

基于预测模型的养老机构简版老年人营养筛查工具构建与信效度验证



扫描二维码
查看原文

朱丹, 谢红*

【摘要】 背景 国家卫生健康委员会行业标准《老年人营养不良风险评估》(WS/T 552-2017)在养老机构老年人应用中信效度不理想,部分条目不适用于养老机构,造成养老机构老年人营养状况识别缺乏统一工具。目的 构建可靠、应用性强且适于养老机构使用的简版老年人营养筛查工具,并检验其信效度。方法 2019年11月至2020年1月,采用方便抽样对6城市12家养老机构中1411例老年人进行问卷调查,内容包括一般资料和《老年人营养不良风险评估》量表,经项目分析初筛变量后代入有序多分类 Logistic 回归模型,将有统计学意义的变量再代入决策树模型,分析老年人工作特征(ROC)曲线和曲线下面积(AUC),优选最佳模型,构建简版老年人营养筛查工具,采用ROC曲线进行临界值划分。通过Cronbach's α 系数、探索性因子分析、AUC、灵敏度、特异度、约登指数、Kappa系数评价工具信效度。结果 Logistic 回归模型预测营养良好、营养不良风险、营养不良的AUC分别为0.962、0.942、0.989,决策树模型分别为0.914、0.868、0.968。Logistic 回归模型为最优模型,形成的简版老年人营养筛查工具由BMI、近3个月体重变化、活动能力、牙齿状况、神经精神疾病、疾病种数、药物种数、户外独立活动时间、进食能力、小腿围10个条目组成,总分0~14.5分,评分0~3.0分表示营养良好,3.5~7.5分表示有营养不良风险,8.0~14.5分表示营养不良。工具的Cronbach's α 系数为0.463,探索性因子分析得到5个特征值>1的公因子,累积解释变异量为69.9%。判断营养不良风险和营养不良的灵敏度为0.799、0.809,特异度为0.870、0.953,约登指数为0.670、0.761,AUC为0.902、0.976,Kappa系数为0.627。使用最终版简版老年人营养筛查工具对1411例老年人的营养状况进行分类统计,结果显示634例(44.93%)老年人营养状况良好,639例(45.29%)有营养不良风险,138例(9.78%)营养不良。结论 基于Logistic 回归模型构建的简版养老机构老年人营养筛查工具有较好的信效度,可有效识别有营养不良风险和营养不良的老年人。

【关键词】 老年人; 营养筛查; 养老机构; 预测模型; 信度; 效度

【中图分类号】 R 151 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.333

朱丹,谢红.基于预测模型的养老机构简版老年人营养筛查工具构建与信效度验证[J].中国全科医学,2022,25(4):489-496,504.[www.chinagp.net]

ZHU D, XIE H. Development, reliability and validity of a concise, prediction model-based Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People [J]. Chinese General Practice, 2022, 25(4): 489-496, 504.

Development, Reliability and Validity of a Concise, Prediction Model-based Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People ZHU Dan, XIE Hong*

Peking University School of Nursing, Beijing 100083, China

*Corresponding author: XIE Hong, Associate professor, Master supervisor; E-mail: xh6959@163.com

【Abstract】 **Background** The Malnutrition Risk Assessment for Elderly Adults (WS/T 552-2017), a malnutrition risk assessment scale issued by the National Health Commission has proven to have unsatisfied reliability and validity, with some inappropriate items in nursing home-dwelling older people. There is a lack of nutritional risk assessment scale for nursing home-dwelling Chinese older people. **Objective** To establish a reliable, concise, prediction model-based nutritional risk assessment scale applicable for nursing home-dwelling older people, and test its reliability and validity. **Methods** A survey using a questionnaire consisting of general demographic information and the Malnutrition Risk Assessment for Elderly Adults (WS/T 552-2017) was conducted with a convenience sample of 1411 elderly people in 12 nursing homes of 6 cities, from November 2019 to January 2020. Variables screened by item analysis were included in an ordinal, multinomial Logistic regression model, and the statistically significant ones of them were then incorporated into a decision tree model. After that, ROC analysis was used to

100083北京市,北京大学护理学院

*通信作者: 谢红,副教授,硕士生导师; E-mail: xh6959@163.com

本文数字出版日期: 2021-11-18

estimate the AUC of Logistic regression model and decision tree model in predicting nutrition status to select a better model to develop a concise nutritional risk assessment scale, and to determine the diagnostic threshold for nutrition status. Cronbach's α , exploratory factor analysis, estimation of AUC, sensitivity, specificity, Youden index and *Kappa* coefficient were used to evaluate the reliability and validity of the scale. **Results** For predicting good nutrition, malnutritional risk, and malnutrition, the AUC of Logistic regression model was 0.962, 0.942, 0.989, respectively, and that of the decision tree model was 0.914, 0.868, and 0.968, respectively, indicating that the Logistic regression model was better, and suitable for developing the nutritional risk assessment scale. The final concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People is composed of 10 items: BMI, changes in weight in recent 3 months, ability of engaging in daily activities, dental status, nervous and mental diseases, number of illnesses, types of drugs used, time spent on doing outdoor activities independently, eating ability, and the circumference of the shin. The total score of the scale for nursing home-dwelling older people can be 0-14.5 points, with 0-3.0 stands for good nutrition, 3.5-7.5 for nutritional risk, and 8.0-14.5 for malnutrition. The Cronbach's α of the scale was 0.463. Exploratory factor analysis obtained five common factors with eigenvalues greater than 1, explaining 69.9% of the total variance. When predicting the malnutritional risk, the AUC of the scale was 0.902, with 0.799 sensitivity, 0.870 specificity, and 0.670 Youden index. When predicting malnutrition, the AUC of the scale was 0.976, with 0.809 sensitivity, 0.953 specificity, and 0.761 Youden index. The *Kappa* coefficient for the scale was 0.627. The nutritional status of the 1 411 participants assessed by the scale was: 634 (44.93%) had good nutrition, 639 (45.29%) had malnutritional risk, and 138 (9.78%) had malnutrition. **Conclusion** The concise, Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People developed using a Logistic regression model has proven to have good reliability and validity, which could be used as a tool to identify malnutrition risk or malnutrition in nursing home-dwelling older people.

【Key words】 Aged; Nutritional screening; Long-term care facilities; Prediction model; Reliability; Validity

我国老龄化程度持续加深, 2019 年末 60 岁及以上人口达 2.53 亿, 占总人口的 18.1%, 其中 65 岁及以上人口 1.76 亿, 占总人口的 12.6%^[1]。营养支持对老年人保持良好健康、功能和生活质量非常重要^[2]。为积极应对人口老龄化, 2017 年国务院办公厅发布了《国民营养计划(2017—2030 年)》(国办发〔2017〕60 号)^[3], 提出开展老年人群营养状况监测和评价, 建立满足不同老年人群需求的营养改善措施, 建立老年人群营养健康管理及照护制度, 促进“健康老龄化”。营养筛查是通过有效工具快速识别营养不良或有营养不良风险对象的过程, 老年人营养状况识别是开展老年人群营养改善工作的基础^[4]。2017 年国家卫生健康委员会曾公布过以行业标准《老年人营养不良风险评估》(WS/T 552-2017) 作为老年人群营养筛查与评估工具, 但在养老机构老年人群中的信效度验证结果显示, 该工具部分条目在养老机构不适用, 鉴别度和同质性不高, 工具结构效度和内部一致性不理想^[5]。同时, 由于该工具采用先筛查再针对部分风险人群进行评估的方式, 工具使用较复杂, 不同风险程度的老年人获取数据信息不一致, 影响了该工具在养老机构老年人群中的实际应用。针对国民营养计划中普遍开展老年人群营养筛查的目标, 需要简便、易行、结构更为优化且适用于养老机构老年人群的营养筛查工具。预测模型是结合多种危险因素预测患者预后的统计模型, 常见的模型包括 Logistic 回归模型和决策树模型等^[6-7]。目前有研究通过 Logistic 回归模型构建或改良针对儿童、心力衰竭患者或国外老年人

的营养筛查与评价工具^[8-12], 通过决策树模型进行疾病风险、并发症风险和疾病预后的预测^[13-15], 预测模型在临床中应用广泛且效果佳。本研究在 2017 年行业标准《老年人营养不良风险评估》(WS/T 552-2017) 工具的基础上, 采用上述两种模型比较, 选取最优模型以构建适用于养老机构老年人的可靠、推广性强的简版老年人营养筛查工具, 并检验其信效度, 为我国养老机构老年人群营养状况监测提供有效的筛查工具。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2019 年 11 月至 2020 年 1 月, 选择典型地区, 包括东、中、西部不同经济发展水平地区, 即北京、天津、邢台、长春、南京、成都 6 个城市, 各城市分别采用方便抽样抽取营利和非营利养老机构各 1 家, 共计 12 家规模在 100 人以上的养老机构中入住的 1 450 例老年人被选中作为调查对象。调查对象的纳入标准: (1) 年龄 ≥ 65 岁; (2) 老年人或监护人对本研究知情同意。排除标准: 因为患病、请假等原因, 调查期间不在养老机构入住的老年人。根据横断面研究样本量计算公式: $n = \frac{U_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{\delta^2}$ ^[16], 取 $\alpha = 0.05$, $U_{\alpha/2}^2 = 1.96$, 参考《老年人营养不良风险评估》行业标准工具信效度验证阶段中养老机构老年人营养不良和营养不良风险发生率, 取 $P = 58.2\%$, $\delta = 3\%$ 计算样本量为 1 039 例, 考虑 10% 失访率, 扩展样本量为 1 143 例。本研究通过北京大学生物医学伦理委员会批准(批号: IRB00001052-20076)。

1.2 研究工具 课题组自行设计调查问卷, 问卷包括一般资料和《老年人营养不良风险评估》量表两部分。一般资料包括年龄、性别、文化程度、自我感觉经济状况。《老年人营养不良风险评估》量表来源于2017年《老年人营养不良风险评估》卫生标准, 用于评价 ≥ 65 岁老年人的营养状况, 包括初筛和评估两部分内容。其中, 初筛部分包括6个条目, 满分为14分, 其中近3个月体重变化、BMI得分为0~3分, 活动能力、神经精神疾病、牙齿状况、近3个月饮食量变化得分为0~2分; 评估部分包括14个条目, 满分为16分, 其中疾病种数、药物种数、是否独居、户外独立活动时间、睡眠时间、文化程度、经济状况、蛋白质摄入种数、蔬菜水果摄入、食油摄入、小腿围和腰围得分为0~1分, 进食能力和进餐次数得分为0~2分; 此外, 根据年龄调整分值为0~1分(即年龄超过70岁加1分)。量表总分(初筛+评估)为0~30分, 得分越高表示老年人营养状况越好。结果判定方法为: 初筛量表总分 ≥ 12 分为无营养不良风险, 无须评估; 初筛量表总分 <12 分时需要继续完成评估量表; 最终, 营养不良风险评估总分(初筛和评估得分之和) ≥ 24 分表示营养状况良好, 18~23分表示有营养不良风险, ≤ 17 分表示营养不良。本工具在养老机构中应用的Cronbach's α 系数为0.323^[5]。

1.3 资料收集方法 将本研究使用工具开发成手机APP, 研究者对12家养老机构的调查员进行培训, 由培训合格的调查员对所在养老机构老年人进行评估, 研究者进行实地督导并随时线上解答调查员调查中的问题。调查员采用APP中统一的指导语向调查对象解释研究目的和意义, 征得本人或监护人同意后以不记名方式填写问卷, 系统自动检查并提醒调查员填写遗漏项, 问卷填写完整后方能提交。共发放问卷1450份, 剔除年龄 <65 岁的问卷后, 回收有效问卷1411份, 问卷有效回收率为97.31%。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0统计软件进行数据分析。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 计数资料以相对数表示。以本研究团队前期发表的京津地区养老机构《老年人营养不良风险评估》应用效果评价研究^[5]中《老年人营养不良风险评估》工具项目分析结果进行条目初筛, 删除临界比 <3 且条目-总分相关系数 <0.400 的条目后, 构建有序多分类Logistic回归模型和受试者工作特征(ROC)曲线, 得到ROC曲线下面积(AUC); 将Logistic回归模型中有统计学意义的变量作为自变量, 使用Cart算法构建决策树, 分析ROC曲线得到AUC; 比较两个模型的AUC, 依据最优模型下各变量的重要性进行赋值, 采用ROC曲线确定最佳预测指标截断点进行临界值划分, 形成简版老年人营养筛查工具。计算简版老年人营养筛查工具的Cronbach's α 系数进行信

度分析; 采用探索性因子分析进行结构效度分析; 以《老年人营养不良风险评估》工具结果为参照, 采用AUC、灵敏度、特异度、约登指数、Kappa系数综合评价简版老年人营养筛查工具的预测效度。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 被调查的1411例老年人, 平均年龄 (81.1 ± 8.3) 岁, 其中65~74岁329例(23.32%), 75~84岁547例(38.77%), 85~94岁477例(33.80%), ≥ 95 岁58例(4.11%); 男602例(42.66%), 女809例(57.34%); 文化程度中文盲152例(10.77%), 小学340例(24.10%), 初中311例(22.04%), 高中/中专283例(20.06%), 大学专科169例(11.98%), 大学本科及以上156例(11.05%); 自我感觉经济状况差者149例(10.56%), 一般者906例(64.21%), 良好者356例(25.23%); 营养状况良好者524例(37.14%), 有营养不良风险者793例(56.20%), 营养不良者94例(6.66%)。

2.2 简版老年人营养筛查工具的构建

2.2.1 条目初筛和调整 《老年人营养不良风险评估》信效度研究结果显示, 该工具中部分条目与总分相关性和鉴别度较差^[5]。条目初筛中删除条目包括“近3个月饮食量变化”“是否独居”“睡眠时间”“文化程度”“经济状况”“进餐次数”“蛋白质摄入种数”“食油摄入”“蔬菜水果摄入”“年龄”。由于本研究拟构建的简版老年人营养筛查工具更加关注对营养不足者的筛查, 故同时删除原工具中用于评价肥胖的条目“腰围”, 并取消对BMI上限的限制。将纳入Logistic回归分析的自变量BMI的分类调整为“ $<19.0 \text{ kg/m}^2$ ”“ $19.0 \sim 20.9 \text{ kg/m}^2$ ”“ $21.0 \sim 22.9 \text{ kg/m}^2$ ”“ $\geq 23.0 \text{ kg/m}^2$ ”。最后共计10个变量进入Logistic回归分析。

2.2.2 Logistic回归模型构建 以《老年人营养不良风险评估》工具筛查结果(赋值: 营养状况良好=1, 有营养不良风险=2, 营养不良=3)为因变量, 初筛条目为自变量进行有序多分类Logistic回归分析, 结果显示10个变量均是老年人营养状况的影响因素($P<0.05$), 见表1。Logistic回归模型分类正确率为86.3%, 构建ROC曲线, 预测营养状况良好、有营养不良风险、营养不良的AUC分别为0.962、0.942、0.989, 均有统计学意义($P<0.001$), 见表2。

2.2.3 决策树模型构建 以《老年人营养不良风险评估》工具筛选结果(赋值: 营养状况良好=1, 有营养不良风险=2, 营养不良=3)为因变量, 将有序多分类Logistic回归模型中有意义的变量作为自变量, 使用Cart算法构建决策树, 采用交叉验证, 限制父节点最小个案数为30, 子节点最小个案数为10, 最大树深度为5。

进入模型的变量有活动能力、牙齿状况、近3个月体质量变化、BMI、神经精神疾病、小腿围、进食能力和服用药物种数，根节点为活动能力（图1）。决策树模型分类正确率为80.0%，构建ROC曲线，预测营养不良、营养不良风险、营养不良的AUC分别为0.914、0.868、0.968，均有统计学意义（ $P < 0.001$ ），见表2。

2.2.4 最终版简版老年人营养筛查工具形成 比较 Logistic 回归模型、决策树模型对老年人营养状况分类的AUC、灵敏度、特异度、约登指数和分类正确率，确定 Logistic 回归模型为最优模型（表2）。以最优模型为基础，根据各条目重要性（回归系数）进行赋值，将最小回归系数的变量赋值为0.5，计算其余变量与其的比值后赋值为0.5、1、2、3分，构成简版老年人营养筛查工具（表3）。以《老年人营养不良风险评估》工具结果为对照，进行ROC曲线分析，采用最大约登指数得到判断营养不良风险和营养不良的最佳截断点^[17]（图2~3）。结果显示存在营养不良风险的临界值为3.5分，营养不良的临界值为8分。最终形成的简版老年人营养筛查工具由BMI、近3个月体质量变化、活动能力、牙齿状况、神经精神疾病、疾病种数、药物种数、户外独立活动时间、进食能力、小腿围10个条目组成。总分0~14.5分，评分0~3.0分表示营养良好，3.5~7.5分表示有营养不良风险，8.0~14.5分表示营养不良。根据最终版简版老年人营养筛查工具对老年人营养状况进行重新评估，结果显示老年人营养状况良好634例（44.93%）、有营养不良风险639例（45.29%）、营养不良138例（9.78%）。

2.3 信效度分析

2.3.1 信度 信度分析结果显示，最终版简版老年人营养筛查工具的Cronbach's α 系数为0.463，前期研究中《老年人营养不良风险评估》工具的Cronbach's α 系数为0.323^[6]，简版老年人营养筛查工具的内部一致性有所提高。

2.3.2 结构效度 采用探索性因子分析进行结构效度分析。简版老年人营养筛查工具的KMO值为0.684>0.5，Bartlett's球形检验值为1 827.031、 $P < 0.001$ ，表示适合进行因子分析^[18]。采用主成分分析法提取公因子，最大方差法进行旋转，得到5个特征值>1的公因子，累积解释变异量为69.9%，各条目载荷值>0.400，无双重载荷情况，见表4。

2.3.3 预测效度 以《老年人营养不良风险评估》工具为标准进行ROC曲线分析，结果显示，简版老年人营养筛查工具以总分 ≥ 3.5 分划分为营养不良风险时，灵敏度为0.799，特异度为0.870，约登指数为0.670，AUC（95%CI）为0.902（0.892，0.922）；以总分 ≥ 8 分划分为营养不良时，灵敏度为0.809，特异度为0.953，

约登指数为0.761，AUC（95%CI）为0.976（0.967，0.985），见图2~3、表5。简版老年人营养筛查工具与《老年人营养不良风险评估》工具对老年人营养状况划分的一致

表1 老年人营养状况影响因素的有序多分类 Logistic 回归分析
Table 1 Ordinal, multinomial Logistic regression analysis of factors related to nutrition status in nursing home-dwelling older people

自变量	<i>b</i> (95%CI)	SE	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值
BMI (kg/m ² , 以 ≥ 23 为参照)				
<19.0	6.075 (5.172, 6.977)	0.460	174.080	<0.001
19.0~20.9	3.922 (3.186, 4.659)	0.376	109.017	<0.001
21.0~22.9	2.141 (1.486, 2.796)	0.334	41.057	<0.001
近3个月体质量变化 (以<1 kg为参照)				
>3 kg	4.852 (3.542, 6.161)	0.668	52.718	<0.001
不知道	3.943 (3.377, 4.508)	0.288	186.886	<0.001
1~3 kg	2.456 (1.855, 3.057)	0.307	64.112	<0.001
活动能力 (以独立活动为参照)				
卧床	4.310 (3.510, 5.110)	0.408	111.499	<0.001
依赖工具	1.446 (1.006, 1.887)	0.225	41.389	<0.001
牙齿状况 (以正常为参照)				
全或半口缺牙	3.959 (3.371, 4.547)	0.300	174.336	<0.001
佩戴义齿	1.357 (0.892, 1.821)	0.237	32.705	<0.001
神经精神疾病 (以无认知障碍或抑郁为参照)				
重度认知障碍或抑郁	4.639 (3.745, 5.532)	0.456	103.566	<0.001
轻度认知障碍或抑郁	2.367 (1.712, 3.023)	0.335	50.079	<0.001
疾病种数 (种, 以0~3为参照)				
>3	1.355 (0.771, 1.939)	0.298	20.714	<0.001
药物种数 (种, 以0~3为参照)				
>3	1.283 (0.780, 1.786)	0.257	24.984	<0.001
户外独立活动时间 (h, 以 ≥ 1 为参照)				
<1	1.638 (1.154, 2.123)	0.247	43.959	<0.001
进食能力 (以自行进食为参照)				
喂食	2.795 (1.991, 3.598)	0.410	46.500	<0.001
自行进食稍困难	1.093 (0.299, 1.888)	0.405	7.275	0.007
小腿围 (cm, 以 ≥ 31 为参照)				
<31	1.208 (0.791, 1.625)	0.213	32.210	<0.001

表2 Logistic 回归模型与决策树模型的AUC、灵敏度、特异度及约登指数

Table 2 The AUC, sensitivity, specificity and Youden index of Logistic regression model and decision tree model for predicting nutrition status in nursing home-dwelling older people

项目	Logistic 回归模型			决策树模型		
	良好	风险	不良	良好	风险	不良
AUC	0.962 ^a	0.942 ^a	0.989 ^a	0.914 ^a	0.868 ^a	0.968 ^a
灵敏度	0.826	0.902	0.819	0.729	0.828	0.862
特异度	0.931	0.814	0.986	0.909	0.771	0.918
约登指数	0.758	0.716	0.805	0.638	0.589	0.780

注：AUC=受试者工作特征曲线下面积；^a表示 $P < 0.001$

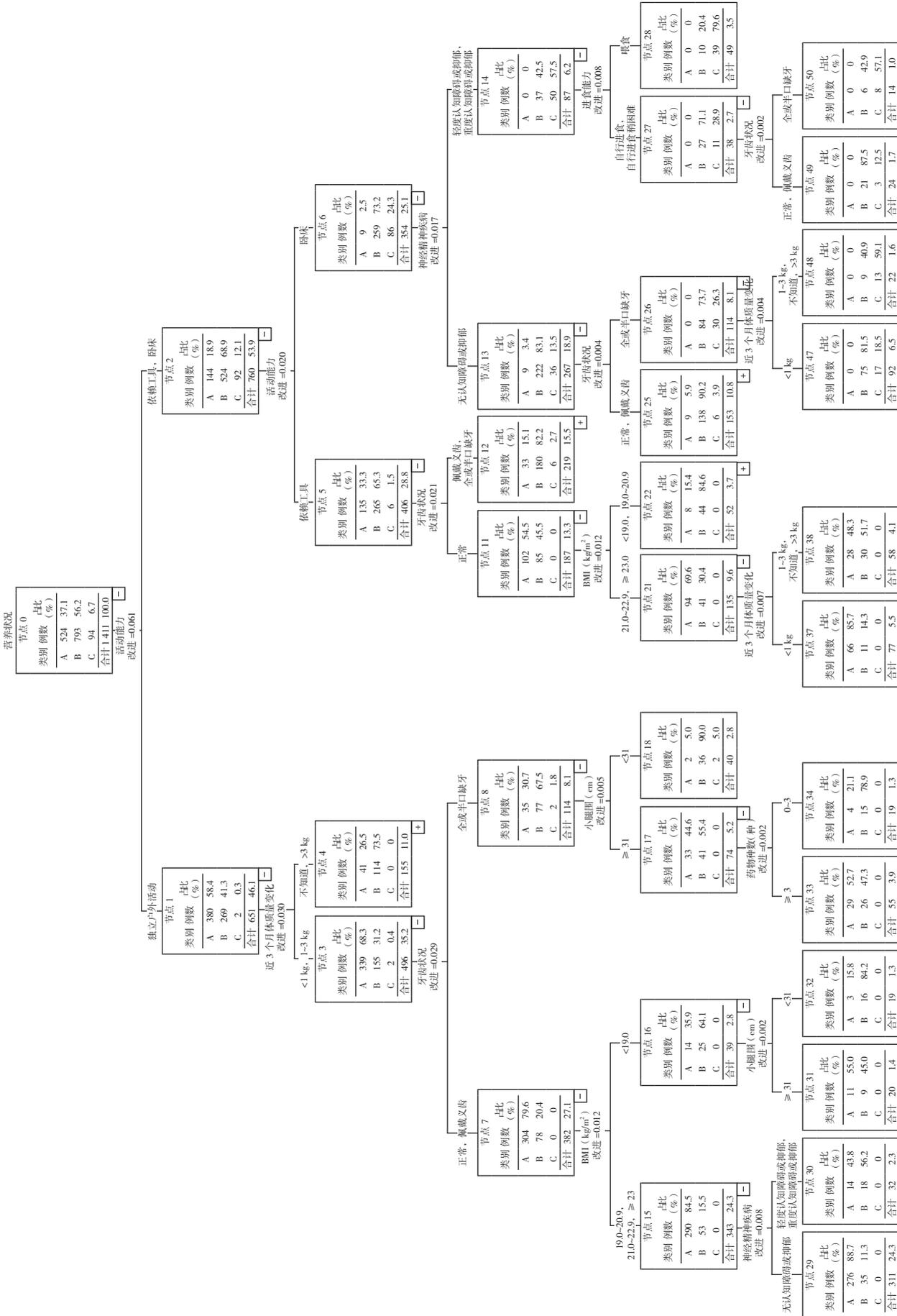


图 1 老年人营养状况筛查的决策树模型
Figure 1 Decision tree model for predicting nutrition status in nursing home-dwelling older people

性 (Kappa 系数) 为 0.627, 有高度的一致性。

3 讨论

良好的营养状况是健康老龄化的重要保障, 养老机构作为我国社会养老服务体系的重要支撑^[19], 收住了

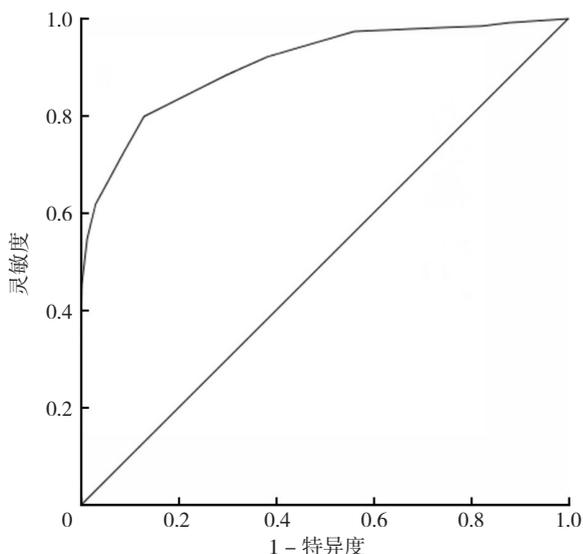
大量需要照料的失能、半失能老年人, 高龄和疾病等因素使养老机构中的老年人更容易出现营养问题。研究显示, 养老机构老年人营养不良比例为 5.1%~30.0%, 营养不良风险比例为 36.0%~67.6%^[20-21]。尽管养老机构中

表 3 最终版简版老年人营养筛查工具

Table 3 The concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People

项目	赋值(分)	项目	赋值(分)
BMI (kg/m ²)		神经精神疾病	
<19.0	3	重度认知障碍或抑郁	2
19.0~20.9	2	轻度认知障碍或抑郁	1
21.0~22.9	1	无认知障碍或抑郁	0
≥ 23.0	0	疾病种数(种)	
近3个月体质量变化		>3	0.5
>3 kg	2	0~3	0
不知道	2	药物种数(种)	
1~3 kg	1	>3	0.5
<1 kg	0	0~3	0
活动能力		户外独立活动时间(h)	
卧床	2	<1	1
依赖工具	1	≥ 1	0
独立活动	0	进食能力	
牙齿状况		喂食	1
全或半口缺牙	2	自行进食稍困难	0.5
佩戴义齿	1	自行进食	0
正常	0	小腿围(cm)	
		<31	0.5
		≥ 31	0

注: 营养良好=0, 营养不良风险/营养不良=1; ROC曲线=受试者工作特征曲线



注: ROC曲线=受试者工作特征曲线

图 2 最终版简版老年人营养筛查工具预测营养不良风险/营养不良的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of the predictive performance for nutritional risk/malnutrition of the concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People

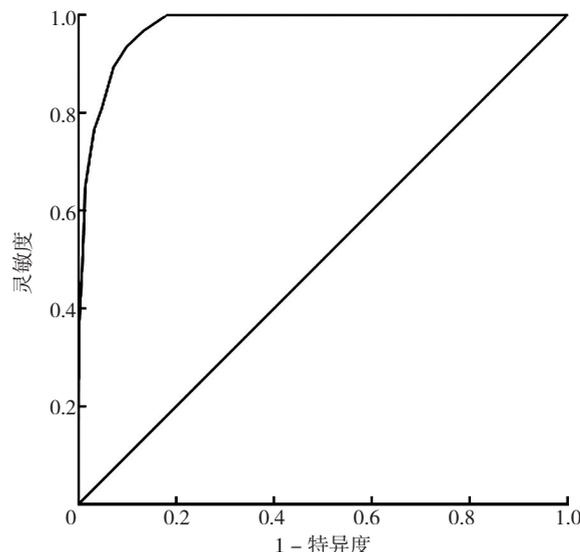


图 3 最终版简版老年人营养筛查工具预测营养不良的 ROC 曲线

Figure 3 ROC curve of the predictive performance for malnutrition of the concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People

表 4 最终版简版老年人营养筛查工具各条目因子载荷情况

Table 4 The distribution map of factor loading of the concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People

条目	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5
活动能力	0.858	0.001	0.045	0.087	0.107
户外独立活动时间	0.752	0.083	0.093	-0.035	-0.140
进食能力	0.776	0.004	0.078	0.214	-0.017
疾病种数	0.022	0.841	-0.030	-0.132	-0.031
药物种数	0.058	0.797	-0.006	0.226	0.003
BMI	0.048	-0.013	0.874	-0.115	0.055
小腿围	0.151	-0.027	0.705	0.308	-0.093
神经精神疾病	0.035	0.004	0.062	0.857	0.152
牙齿状况	0.341	0.124	0.057	0.517	-0.257
近3个月体质量变化	-0.025	-0.014	-0.013	0.036	0.959

表 5 最终版简版老年人营养筛查工具的灵敏度、特异度、约登指数、AUC

Table 5 Sensitivity, specificity, Youden index and AUC of the concise Nutritional Risk Assessment Scale for Nursing Home-dwelling Older People

项目	预测营养不良风险/营养不良	预测营养不良
AUC	0.907 ^a	0.976 ^a
灵敏度	0.799	0.809
特异度	0.870	0.953
约登指数	0.670	0.761

注: 最终版简版老年人营养筛查工具以 3.5 分为存在营养不良风险的临界值划分点, 以 8 分为存在营养不良的临界值划分点; ^a表示 P<0.001

老年人营养不良的发生率很高,但在机构照护中对营养护理的重视程度通常排名靠后;养老机构缺乏规范的老年人营养管理标准,照护人员缺乏营养专业知识和管理意识,无法识别营养不良,并给予个性化、有针对性的营养支持^[22]。统一、可靠、实用的营养筛查工具是养老机构监测、改善老年人营养状况的基础。我国发布的《老年人营养不良风险评估》行业标准虽然提供了适用于我国 ≥ 65 岁老年人群的营养评价工具,但该工具在养老机构老年人中应用的信效度不理想,部分条目在养老机构中不适用^[5]。另一方面,《老年人营养不良风险评估》工具中规定,当同时存在 $BMI \geq 24.0 \text{ kg/m}^2$ 或腰围超过标准时提示可能是肥胖/超重型营养不良,营养不足与营养过剩是相反的营养失衡状态,无法通过相同的评估总分同时对二者进行判断。同时,目前多项指南或学会推荐使用的营养筛查、评价工具,如微型营养评价(MNA)、简版微型营养评价(MNA-SF)、营养不良通用筛查工具(MUST)、营养风险筛查-2002(NRS-2002)等,均通过体质量下降、BMI过低等指标来识别营养不足,并不对营养过剩进行评价^[23-26]。老年人营养不足是普遍存在问题,且易引发多种不良健康后果^[27],而研究显示老年人群超重与死亡风险增加关系不大,当 $BMI < 23.0 \text{ kg/m}^2$ 时老年人死亡风险增加^[22, 28],故本研究中对BMI的分组进行了相应调整。在《老年人营养不良风险评估》工具信效度研究基础上,采用预测模型的方法,通过对比Logistic回归模型和决策树模型,选取了更优的Logistic回归模型构建适用于养老机构的简版老年人营养筛查工具,经检验其有较好的信效度,可有效识别有营养不良风险和营养不良的老年人,为我国养老机构开展老年人群营养筛查与监测提供了可靠的工具。

3.1 条目删减原因分析 项目分析结果显示,有10个条目鉴别度较低,且与总分的相关性不足被删除,究其原因老年人营养筛查工具需要适用于不同养老方式的老年人,而本研究调查养老机构老年人,不存在独居情况,“是否独居”条目被删除;养老机构老年人的膳食主要由机构提供,其进餐次数及蛋白质、食油和蔬菜水果的摄入比较稳定,而文化程度、经济状况等因素主要影响老年人的食物获取^[29],对机构老年人的营养状况影响可能较小,以上条目均被删除。但是对于社区居家老年人,独居和膳食摄入可能影响其营养状况,需通过进一步的研究验证本工具在社区居家老年人中应用的有效性,并确定是否需要纳入以上条目制定社区居家版本的老年人营养筛查工具。“近3个月饮食量变化”被删除的原因可能是进食量的变化对营养状况的影响反映在体质量的变化上,其重要性被体质量变化抵消,另外对进食量的记录和评估不准确也可能导致该条目筛查营养状况的可靠性不高。睡眠时间可能由于其对老年人营养

状况的影响有限而被删除。

3.2 条目权重分析 经条目初筛后,剩下的10个可靠程度较高的条目均进入了回归模型,表示这些变量是影响老年人营养状况的重要因素。简版老年人营养筛查工具中权重较高的变量为BMI、近3个月体质量变化、神经精神疾病、活动能力和牙齿状况,相对较低的条目为进食能力、户外独立活动时间、疾病种数、药物种数和小腿围,与《老年人营养不良风险评估》工具相比,近3个月体质量变化、疾病种数、药物种数、进食能力和小腿围权重略降低。决策树模型中变量的重要性呈现类似结果,活动能力、牙齿状况、体质量变化、神经精神疾病是判断老年人存在营养不良的重要因素,疾病种数、药物种数、小腿围的重要性相对较低。BMI和非计划性的体质量下降是常用的判断老年人营养不良的变量,本研究发现活动能力也是影响老年人营养状况的重要因素。老年人营养不足、体质量下降时主要减少的是肌肉含量,从而导致老年人活动能力下降,活动能力下降又会进一步影响老年人食物的获取能力和手段,并加重营养不良。在决策树模型中活动能力为判断老年人营养状况的根节点,表示其在老年人的营养状况中有重要作用,是进行老年人营养改善时的干预要点和重要结局指标之一。疾病种数、药物种数在判断老年人营养状况时的重要性较低,在决策树模型中仅药物种数进入模型,可能的原因是不同疾病和药物对营养状况的影响不同,疾病和药物存在一定的共同性,在决策树中其作用被药物种数替代。

3.3 信度分析 信度代表量表的一致性 or 稳定性^[18],最终简版老年人营养筛查工具的Cronbach's α 系数为0.463,与《老年人营养不良风险评估》工具相比,信度得到了提高但仍未达到0.6。可能的原因是简版老年人营养筛查工具的条目较少,不同的条目反映了不同的营养不良危险因素;另外,分析发现降低工具内部一致性的条目主要是BMI和近3个月体质量变化,剔除以上两个条目后工具的Cronbach's α 系数为0.607,达到良好的内部一致性,可能的原因是部分老年人由于卧床、脊柱变形等导致身高和体质量的测量存在困难或测量不准确,养老机构未定期测量体质量导致体质量变化记录不准确等影响了工具的稳定性,考虑BMI和非计划性的体质量下降是老年人营养不良的重要危险因素,所以对以上2个条目仍予以保留,在今后的应用过程中,可以通过推广智能测量和监测设备、定期监测体质量等方式进一步提高工具的稳定性。

3.4 结构效度分析 一般认为量表的公因子能解释40%以上的变异,同时每个条目在相应的因子上有足够的负荷(≥ 0.400),表示有较好的结构效度^[18]。本研究探索性因子分析得到5个公因子,累积解释变异量为69.9%,各条目载荷值 >0.400 ,说明简版老年人营养

筛查工具的条目构成合理,具有良好的结构效度。

3.5 预测效度分析 预测效度代表能正确区分营养良好、有营养不良风险或营养不良的能力。灵敏度反映了工具正确识别存在有营养不良风险或营养不良老年人的能力,特异度反映了工具排除误诊病例的能力,约登指数综合了灵敏度和特异度的作用,约登指数越接近1,说明量表的预测效能越好^[17],通常 AUC>0.90 表示预测价值较高,0.71~0.90 表示预测价值为中等^[30]。简版老年人营养筛查工具在预测有营养不良风险和营养不良时有较高的灵敏度、特异度和约登指数,并获得较高的 AUC (>0.9),提示具有良好的预测价值。简版老年人营养筛查工具与《老年人营养不良风险评估》工具对老年人营养状况划分的一致性(Kappa 系数)为 0.627,一般认为 Kappa 系数在 0.6~0.8 表示有高度的一致性^[17],提示本工具可以有效识别存在营养不良风险和营养不良的老年人。

4 本研究的价值与局限性

本研究在行业标准《老年人营养不良风险评估》(WS/T 552-2017)工具进行信效度验证基础上,删除不适用于养老机构老年人的条目,并通过构建 Logistic 回归模型和决策树模型,选取最优模型构建了适用于养老机构老年人的简版老年人营养筛查工具,构建过程科学、严谨。为养老机构老年人的营养筛查提供了实用性工具,为我国养老机构开展老年人营养筛查与监测工作奠定了基础,为养老机构存在营养不良或营养不良风险的老年人提供适宜的营养支持,改善其营养状况,维持和促进健康和功能水平,实现“健康老龄化”提供了前提。虽然本研究在样本抽样中,已经考虑到我国地域辽阔,各地在营养方面存在的差异性,尽量选择东、中、西部典型地区不同类型养老机构进行调查,并通过 1 000 例以上数据构建预测模型,但与我国老年人群上亿的基数相比仍存在不足,未来仍需要更大样本老年人群应用数据,以评价该工具实际使用效果。此外,虽然简版老年人营养筛查工具的信度方面有所提高,但在下一步研究中仍需要通过提高指标测量、记录的准确性等手段,进一步优化和验证简版老年人营养筛查工具。

作者贡献:朱丹、谢红负责文章构思与设计、研究的实施和可行性分析;朱丹负责数据收集与整理、统计学处理、论文撰写,并对文章整体负责,监督管理;谢红负责结果的分析与解释、文章的质量控制及审校。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] 国家统计局. 中华人民共和国 2019 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. [2021-02-28]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202002/t202002281728913.html>.
[2] POLONEN S, TIHONEN M, HARTIKAINEN S, et al. Individually tailored dietary counseling among old home care clients-

effects on nutritional status [J]. *J Nutr Health Aging*, 2017, 21(5): 567-572. DOI: 10.1007/s12603-016-0815-x.
[3] 国务院办公厅. 国民营养计划(2017—2030) [EB/OL]. (2017-07-13) [2021-02-28]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/13/content_5210134.htm.
[4] 石汉平, 李薇, 齐玉梅, 等. 营养筛查与评估 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
[5] 朱丹, 曾平, 韩凤, 等. 京津地区养老机构《老年人营养不良风险评估》应用效果评价研究 [J]. *中国全科医学*, 2020, 23(24): 3081-3085. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2020.00.217.
ZHU D, ZENG P, HAN F, et al. Evaluation of application effect of malnutrition risk assessment of the aged in long-term care facilities in Beijing and Tianjin [J]. *Chinese General Practice*, 2020, 23(24): 3081-3085. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2020.00.217.
[6] LEE J H, JEONG S N, CHOI S H. Predictive data mining for diagnosing periodontal disease: the Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES V and VI) from 2010 to 2015 [J]. *J Public Health Dent*, 2019, 79(1): 44-52. DOI: 10.1111/jphd.12293.
[7] 徐欣怡, 许勤, 花红霞, 等. 基于预测模型的消化道肿瘤术后疲劳风险筛查评分量表的构建与应用 [J]. *中国全科医学*, 2020, 23(14): 1819-1826, 1832. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.793.
XU X Y, XU Q, HUA H X, et al. Establishment and application of Postoperative Fatigue Risk Screening Scale for Gastrointestinal Tumor Patients based on predictive model [J]. *Chinese General Practice*, 2020, 23(14): 1819-1826, 1832. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.793.
[8] MUÑOZ D B, MARTÍNEZ D L I J, ROMERO-SALDAÑA M, et al. Development of predictive models for nutritional assessment in the elderly [J]. *Public Health Nutr*, 2021, 24(3): 449-456. DOI: 10.1017/S1368980020002153.
[9] NURSAL T Z, NOYAN T, TARIM A, et al. A New weighted scoring system for subjective global assessment [J]. *Nutrition*, 2005, 21(6): 666-671. DOI: 10.1016/j.nut.2004.08.027.
[10] 林红, 孙国珍, 张海锋, 等. 心力衰竭患者微型营养评价量表的改良及其信效度检验 [J]. *中华护理杂志*, 2017, 52(2): 150-153. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1796.2017.02.004.
LIN H, SUN G Z, ZHANG H F, et al. The development of a Mini-nutrition Assessment Tool Special for Heart Failure (MNA-HF) and examination of its reliability and validity [J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2017, 52(2): 150-153. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1796.2017.02.004.
[11] 李语薇. 新生儿营养风险筛查工具的构建与临床应用研究 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2017.
[12] 陆丽娜. 住院儿童营养筛查工具的建立、评估和应用 [D]. 上海: 上海交通大学, 2016.
[13] 杨青, 王国蓉, 江宾, 等. 基于决策树的肿瘤患者难免性压疮风险预测模型研究 [J]. *护理学杂志*, 2019, 34(13): 4-7. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.13.004.
YANG Q, WANG G R, JIANG B, et al. Study on risk prediction model of unavoidable pressure ulcers in cancer patients based on decision tree [J]. *Journal of Nursing Science*, 2019, 34(13): 4-7. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.13.004.

- in patients with chronic heart failure [J]. *Journal of Nursing Administration*, 2011, 11 (4): 229-232.
- [20] WU J R, MOSER D K, LENNIE T A, et al. Medication Adherence in patients who have heart failure: a review of the literature [J]. *Nurs Clin N Am*, 2008, 43 (1): 133-153. DOI: 10.1016/j.cnur.2007.10.006.
- [21] SMITH D, LAWN S, HARVEY P, et al. Concurrent validity of the Partners in Health Scale against general self-rated health in chronic conditions: a short report [J]. *Chronic Illn*, 2019, 15 (1): 74-77. DOI: 10.1177/1742395317743559.
- [22] KEPHART G, PACLER T L, AUDULV Å, et al. The structural and convergent validity of three commonly used measures of self-management in persons with neurological conditions [J]. *Qual Life Res*, 2019, 28 (2): 545-556. DOI: 10.1007/s11136-018-2036-8.
- [23] 邵欣, 李峥, 孙红, 等. 慢性心力衰竭患者自我护理行为的调查研究 [J]. *中华护理杂志*, 2010, 45 (7): 648-650. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2010.07.030.
- SHAO X, LI Z, SUN H, et al. Study on the self-care behaviors in chronic heart failure patients [J]. *Chin J Nurs*, 2010, 45 (7): 648-650. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2010.07.030.
- [24] EVANGELISTA L S, RASMUSSEN K D, LARAMEE A S, et al. Health literacy and the patient with heart failure. Implications for patient care and research: a consensus statement of the Heart Failure Society of America [J]. *J Card Fail*, 2010, 16 (1): 9-16. DOI: 10.1016/j.cardfail.2009.10.026.
- [25] CAMERON J, WORRALL-CARTER L, PAGE K, et al. Self-care behaviours and heart failure: does experience with symptoms really make a difference [J]. *Eur J Cardiovasc Nurs*, 2010, 9 (2): 92-100. DOI: 10.1016/j.ejcnurse.2009.10.004.
- [26] CHIU T M L, TAM K T W, SIU C F, et al. Validation study of a Chinese version of Partners in Health in Hong Kong (C-PIH HK) [J]. *Qual Life Res*, 2017, 26 (1): 199-203. DOI: 10.1007/s11136-016-1315-5.
- [27] VAN-DER-VLEUTEN C P, NORMAN G R, DE-GRAAFF E. Pitfalls in the pursuit of objectivity: issues of reliability [J]. *Med Educ*, 1991, 25 (2): 110-118. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1991.tb00036.x.
- (收稿日期: 2021-05-12; 修回日期: 2021-10-11)
(本文编辑: 陈俊杉)

(上接第 496 页)

- [14] 郭丽娜, 许欣筑, 林淑娟. 基于决策树的医院内感染预后影响因素模型的分析 [J]. *现代预防医学*, 2015, 42 (14): 2647-2650.
- [15] 章轶立, 魏戌, 聂佩芸, 等. 基于 SMOTE 算法和决策树的绝经后骨质疏松性骨折分类模型建构 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25 (1): 1-5.
- [16] 李峥, 刘宇, 李巍, 等. *护理学研究方法* [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [17] 傅华, 段广才, 黄国伟. *预防医学* [M]. 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013.
- [18] 吴明隆. *问卷统计分析实务: SPSS 操作与应用* [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2010.
- [19] 国务院办公厅. 关于加快发展养老服务业的若干意见 [EB/OL]. (2013-09-13) [2021-06-20]. http://www.gov.cn/zwqk/2013-09/13/content_2487704.htm.
- [20] 孙建琴. 中国五城市老年人营养不良风险评估初步结果 [EB/OL]. (2013-08-28) [2021-02-28]. <https://d.wanfangdata.com.cn/conference/7862720>.
- [21] LEIJ-HALFWERK S, VERWIJS M H, VAN HOUDT S, et al. Prevalence of protein-energy malnutrition risk in European older adults in community, residential and hospital settings, according to 22 malnutrition screening tools validated for use in adults ≥ 65 years: a systematic review and meta-analysis [J]. *Maturitas*, 2019, 126: 80-89. DOI: 10.1016/j.maturitas.2019.05.006.
- [22] AGARWAL E, MARSHALL S, MILLER M, et al. Optimising nutrition in residential aged care: a narrative review [J]. *Maturitas*, 2016, 92: 70-78. DOI: 10.1016/j.maturitas.2016.06.013.
- [23] 中华医学会肠外肠内营养学分会老年营养支持学组. 中国老年患者肠外肠内营养应用指南 (2020) [J]. *中华老年医学杂志*, 2020, 39 (2): 119-132. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2020.02.002.
- [24] CEDERHOLM T, BARAZZONI R, AUSTIN P, et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition [J]. *Clin Nutr*, 2017, 36 (1): 49-64. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.09.004.
- [25] JENSEN G L, CEDERHOLM T, CORREIA M, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition: a consensus report from the global clinical nutrition community [J]. *J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43 (1): 32-40. DOI: 10.1002/jpen.1440.
- [26] ROBERTS H C, LIM S, COX N J, et al. The challenge of managing undernutrition in older people with frailty [J]. *Nutrients*, 2019, 11 (4): 808. DOI: 10.3390/nu11040808.
- [27] VISVANATHAN R, YU S. Australian and New Zealand Society for Geriatric Medicine position statement abstract: undernutrition and the older person [J]. *Australas J Ageing*, 2017, 36 (1): 75. DOI: 10.1111/ajag.12344.
- [28] WINTER J E, MACINNIS R J, WATTANAPENPAIBOON N, et al. BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis [J]. *Am J Clin Nutr*, 2014, 99 (4): 875-890.
- [29] GUYONNET S, ROLLAND Y. Screening for malnutrition in older people [J]. *Clin Liver Dis*, 2015, 19 (3): 429. DOI: 10.1016/j.cger.2015.04.009.
- [30] 张文彤. *SPSS 统计分析基础教程* [M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- (收稿日期: 2021-05-15; 修回日期: 2021-11-13)
(本文编辑: 张亚丽)