

代谢综合征对中国中老年人日常生活活动能力影响的前瞻性队列研究

裴赫铭 张雅璐 李佳佳 武继磊 刘尚君 陈功

北京大学人口研究所, 北京 100871

通信作者: 陈功, Email: chengong@pku.edu.cn

【摘要】目的 探讨我国中老年人代谢综合征(MS)与日常生活活动能力(ADL)受损的关联,为提高人口健康预期寿命提供依据。**方法** 采用前瞻性队列研究设计,利用2011-2018年中国健康与养老追踪调查数据,以2011年数据为基线,分别在2013、2015和2018年随访ADL结局,且以2013年和2015年新进入队列的人群作为基线。剔除三次基线人群中已发生ADL的中老年人。采用Cox比例风险回归模型分析MS组分异常及异常数目对中老年人群ADL受损的影响。**结果** 观察总人数为59 795人年,发生ADL受损人数为1 011人,发病密度为16.91/1 000人年。Cox模型分析结果显示,调整混杂因素后,分析MS组分异常种类发现,1种MS组分异常、血脂异常合并高血糖、超重/肥胖合并1种MS组分异常、高血压合并血脂异常、高血压合并高血糖及MS分别是没有MS组分异常中老年人发生ADL风险的1.29(95%CI: 1.12~1.50)倍、1.32(95%CI: 1.07~1.64)倍、1.78(95%CI: 1.22~2.59)倍、2.48(95%CI: 1.59~3.85)倍、3.51(95%CI: 1.66~7.43)倍及1.80(95%CI: 1.40~2.32)倍;与没有MS组分异常的中老年人比较,1、2和≥3种MS组分异常使中老年人ADL受损风险分别增加30%($HR=1.30$, 95%CI: 1.13~1.51)、54%($HR=1.54$, 95%CI: 1.28~1.85)和87%($HR=1.87$, 95%CI: 1.45~2.41),随着MS组分异常数目的增加,中老年人发生ADL风险升高,并存在剂量-反应关系($P<0.001$)。**结论** MS组分异常是中老年人发生ADL受损的重要危险因素,早期预防和干预超重/肥胖、高血压、血脂异常、高血糖及MS可以降低或延缓ADL受损的发生。

【关键词】 代谢综合征; 日常生活活动能力; 前瞻性队列研究

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC2000603)

Influence of metabolic syndrome on activities of daily living in middle-aged and elderly population in China: a prospective cohort study

Pei Heming, Zhang Yalu, Li Jiajia, Wu Jilei, Liu Shangjun, Chen Gong

Institute of Population Research, Peking University, Beijing 100871, China

Corresponding author: Chen Gong, Email: chengong@pku.edu.cn

【Abstract】 Objective To examine the associations between metabolic syndrome (MS) and the risks for impaired activities of daily living (ADL) in the middle-aged and elderly population in China and provide basis for improving healthy life expectancy. **Methods** Prospective cohort study design was used in this study. Based the data of China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) from 2011 to 2018 and the baseline data in 2011, the follow up for ADL outcomes was conducted in 2013, 2015 and 2018 respectively, and the participants recruited in 2013 and 2015 were new baseline populations. The participants with impaired ADL in three baseline populations were excluded. Cox proportional hazard model was used to estimate the effect of

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210401-00265

收稿日期 2021-04-01 本文编辑 李银鸽

引用格式: 裴赫铭, 张雅璐, 李佳佳, 等. 代谢综合征对中国中老年人日常生活活动能力影响的前瞻性队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(1): 65-71. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210401-00265.

Pei HM, Zhang YL, Li JJ, et al. Influence of metabolic syndrome on activities of daily living in middle-aged and elderly population in China: a prospective cohort study[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(1): 65-71. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210401-00265.



different components and number of MS components on the risk for ADL impairment in the middle-aged and elderly population in China. **Results** In 59 795 person-years of follow-up, a total of 1 011 cases of ADL impairments were recorded. The incidence density of ADL impairment was 16.91 per 1 000 person-year; The findings of Cox regression analysis showed that compared with the middle aged and elderly people without MS, the risk for ADL impairments was 1.29 times higher (95%CI: 1.12-1.50) for those with one component of MS, 1.32 times higher (95%CI: 1.07-1.64) for those with hyperlipemia complicated with diabetes, 1.78 times higher (95%CI: 1.22-2.59) for those with obesity and one component of MS, 2.48 times higher (95%CI: 1.59-3.85) for those with hypertension complicated with hyperlipemia, 3.51 times higher (95%CI: 1.66-7.43) for those with hypertension complicated with diabetes, 1.80 times higher (95%CI: 1.40-2.32) for those with ≥ 3 MS, respectively. Compared with the middle-aged and elderly population without MS, the risk for impaired ADL increased by 30% ($HR=1.30$, 95%CI: 1.13-1.51), 54% ($HR=1.54$, 95%CI: 1.28-1.85) and 87% ($HR=1.87$, 95%CI: 1.45-2.41), respectively, in the middle-aged and elderly with one, two, and more than three components of MS, with a significant dose-response relationship that ADL impaired risks increased as the number of MS components increased ($P<0.001$). **Conclusions** Our findings suggested that MS is a risk factor for ADL impairment in middle-aged and elderly population in China. Prevention and early intervention of obesity, hypertension, hyperlipemia, diabetes and metabolic syndrome could help to reduce or delay the incidence of ADL impairment.

【Key words】 Metabolic syndrome; Activities of daily living; Prospective cohort study

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2018YFC2000603)

随着第二次和第三次出生高峰形成的人口队列相继步入老年期,我国自 2000 年初步形成老年型年龄结构,人口老龄化程度将持续加剧,积极应对人口老龄化已成为国家战略。第七次全国人口普查公报,截至 2020 年 11 月 1 日全国 ≥ 60 岁老年人口为 2.64 亿人,占总人口比重高达 18.7%^[1],中国人口老龄化长期趋势预测分析,2035 年老年人口的总体规模将突破 4 亿人,相应比例接近 30%^[2],老年人口具有多种慢性疾病高发、致残率较高等特点。中老年人群日常生活活动能力 (activities of daily living, ADL) 受损及多种慢性疾病共患所致的失能不仅是我国面临的重要公共卫生问题,也是影响社会经济发展的重大需求问题,中老年人多种慢性疾病共患所致的失能对社会和家庭产生巨大的疾病负担和精神负担。研究表明,超重和(或)肥胖、高血压、血脂异常、高血糖等已成为增加人群疾病负担和影响人口健康预期寿命的重要危险因素^[3-8]。健康期望寿命 (active life expectancy, ALE) 即人们能维持良好 ADL 的年限。期望寿命以死亡为终点,而健康期望寿命以 ADL 丧失为终点。已有研究表明,高血压、高血糖、心脑血管病或多种慢性病共患均可增加老年人 ADL 受损风险^[9]。然而,以往关于代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 组分异常与 ADL 受损的研究较少,已有研究多为病例对照研究设计^[10-11],对于研究假设的支持力度存在局限性。因此,本研究利用 2011-2018 年中国健康与养老追踪调查 (China health and retirement

longitudinal study, CHARLS) 数据,采用前瞻性队列研究方法,探索 MS 组分异常及异常数目对中老年人群 ADL 受损的影响,目的是为 MS 的早期干预、预防或延缓中老年人 ADL 受损发生提供依据。

对象与方法

1. 数据来源:利用 2011-2018 年 CHARLS 数据^[12-13],探讨中老年人 MS 组分异常对其 ADL 受损的影响。CHARLS 是一项具有全国代表性的纵向追踪调查,于 2011 年开始基线调查,采用分层多阶段随机抽样方法,样本包括了 150 个县级单位,450 个村级单位。基线调查随机选择了 10 257 户适龄家庭,共 17 705 名被调查对象。每隔 2 年随访 1 次,采用计算机辅助的面对面访谈调查 (face-to-face computer-assisted personal interview)。本研究对象纳入标准:接受基线调查时受访者的年龄 ≥ 50 岁;基线调查时尚未出现 ADL 受损。

根据纳入标准基线筛选获得样本人群 12 519 人,剔除缺失值 2 849 人后,2011 年符合标准的基线样本人群为 9 670 人;2013 年第二次随访调查,将符合基线纳入标准的 856 名中老年人进入队列;2015 年第三次随访调查,将符合基线纳入标准的 176 名中老年人进入队列,构建动态队列,2018 年为观察终点,队列内有效样本为 10 702 人,发生 ADL 结局事件的中老年人为 1 011 人。队列人群随访流程见图 1。

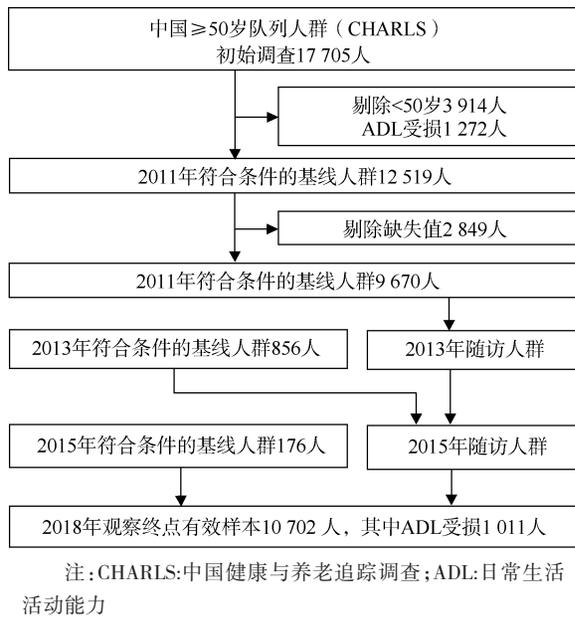


图1 队列人群随访流程图

三次基线调查中累计删除含缺失值的样本共 3 598 人,其中因无法获得 BMI 指标而剔除的人数为 3 177 人,将其他主要暴露因素和是否参与体检纳入 logit 回归分析,获得年龄($\beta_1=0.35, \beta_2=0.21$)、性别($\beta=0.16$)、是否患有高血压($\beta=0.01$)、是否血脂异常($\beta=-0.31$)、是否患有高血糖($\beta=-0.01$),检验结果表明选择偏倚的可能性较小。

2. 基线调查:采用前瞻性队列研究方法,根据中华医学会糖尿病学分会建议的 MS 高危人群^[14],以 CHARLS 2011 年调查数据中尚未发生 ADL 受损的 ≥ 50 岁中老年人作为初始基线人群,将 2013 年和 2015 年随访调查时新加入、且未发生 ADL 受损的 ≥ 50 岁中老年人均作为基线人群。调查内容包括:人口学因素(年龄、性别、民族、婚姻状况),生活方式(饮酒、吸烟),社会经济状况(城乡、文化程度),MS 及其组分,以及其他慢性疾病患病情况(是否患县级以上医院诊断的关节炎、风湿病、认知障碍、帕金森综合征、心脏病、脑卒中、呼吸系统疾病及肾脏疾病)。

MS 及其组分作为主要研究因素的处理:

(1)MS 的诊断标准:根据中华医学会糖尿病学分会(CDS)建议^[14],MS 诊断标准,以超重和(或)肥胖、高血糖、高血压及血脂异常作为 MS 诊断的主要组分:患有 ≥ 3 种上述组分即诊断为患有 MS。其中按照 CDS 建议超重和(或)肥胖 BMI(kg/m^2)的分割点为 $\geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$,指标根据问卷中体检数据计算 BMI;是否患有高血糖、高血压及血脂异常取决于受访者是否有被医生确诊的经历,有效减少漏报和误报。

(2)MS 组分异常:将超重/肥胖、高血压、血脂异常及高血糖进行多种组合,以没有 MS 组合异常为参照组,将 1 种 MS 组分异常、超重/肥胖+1 种 MS 组分异常、高血压+血脂异常、高血压+高血糖、血脂异常+高血糖、 ≥ 3 种组分异常(即 MS),分析组分异常与 ADL 受损风险的关联。按照没有 MS 组分异常、1 种、2 种和 ≥ 3 种 MS 组分异常分为 4 个亚组,分析 MS 组分异常数目与 ADL 发生风险的关联。

3. 随访调查:CHARLS 分别于 2013、2015 和 2018 年对该队列人群中的 ADL 受损结局进行随访。随访调查内容:①ADL 受损的界定依照中文版 Barthel 指数进行评估^[15],评定的量表共 10 个项目(进食、床椅移动、如厕、洗澡、平地行走、穿衣、修饰、上下楼、大、小便控制),每项根据完全依赖他人、需要帮助、完全自理得分 0~15 分不等,满分 100 分,未达满分者视为 ADL 受损。Barthel 指数是目前世界上应用最广、信度效度较佳的个人日常生活能力量表,中文版的 Barthel 指数重测信度和评定者间信度佳,内部一致性好;具有较好的结构效度、预测效度。②随访人年数计算:从 2011、2013、2015 年的基线调查开始至队列人群发生了 ADL 受损结局事件、失访或至 2018 年最后一次随访为止。随访过程中失访、2018 年最后一次随访未发生 ADL 受损的样本标记为删失。

4. 统计学方法:以队列人群 MS 组分异常人年数作为分母,以每个亚组的 ADL 受损人数作为分子,计算 MS 组分异常组的 ADL 受损的发病密度;使用频数、百分比对各变量分布情况进行描述;使用生存分析 log-rank 检验各暴露因素在 ADL 受损和未受损之间的差异;采用 Cox 比例风险回归模型估计中老年人 MS 组分异常和异常数目对其 ADL 受损风险的影响,并绘制每个亚组的 HR 值及 95%CI 剂量-反应关系图。统计分析应用 R 4.0.2 软件^[16]。

结 果

1. 随访情况:最终纳入分析的研究对象 10 702 人,研究人群共随访 59 795 人年,其中最短随访时间 2 年,最长随访时间 7 年,随访期间共有 1 011 人出现 ADL 受损,发病密度为 16.91/1 000 人年。

2. 人口学特征及基线暴露因素描述:10 702 名研究对象中,ADL 未受损和受损的人群分别是 9 691 人和 1 011 人,log-rank 检验各暴露因素在 ADL 受损和未受损之间的差异,结果显示,年龄、性

别、文化程度、婚姻状况、城乡、饮酒、患关节炎/风湿病、心脑血管疾病、认知障碍/帕金森综合征、肾脏疾病、呼吸系统疾病、MS 组分异常的种类及异常数目在两组之间差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。见表 1。

3. MS 组分异常与 ADL 受损风险关联的 Cox 回归分析: 分析结果显示, 调整了年龄、性别、文化程度、婚姻状况、城乡、饮酒、关节炎/风湿病、认知障碍/帕金森综合征、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、肾脏疾病影响后, 与没有 MS 组分异常的中老年人比较, 1 种 MS 组分异常、血脂异常合并高血糖、超重/肥胖合并 1 种 MS 组分异常、高血压合并血脂异常、高血压合并高血糖和 ≥ 3 种 MS 组分异常分别是没有 MS 组分异常中老年人发生 ADL 风险的 1.29、1.32、1.78、2.48、3.51 和 1.80 倍(表 2 和图 2)。

4. MS 组分异常数目与 ADL 受损风险的 Cox 回归分析: 调整年龄、性别、文化程度、婚姻状况、城乡、饮酒、关节炎/风湿病、认知障碍/帕金森综合征、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、肾脏疾病混杂影响后, 与没有 MS 组分异常的中老年人比较, 1、2 和 ≥ 3 种组分异常可使中老年人 ADL 受损风险分别增加 30% ($HR=1.30$, $95\%CI: 1.13\sim 1.51$)、54% ($HR=1.54$, $95\%CI: 1.28\sim 1.85$) 和 87% ($HR=1.87$, $95\%CI: 1.45\sim 2.41$); 随着 MS 组分异常数目的增加, 中老年人 ADL 受损风险随之升高, 并存在剂量-反应关系(分段线性回归系数=183.76, $\chi^2=44.40$, $P < 0.001$) (表 3 和图 3)。

讨 论

本研究利用具有全国代表性、较大样本量的 CHARLS 数据, 采用前瞻性队列研究方法, 探讨中国 ≥ 50 岁中老年人群不同 MS 组分异常及异常数目对于 ADL 受损风险的影响。研究发现, MS 组分异常者发生 ADL 受损总的发病密度为 16.91/1 000 人年, 1 种 MS 组分异常、2 种组分异常和 ≥ 3 种组分异常 (MS) 的中老年人 ADL 受损的发病密度分别为 18.28/1 000 人年、22.82/1 000 人年和 24.93/1 000 人年, 发病密度随着 MS 组分异常数目增加而升高。本研究发现, 随访 7 年 50~59 岁和 ≥ 60 岁老年人的 ADL 发生率分别为 5.0% 和 13.1%, 其中 ≥ 60 岁老年人的 ADL 发生率高于中国老年人群随访 2 年的 ADL 受损发生率 (12.0%)^[17]。本研究 50~59 岁人群的 ADL 受损发生率高达 5.0%, 该年龄段是即将进

表 1 中老年人人口学特征及基线人群暴露因素

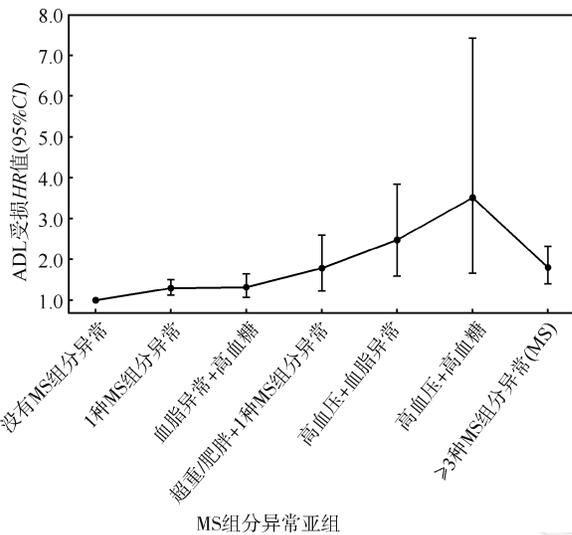
暴露因素	ADL 未受损 (9 691 人, %)	ADL 受损 (1 011 人, %)	χ^2 值	P 值
年龄组 (岁)			576.75	<0.001
50~	4 585 (95.0)	241 (5.0)		
60~	3 511 (90.7)	358 (9.3)		
≥ 70	1 595 (79.5)	412 (20.5)		
性别			20.67	<0.001
男	4 867 (92.0)	424 (8.0)		
女	4 824 (89.2)	587 (10.8)		
文化程度			149.65	<0.001
文盲	2 802 (86.2)	449 (13.8)		
小学	4 082 (90.6)	424 (9.4)		
初中及以上	2 807 (95.3)	138 (4.7)		
婚姻状况			50.19	<0.001
有配偶	7 950 (91.3)	758 (8.7)		
丧偶/离异/未婚	1 741 (87.3)	253 (12.7)		
城乡			5.64	0.020
农村	7 538 (89.9)	844 (10.1)		
城镇	2 153 (92.8)	167 (7.2)		
饮酒			31.84	<0.001
否	6 337 (89.4)	751 (10.6)		
是	3 354 (92.8)	260 (7.2)		
吸烟			0.08	0.800
是	3 950 (90.6)	412 (9.4)		
否	5 741 (90.6)	599 (9.4)		
消化系统疾病			3.69	0.050
是	2 146 (89.5)	251 (10.5)		
否	7 545 (90.8)	760 (9.2)		
关节炎/风湿病			25.72	<0.001
有	3 240 (88.4)	424 (11.6)		
无	6 460 (91.7)	587 (8.3)		
心脑血管疾病			43.53	<0.001
否	8 335 (91.2)	806 (8.8)		
是	1 356 (86.9)	205 (13.1)		
认知障碍/帕金森综合征			31.65	<0.001
有	112 (81.2)	26 (18.8)		
无	9 579 (90.7)	985 (9.3)		
肾脏疾病			7.07	0.008
有	592 (88.0)	81 (12.0)		
无	9 099 (90.7)	930 (9.3)		
呼吸系统疾病			56.42	<0.001
无	8 401 (91.3)	800 (8.7)		
有	1 290 (85.9)	211 (14.1)		
MS 组分异常			79.56	<0.001
没有 MS 组分异常	5 160 (92.0)	450 (8.0)		
1 种 MS 组分异常	2 834 (89.9)	318 (10.1)		
高血压+血脂异常	147 (83.1)	30 (16.9)		
高血压+高血糖	68 (76.4)	21 (23.6)		
血脂异常+高血糖	32 (82.1)	7 (17.9)		
超重/肥胖+1 种 MS 组分异常	952 (89.7)	109 (10.3)		
≥ 3 种 MS 组分异常 (MS)	498 (86.8)	76 (13.2)		
MS 组分异常数			48.45	<0.001
0	5 160 (92.0)	450 (8.0)		
1	2 834 (89.9)	318 (10.1)		
2	1 199 (87.8)	167 (12.2)		
≥ 3 (MS)	498 (86.8)	76 (13.2)		

注: ADL: 日常生活活动能力

表2 中老年人代谢综合征组分异常与日常生活活动能力受损风险的Cox回归分析

MS组分异常	随访人年	日常生活活动能力受损人数	发病密度(/1 000人年)	aHR值(95%CI)
没有MS组分异常	32 031	450	14.05	1.00
1种MS组分异常	17 398	318	18.28	1.29(1.12~1.50)
血脂异常+高血糖	5 764	109	18.91	1.32(1.07~1.64)
超重/肥胖+1种MS组分异常	926	30	32.40	1.78(1.22~2.59)
高血压+血脂异常	440	21	47.73	2.48(1.59~3.85)
高血压+高血糖	187	7	37.43	3.51(1.66~7.43)
≥3种MS组分异常(MS)	3 049	76	24.93	1.80(1.40~2.32)
合计	59 795	1 011	16.91	

注: aHR值:调整年龄、性别、城乡、婚姻状况、文化程度、饮酒、关节炎/风湿病、认知障碍/帕金森综合征、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、肾脏疾病



注: ADL:日常生活活动能力

图2 代谢综合征组分异常亚组与日常生活活动能力受损风险关联

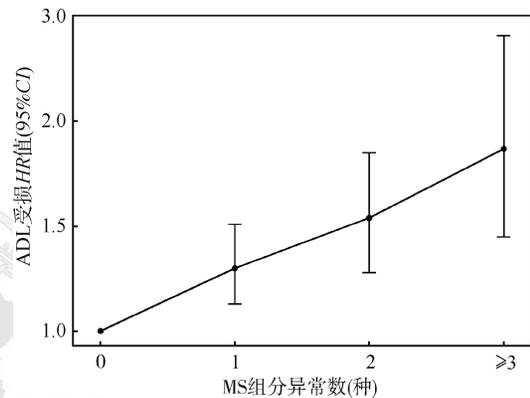
表3 中老年人代谢综合征组分异常数与日常生活活动能力受损风险的Cox回归分析

MS组分异常数	随访人年	日常生活活动能力受损人数	发病密度(/1 000人年)	aHR值(95%CI)
0	32 031	450	14.05	1.00
1	17 398	318	18.28	1.30(1.13~1.51)
2	7 317	167	22.82	1.54(1.28~1.85)
≥3	3 049	76	24.93	1.87(1.45~2.41)

注: aHR值:调整年龄、性别、城乡、婚姻状况、文化程度、饮酒、关节炎/风湿病、认知障碍/帕金森综合征、心脑血管疾病、呼吸系统疾病、肾脏疾病

入老龄化前期的人群,是MS组分异常的易感人群和可能发生ADL受损的高危人群。

与没有MS组分异常的中老年人比较,1、2和≥3种MS组分异常可使中老年人ADL受损风险分别增加30%、54%和87%,随着MS组分异常数目的增加,ADL受损风险随之升高,并存在剂量-反应关



注: ADL:日常生活活动能力

图3 代谢综合征组分异常数与日常生活活动能力受损风险关联

系。本研究结果与两项CLHLS研究结果一致,一项关于高血压与ADL受损关联的队列研究显示,≥65岁老年人暴露于高血压合并1种和≥2种慢病可使ADL受损风险分别增加42%和54%,并且存在剂量-反应关系^[18];另一项CLHLS队列研究显示,≥65岁老年人暴露于高血压和高血糖发生ADL受损风险分别增加25%和59%^[19]。由此可见,针对患有高血压、血脂异常、高血糖及MS的中老年人群进行早期干预,可以有效降低ADL发生。

本研究发现,中老年人MS组分异常可使其ADL受损风险增加87%,随着第二次和第三次出生高峰形成的出生人口队列相继步入老年期,我国人口老龄化程度将持续加剧,2020年全国≥60岁中国老年人口已达到2.64亿人^[1],中国老年人群MS患病率为36.9%^[20],依此推测,老年人群患MS人数接近1亿。因此,中老年人群因患MS所致的ADL受损将对公共卫生产生重大影响。

MS是以超重和(或)肥胖、糖代谢异常、高血压和血脂异常等多种代谢性疾病组成的临床症候群^[19]。MS是心脑血管疾病和高血糖相关危险因素的

综合体。MS 可以增加心血管疾病及死亡风险^[21], 不仅影响心血管结构和功能, 也影响大脑功能^[21-22]。本研究分析了 MS 组分异常的多种组合与 ADL 受损风险的关联, Cox 回归分析结果显示, 血脂异常合并高血糖、超重/肥胖合并 1 种 MS 组分异常、高血压合并血脂异常、高血压合并高血糖中老年人的 ADL 受损风险分别是没有 MS 组分异常中老年人的 1.32、1.78、2.48 和 3.51 倍, 可见高血压合并血脂异常、高血压合并高血糖的两类暴露对 ADL 受损风险的影响较大, 提示对于高血压、血脂异常、高血糖中的早期干预有利于降低 ADL 受损发生率。以往大量研究表明, 高血糖与心血管疾病具有多种共同的危险因素^[23-24], MS 具备心血管病相关的 5 个重要危险因素中的至少 3 个危险因素。MS 作为心血管疾病和高血糖相关危险因素的复杂症候群, 与动脉粥样硬化存在关联^[25], 而动脉粥样硬化又与血管内皮功能损伤所致的行走功能丧失有关^[26]。高血糖可发展为糖尿病型的外周神经病变, 进而影响手足运动功能, MS 可以通过慢性炎症和血管老化导致 ADL 受损^[24, 27]。因此, MS 既是一个公共卫生问题, 也是一个临床问题, MS 是可预防和改变的, 在公共卫生领域, 必须重视改变公众的生活方式, 以减少肥胖、增加体力活动、控制血压和血脂, 倡导健康的生活方式和合理的膳食可以有效预防糖尿病和心血管疾病的发生^[21, 28], 从而降低 ADL 受损发生率。

本研究利用 2011-2018 年 CHARLS 数据, 构建中老年人前瞻性队列数据库, 以 2011 年作为基线人群, 在 2013、2015 年随访同时, 将新进入队列符合基线条件的中老年人纳入到分析样本中, 并剔除 3 次基线人群中已发生 ADL 结局的人群, 在研究设计上保证了因果时序的合理性。因此, 与以往病例对照研究比较, MS 组分异常发生在前, ADL 受损结局发生在后, 时间顺序明确, 具有较强的支持研究假设的证据力; 将 MS 组分异常数目按照 0、1、2 和 ≥ 3 种剂量-反应关系分析, 经趋势 χ^2 检验具有统计学意义, 增强了判断 MS 组分异常与 ADL 受损结局之间因果关联的证据力。然而, 本研究存在一定的局限性, 由于部分基线中老年人未参加体检, 用于界定 MS 组分异常的数据缺失, 但在统计分析前将主要暴露因素和是否参与体检纳入 logit 回归, 检验结果表明选择偏倚的可能性较小。该局限性有待今后在已有分析基础上, 补充 CHARLS 后续的最新随访数据, 扩大队列人群样本进一步验证。

综上所述, 中老年人超重/肥胖、高血糖、高血压、血脂异常, 特别是 MS 是中老年人发生 ADL 受损的重要危险因素, 针对即将进入老年前期的人群, 开展 MS 的早期干预, 对于预防或延缓中老年人 ADL 受损发生、提高人口健康预期寿命具有重要的公共卫生学意义。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢中国健康与养老追踪调查 (CHARLS) 项目组提供数据支持

作者贡献声明 裴赫铭: 分析统计数据、论文撰写; 张雅璐、李佳佳、武继磊、刘尚君: 研究指导、论文修改; 陈功: 实验设计、研究指导

参 考 文 献

- [1] 国家统计局国务院第七次全国人口普查领导小组办公室. 第七次全国人口普查公报(第五号)——人口年龄构成情况 [EB/OL]. (2021-05-11). http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202105/t20210510_1817181.html. Office of the Leading Group for the Seventh National Census of the State Council, National Bureau of Statistics. Bulletin of the seventh national census (No.5)—population age composition [EB/OL]. (2021-05-11). http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202105/t20210510_1817181.html.
- [2] 杜鹏, 李龙. 新时代中国人口老龄化长期趋势预测[J]. 中国人民大学学报, 2021, 35(1):96-109. DOI: 10.3969/j.issn.1000-5420.2021.01.010.
Du P, Li L. Long-term trends projection of China's population aging in the new era[J]. J Renmin Univ China, 2021, 35(1):96-109. DOI: 10.3969/j.issn.1000-5420.2021.01.010.
- [3] Wubishet BL, Byles JE, Harris ML, et al. Impact of diabetes on life and healthy life expectancy among older women[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2021, 76(5):914-921. DOI: 10.1093/gerona/glaa172.
- [4] Magliano DJ, Chen L, Islam RM, et al. Trends in the incidence of diagnosed diabetes: a multicountry analysis of aggregate data from 22 million diagnoses in high-income and middle-income settings[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9(4):203-211. DOI: 10.1016/S2213-8587(20)30402-2.
- [5] Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study[J]. Lancet, 2012, 380(9859): 2224-2260. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8.
- [6] Forouzanfar MH, Liu P, Roth GA, et al. Global burden of hypertension and systolic blood pressure of at least 110 to 115 mmHg, 1990-2015[J]. JAMA, 2017, 317(2): 165-182. DOI: 10.1001/jama.2016.19043.
- [7] Li YP, Schoufour J, Wang DD, et al. Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: prospective cohort study[J]. BMJ, 2020, 368:l6669. DOI: 10.1136/bmj.l6669.
- [8] 徐晓慧, 杨静, 王黎君, 等. 2017 年中国人群高血糖低密度脂蛋白胆固醇归因疾病负担研究[J]. 中华流行病学杂志,

- 2020, 41(6): 839-844. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20191205-00861.
- Xu XH, Yang J, Wang LJ, et al. Burden of disease attributed to high level serum low-density lipoprotein cholesterol in China in 2017[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(6):839-844. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20191205-00861.
- [9] 李正禹, 武继磊, 李李佳, 等. 慢性病对中国 65 岁以上老年人日常生活能力影响的队列研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(1): 33-40. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.01.008.
- Li ZY, Wu JL, Li JJ, et al. A cohort study on the influence of the chronic diseases on activities of daily living of the elderly aged 65 years and over in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(1): 33-40. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.01.008.
- [10] Yang M, Xu HY, Yang L, et al. Metabolic syndrome and disability in Chinese nonagenarians and centenarians[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2018, 30(8):943-949. DOI:10.1007/s40520-017-0877-6.
- [11] Liaw FY, Kao TW, Wu LW, et al. Components of metabolic syndrome and the risk of disability among the elderly population[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 22750. DOI: 10.1038/srep22750.
- [12] Zhao YH, Hu YS, Smith JP, et al. Cohort profile: the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) [J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(1): 61-68. DOI: 10.1093/ije/dys203.
- [13] Chen XX, Crimmins E, Hu PF, et al. Venous Blood-based biomarkers in the China Health and retirement longitudinal study: rationale, design, and results from the 2015 wave[J]. *Am J Epidemiol*, 2019, 188(11):1871-1877. DOI:10.1093/aje/kwz170.
- [14] 中华医学会糖尿病学分会代谢综合征研究协作组. 中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的建议[J]. *中华糖尿病杂志*, 2004, 12(3):156-161. DOI:10.3321/j.issn:1006-6187.2004.03.002.
- Chinese Medical Association Diabetes Research Association Collaboration Group. The Chinese Medical Association Diabetes Association's recommendations on metabolic syndrome[J]. *Chin J Diabet*, 2004, 12(3): 156-161. DOI:10.3321/j.issn:1006-6187.2004.03.002.
- [15] Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel Index[J]. *Md State Med J*, 1965, 14:61-65.
- [16] R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing[R]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.
- [17] 齐士格, 王志会, 王丽敏, 等. 中国城乡老年人群两年内日常生活活动能力受损发生情况及影响因素[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(3): 272-276. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.03.004.
- Qi SG, Wang ZH, Wang LM, et al. Incidence of activities of daily living disability and related factors in community-dwelling older adults in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(3):272-276. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.03.004.
- [18] 李正禹, 李李佳, 陈功, 等. 高血压对老年人日常生活能力影响的队列研究[J]. *中华高血压杂志*, 2019, 27(10): 958-963. DOI:10.3760/cma.j.cnki.1673-7245.2019.10.015.
- Li ZY, Li JJ, Chen G, et al. Effect of hypertension on activities of daily living in Chinese elderly population: a cohort study[J]. *Chin J Hypertens*, 2019, 27(10):958-963. DOI:10.3760/cma.j.cnki.1673-7245.2019.10.015.
- [19] Li ZH, Lv YB, Kraus VB, et al. Trends in the incidence of activities of daily living disability among Chinese older adults from 2002 to 2014[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2020, 75(11):2113-2118. DOI:10.1093/Gerona/glz221.
- [20] 闫慧敏, 张梅, 张笑, 等. 中国老年人代谢综合征流行特征及其影响因素研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(3): 284-289. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.03.006.
- Yan HM, Zhang M, Zhang X, et al. Study of epidemiological characteristics of metabolic syndrome and influencing factors in elderly people in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(3):284-289. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.03.006.
- [21] Scuteri A, Najjar SS, Morrell CH, et al. The metabolic syndrome in older individuals: prevalence and prediction of cardiovascular events: the Cardiovascular Health Study [J]. *Diabetes Care*, 2005, 28(4): 882-887. DOI: 10.2337/diacare.28.4.882.
- [22] Saeed S, Waje-Andreassen U, Nilsson PM. The association of the metabolic syndrome with target organ damage: focus on the heart, brain, and central arteries[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2020, 18(9):601-614. DOI:10.1080/14779072.2020.1807327.
- [23] Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity[J]. *Circulation*, 2009, 120(16): 1640-1645. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
- [24] Buchmann N, Nikolov J, Spira D, et al. Identifying sarcopenia in metabolic syndrome: data from the berlin aging study II [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2016, 71(2):265-272. DOI:10.1093/gerona/glv089.
- [25] Scuteri A, Orru M, Morrell C, et al. Independent and additive effects of cytokine patterns and the metabolic syndrome on arterial aging in the SardiNIA Study[J]. *Atherosclerosis*, 2011, 215(2): 459-464. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2010.12.023.
- [26] Grenon SM, Chong KR, Alley H, et al. Walking disability in patients with peripheral artery disease is associated with arterial endothelial function[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(4): 1025-1034. DOI:10.1016/j.jvs.2013.10.084.
- [27] Win MMTMW, Fukai K, Nyunt HH, et al. Prevalence of peripheral neuropathy and its impact on activities of daily living in people with type 2 diabetes mellitus[J]. *Nurs Health Sci*, 2019, 21(4):445-453. DOI:10.1111/nhs.12618.
- [28] Gao M, Lv J, Yu CQ, et al. Metabolically healthy obesity, transition to unhealthy metabolic status, and vascular disease in Chinese adults: A cohort study[J]. *PLoS Med*, 2020, 17(10):1-19. DOI:10.1371/journal.pmed.1003351.