

• 社区护理 •

社区老年高血压患者衰弱的动态列线图风险预测模型构建

李洋洋,刘艳丽,秦玉婷,王鑫源,罗姣,刘小菲,胡重蝶,侯富文

摘要:**目的** 构建动态列线图预测模型,分析社区老年高血压患者衰弱的影响因素,为制定针对性的干预措施提供参考。**方法** 从中国健康与养老追踪调查随访数据库中提取高血压患者信息,以7:3比例随机分为训练集($n=1\,160$)与验证集($n=494$)。采用Lasso法筛选最佳预测变量,使用logistic回归模型分析高血压患者衰弱影响因素,并构建动态列线图。使用ROC曲线的曲线下面积、Hosmer-Lemeshow检验、校准曲线和决策曲线分析评估列线图的预测性能。**结果** 共筛选出1 654例老年高血压患者,其中560例(33.86%)并发衰弱。受教育程度、握力、BMI、抑郁、认知障碍、自评健康、代谢性疾病、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、胃肠道疾病10个变量纳入预测模型。预测模型在训练集和验证集的ROC曲线下面积分别为0.883(95%CI为0.863~0.903)和0.887(95%CI为0.857~0.916);Hosmer-Lemeshow检验值分别为 $P=0.825$ 和 $P=0.410$;校准曲线显示预测值和实际值之间存在显著一致性。决策曲线分析显示该模型具有良好的净效益和预测准确性。**结论** 动态列线图具有良好预测性能,可为社区医护人员评估高血压患者衰弱风险提供便捷有效的工具。

关键词: 老年人; 高血压; 衰弱; 握力; 抑郁; 认知障碍; 预测模型 社区护理

中图分类号: R473.2 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2023.23.084

Web-based dynamic nomogram for predicting frailty in community elderly patients with hypertension

Li Yangyang, Liu Yanli, Qin Yuting, Wang Xinyuan, Luo Jiao, Liu Xiaofei, Hu Chongdie, Hou Fuwen. School of Nursing, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China

Abstract: **Objective** To construct a dynamic nomogram prediction model, to analyze the influencing factors of frailty in elderly patients with hypertension in the community, and to provide a reference for developing targeted intervention. **Methods** Information on patients with hypertension was extracted from the China Health and Retirement Longitudinal Survey and randomly divided into a training set ($n=1\,160$) and a validation set ($n=494$) in a ratio of 7:3. The best predictors were screened by using LASSO method, and the logistic regression model was used to analyze the influencing factors of frailty in hypertensive patients and develop a nomogram prediction model. Area under the ROC curve (AUC), Hosmer-Lemeshow test, calibration curve and decision curve analysis (DCA) were used to evaluate the predictive performance of the nomogram prediction model. **Results** A total of 1 654 elderly hypertensive patients were screened, of whom 560 (33.86%) were complicated by frailty. Such 10 variables as education level, grip strength, BMI, depression, cognitive impairment, self-rated health, metabolic diseases, cardiovascular/cerebrovascular diseases, respiratory diseases, and gastrointestinal diseases were included in the prediction model. The AUC of the ROC curve of the prediction model were 0.883 (95%CI:0.863-0.903) in the training set and 0.887 (95%CI:0.857-0.916) in the validation set respectively. The P value of the Hosmer-Lemeshow test was 0.825 in the training set and 0.410 in the validation set respectively. The calibration curves showed a favorable consistency between predicted and actual values. DCA showed that the model had good net benefits and predictive accuracy. **Conclusion** This dynamic nomogram has good predictive performance, which can serve as a convenient and effective tool for community medical staff to assess the risk of frailty in patients with hypertension.

Key words: the elderly; high blood pressure; frailty; grip strength; depression; cognitive impairment; prediction model; community care

衰弱是由于机体退行性改变和多种慢性疾病引起的老年综合征,其核心是多系统生理储备减少、应激能力减退和机体易损性增加,使老年人在受到外界较小刺激时即可引起整体健康状况的恶化^[1]。老年人衰弱常与某些慢性病共存。高血压是老年人常见的慢性疾病,流行病学数据显示,我国≥60岁的老

年高血压的患病率为53.24%^[2]。由于靶器官损害和多并发症,高血压患者常需联合或终身用药,易发生衰弱。目前,我国社区老年高血压患者衰弱的发生率高达38.2%^[3],处于较高水平。而衰弱又是高血压患者不良结局的预测指标,可降低高血压患者服药依从性,增加病死率、住院率和跌倒等^[4]。社区是高血压管理的主要场所,通过对社区老年高血压患者进行早期识别和干预,能有效预防、延迟或降低衰弱及其相关不良结局^[5]。本研究旨在分析社区老年高血压患者并发衰弱的影响因素,并建立动态列线图预测模型,以期社区医护人员早期评估和干预老年高血压患者衰弱提供参考。

作者单位:山东中医药大学护理学院(山东 济南,250355)
李洋洋:女,硕士在读,学生
通信作者:刘艳丽,liuyanlishd@163.com
科研项目:山东省2019-2020年度中医药科技发展计划项目(2019-0002);山东中医药大学高等教育发展规划研究2022年度课题(GJYJY202212)
收稿:2023-07-13;修回:2023-09-25

1 对象与方法

1.1 对象 纳入标准:①年龄 ≥ 60 岁;②确诊高血压。排除标准:数据不完整,缺乏性别、年龄或衰弱状况等关键变量。本研究采用中国健康与养老追踪调查的随访数据^[6]。该数据库用于分析我国人口老龄化相关问题,先后开展基线调查(2011年)和3次随访(2013年、2015年、2018年),因2018年与本研究相关的数据缺失过多,故采用2015年随访数据。将符合纳入排除标准的1 654例老年高血压患者作为原始数据集,分为衰弱组560例和非衰弱组1 094例,通过计算机生成的随机数序列将原始数据集按7:3比例随机分为训练集($n=1\ 160$)与验证集($n=494$)。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

1.2.1.1 社会人口学及生理指标 选取年龄、性别、受教育程度、婚姻状况、居住地类型作为社会人口学资料,选取收缩压、舒张压、握力、BMI作为生理指标。收缩压、舒张压为3次读数平均值;握力取优势手最大握力值;BMI $<18.5\text{ kg/m}^2$ 为消瘦、 $18.5\leq\text{BMI}\leq 23.9\text{ kg/m}^2$ 为正常、 $24.0\leq\text{BMI}\leq 27.9\text{ kg/m}^2$ 为超重、BMI $\geq 28.0\text{ kg/m}^2$ 为肥胖。

1.2.1.2 健康状况和健康行为 包括慢性病、自评健康、吸烟、饮酒、服药情况、社交活动。慢性病包括糖尿病、癌症、心脏病、卒中、心理疾病等12种,将糖尿病和血脂异常合并为代谢性疾病,心脏病和卒中合并为心脑血管疾病,哮喘和慢性肺部疾患合并为呼吸系统疾病,消化系统疾病和肝脏疾病合并为胃肠道疾病。自评健康调查“您认为健康状况怎样?”分为“很好,好,一般,差,非常差”;服药根据受访者自报“是否服用任何治疗高血压的药物”,分为“是”与“否”;社交活动根据受访者调查答案确定,“您是否在过去1个月内参加过社交活动;与朋友相处;打麻将、下棋等社会娱乐活动;参加体育或社交活动;参加社团活动;参加志愿服务或慈善活动;参加教育或培训课程”;参与任意1项为参与。

1.2.1.3 衰弱指数 参考相关文献^[7-10],选取36个指标构建衰弱指数。包括:①失能。日常生活活动能力(6条)、工具性日常生活活动能力(6条)、身体功能限制(9项)。②疾病。慢病情况(12条)、自评健康(1条)。③抑郁。采用10项简版流调中心抑郁量表(Short Version of Center for Epidemiological Studies Depression Scale,CES-D-10)^[11]评定,10个问题所选选项的总和即代表受访者的抑郁水平,每个问题的4个选项依次赋值0~3,得分范围0~30分, ≥ 10 分为抑郁。④认知能力。采用简易智力状态检查量表(Mini-Mental State Examination,MMSE)^[12]测量,将文盲且MMSE ≤ 14 分,小学及以下且MMSE ≤ 19 分,初中及以上MMSE ≤ 24 分定义为认知障碍^[13]。

计算公式为:衰弱指数=阳性变量总分/纳入指标总数,其范围为0~1,衰弱指数 ≤ 0.12 和 $0.12<$ 衰弱指数 <0.25 分别代表无衰弱和衰弱前期,衰弱指数 ≥ 0.25 代表衰弱^[14]。

1.2.2 统计学方法 采用SPSS26.0和RStudio软件进行数据分析。本研究中的计量资料均呈非正态分布,采用中位数及四分位数表示,行Mann-Whitney U检验;计数资料采用频数表示,行 χ^2 检验。基于Lasso回归筛选最佳预测变量,采用logistic回归构建预测模型,并构建列线图进行量化。使用ROC曲线下面积评价模型的预测效果,以灵敏度、特异度验证模型的预测效能;采用Hosmer-Lemeshow检验及绘制校准曲线评估模型的拟合优度,使用决策分析曲线(Decision Curve Analysis,DCA)评估模型的有效性;使用DyNoom软件包构建列线图,预测老年高血压患者并发衰弱的风险。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象的一般资料及衰弱发生情况 本研究共纳入高血压患者1 654例,男881例,女773例。非衰弱1 094例,衰弱560例,衰弱检出率为33.86%。训练集和验证集相关资料比较,见表1。

2.2 Lasso回归 以老年高血压患者是否患有衰弱作为因变量,采用Lasso回归法筛选变量。Lasso回归采用10折交叉验证法,选择距离最小均方误差(MSE)一个标准误对应的正则化参数(λ)为最优 λ 。结果显示,最优 λ 为0.029,在此 λ 下共包括自评健康、受教育程度、握力、抑郁、认知障碍、代谢性疾病、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、胃肠道疾病9个潜在预测变量。

2.3 多因素分析 将Lasso回归法筛选出的9个变量以及既往研究^[15-17]中常见的变量(年龄、性别、BMI),共12个变量纳入logistic回归模型。结果显示,受教育程度(文盲=0,小学及以下=1,初中=2,高中或职高=3,大专及以上=4)、握力(原值纳入)、BMI(消瘦=0,正常=1,超重=2,肥胖=3)、抑郁(否=0,是=1)、认知障碍(否=0,是=1)、自评健康(很好=0,好=1,一般=2,差=3,很差=4)、代谢性疾病(否=0,是=1)、心脑血管疾病(否=0,是=1)、呼吸系统疾病(否=0,是=1)、胃肠道疾病(否=0,是=1)是老年高血压患者衰弱的独立危险因素,见表2。

2.4 列线图预测模型构建 根据logistic回归分析筛选出的预测变量构建列线图预测模型,高血压患者衰弱的风险可以根据列线图中每个因素的指定点数之和来计算。总分越高,风险越大,见图1;并建立基于网络的计算器(<https://byange.shinyapps.io/DynNomapp/>),高血压患者合并衰弱的预测概率和95%置信区间可以在网页左侧的输入界面输入临床变量后,在右侧图形界面获得列线图,如图2所示。

表 1 训练集和验证集相关资料比较

变量	总样本 (<i>n</i> = 1 654)	训练集 (<i>n</i> = 1 160)	验证集 (<i>n</i> = 494)	χ^2/Z	<i>P</i>
性别(例)				0.718	0.397
女	773	550	223		
男	881	610	271		
年龄(例)				1.314	0.189
60~<70 岁	1 109	788	321		
70~<80 岁	470	325	145		
≥80 岁	75	47	28		
受教育程度(例)				0.540	0.589
文盲	364	251	113		
小学及以下	849	611	238		
初中	298	200	98		
高中或职高	113	78	35		
大专及以上	30	20	10		
婚姻状况(例)				0.270	0.603
无配偶	280	200	80		
有配偶	1 374	960	414		
居住地类型(例)				0.205	0.651
城市	746	519	227		
农村	908	641	267		
服药情况(例)				0.422	0.516
服用药物	309	212	97		
不服用药物	1 345	948	397		
饮酒(例)	812	565	247	0.232	0.630
吸烟(例)	811	558	253	1.342	0.247
参与社交活动(例)	818	580	238	0.460	0.498
收缩压[mmHg, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	139.8(126.5,152.0)	140.0(127.0,151.5)	139.0(126.0,152.5)	0.642	0.521
舒张压[mmHg, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	78.5(71.5,86.0)	78.5(71.5,86.0)	78.5(71.0,85.6)	0.487	0.626
握力[mmHg, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	28.5(22.2,35.5)	28.5(22.5,35.5)	25.4(19.6,30.1)	0.318	0.750
BMI(例)				0.790	0.429
消瘦	56	40	16		
正常	639	447	192		
超重	642	437	205		
肥胖	317	236	81		
抑郁(例)	584	407	177	0.084	0.772
认知障碍(例)	1189	833	356	0.011	0.916
自评健康(例)				0.185	0.853
很好	108	74	34		
好	152	112	40		
一般	910	631	279		
差	381	267	114		
很差	103	76	27		
代谢性疾病(例)	704	500	204	0.463	0.496
癌症(例)	35	25	10	0.029	0.866
心脑血管疾病(例)	604	428	176	0.241	0.624
呼吸系统疾病(例)	328	234	94	0.285	0.593
胃肠道疾病(例)	581	392	189	3.032	0.082
心理疾病(例)	35	28	19	1.662	0.197

2.5 预测模型的预测效果验证 预测模型 ROC 曲线下面积为 0.883(95%CI 为 0.863~0.903),最佳

截断值为 0.362,灵敏度为 81.6%,特异度为 80.7%,Hosmer-Lemeshow 检验 $\chi^2 = 4.343$,*P* = 0.825,校

准曲线 Brier 分数为 0.128。使用验证集对预测模型进行内部验证,ROC 曲线下面积为 0.887(95%CI 为 0.857~0.916),最佳截断值为 0.278,灵敏度为 76.0%,特异度为 85.1%,Hosmer-Lemeshow 检验

$\chi^2 = 8.250, P = 0.410$ 。校准曲线 Brier 分数为 0.127。从 DCA 来看,预测模型对训练集和验证集的净效益均显著高于两种极端情况,表明该列线图模型具有优越的净效益和预测准确性。

表 2 老年高血压患者并发衰弱的 logistic 回归分析结果(n=1 160)

预测变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
常数	-2.083	0.377	30.558	<0.001	0.125
受教育程度(以文盲为参照)					
小学及以下	-0.461	0.206	5.017	0.025	0.631(0.421~0.944)
初中	-1.369	0.298	21.113	<0.001	0.254(0.141~0.453)
高中或职高	-1.309	0.413	10.056	0.002	0.270(0.117~0.594)
握力	-0.043	0.009	21.626	<0.001	0.958(0.941~0.975)
BMI(以正常为参照)					
肥胖	0.504	0.231	4.748	0.029	1.655(1.052~2.608)
抑郁	1.449	0.173	70.290	<0.001	4.258(3.042~5.992)
认知障碍	0.974	0.201	23.584	<0.001	2.649(1.797~3.949)
自评健康(以一般为参照)					
好	-0.878	0.369	5.651	0.017	0.416(0.193~0.828)
差	1.386	0.189	53.544	<0.001	4.000(2.767~5.820)
很差	2.630	0.395	44.260	<0.001	13.871(6.624~31.494)
代谢性疾病	0.727	0.172	17.827	<0.001	2.069(1.478~2.905)
心脑血管疾病	1.136	0.177	41.411	<0.001	3.114(2.210~4.418)
呼吸系统疾病	0.753	0.200	14.141	<0.001	2.123(1.435~3.149)
胃肠道疾病	0.806	0.172	21.996	<0.001	2.240(1.601~3.143)

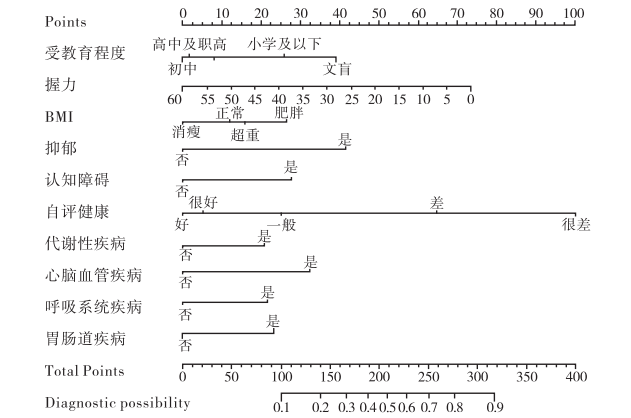


图 1 社区老年高血压患者衰弱风险因素列线图

3 讨论

3.1 老年高血压患者衰弱发生率较高 本研究中,社区老年高血压患者衰弱的发生率为 33.86%,略低于陈雨萍等^[3]研究结果(38.20%),分析其原因可能与两项研究评估衰弱的工具不同有关。既往研究显示,随着年龄增长,老年人机体功能不断衰退,且长期血压升高或控制不佳的患者常会伴有心脑肾等重要靶器官损害^[18],并可能存在着不良生活习惯(如吸烟、酗酒等)^[19],而这些因素同时也会降低患者的生理储备能力,从而增加老年高血压患者衰弱发生率,且衰弱可能影响高血压及相关不良事件的预后和治疗效果^[20],因此早期识别高危个体对预防衰弱和相

关不良后果尤为重要。

3.2 危险因素分析

3.2.1 受教育程度较低的老年高血压患者易发生衰弱 本研究结果显示,受教育程度低的老年高血压患者更容易出现衰弱,这与相关研究结果^[21-22]一致。患者受教育程度越高,对疾病相关知识的理解和掌握能力越高,自我健康管理水平也较高,故该人群衰弱的发生率较低^[23]。因此,对于受教育程度低的老年高血压患者,社区医护人员在进行高血压管理时应给予更多关注,可采用个性化的健康宣教内容和方式强化患者健康认知,并加强对其健康行为的有效监督管理,以预防和延缓衰弱的发生及发展。

3.2.2 握力值低和肥胖老年高血压患者易发生衰弱

肥胖和握力均为衰弱的独立预测因素,老年高血压患者握力值越低,发生衰弱的风险越高。握力水平是反映肌肉力量最常用的指标^[24],已被纳为评估衰弱的有效标准^[25]。握力下降主要归因于神经系统和运动系统能力下降^[26],而神经系统功能障碍会给骨骼肌带来结构和功能变化,从而导致衰弱^[27]。本研究还显示,肥胖患者发生衰弱的危险性更高,与既往研究结果^[28]相似。肥胖作为心血管疾病的危险因素,可增加发生心血管疾病的风险^[29],而在心脑血管疾病进展中,患者心肺功能负荷增加,进而导致发生衰弱的风险增加。并且肥胖还会引起脂肪组织沉积,可能会对非传染性慢性疾病以及身体功能和虚弱的发

生产生负面影响^[30]。因此,社区医护人员应及早为肌肉力量下降或肥胖患者提供肌肉锻炼和运动营养

干预,从而降低衰弱发生风险。

Dynamic Nomogram



图2 老年高血压患者合并衰弱的动态列线图

3.2.3 抑郁或认知障碍的老年高血压患者易发生衰弱 本研究结果显示,抑郁和认知障碍均可增加老年高血压患者衰弱的发生风险,与相关研究结果^[31-32]一致。抑郁和衰弱具有共同的机制和神经病理特征,如活动能力下降、疲惫感增加和体力活动减少等^[33],二者相互作用并相互促进。此外,抑郁可以导致老年人心理调适能力降低,社会参与减少,进一步导致机体功能受损,从而增加衰弱发生风险^[34]。认知功能下降会降低患者自我健康管理能力和对高血压治疗的依从性,进一步加剧疾病进展,并导致患者发生衰弱风险增加^[35]。因此,社区医护人员应重视老年高血压患者的心理和认知功能筛查,针对抑郁和认知障碍患者尽早进行干预,以降低衰弱发生率。

3.2.4 自评健康较差或合并其他疾病的老年高血压患者易发生衰弱 目前已有研究表明,较差的自评健康与更高的衰弱风险相关^[36]。而自评健康和衰弱之间的关系可以通过他们共同的致病机制来解释,如内分泌失调、免疫系统紊乱和血清炎症标志物升高^[37],可能导致患者出现一系列衰弱症状。合并代谢性疾病、心脑血管疾病、呼吸系统疾病和胃肠道疾病是发生衰弱的危险因素。合并代谢性疾病的患者由于高血糖、高血脂等,出现骨骼肌细胞能量代谢障碍而加速机体衰弱发生^[38]。心血管疾病会影响器官灌注、氧合,导致患者活动耐量下降,肌肉性能降低,促进衰弱发生。呼吸系统疾病患者常伴有咳嗽、气喘、呼吸功能下降等问题,可能导致自我活动能力下降,夜间睡眠质量降低,加剧身体疲劳和衰弱。胃肠道疾病会影响患者的营养吸收和消化功能,从而导致身体虚

弱。因此,社区医护人员应定期对高血压患者的血压、血糖、心功能、呼吸状况、消化情况等指标进行检测,针对异常指标及时开展对症治疗,降低衰弱发生风险。

3.3 风险预测模型具有科学性和可操作性 本研究将原始数据集的70%作为训练集进行建模,采用Hosmer-Lemeshow检验和校准曲线判断模型拟合较好,具有较高的校准度;ROC曲线下面积为0.883(95%CI为0.863~0.903),表明模型具有较高的区分度。原始数据集的30%作为验证集进行内部验证,Hosmer-Lemeshow检验和校准曲线拟合良好,说明模型具有较高的校准度,ROC曲线下面积为0.887(95%CI为0.857~0.916),表明模型在验证集的预测效能较好。同时,模型纳入的预测变量测量方法简单,医护人员可以随时在手机或计算机上直接访问该动态列线图网站,输入相应的预测因子即可获得个人衰弱概率的95%CI,方便医护人员根据预测结果进行有针对性的干预,具有良好的可操作性。

4 结论

动态列线图具有良好预测性能,可为社区医护人员评估高血压患者衰弱风险提供便捷有效的工具。局限性在于本研究为回顾性横断面研究,缺少一些潜在的预测因素(高血压病程、服用药物种类、睡眠等)和一定的时效性,可能存在一定程度的偏倚,未来将采用多中心研究验证该模型。

参考文献:

[1] Uchmanowicz I, Chudiak A, Jankowska-Polańska B, et al. Hypertension and frailty syndrome in old age:current

- perspectives[J]. *Cardiac Failure Review*, 2017, 3(2):102-107.
- [2] 李苏宁, 陈祚, 王增武, 等. 我国老年人高血压现状分析[J]. *中华高血压杂志*, 2019, 27(2):140-148.
- [3] 陈雨萍, 张先庚, 曹俊, 等. 社区老年高血压患者衰弱现状及影响因素[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(2):459-462.
- [4] Hu K, Zhou Q, Jiang Y, et al. Association between frailty and mortality, falls, and hospitalization among patients with hypertension: a systematic review and meta-analysis [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021:2690296.
- [5] Liu P, Li Y, Zhang Y, et al. Frailty and hypertension in older adults: current understanding and future perspectives[J]. *Hypertens Res*, 2020, 43(12):1352-1360.
- [6] Zhao Y, Hu Y, Smith J P, et al. Cohort profile: the China health and retirement longitudinal study (CHARLS) [J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(1):61-68.
- [7] Liu X, Dai G, He Q, et al. Frailty index and cardiovascular disease among middle-aged and older Chinese adults: a nationally representative cross-sectional and follow-up study[J]. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2022, 9(7):228.
- [8] 王世强, 郭凯林, 吕万刚. 体力活动对中国老年人衰弱的影响: 基于中国健康与养老追踪调查的实证分析[J/OL]. *成都体育学院学报*:1-7[2023-10-07]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1097.g8.20221208.1120.001.html>.
- [9] 王世强, 郭凯林, 李丹, 等. 身体活动水平对中国老年人衰弱的影响: 基于中国健康与养老追踪调查的多期数据研究[J/OL]. *陕西师范大学学报(自然科学版)*, 2023, 51(5):91-103.
- [10] 王婉晨, 宋佳, 艾旭峰, 等. 中国老年人衰弱状况与社会参与及其交互作用对抑郁影响研究[J]. *现代预防医学*, 2022, 49(22):4169-4173, 4190.
- [11] Andresen E M, Malmgren J A, Carter W B, et al. Screening for depression in well older adults: evaluation of a short form of the CES-D (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale)[J]. *Am J Prev Med*, 1994, 10(2):77-84.
- [12] Folstein M F, Folstein S E, McHugh P R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician[J]. *J Psychiatr Res*, 1975, 12(3):189-198.
- [13] 杨磊, 孟兆敏. 老年人无用感与认知功能障碍风险的关系研究[J]. *人口与发展*, 2019, 25(2):50-56.
- [14] Song X, Mitnitski A, Rockwood K. Prevalence and 10-year outcomes of frailty in older adults in relation to deficit accumulation[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2010, 58(4):681-687.
- [15] 范利, 李建华, 胡亦新, 等. 合并不同并发症的老年高血压患者的衰弱检出率[J]. *中华高血压杂志*, 2015, 23(12):1151-1155.
- [16] 张文, 李鑫, 孙坤, 等. 养老机构老年高血压患者衰弱与社会支持、睡眠质量的相关性研究[J]. *成都医学院学报*, 2022, 17(4):500-504.
- [17] 杜玲, 孙颖. 老年住院高血压患者发生衰弱的危险因素和对临床预后的影响[J]. *中国心血管杂志*, 2022, 27(2):117-122.
- [18] Poulter N R, Prabhakaran D, Caulfield M. Hypertension [J]. *The Lancet*, 2015, 386(9995):801-812.
- [19] Unger T, Borghi C, Charchar F, et al. 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines[J]. *J Hypertens*, 2020, 38(6):982-1004.
- [20] Crow R S, Lohman M C, Titus A J, et al. Mortality risk along the frailty spectrum: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999 to 2004 [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2018, 66(3):496-502.
- [21] 刘坤杰, 孙艳红, 姜利, 等. 老年高血压病人衰弱的影响因素分析[J]. *实用老年医学*, 2022, 36(1):89-90, 94.
- [22] 黄小洁, 庞玲玲, 黄鳞茜, 等. 社区老年高血压患者衰弱现状及影响因素研究[J]. *当代护士(下旬刊)*, 2021, 28(10):13-17.
- [23] Lv J, Li R, Yuan L, et al. Research on the frailty status and adverse outcomes of elderly patients with multimorbidity[J]. *BMC Geriatrics*, 2022, 22(1):560-568.
- [24] McGrath R, Hackney K J, Ratamess N A, et al. Absolute and body mass index normalized handgrip strength percentiles by gender, ethnicity, and hand dominance in Americans [J]. *Adv Geriatr Med Res*, 2020, 2(1):e200005.
- [25] Wu C, Smit E, Xue Q L, et al. Prevalence and correlates of frailty among community-dwelling Chinese older adults: the China Health and Retirement Longitudinal Study[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2018, 73(1):102-108.
- [26] Carson R G. Get a grip: individual variations in grip strength are a marker of brain health[J]. *Neurobiol Aging*, 2018, 71:189-222.
- [27] Manini T M, Hong S L, Clark B C. Aging and muscle: a neuron's perspective[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2013, 16(1):21-26.
- [28] Xu L, Zhang J, Shen S, et al. Abdominal obesity, body mass index and the risk of frailty in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Age and Ageing*, 2021, 50(4):1118-1128.
- [29] Kim M S, Kim W J, Khera A V, et al. Association between adiposity and cardiovascular outcomes: an umbrella review and meta-analysis of observational and Mendelian randomization studies [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(34):3388-3403.
- [30] Sun X, Yan A F, Shi Z, et al. Health consequences of obesity and projected future obesity health burden in China[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2022, 30(9):1724-1751.
- [31] Avvari A, Reddy B M, Ganguly E, et al. Assessment of frailty syndrome with coexisting hypertension and depression among older individuals, aged >80 years of age [J]. *J Frailty Sarcopenia Falls*, 2022, 7(2):72-80.
- [32] Mone P, Pansini A, Calabrò F, et al. Correlation of physical and cognitive impairment in diabetic and hyper-