945)	0.004
腰围	0.889(0.862 ~ 0.917)	<0.001	0.930(0.884 ~ 0.978)	0.005
内脏脂肪面积	1.008(1.000 ~ 1.016)	0.039		
体脂肪率	0.526(0.413 ~ 0.669)	<0.001	0.446(0.318 ~ 0.627)	<0.001
空腹血糖	1.459(1.180 ~ 1.804)	<0.001		
总胆固醇	1.941(1.389 ~ 2.714)	<0.001	8.872(3.204 ~ 24.071)	<0.001
甘油三脂	5.147(3.143 ~ 8.429)	<0.001		
高密度脂蛋白	0.124(0.053 ~ 0.290)	<0.001		
低密度脂蛋白	1.415(1.063 ~ 1.882)	0.017	6.224(2.446 ~ 15.838)	<0.001
CCR	0.962(0.949 ~ 0.975)	<0.001	0.970(0.953 ~ 0.988)	<0.001
hs-CRP	1.088(1.045 ~ 1.133)	<0.001	1.090(1.030 ~ 1.154)	0.003

2.4　列线图预测模型　将表 2 筛选出的七项与 NAFLD 患者合并骨骼肌质量减少风险相关的影响因素(多因素 logistic 回归分析 $P<0.05$)导入 R 软件,构建了列线图预测模型。结果显示:BMI 每降低 2 kg/m^2,权重增加 5 分;腰围每降低 5 cm,权重增加 5 分;体脂肪率每降低 0.5%,权重增加 4.5 分;总胆固醇每升高 0.2 mmol/L,权重增加 5.1 分;低密度脂蛋白每升高 0.5 mmol/L,权重增加 8.3 分;CCR 每降低 5,权重增加 1.6 分;超敏 C 反应蛋白每升高 5 mg/L,权重增加 4.7 分。见图 3。

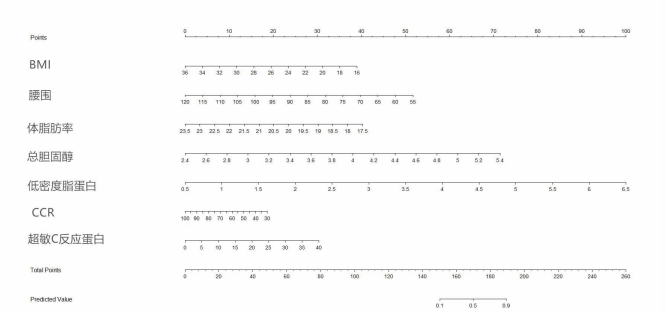


图 3　列线图预测模型

Figure 3　Nomogram prediction model

2.5　列线图预测模型验证　采用 ROC 曲线评估 NAFLD 合并骨骼肌质量减少列线图预测模型的区分度。结果显示,训练集 AUC 为 0.89(95%*CI*:0.856 ~ 0.926,$P<0.001$),表明模型具有较好的识别能力,见图 4;验证集 AUC 为 0.86(95%*CI*:0.759 ~ 0.951,$P<0.001$),表现出良好的预测能力,见图 4。通过 bootstrap 法 1 000 次自主抽样进行内部验证,绘制训练集与验证集的校准曲线,结果显示模型预测概率与实际概率一致性较好。Hosmer-Lemeshow 检验表明模型拟合度较高(训练集:χ^2=36.322,P=0.967;验证集:χ^2=17.134,P=0.947),见图 5。

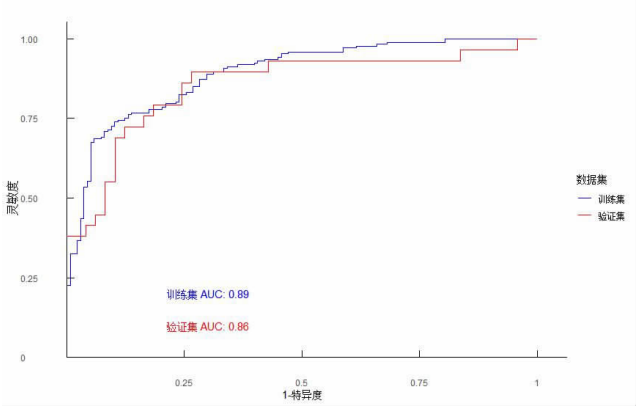


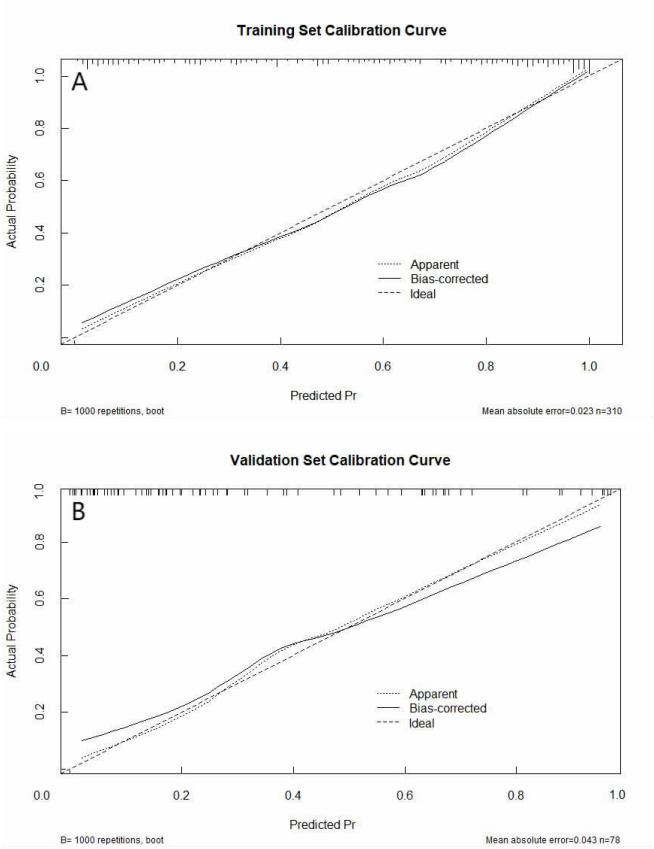
图 4　列线图预测模型预测骨骼肌质量减少风险曲线

Figure 4　Risk prediction curve for skeletal muscle mass reduction based on the nomogram prediction model

3　讨　论

NAFLD 不仅是肝脏疾病的标志，也与代谢综合征密切相关。研究显示,较低的骨骼肌质量与 NAFLD 显著相关，而较高的四肢骨骼肌肉指数和总骨骼肌肉指数与 NAFLD 的发生风险呈反比[12-14],骨骼肌质量的增加有助于预防和缓解 NAFLD[15]。这些研究表明,保持和增强骨骼肌质量对于防治 NAFLD 具有重要意义。

本研究表明,CCR 和 hs-CRP 作为预测 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的标志物,具有较高的灵敏度和特异性。较低的 CCR 显著增加骨骼肌减少风险(*OR*=2.5)。同样,hs-CRP 较高的患者骨骼肌减少风险显著增加(*OR*=3)。这些结果与其他研究一致,进一步验证了 CCR 和 hs-CRP 作为风险预测标志物的临床应用价值。Kun 等[16]的研究通过生物电阻抗分析法(BIA)和多变量线性回归模型,发现 CCR 与骨骼肌质量呈正相关,存在明显的剂量 - 反应关系。Feng[17]的



注:A 为训练集;B 为验证集。

图 5　列线图预测模型预测骨骼肌质量减少风险的 Hosmer–Lemeshow 校准曲线

Figure 5　Hosmer–Lemeshow calibration curve for predicting the risk of skeletal muscle mass reduction based on the nomogram prediction model

研究则表明,低骨骼肌质量的男性患者中,hs–CRP 与骨骼肌质量呈负相关,且 hs–CRP 对肌肉质量的影响最大。本研究通过构建基于 CCR 的列线图预测模型,系统评估了 NAFLD 患者骨骼肌减少的风险。结果表明,年龄、体脂肪率、腰围、HbA1c 和 hs–CRP 与骨骼肌减少显著相关,尤其是年龄增大和体脂肪率升高的患者,骨骼肌减少的风险更高。同时,BMI 低于 23.5 kg/m^2 和较低的 CCR 则被确认为独立的危险因素,本研究通过列线图简化了复杂的回归分析,使得这些变量的预测能力能够直观展示,帮助临床医生在日常诊疗中快速评估患者的骨骼肌减少风险。

本研究结果显示,低 BMI 是 NAFLD 患者合并骨骼肌质量减少的独立危险因素,BMI 低于 23.5 kg/m^2 的患者发生肌肉量减少的风险显著增加。有研究表明,BMI 低于 18.5 kg/m^2 的老年人群肌肉量减少的风险显著升高,脂肪和肌肉储备不足还会导致机体代谢水平下降,影响肌肉的修复与再生能力,使得肌肉量更容易流失[18];此外,低 BMI 患者的能量储备减少,导致在应对疾病或创伤时缺乏足够的营养支持,进而加剧肌肉萎缩和功能下降[19]。

研究表明,腰围的减少反映了中心性脂肪的减少,而中心性脂肪是机体能量储备的重要来源之一,当脂肪储备不足时,机体在应对外部压力或能量需求增加时,更容易通过分解肌肉组织来补充能量,从而导致骨骼肌质量减少的发生[20–23]。同样,体脂肪率的降低也意味着体内脂肪储备不足,这进一步加剧了肌肉量的流失,尤其在老年人群中,这种影响更加显著[24–25]。本研究发现,腰围和体脂肪率的减少是 NAFLD 患者合并骨骼肌质量减少的独立危险因素,这一发现与既往研究结果一致。

本研究发现,总胆固醇与低密度脂蛋白升高是 NAFLD 患者合并骨骼肌质量减少的独立危险因素,这一发现与既往研究结果一致。研究表明,较高的 TC 水平不仅促进慢性炎症和氧化应激,还通过加剧胰岛素抵抗影响肌肉代谢,最终导致肌肉修复功能下降和肌肉质量减少[26]。此外,胆固醇代谢的失调会破坏脂质代谢平衡,削弱机体能量储备的有效利用,进一步阻碍肌肉再生,特别是在老年人群中表现得更加明显[27]。高水平的 LDL–C 通常与代谢紊乱和持续的慢性炎症相关,这些因素会损害肌肉细胞的正常功能,加速肌肉分解,增加骨骼肌减少的风险[28–29]。LDL–C 升高还可能引发体内脂质的异常堆积和氧化应激反应,进一步影响肌肉的代谢和修复功能,使得肌肉量逐渐减少,特别是在代谢性疾病患者中,这一过程更为显著[30]。

综上所述,BMI、CCR 和 hs–CRP 均是影响 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的重要因素。本研究构建的列线图模型能够用于个体化预测 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的风险,并具有较高的临床应用价值。不过,由于本研究样本量较少且研究对象是通过抽样获取的,可能导致代表性不足,并且部分结果与既有文献存在差异。因此,未来研究将通过扩大样本量来深入探讨 NAFLD 患者骨骼肌质量减少的影响因素,并构建更为可靠的列线图模型。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Yin XZ, Guo XY, Liu ZJ, et al. Advances in the diagnosis and treatment of Non–Alcoholic fatty liver disease [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2023, 24(3): 2844.

[2] Wu JX, Ding P, Wu HT, et al. Sarcopenia: molecular regulatory network for loss of muscle mass and function [J]. Front Nutr, 2023, 10: 1037200.

[3] Zambon azevedo V, Silaghi CA, Maurel T, et al. Impact of sarcopenia on the severity of the liver damage in patients with non–alcoholic fatty liver disease[J]. Front Nutr, 2021, 8: 774030.

[4] Xin CH, Xie J, Fan HY, et al. Association between serum cystatin C and thyroid diseases: a systematic review and Meta–Analysis [J].

Frontiers in Endocrinology, 2021, 12: 766516.

[5] Golino G, Danzi V and De Rosa S. Serum creatinine, muscle mass, and nutritional status in intensive care [EB/OL]. [2024-11-15]. https://www.intechopen.com/chapters/73227.

[6] Zheng WH, Zhu YB, Yao Y, et al. Serum creatinine/cystatin C ratio as a muscle mass evaluating tool and prognostic indicator for hospitalized patients: A meta-analysis[J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9: 1058464.

[7] Mikami K, Endo T, Sawada NY, et al. Association of serum creatinine-to-cystatin C ratio with skeletal muscle mass and strength in nonalcoholic fatty liver disease in the Iwaki Health Promotion Project [J]. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 2022, 70 (3): 273-282.

[8] Hammami S, Ghzaiel I, Hammouda S, et al. Evaluation of pro-inflammatory cytokines in frail Tunisian older adults [J]. PLOS One, 2020, 15(11): e0242152.

[9] Zhang H, Dhalla NS. The role of Pro-Inflammatory cytokines in the pathogenesis of cardiovascular disease [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2024, 25(2): 1082.

[10] Manrique-Espinoza B, Palazuelos-González R, Pando-Robles V, et al. Is there an association between inflammatory markers and lower physical performance in older adults?[J]. BMC Geriatrics, 2022, 22 (1): 403.

[11] 唐欢,李娟,余欢,等. 肌少症患者肌肉质量测评工具的研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志,2023,29(1):129-133.
Tang H, Li J, Yu H, et al. Research progress of muscle quality measurement tools for sarcopenia patients [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2023, 29(1): 129-133.(In Chinese)

[12] Hong HC, Hwang SY, Choi HY, et al.Relationship between sarcopenia and nonalcoholic fatty liver disease: the Korean Sarcopenic Obesity Study[J]. Hepatology, 2014, 59(5): 1772-1778.

[13] Pacifico L, Perla FM, Andreoli G, et al. Nonalcoholic fatty liver disease is associated with low skeletal muscle mass in overweight/obese youths[J]. Front Pediatr, 2020, 8: 158.

[14] Kim M, Shinkai S, Murayama H, et al. Comparison of segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body composition in a community-dwelling older population [J]. Geriatrics & Gerontology International, 2015, 15(8): 1013-1022.

[15] Adnan K, Heather MR, Natalia SP, et al. Risk prevention and health promotion for non-alcoholic fatty liver diseases (nafld) [J]. Livers, 2022, 2(4): 264-282.

[16] Hirai K, Tanaka A, Homma T, et al. Serum creatinine/cystatin C ratio as a surrogate marker for sarcopenia in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Clinical Nutrition, 2021, 40 (3): 1274-1280.

[17] Liu JYJ, Reijnierse EM, van Ancum JM, et al. Acute inflammation is associated with lower muscle strength, muscle mass and functional dependency in male hospitalised older patients[J]. PLOS One, 2019, 14(4): e0215097.

[18] Merchant RA, Seetharaman S, Au L, et al. Relationship of fat mass index and fat free mass index with body mass index and association with function, cognition and sarcopenia in Pre-Frail older adults[J]. Frontiers in Endocrinology, 2021, 12: 765415.

[19] Hong SH, Choi KM. Sarcopenic obesity, insulin resistance, and their implications in cardiovascular and metabolic Consequences [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2020, 21(2): 494.

[20] Gnatiuc L, Alegre-Díaz J, Wade R, et al. General and abdominal adiposity and mortality in Mexico city: a prospective study of 150 000 adults[J]. Annals of Internal Medicine, 2019, 171(6): 397-405.

[21] Koca M, Şengül Ayçiçek G, Ünsal P, et al. Waist circumference or sarcopenic obesity: which is more predictive?[J]. Aging Clinical and Experimental Research, 2019, 31(7): 1021-1022.

[22] Yoo MC, Won CW, Soh Y. Association of high body mass index, waist circumference, and body fat percentage with sarcopenia in older women[J]. BMC Geriatrics, 2022, 22(1): 937.

[23] Zhou HJ, Su H, Gong YC, et al. The association between weight-adjusted-waist index and sarcopenia in adults: a population-based study[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1): 10943.

[24] Peng TC, Chen WL, Chen YY, et al. Associations between different measurements of sarcopenic obesity and health outcomes among non-frail community-dwelling older adults in Taiwan [J]. British Journal of Nutrition, 2021, 126(11): 1749-1757.

[25] Hou BM, Xing W, Yang MY, et al. Importance of assessing sarcopenia in patients with type 2 diabetes mellitus based on body fat percentage measured by Dual-Energy X-Ray absorptiometry in different genders [J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity : Targets and Therapy, 2024, 17: 2571-2581.

[26] He R, Ye YJ, Zhu QL, et al. Association between non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio and sarcopenia in individuals with cancer: a cross-sectional study[J]. Lipids in Health and Disease, 2024, 23(1): 217.

[27] Huang WH, Deng SY, Liu SY, et al. Association of metabolic syndrome and sarcopenia with all-cause and cardiovascular mortality: a prospective cohort study based on the NHANES[J]. Frontiers in Endocrinology, 2024, 15: 1346669.

[28] Bi BQ, Dong XY, Yan ML, et al. Dyslipidemia is associated with sarcopenia of the elderly: a meta-analysis[J]. BMC Geriatrics, 2024, 24 (1): 181.

[29] Huang HH, Yu XY, Jiang SQ, et al. The relationship between serum lipid with sarcopenia: Results from the NHANES 2011-2018 and bidirectional Mendelian randomization study [J]. Experimental Gerontology, 2024, 196: 112560.

[30] Li JX, Zang CY, Lv H, et al. Association of lipid-lowering drugs with risk of sarcopenia: a drug target mendelian randomization study and meta-analysis[J]. Human Genomics, 2024, 18(1): 76.

收稿日期:2024-05-19