

# 中国 10 个地区老年人长寿影响因素的前瞻性队列研究

李烁宇<sup>1</sup> 张艺倩<sup>1</sup> 肖梦<sup>1</sup> 孙点剑<sup>1,2,3</sup> 余灿清<sup>1,2,3</sup> 王月清<sup>1</sup> 裴培<sup>2</sup> 陈君石<sup>4</sup>  
陈铮鸣<sup>5</sup> 李立明<sup>1,2,3</sup> 吕筠<sup>1,2,3</sup> 代表中国慢性病前瞻性研究项目协作组

<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,北京 100191;<sup>2</sup>北京大学公众健康与重大疫情防控战略研究中心,北京 100191;<sup>3</sup>重大疾病流行病学教育部重点实验室(北京大学),北京 100191;<sup>4</sup>国家食品安全风险评估中心,北京 100022;<sup>5</sup>牛津大学临床与流行病学研究中心纳菲尔德人群健康系,牛津 OX3 7LF

通信作者:吕筠,Email:lvjun@bjmu.edu.cn

**【摘要】目的** 分析影响中国人群长寿的社会人口学特征和生活方式相关因素。**方法** 基于中国慢性病前瞻性研究(CKB),排除 1938 年 12 月 31 日之后出生者,纳入分析 51 870 人,将达到年龄定义为研究对象在随访期间死亡时的年龄或截至 2018 年 12 月 31 日的年龄,根据到达年龄对研究对象进行分组:非长寿组(80 岁以前死亡)和长寿组(到达年龄 $\geq$ 80 岁),长寿组进一步分组为长寿但死亡、长寿且存活。社会人口学和生活方式信息为 2004–2008 年基线调查时采集。采用无序多分类 logistic 回归模型分析暴露因素与结局的关联,以非长寿组为参照组。**结果** 纳入分析的 51 870 人的基线年龄范围为 65–79 岁,经过(10.2 $\pm$ 3.5)年的随访,38 841 人长寿,其中 30 354 人存活。以男性、农村人群、非在婚者、家庭年收入 $<$ 10 000 元者和小学及以下文化程度者为参照,女性、城市人群、在婚者、家庭年收入 $\geq$ 20 000 元者、大专及以上学历文化程度者长寿且存活的 OR 值(95%CI)分别为 1.68(1.58–1.78)、1.69(1.61–1.78)、1.15(1.10–1.21)、1.44(1.36–1.53)和 1.32(1.19–1.48)。对于生活方式相关因素,总体力活动水平每增加 4 MET-h/d,长寿且存活的 OR 值(95%CI)为 1.09(1.08–1.10)。分别以从不或偶尔吸烟者、非每周饮酒者、正常体重者(BMI 18.5–23.9 kg/m<sup>2</sup>)和腰围 $<$ 85 cm(男性)/ $<$ 80 cm(女性)者为参照组,吸烟或因病戒烟者中每日吸烟 $\geq$ 20 支者长寿且存活的 OR 值(95%CI)为 0.64(0.60–0.69),每周但非每日饮酒者和每日纯酒精摄入量 $<$ 30 g 者为 1.29(1.14–1.46)和 1.13(1.01–1.26),低体重、超重和肥胖者依次为 0.56(0.52–0.61)、1.27(1.19–1.36)和 1.23(1.11–1.36),中心性肥胖者为 0.86(0.79–0.93)。进一步按腰围进行分层分析,腰围 $<$ 85 cm(男性)/ $<$ 80 cm(女性)者中,BMI 每增加 5 kg/m<sup>2</sup>,长寿且存活的 OR 值(95%CI)为 1.80(1.69–1.92);而在腰围 $\geq$ 85 cm(男性)/ $\geq$ 80 cm(女性)者中,对应的 OR 值(95%CI)为 1.02(0.96–1.08),两层关联效应值差异有统计学意义(交互检验 $P<$ 0.001)。**结论** 本研究发现女性、在婚者、高社会经济水平者、文化程度较高者以及生活方式健康者更有可能长寿。

**【关键词】** 长寿; 生活方式; 影响因素; 队列研究; 中国人

**基金项目:**中国工程院 2022 年战略研究与咨询项目(2022-XBZD-30-3);国家自然科学基金(82192904,82192901,82192900,81941018)

## A prospective cohort study of factors associated with longevity in older adults in 10 areas of China

Li Shuoyu<sup>1</sup>, Zhang Yiqian<sup>1</sup>, Xiao Meng<sup>1</sup>, Sun Dianjian<sup>1,2,3</sup>, Yu Canqing<sup>1,2,3</sup>, Wang Yueqing<sup>1</sup>, Pei Pei<sup>2</sup>, Chen Junshi<sup>4</sup>, Chen Zhengming<sup>5</sup>, Li Liming<sup>1,2,3</sup>, Lyu Jun<sup>1,2,3</sup>, for the China Kadoorie Biobank Collaborative Group

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230724-00035

收稿日期 2023-07-24 本文编辑 万玉立

引用格式:李烁宇,张艺倩,肖梦,等.中国 10 个地区老年人长寿影响因素的前瞻性队列研究[J].中华流行病学杂志,2024,45(1):26-34. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230724-00035.

Li SY, Zhang YQ, Xiao M, et al. A prospective cohort study of factors associated with longevity in older adults in 10 areas of China[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(1):26-34. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230724-00035.



<sup>1</sup>Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China; <sup>2</sup>Peking University Center for Public Health and Epidemic Preparedness & Response, Beijing 100191, China; <sup>3</sup>Key Laboratory of Epidemiology of Major Diseases (Peking University), Ministry of Education, Beijing 100191, China; <sup>4</sup>China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China; <sup>5</sup>Clinical Trial Service Unit and Epidemiological Studies Unit, Nuffield Department of Population Health, University of Oxford, Oxford OX3 7LF, United Kingdom

Corresponding author: Lyu Jun, Email: lvjun@bjmu.edu.cn

**【 Abstract 】 Objective** To evaluate the associations of sociodemographic characteristics and lifestyle factors with longevity status in older adults in China. **Methods** After excluding those born after 31<sup>st</sup> December 1938, a total of 51 870 older adults from the China Kadoorie Biobank (CKB) were included. The attained age was defined according to the survival age or age on 31<sup>st</sup> December 2018. According to the attained age, the old persons were categorized into non-longevity (died before age 80 years) and longevity (attained age  $\geq 80$  years). The longevity group was further divided into two groups: longevity with death occurring before 2019, and longevity and survival to 2019. The information about socio-demographic characteristics and lifestyles was collected at the 2004-2008 baseline survey. Multinomial logistic regression models were used to analyze the associations between exposure factors and outcomes by taking the non-longevity group as the reference group. **Results** A total of 51 870 older adults aged 65-79 years in the baseline survey were included for analysis. During a follow-up for (10.2 $\pm$ 3.5) years, 38 841 participants were longevity, and 30 354 participants still survived at the end of 2018. Compared to men, rural populations, non-married individuals, those with an annual household income of less than 10 000 yuan, and those with education levels of primary school or below, the adjusted *ORs*(95%*CI*) for longevity and survival to 2019 in women, urban residents, married individuals, those with annual household incomes  $\geq 20$  000 yuan, and those with education levels of college or university were 1.68 (1.58-1.78), 1.69 (1.61-1.78), 1.15 (1.10-1.21), 1.44 (1.36-1.53), and 1.32 (1.19-1.48), respectively. The *OR* (95%*CI*) for longevity and survival to 2019 was 1.09 (1.08-1.10) for those with an increase of 4 MET-hour/day in total physical activity level. With those who never or almost never smoked, had no alcohol drinking every week, had normal weight (BMI: 18.5-23.9 kg/m<sup>2</sup>), and WC <85 cm (man)/<80 cm (woman) as the reference groups, the *ORs*(95%*CI*) of longevity and survival to 2019 were 0.64 (0.60-0.69) for those smoking  $\geq 20$  cigarettes per day, 1.29 (1.14-1.46) for those with alcohol drinking every week, 1.13 (1.01-1.26) for those with pure alcohol drinking <30 g per day, 0.56 (0.52-0.61) for those being underweight, 1.27 (1.19-1.36) for those being overweight, 1.23 (1.11-1.36) for those with obesity, and 0.86 (0.79-0.93) for those with central obesity. Further stratified analysis by WC was performed. In the older adults with WC <85 cm (man)/<80 cm (woman), the *ORs* (95%*CI*) of longevity and survival was 1.80 (1.69-1.92) for those with each 5 kg/m<sup>2</sup> increase in BMI and 1.02 (0.96-1.08) for those with WC  $\geq 85$  cm (man)/ $\geq 80$  cm (woman). There was a statistically significant difference in the association between BMI and longevity between the two WC groups (interaction test  $P < 0.001$ ). **Conclusion** This study showed that women, the married, those with higher socioeconomic status and education level, and those with healthy lifestyles were more likely to achieve longevity.

**【 Key words 】** Longevity; Lifestyle factor; Risk factor; Cohort study; Chinese

**Fund programs:** 2022 Strategic Research and Consulting Project of Chinese Academy of Engineering (2022-XBZD-30-3); National Natural Science Foundation of China (82192904, 82192901, 82192900, 81941018)

随着社会经济的发展和医疗水平的提升,我国居民健康水平持续提高,2015 年人均预期寿命已达 76.34 岁。2016 年《“健康中国 2030”规划纲要》中要求持续提升人民健康水平,进一步降低重大慢性病过早死亡率,到 2030 年人均预期寿命达到 79.0 岁。已有研究证据显示,健康的生活方式,如不吸烟、适量饮酒、积极的体力活动、保持健康的体重和体型等与成年人死亡风险降低相关<sup>[1-2]</sup>。既往

研究中也经常能观察到老年人中生活方式危险因素与死亡的关联强度要弱于中年人,即在老年人中生活方式危险因素的相对影响减弱。而已开展的长寿相关因素的研究更多关注遗传基因、生物学因素、社会和心理健康因素、营养等<sup>[3]</sup>。在老年人中生活方式相关因素对实现长寿有何影响,仍然需要更多来自中国人群的研究证据。本研究拟利用中国慢性病前瞻性研究(China Kadoorie Biobank,

CKB)在 10 个项目地区的基线调查和长期随访数据探究可能影响中国人群长寿的社会人口学和生活方式因素。

## 对象与方法

1. 研究对象:CKB 项目依据地区的经济发展水平、慢性病流行和危险因素暴露情况等从全国选定 5 个城市和 5 个农村地区。基线调查于 2004–2008 年进行,募集研究对象 512 723 人。基线调查后对所有研究对象的死亡、发病和住院事件进行长期随访。项目具体设计参见文献[4-5]。本研究的研究对象为截至 2018 年 12 月 31 日有可能活到 80 岁者,即排除 1938 年 12 月 31 日之后出生者 460 504 人,余 52 219 人。在此基础上,排除长期随访过程中失访者( $n=348$ )、基线 BMI 缺失者( $n=1$ )。最终纳入分析 51 870 人,其中男性 25 193 人,女性 26 677 人。

2. 研究内容:基线调查时,由经过统一培训的调查员通过面对面的问卷调查获得研究对象的一般社会人口学特征(年龄、性别、婚姻状况、文化程度、家庭年收入)、个人生活方式(饮酒状况、吸烟状况、总体力活动水平)、疾病史(高血压、糖尿病、脑卒中、心脏病、慢性支气管炎/肺气肿/肺心病、恶性肿瘤)及用药等信息。身高、体重、腰围、血压、肺功能等由调查员使用统一购置的测量工具按照标准调查手册测量<sup>[6-8]</sup>。基线调查时对每名研究对象采集血标本,不要求采血前禁食或空腹,但记录最近一次进食时间,现场取微量血标本采用 SureStep Plus 强生稳步倍加型血糖仪测量血糖。

生活方式因素的调查问题、计算或转换、分组方法详见文献[9-11]。BMI 的计算及其与腰围的分组参考我国卫生行业标准<sup>[12]</sup>,将研究对象分为体重过低( $<18.5 \text{ kg/m}^2$ )、体重正常( $18.5\sim 23.9 \text{ kg/m}^2$ )、超重( $24.0\sim 27.9 \text{ kg/m}^2$ )和肥胖( $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ ),以及中心性肥胖为男性腰围 $\geq 90 \text{ cm}$ 或女性腰围 $\geq 85 \text{ cm}$ 。高血压患者的判定标准:基线自报有医生诊断的高血压,或基线体格检查时 SBP $\geq 140 \text{ mmHg}$ ( $1 \text{ mmHg}=0.133 \text{ kPa}$ )和/或 DBP $\geq 90 \text{ mmHg}$ ,或正在接受降压治疗。糖尿病患者的判定标准:基线自报有医生诊断的糖尿病,或基线时测量的随机血糖 $\geq 11.1 \text{ mmol/L}$ 或 FPG $\geq 7.0 \text{ mmol/L}$ 。慢性阻塞性肺疾病患者的判定标准为基线自报患有慢性支气管炎/肺气肿/肺心病,或者基线体格检查肺功能满足第一秒用力呼气容积/用力肺活量 $<0.7$ 。

在队列的长期随访过程中,项目通过当地的死亡监测系统获取研究对象的死亡原因和死亡日期。死因采用《国际疾病分类》第十版进行统一编码。本研究根据根本死因定义死亡结局:缺血性心脏病(I20~I25)、脑血管病(I60~I69)、恶性肿瘤(C00~C97)、呼吸系统疾病(J00~J99)、其他死因。

本研究将到达年龄定义为研究对象在随访期间死亡时的年龄或截至 2018 年 12 月 31 日的年龄。2018 年我国人均期望寿命为 77.2 岁,男性为 74.8 岁,女性为 79.9 岁<sup>[13]</sup>。本研究中根据到达年龄是否达到 80 岁将研究对象分为两组:长寿(到达年龄 $\geq 80$ 岁)和非长寿(80 岁前死亡)。长寿组人群又根据截至 2018 年 12 月 31 日的生存状态,进一步分为两组:长寿且存活、长寿但死亡。

3. 统计学分析:采用 Stata 17.0 软件进行数据的清理和分析。描述不同研究结局人群的基线社会人口学特征、生活方式与患病状况,以及随访过程中发生死亡的情况,结果表示为人数(构成比,%)或 $\bar{x}\pm s$ 。比较非长寿组、长寿但死亡和长寿且存活 3 组人群间各基线特征的构成比(%)或均值的差异,组间比较时,连续变量采用线性回归分析,二分类变量采用二元 logistic 回归模型,多分类变量采用无序多分类 logistic 回归模型。在多种因素与长寿状况的关联分析中,采用无序多分类 logistic 回归模型,以非长寿组作为参照,模型中同时纳入年龄、性别、城乡、婚姻状况、家庭年收入、文化程度、吸烟状况、饮酒状况、总体力活动水平、BMI、腰围,以及基线时糖尿病、高血压、心脏病、脑卒中、恶性肿瘤和慢性阻塞性肺疾病的患病状况,计算 OR 值及其 95%CI。总体力活动水平和 BMI 按分类变量和连续变量形式分别纳入模型进行分析。对于 BMI 与研究结局的关联,进一步按腰围进行分层分析,层间关联效应值的比较采用似然比检验,比较有无交互项模型的差异是否具有统计学意义。研究进一步剔除随访时长 $<3$ 年者进行敏感性分析。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

1. 基本特征:共纳入分析 51 870 人,基线年龄范围为 65~79 岁,其中男性占 48.6%。经过( $10.2\pm 3.5$ )年的随访,38 841 人(74.9%)为长寿者;长寿且存活 30 354 人(78.1%)。非长寿组中恶性肿瘤导致的死亡比例(26.8%)高于长寿但死亡者(18.1%)。见表 1。

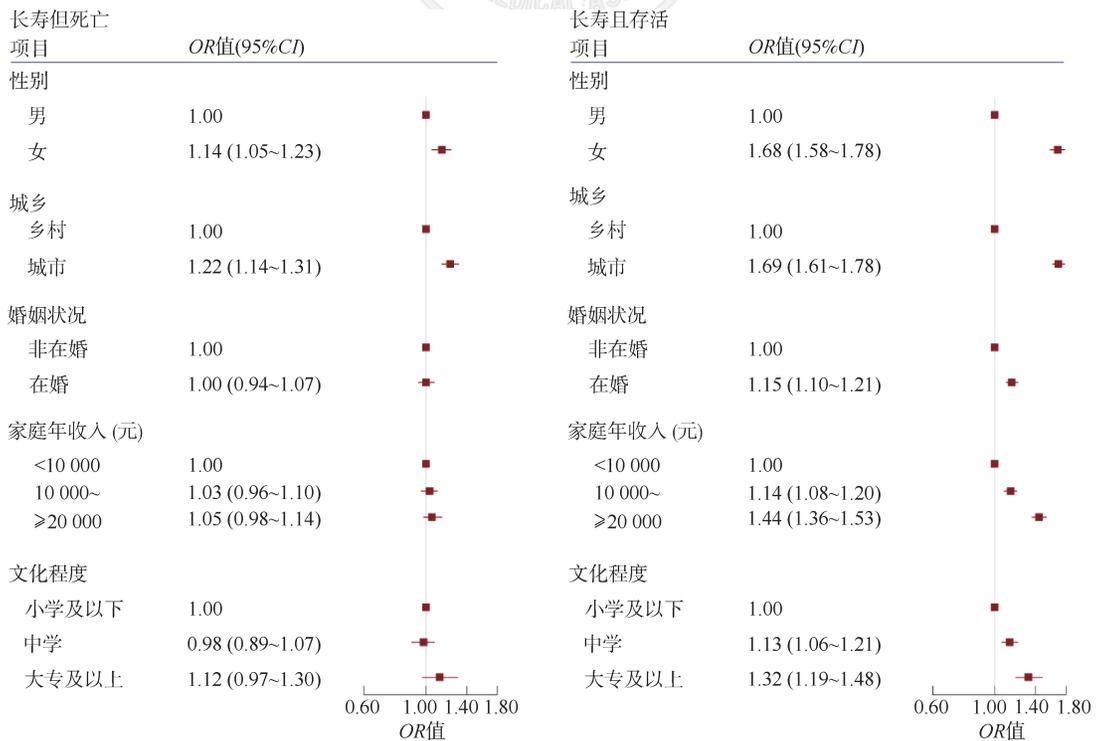
表 1 中国 10 个地区不同研究结局老年人的基本情况 (n=51 870)

项 目	非长寿 (80 岁以前死亡)	长寿(到达年龄≥80 岁)		
		小计	死亡	存活
人数	13 029	38 841	8 487	30 354
基线年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	70.6±2.3	71.3±2.5	72.8±2.3	70.8±2.4
随访末年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ ) <sup>a</sup>	76.1±2.8	83.1±2.2	82.7±2.0	83.2±2.3
随访时间(年, $\bar{x}\pm s$ )	5.4±2.9	11.8±1.7	9.9±2.1	12.4±1.0
死因别死亡数(构成比, %)				
缺血性心脏病	2 275(17.5)	-	1 748(20.6)	-
脑血管疾病	3 173(24.4)	-	2 146(25.2)	-
恶性肿瘤	3 500(26.8)	-	1 534(18.1)	-
呼吸系统疾病	1 697(13.0)	-	1 230(14.5)	-
其他死因	2 384(18.3)	-	1 829(21.6)	-
发生对应死亡事件的年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )				
死亡	76.1±2.8	-	82.7±2.0	-
死因别死亡				
缺血性心脏病	76.3±2.8	-	82.8±2.0	-
脑血管疾病	76.1±2.7	-	82.7±2.0	-
恶性肿瘤	75.7±2.8	-	82.5±1.9	-
呼吸系统疾病	76.1±2.8	-	82.8±2.0	-
其他死因	76.2±2.8	-	82.8±2.1	-

注:<sup>a</sup>截至死亡、2018 年 12 月 31 日的年龄

相比非长寿者以及长寿但死亡者,长寿且存活者中女性、城市人群、家庭年收入较高(10 000~、≥20 000 元)者、从不或偶尔吸烟者、总体力活动水平较高者( $Q_3$ 、 $Q_4$ )的占比更高,体重过低者占比更少,基线时患有慢性病的比例也更少。见表 2。

2. 社会人口学特征与长寿状况的关联分析:以非长寿组为参照组,分析多种社会人口学特征与长寿但死亡、长寿且存活的关联,结果显示,与男性相比,女性在研究末期长寿但死亡或长寿且存活的可能性均更高,对应的 OR 值(95%CI)依次为 1.14(1.05~1.23)和 1.68(1.58~1.78)。与乡村人群相比,城市人群长寿但死亡或长寿且存活的可能性均更高,对应的 OR 值(95%CI)依次为 1.22(1.14~1.31)和 1.69(1.61~1.78)。在婚者、家庭年收入≥20 000 元者、大专及以上文化程度者相比对应变量的参照组,长寿且存活的 OR 值(95%CI)分别为 1.15(1.10~1.21)、1.44(1.36~1.53)和 1.32(1.19~1.48)。见图 1。



注:关联分析采取无序多分类 logistic 回归模型,模型中同时纳入年龄、性别、城乡、婚姻状况、家庭年收入、文化程度、吸烟状况、饮酒状况、总体力活动水平、BMI、腰围以及基线时的糖尿病、高血压、心脏病、脑卒中、恶性肿瘤和慢性阻塞性肺疾病的患病状况;各变量纳入形式及相关定义见表 2(BMI、腰围和总体力活动水平按表 2 中分类变量的形式纳入)

图 1 中国 10 个地区老年人社会人口学特征与长寿状况的关联分析

表 2 中国 10 个地区不同研究结局老年人基线特征分布(n=51 870)

项 目	非长寿 (80 岁以前死亡)	长寿(到达年龄≥80 岁)			P <sub>1</sub> 值 <sup>c</sup>	P <sub>2</sub> 值 <sup>c</sup>
		小计	死亡	存活		
女性[n(%)]	5 350(41.1)	21 327(54.9)	3 895(45.9)	17 432(57.4)	<0.001	<0.001
城市[n(%)]	5 355(41.1)	21 819(56.2)	4 190(49.4)	17 629(58.1)	<0.001	<0.001
在婚[n(%)]	9 415(72.3)	27 834(71.7)	5 727(67.5)	22 107(72.8)	0.223	<0.001
文化程度[n(%)]						
小学及以下	10 454(80.2)	29 488(76.0)	6 825(80.5)	22 663(74.7)		
中学	2 014(15.5)	6 816(17.5)	1 234(14.5)	5 582(18.4)	<0.001	<0.001
大专及以上	561(4.3)	2 537(6.5)	428(5.0)	2 109(6.9)	<0.001	<0.001
家庭年收入[元,n(%)]						
<10 000	5 994(46.0)	14 834(38.2)	3 746(44.2)	11 088(36.5)		
10 000~	3 624(27.8)	11 008(28.3)	2 372(27.9)	8 636(28.5)	<0.001	<0.001
≥20 000	3 411(26.2)	12 999(33.5)	2 369(27.9)	10 630(35.0)	<0.001	<0.001
吸烟状况[n(%)]						
从不或偶尔吸烟	6 433(49.3)	25 242(64.9)	4 832(56.9)	20 410(67.3)		
非因病戒烟	805(6.2)	2 390(6.2)	567(6.7)	1 823(6.0)	<0.001	<0.001
吸烟或因病戒烟[支/d,n(%)]						
<10	1 918(14.7)	3 615(9.3)	993(11.7)	2 622(8.6)	<0.001	<0.001
10~	1 597(12.3)	3 298(8.5)	919(10.8)	2 379(7.8)	<0.001	<0.001
≥20	2 276(17.5)	4 296(11.1)	1 176(13.9)	3 120(10.3)	<0.001	<0.001
饮酒状况[n(%)]						
非每周饮酒	10 280(78.9)	32 520(83.8)	6 925(81.6)	25 595(84.3)		
戒酒	875(6.7)	1 326(3.4)	407(4.8)	919(3.0)	<0.001	<0.001
每周饮酒但非每日饮酒	411(3.2)	1 207(3.1)	212(2.5)	995(3.3)	0.639	0.002
每日饮酒[g,n(%)]						
纯酒精摄入量<30	534(4.1)	1 644(4.2)	366(4.3)	1 278(4.2)	0.454	0.350
纯酒精摄入量≥30	929(7.1)	2 144(5.5)	577(6.8)	1 567(5.2)	<0.001	<0.001
总体力活动水平(MET-h/d, $\bar{x}\pm s$ ) <sup>a</sup>	10.4±8.8	11.2±8.4	10.0±7.9	11.5±8.4	<0.001	<0.001
总体力活动水平 <sup>b</sup> [n(%)]						
Q <sub>1</sub>	4 011(30.8)	9 145(23.5)	2 366(27.9)	6 779(22.3)		
Q <sub>2</sub>	3 185(24.4)	9 900(25.5)	2 164(25.5)	7 736(25.5)	<0.001	<0.001
Q <sub>3</sub>	2 875(22.1)	9 895(25.5)	2 003(23.6)	7 892(26.0)	<0.001	<0.001
Q <sub>4</sub>	2 958(22.7)	9 901(25.5)	1 954(23.0)	7 947(26.2)	<0.001	<0.001
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x}\pm s$ )	22.7±3.8	23.3±3.6	23.0±3.8	23.4±3.6	<0.001	<0.001
BMI 分组[n(%)]						
体重过低	1 680(12.9)	3 044(7.8)	923(10.9)	2 121(7.0)	<0.001	<0.001
体重正常	6 807(52.2)	19 719(50.8)	4 343(51.2)	15 376(50.6)		
超重	3 362(25.8)	12 004(30.9)	2 352(27.7)	9 652(31.8)	<0.001	<0.001
肥胖	1 180(9.1)	4 074(10.5)	869(10.2)	3 205(10.6)	<0.001	0.330
腰围(cm, $\bar{x}\pm s$ )	80.3±11.1	81.2±10.6	81.0±11.1	81.3±10.5	<0.001	0.006
腰围[cm,n(%)]						
男性<85/女性<80	7 732(59.4)	20 586(53.0)	4 756(56.0)	15 830(52.1)		
男性 85~89/女性 80~84	1 877(14.4)	6 653(17.1)	1 323(15.6)	5 330(17.6)	<0.001	<0.001
男性≥90/女性≥85	3 420(26.2)	11 602(29.9)	2 408(28.4)	9 194(30.3)	<0.001	<0.001
基线时患有慢性病						
糖尿病[n(%)]	1 970(15.1)	3 919(10.1)	996(11.7)	2 923(9.6)	<0.001	<0.001
高血压[n(%)]	8 685(66.7)	23 348(60.1)	5 531(65.2)	17 817(58.7)	<0.001	<0.001
心脏病[n(%)]	1 278(9.8)	3 423(8.8)	834(9.8)	2 589(8.5)	<0.001	<0.001
脑卒中[n(%)]	1 036(8.0)	1 546(4.0)	507(6.0)	1 039(3.4)	<0.001	<0.001
恶性肿瘤[n(%)]	193(1.5)	319(0.8)	99(1.2)	220(0.7)	<0.001	<0.001
慢性阻塞性肺疾病[n(%)]	3 224(24.7)	6 140(15.8)	1 869(22.0)	4 271(14.1)	<0.001	<0.001
以上任何一种疾病[n(%)]	10 652(81.8)	27 989(72.1)	6 682(78.7)	21 307(70.2)	<0.001	<0.001

注：<sup>a</sup>MET: 代谢当量；<sup>b</sup>根据基线年龄(<70、≥70 岁)及性别联合分为 4 层，每层内按四分位数将人群分 4 组，其中 Q<sub>1</sub> 对应 25% 以下组，Q<sub>4</sub> 对应 75% 以上组；<sup>c</sup>对 80 岁以前死亡、长寿但死亡和长寿且存活 3 组人群进行组间比较的统计检验 P 值，以长寿且存活为参照组，P<sub>1</sub> 为 80 岁以前死亡对应的统计检验 P 值，P<sub>2</sub> 为长寿但死亡对应的统计检验 P 值

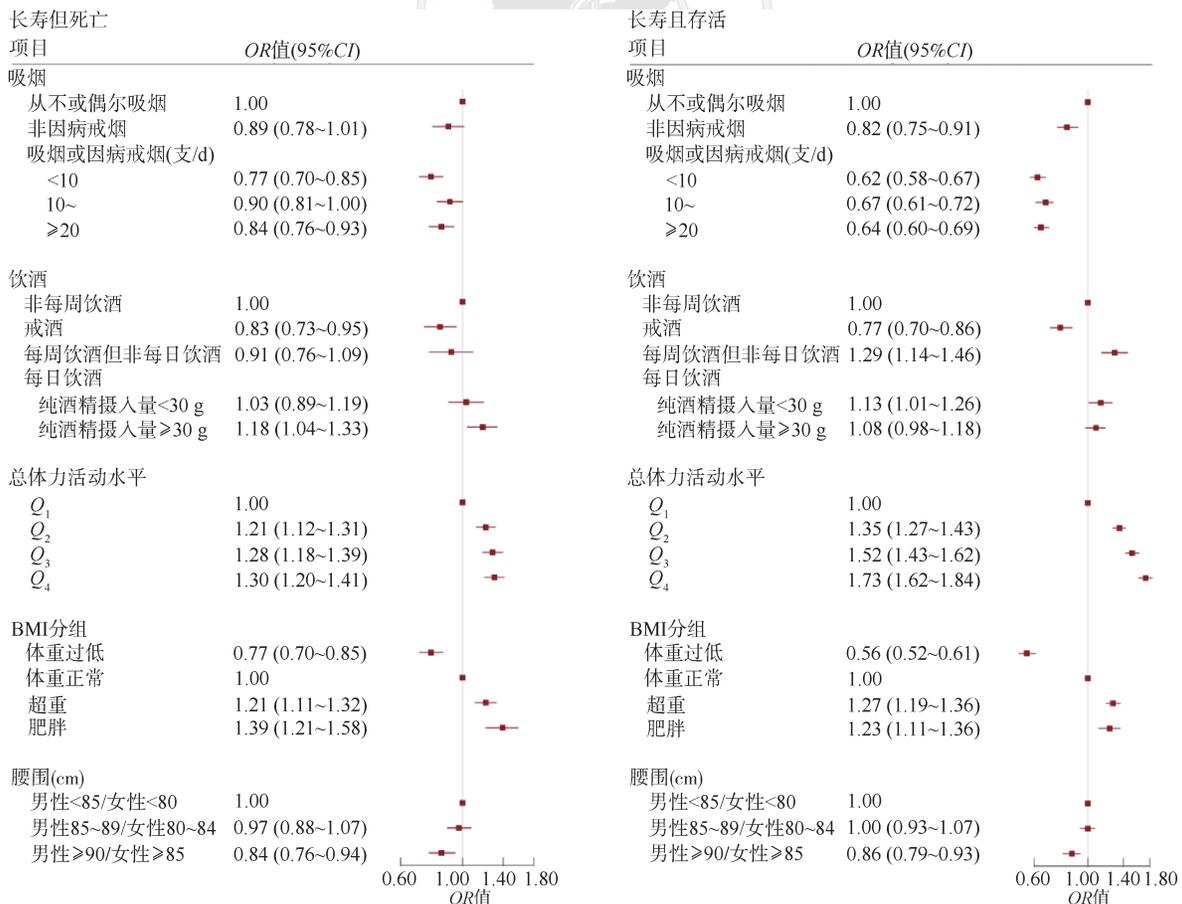
3. 生活方式相关因素与长寿状况的关联分析: 与从不或偶尔吸烟者相比,吸烟或因病戒烟者发生长寿但死亡或长寿且存活的可能性均更低,吸烟或因病戒烟者中每日吸烟 $\geq 20$ 支者发生对应结局的OR值(95%CI)依次为0.84(0.76~0.93)和0.64(0.60~0.69)。与非每周饮酒者相比,戒酒者长寿的可能性更低;而每周但非每日饮酒者和每日纯酒精摄入量 $< 30$ g者长寿且存活的可能性更高,对应的OR值(95%CI)分别为1.29(1.14~1.46)和1.13(1.01~1.26)。低体重、超重和肥胖者依次为0.56(0.52~0.61)、1.27(1.19~1.36)和1.23(1.11~1.36),中心性肥胖者为0.86(0.79~0.93)。见图2。

总体力活动水平越高者,长寿但死亡以及长寿且存活的可能性越高;总体力活动水平每增加4 MET-h/d,发生长寿但死亡或长寿且存活的OR值(95%CI)分别为1.03(1.02~1.05)和1.09(1.08~1.10)。

对于BMI来说,在调整腰围及其他协变量后,与正常体重组(18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>)相比,低体重者

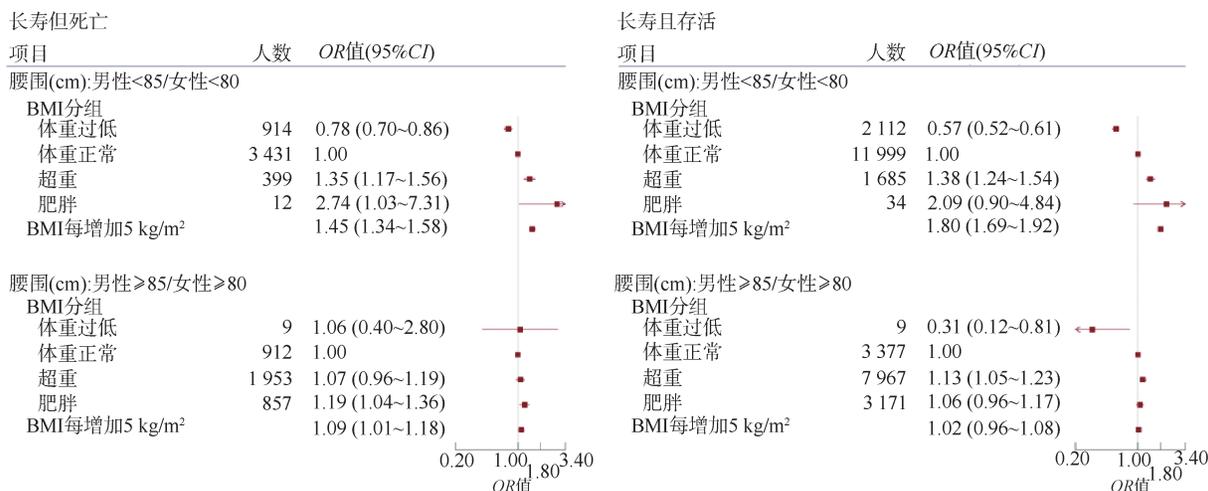
(BMI $< 18.5$  kg/m<sup>2</sup>)发生长寿的可能性更低,而超重者(BMI 24.0~27.9 kg/m<sup>2</sup>)和肥胖者(BMI $\geq 28.0$  kg/m<sup>2</sup>)长寿的可能性更高;不过,肥胖者发生长寿但死亡的可能性比长寿且存活的可能性更大。BMI每增加5 kg/m<sup>2</sup>,发生长寿但死亡或长寿且存活的OR值(95%CI)分别为1.31(1.23~1.39)和1.41(1.34~1.48)。对于腰围来说,中心性肥胖(男性 $\geq 90$  cm、女性 $\geq 85$  cm)个体长寿的可能性更低,长寿但死亡、长寿且存活对应的OR值(95%CI)分别为0.84(0.76~0.94)和0.86(0.79~0.93)。

当按腰围分层分析BMI与研究结局的关联时,腰围 $< 85$  cm(男性)/ $< 80$  cm(女性)者中,BMI每增加5 kg/m<sup>2</sup>,长寿但死亡、长寿且存活的OR值(95%CI)依次为1.45(1.34~1.58)和1.80(1.69~1.92);而在腰围 $\geq 85$  cm(男性)/ $\geq 80$  cm(女性)者中,对应的OR值依次为1.09(1.01~1.18)和1.02(0.96~1.08)。两层的上述关联效应值存在有统计学显著性的差异(交互检验均 $P < 0.001$ )。见图3。



注:关联分析采取无序多分类logistic回归模型,模型中同时纳入年龄、性别、城乡、婚姻状况、家庭年收入、文化程度、吸烟状况、饮酒状况、总体力活动水平、BMI、腰围以及基线时的糖尿病、高血压、心脏病、脑卒中、恶性肿瘤和慢性阻塞性肺疾病的患病状况。各变量纳入形式及相关定义见表2

图2 中国10个地区老年人生活方式相关因素与长寿状况的关联分析



注:除腰围作为分层变量外,模型中纳入其他变量同图2

图3 中国10个地区老年人按腰围分层的BMI与长寿状况的关联分析

在敏感性分析中,剔除随访时长不足3年者3 158人,其中3 139人为80岁以前死亡,结果改变不大(结果未展示)。

### 讨论

本研究结果显示,女性比男性更长寿,与已有研究结果一致<sup>[14]</sup>。该现象可能由环境和遗传因素共同导致。一方面,男性从事死亡风险较高的工作较多,且更多具有不良的生活方式习惯,如吸烟、饮酒等;另一方面,女性拥有两条X染色体可能是其更加长寿以及具有某些生理优势的原因<sup>[15-16]</sup>。本研究发现,城市人群、文化程度较高、家庭年收入更高者长寿的可能性更高。有法国和美国的研究也观察到文化程度较高者比文化程度较低者<sup>[17]</sup>,以及高收入者比低收入者具有更长的成年期望寿命<sup>[18]</sup>。教育可能通过影响人的神经系统发育、完善心理建设、增加获取健康知识的途径、影响健康行为等促进健康、延长寿命<sup>[19]</sup>。而稳定的收入和经济保障可以增加个体获取健康知识、优质生活和医疗资源的能力,从而促进寿命的延长。一项在亚洲地区16个队列人群中开展的婚姻状况与死亡关联的Meta分析显示,包括从未结婚/分居/离异/丧偶在内的非在婚者死亡风险比在婚者高,HR值为1.15(95%CI: 1.07~1.24)<sup>[20]</sup>。从未结婚者可能因其较差的社会经济状况和心理问题而难以步入婚姻;与在婚者相比,非在婚者的社会支持状况较差,这些都可能是非在婚者死亡风险更高的原因。

大量的研究证据明确了吸烟对健康的危害。本研究中吸烟者活到80岁以上的可能性低于不吸

烟者,即使已经戒烟。一项荷兰的队列研究随访一组基线年龄为68~70岁的人群,发现从不吸烟者最有可能活到90岁;相比从不吸烟者,基线男性吸烟者活到90岁的RR值为0.44(95%CI: 0.34~0.56),女性吸烟者的RR值为0.67(95%CI: 0.57~0.79)<sup>[21]</sup>。相比之下,在中国人群中开展的一些吸烟与长寿相关研究,研究人群局限于局部地区,或随访时间短,存在因果倒置问题,得到了不一致的结果<sup>[22-25]</sup>。

本研究结果显示,相比不饮酒者,适量饮酒者在随访末期更有可能长寿且仍然存活,而饮酒量更大者倾向于长寿但在随访期内死亡。既往也有研究表明,适量饮酒者更有可能实现健康衰老。荷兰队列研究中发现,饮酒者活到90岁的可能性增加,其中少量饮酒者可能性最大<sup>[26]</sup>。女性中,当每日饮酒量超过15 g后,长寿的可能性降低;而在男性中,长寿的可能性随着饮酒量的进一步增加变化不大。一项基于中国老年健康影响因素跟踪调查的研究分析饮酒对死亡、期望寿命和无残疾期望寿命的影响,发现男性饮酒者65岁的期望寿命和无残疾期望寿命比不饮酒者分别长1.7岁和1.9岁<sup>[27]</sup>。另外,该研究也发现与本研究一样的现象,戒酒者的死亡风险比终生不饮酒者高。这一现象很可能是由于部分戒酒者既往饮酒量大、但因疾病戒酒,其健康状况更差。饮酒可能有利于多种病理生理过程,如胰岛素抵抗、炎症、血脂异常、内皮功能障碍和止血<sup>[28]</sup>,从而表现出一定的保护效应。尽管如此,由于相关研究采用的观察性设计存在固有的局限性,且饮酒仍然会增加很多疾病的发生风险<sup>[29]</sup>,对于不饮酒者,仍然不推荐为了长寿而开始饮酒。

本研究中,随着总体力活动水平的增加,个体

长寿的可能性增加。荷兰队列研究中,女性的非职业体力活动水平与活到90岁的可能性呈倒U形关系,每天60 min的体力活动表现为最大的RR值;而在男性中,体力活动水平与活到90岁的可能性呈正向线性关系<sup>[30]</sup>。另外一项在美国≥65岁老年人中开展的队列研究显示,中等强度的有氧运动和肌肉力量训练各自独立地与更低的死亡风险存在关联<sup>[31]</sup>。目前认为,积极进行体力活动可以改善老年人的健康状态。首先,规律、足量的体力活动有助于减少多种慢性病的发病风险,减缓疾病的发展进程,防止身体功能的丧失<sup>[32]</sup>;其次,研究发现,老年人更喜欢和别人一起锻炼<sup>[33]</sup>,以团体为基础的老年人锻炼计划可以提高老年人的社会参与度<sup>[34]</sup>,改善心理健康;此外,体力活动还能够预防老年人群的认知衰退<sup>[35]</sup>,改善焦虑和抑郁,提升生活满意度<sup>[36]</sup>。

本研究中同时分析了BMI和腰围与长寿的关联,在模型中互相调整。结果显示,中心性肥胖的个体长寿的可能性降低。在控制腰围后,相比BMI介于18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>的个体,<18.5 kg/m<sup>2</sup>的低体重个体长寿的可能性降低;而达到超重和肥胖标准的个体更有可能长寿,但是肥胖个体在随访期间长寿但死亡的效应值高于长寿且仍然存活着。当进一步按腰围进行分层分析,结果显示,BMI与长寿状态的正关联仅见于非中心性肥胖者。既往在CKB人群中进行的分析显示,BMI与全死因死亡呈U形关联,25 kg/m<sup>2</sup>左右的死亡风险最低,<20 kg/m<sup>2</sup>和>35 kg/m<sup>2</sup>时风险明显上升;而中心性肥胖是死亡风险升高的独立危险因素<sup>[2]</sup>。关于BMI与死亡存在的非线性关联,即体重过低和肥胖均会导致死亡风险升高,很多国外研究也有类似发现<sup>[37-38]</sup>。同时,在这些研究中也发现,相比中青年,老年人中死亡风险最低的BMI值要更高,且随着BMI的进一步增加,死亡风险上升幅度要比中青年缓慢。本研究中由于达到肥胖标准的个体样本量有限,未进一步分组,可能掩盖了极端肥胖个体长寿可能性进一步降低的情况。

本研究基于长期随访的CKB队列,生活方式因素与研究结局的时序关系合理。研究样本量大,随访时间长,截至随访末有较多老年人到达80岁。本研究存在局限性。首先,本研究对暴露因素的评价仅在基线时进行,未能获得长期随访过程中可能的变化信息。其次,本研究以死亡作为结局,只关注个体是否达到长寿年龄,受调查采集内容的限制未综合考虑个体罹患重大疾病以及精神健康、认知

功能、身体活动能力等。最后,本研究采用观察性设计,对因果关系的推论仍然有限。

本研究利用CKB队列数据分析了我国人群长寿的影响因素。结果表明,社会人口学特征和生活方式会影响个体长寿的可能性,女性、在婚者、家庭年收入高者以及生活方式健康者更有可能长寿。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**致谢** 感谢所有参加中国慢性病前瞻性研究项目的队列成员和各项目地区的现场调查队调查员;感谢项目管理委员会、国家项目办公室、牛津协作中心和10个项目地区办公室的工作人员

**作者贡献声明** 李烁宇、张艺倩:统计分析、起草文章;肖梦、王月清:统计分析;孙点剑一、余灿清、裴培:实施研究、采集数据;陈铮鸣、陈君石、李立明:项目设计和管理、经费支持;吕筠:构思与分析方案确定、结果解释、修改文章、经费支持

## 参 考 文 献

- [1] Zhu NB, Yu CQ, Guo Y, et al. Adherence to a healthy lifestyle and all-cause and cause-specific mortality in Chinese adults: a 10-year prospective study of 0.5 million people[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2019, 16(1):98. DOI: 10.1186/s12966-019-0860-z.
- [2] 李嘉琛, 吕筠, 高萌, 等. 中国成年人体质指数和腰围与主要慢性病风险的关联研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(12): 1541-1547. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.007.  
Li JC, Lyu J, Gao M, et al. Association of body mass index and waist circumference with major chronic diseases in Chinese adults[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(12): 1541-1547. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.007.
- [3] 孙亮, 黎健. 中国人类健康长寿相关因素的研究进展[J]. *中国基础科学*, 2021, 23(5): 1-9. DOI: 10.3969/j.issn.1009-2412.2021.05.001.  
Sun L, Li J. Research progress on factors related to human healthy longevity in China[J]. *China Basic Sci*, 2021, 23(5): 1-9. DOI: 10.3969/j.issn.1009-2412.2021.05.001.
- [4] 李立明, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 研究方法和调查对象的基线特征[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(3): 249-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.  
Li LM, Lv J, Guo Y, et al. The China kadoorie biobank: related methodology and baseline characteristics of the participants[J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(3): 249-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.
- [5] Chen ZM, Chen JS, Collins R, et al. China Kadoorie Biobank of 0.5 million people: survey methods, baseline characteristics and long-term follow-up[J]. *Int J Epidemiol*, 2011, 40(6): 1652-1666. DOI: 10.1093/ije/dyr120.
- [6] 王醴湘, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 10个项目地区成年人超重/肥胖现状分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(11): 1190-1194. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.11.002.  
Wang LX, Lyu J, Guo Y, et al. Regional specific differences in prevalence of overweight/obesity in China: findings from China Kadoorie Biobank study in 10 areas in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(11): 1190-1194. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.11.002.
- [7] 兰丰铃, 李嘉琛, 余灿清, 等. 中国成年人气流受限与慢性病主要死亡风险的前瞻性研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2017, 38(1): 13-19. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.01.003.  
Lan FL, Li JC, Yu CQ, et al. Associations between airflow obstruction and total and cause-specific mortality in adults in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2017, 38(1): 13-19. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.01.003.
- [8] 郭杰, 余灿清, 吕筠, 等. 中国10个地区人群高血压患病率、知晓率、治疗率和控制情况分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37(4): 469-474. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-

- 6450.2016.04.006.  
Guo J, Yu CQ, Lyu J, et al. Status of prevalence, awareness, treatment and controll on hypertension among adults in 10 regions, China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2016, 37(4): 469-474. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2016.04.006.
- [9] 王昕, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究:10个项目地区成年人群吸烟行为特征差异分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(11): 1200-1204. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2015.11.004.  
Wang X, Lyu J, Guo Y, et al. Regional differences in adults' smoking pattern: findings from China Kadoorie Biobank study in 10 areas in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(11): 1200-1204. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2015.11.004.
- [10] 吕筠, 郭彧, 卞铮, 等. 中国慢性病前瞻性研究:10个项目地区人群饮酒行为特征差异的分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2014, 35(8): 875-881. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2014.08.001.  
Lyu J, Guo Y, Bian Z, et al. Regional differences in patterns of alcohol consumption: findings from the China Kadoorie Biobank study on half a million people from 10 regions[J]. *Chin J Epidemiol*, 2014, 35(8): 875-881. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2014.08.001.
- [11] 樊萌语, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究:10个项目地区成人人体力活动和休闲静坐时间特征差异的分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(8): 779-785. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2015.08.002.  
Fan MY, Lyu J, Guo Y, et al. Regional differences on patterns of physical activity and leisure sedentary time: findings from the China Kadoorie Biobank study, including a million people from 10 regions[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(8): 779-785. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2015.08.002.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 428-2013 成人体重判定[S]. 北京:中国质检出版社, 2013. National Health and Family Planning Commission of PRC. WS/T 428-2013 Criteria of weight for adults[S]. Beijing: China Quality Inspection Press, 2013.
- [13] 王薇, 殷鹏, 王黎君, 等. 2005-2018年中国分省死亡率及期望寿命分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(8): 1420-1428. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20200825-01095.  
Wang W, Yin P, Wang LJ, et al. Analysis on all-cause mortality rate and life expectancy in China, 2005-2018[J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42(8): 1420-1428. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20200825-01095.
- [14] Austad SN, Bartke A. Sex differences in longevity and in responses to anti-aging interventions: a mini-review[J]. *Gerontology*, 2015, 62(1): 40-46. DOI: 10.1159/000381472.
- [15] Pan Z, Chang C. Gender and the regulation of longevity: implications for autoimmunity[J]. *Autoimmun Rev*, 2012, 11(6/7): A393-403. DOI: 10.1016/j.autrev.2011.12.004.
- [16] Xirocostas ZA, Everingham SE, Moles AT. The sex with the reduced sex chromosome dies earlier: a comparison across the tree of life[J]. *Biol Lett*, 2020, 16(3): 20190867. DOI: 10.1098/rsbl.2019.0867.
- [17] Pérès K, Jagger C, Lièvre A, et al. Disability-free life expectancy of older French people: gender and education differentials from the PAQUID cohort[J]. *Eur J Ageing*, 2005, 2(3): 225-233. DOI: 10.1007/s10433-005-0006-9.
- [18] Chetty R, Stepner M, Abraham S, et al. The association between income and life expectancy in the United States, 2001-2014[J]. *JAMA*, 2016, 315(16): 1750-1766. DOI: 10.1001/jama.2016.4226.
- [19] Cohen AK, Syme SL. Education: a missed opportunity for public health intervention[J]. *Am J Public Health*, 2013, 103(6): 997-1001. DOI: 10.2105/ajph.2012.300993.
- [20] Leung CY, Huang HL, Abe SK, et al. Association of marital status with total and cause-specific mortality in Asia[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(5): e2214181. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.14181.
- [21] Brandts L, van den Brandt PA. Sex-specific associations between smoking habits and reaching longevity: Netherlands Cohort Study[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2018, 18(8): 1249-1258. DOI: 10.1111/ggi.13468.
- [22] Tian XB, Tang Z, Jiang JM, et al. Effects of smoking and smoking cessation on life expectancy in an elderly population in Beijing, China, 1992-2000: an 8-year follow-up study[J]. *J Epidemiol*, 2011, 21(5): 376-384. DOI: 10.2188/jea.JE20110001.
- [23] Gu DN, Zhang ZM, Zeng Y. Access to healthcare services makes a difference in healthy longevity among older Chinese adults[J]. *Soc Sci Med*, 2009, 68(2): 210-219. DOI: 10.1016/j.socscimed.2008.10.025.
- [24] 李春波, 张明园, 何燕玲, 等. 健康行为方式对成功老龄化的影响: 五年社区随访研究[J]. *中国心理卫生杂志*, 2001, 15(5): 324-326, 323. DOI: 10.3321/j. issn: 1000-6729.2001.05.020.  
Li CB, Zhang MY, He YL, et al. Impact of Health Behavior on Successful Aging: a 5-year follow-up study among community elderly[J]. *Chin Ment Health J*, 2001, 15(5): 324-326, 323. DOI: 10.3321/j. issn: 1000-6729.2001.05.020.
- [25] Liu LF, Su PF. What factors influence healthy aging? A person-centered approach among older adults in Taiwan [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2017, 17(5): 697-707. DOI: 10.1111/ggi.12774.
- [26] van den Brandt PA, Brandts L. Alcohol consumption in later life and reaching longevity: the Netherlands Cohort Study[J]. *Age Ageing*, 2020, 49(3): 395-402. DOI: 10.1093/ageing/afaa003.
- [27] Yu DD, Lu B, Piggott J. Alcohol consumption as a predictor of mortality and life expectancy: evidence from older Chinese males[J]. *J Econ Ageing*, 2022, 22: 100368. DOI: 10.1016/j.jeoa.2022.100368.
- [28] Nova E, Bacchan GC, Veses A, et al. Potential health benefits of moderate alcohol consumption: current perspectives in research[J]. *Proc Nutr Soc*, 2012, 71(2): 307-315. DOI: 10.1017/s0029665112000171.
- [29] Im PK, Wright N, Yang L, et al. Alcohol consumption and risks of more than 200 diseases in Chinese men[J]. *Nat Med*, 2023, 29(6): 1476-1486. DOI: 10.1038/s41591-023-02383-8.
- [30] Brandts L, van den Brandt PA. Body size, non-occupational physical activity and the chance of reaching longevity in men and women: findings from the Netherlands Cohort Study[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2019, 73(3): 239-249. DOI: 10.1136/jech-2018-211410.
- [31] Webber BJ, Piercy KL, Hyde ET, et al. Association of muscle-strengthening and aerobic physical activity with mortality in US adults aged 65 years or older[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(10): e2236778. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.36778.
- [32] Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases[J]. *Compr Physiol*, 2012, 2(2): 1143-1211. DOI: 10.1002/cphy.c110025.
- [33] Steltenpohl CN, Shuster M, Peist E, et al. Me time, or we time? Age differences in motivation for exercise[J]. *Gerontologist*, 2019, 59(4): 709-717. DOI: 10.1093/geront/gny038.
- [34] Lindsay-Smith G, O'Sullivan G, Eime R, et al. A mixed methods case study exploring the impact of membership of a multi-activity, multicentre community group on social wellbeing of older adults[J]. *BMC Geriatr*, 2018, 18(1): 226. DOI: 10.1186/s12877-018-0913-1.
- [35] Sofi F, Valecchi D, Bacci D, et al. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies [J]. *J Intern Med*, 2011, 269(1): 107-117. DOI: 10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x.
- [36] da Silva Santos Castelo Branco de Oliveira L, Souza EC, Rodrigues RAS, et al. The effects of physical activity on anxiety, depression, and quality of life in elderly people living in the community[J]. *Trends Psychiatry Psychother*, 2019, 41(1): 36-42. DOI: 10.1590/2237-6089-2017-0129.
- [37] Bhaskaran K, dos-Santos-Silva I, Leon DA, et al. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3.6 million adults in the UK[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2018, 6(12): 944-953. DOI: 10.1016/s2213-8587(18)30288-2.
- [38] The Global BMI Mortality Collaboration. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents[J]. *Lancet*, 2016, 388(10046): 776-786. DOI: 10.1016/s0140-6736(16)30175-1.