

# 中国 80 岁及以上老年人睡眠时长及体育锻炼与血脂异常的关联

吴兵<sup>1,2</sup> 李阳<sup>1,2</sup> 徐岚静<sup>2,3</sup> 章正<sup>1,2</sup> 周锦辉<sup>2</sup> 魏源<sup>2,4</sup> 陈晨<sup>2</sup> 王君<sup>2</sup> 吴昌恣<sup>1,2</sup>  
李峥<sup>2</sup> 胡子雨<sup>2</sup> 龙范晔<sup>2</sup> 吴玉栋<sup>2</sup> 胡雪华<sup>2</sup> 李可馨<sup>2</sup> 李方琦<sup>2</sup> 罗宇菲<sup>2</sup>  
刘迎春<sup>2</sup> 吕跃斌<sup>2</sup> 施小明<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>南京医科大学公共卫生学院全球健康中心,南京 211166;<sup>2</sup>中国疾病预防控制中心环境与人群健康重点实验室/环境与健康相关产品安全所,北京 100021;<sup>3</sup>浙江大学公共卫生学院,杭州 310058;<sup>4</sup>吉林大学公共卫生学院,长春 130012

通信作者:施小明,Email:shixm@chinacdc.cn

**【摘要】** 目的 探讨中国≥80岁老年人(高龄老人)睡眠时长、体育锻炼及其交互作用对血脂异常发生风险的影响。方法 调查对象为老年健康生物标志物队列研究项目四轮调查(2008–2009年、2011–2012年、2014年和2017–2018年)中的高龄老人。收集人口学特征、生活方式、体格检查等资料,收集空腹静脉血进行血脂检测。采用竞争风险模型探索睡眠时长及体育锻炼与血脂异常发生风险之间的因果关联。应用限制性立方样条(RCS)函数分析睡眠时长与血脂异常发生风险的剂量-反应关系,采用相加及相乘交互作用模型探索睡眠时长和体育锻炼对血脂异常发生风险的交互作用。结果 1 809名研究对象的年龄为(93.1±7.7)岁,女性占65.1%。基线调查睡眠时长为(8.0±2.5)h/d,睡眠时长<7 h/d者占28.1%,>9 h/d者占27.2%。累积随访6 150.6人年(人均随访3.4年),血脂异常新发病例304名,发病密度为4 942.6/10万人年。竞争风险模型结果表明,与睡眠时长为7~h/d者相比,>9 h/d者血脂异常发生风险增加22%(HR=1.22,95%CI:1.07~1.39);与不进行体育锻炼的高龄老人相比,进行体育锻炼的高龄老人血脂异常发生风险降低33%(HR=0.67,95%CI:0.57~0.78)。RCS函数分析显示,在高龄老人中睡眠时长与血脂异常发生风险具有正向线性的剂量-反应关系。交互作用分析显示,体育锻炼与睡眠时长对血脂异常发生风险存在拮抗作用。结论 体育锻炼可能会改善睡眠时长过长对高龄老人血脂的不良影响。

**【关键词】** 高龄老人; 睡眠时长; 体育锻炼; 血脂异常; 队列研究

**基金项目:** 国家自然科学基金(82003550, 82025030, 82222063); 国家重点研发计划(2022YFA0806600)

## Association of sleep duration and physical exercise with dyslipidemia in older adults aged 80 years and over in China

Wu Bing<sup>1,2</sup>, Li Yang<sup>1,2</sup>, Xu Lanjing<sup>2,3</sup>, Zhang Zheng<sup>1,2</sup>, Zhou Jinhui<sup>2</sup>, Wei Yuan<sup>2,4</sup>, Chen Chen<sup>2</sup>, Wang Jun<sup>2</sup>,  
Wu Changzi<sup>1,2</sup>, Li Zheng<sup>2</sup>, Hu Ziyu<sup>2</sup>, Long Fanye<sup>2</sup>, Wu Yudong<sup>2</sup>, Hu Xuehua<sup>2</sup>, Li Kexin<sup>2</sup>, Li Fangyu<sup>2</sup>,  
Luo Yufei<sup>2</sup>, Liu Yingchun<sup>2</sup>, Lyu Yuebin<sup>2</sup>, Shi Xiaoming<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Global Health, School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China;

<sup>2</sup>China CDC Key Laboratory of Environment and Population Health/National Institute of Environmental Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China;

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20231007-00207

收稿日期 2023-10-07 本文编辑 张婧

引用格式:吴兵,李阳,徐岚静,等.中国80岁及以上老年人睡眠时长及体育锻炼与血脂异常的关联[J].中华流行病学杂志,2024,45(1):48-55. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20231007-00207.

Wu B, Li Y, Xu LJ, et al. Association of sleep duration and physical exercise with dyslipidemia in older adults aged 80 years and over in China[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(1):48-55. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20231007-00207.



<sup>3</sup>School of Public Health, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; <sup>4</sup>School of Public Health, Jilin University, Changchun 130012, China

Corresponding author: Shi Xiaoming, Email: shixm@chinacdc.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the impact of sleep duration, physical exercise, and their interactions on the risk of dyslipidemia in older adults aged  $\geq 80$  (the oldest old) in China. **Methods** The study subjects were the oldest old from four rounds of Healthy Aging and Biomarkers Cohort Study (2008-2009, 2011-2012, 2014 and 2017-2018). The information about their demographic characteristics, lifestyles, physical examination results and others were collected, and fasting venous blood samples were collected from them for blood lipid testing. Competing risk model was used to analyze the causal associations of sleep duration and physical exercise with the risk for dyslipidemia. Restricted cubic spline (RCS) function was used to explore the dose-response relationship between sleep duration and the risk for dyslipidemia. Additive and multiplicative interaction model were used to explore the interaction of sleep duration and physical exercise on the risk for dyslipidemia. **Results** The average age of 1 809 subjects was  $(93.1 \pm 7.7)$  years, 65.1% of them were women. The average sleep duration of the subjects was  $(8.0 \pm 2.5)$  hours/day, 28.1% of them had sleep duration for less than 7 hours/day, and 27.2% had sleep for duration more than 9 hours/day at baseline survey. During the 9-year cumulative follow-up of 6 150.6 person years (follow-up of average 3.4 years for one person), there were 304 new cases of dyslipidemia, with an incidence density of 4 942.6/100 000 person years. The results of competitive risk model analysis showed that compared with those who slept for 7-9 hours/day, the risk for dyslipidemia in oldest old with sleep duration  $> 9$  hours/day increased by 22% ( $HR=1.22$ , 95% $CI$ : 1.07-1.39). Compared with the oldest old having no physical exercise, the risk for dyslipidemia in the oldest old having physical exercise decreased by 33% ( $HR=0.67$ , 95% $CI$ : 0.57-0.78). The RCS function showed a linear positive dose-response relationship between sleep duration and the risk for hyperlipidemia. The interaction analysis showed that physical exercise and sleep duration had an antagonistic effect on the risk for hyperlipidemia. **Conclusion** Physical exercise could reduce the adverse effects of prolonged sleep on blood lipids in the oldest old.

**【Key words】** The oldest old; Sleep duration; Physical exercise; Dyslipidemia; Cohort study

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (82003550, 82025030, 82222063); National Key Research and Development Program of China (2022YFA0806600)

第七次全国人口普查结果表明,2030 年我国老年人口占比将达到 25% 左右,其中  $\geq 80$  岁老年人(高龄老人)达 3 580 万,占比为 2.54%,高龄老人的健康问题应重点关注<sup>[1]</sup>。近 20 年来,我国老年人群血脂异常率由 2002 年的 23.4% 大幅升高至 2021 年的 47.0%<sup>[2]</sup>。血脂异常是多种心血管代谢疾病病因链上的重要一环,是冠状动脉粥样硬化性心脏病、心肌梗死、缺血性脑卒中等心脑血管疾病的重要危险因素<sup>[3-5]</sup>,有效识别高龄老人血脂异常的可修饰性危险因素,对开展心脑血管疾病一级预防工作具有重要意义,同时对我国人口健康老龄化具有促进作用。

既往研究提示睡眠时长可能与血脂异常之间存在关联,但结果存在矛盾性。对中国居民营养与健康现状调查的 8 574 名成年人进行研究,发现每日睡眠时长与高胆固醇血症呈正向关联<sup>[6]</sup>。两项研究结果发现睡眠时长与血脂异常呈 U 形关联,结果提示睡眠时长过短或过长均可能是血脂异常的

危险因素<sup>[7-8]</sup>。但一项前瞻性队列研究表明睡眠时长过长是血脂异常发病的危险因素,睡眠时长过短与血脂异常无统计学关联<sup>[9]</sup>。一项在挪威开展的调查报道睡眠时长与 TC、HDL-C 或 TG 均无统计学关联<sup>[10]</sup>。

既往研究提示有氧运动有利于预防及改善血脂异常<sup>[11]</sup>。Kodama 等<sup>[12]</sup>对 25 项随机对照试验进行了荟萃分析,发现当有氧运动为 5.3 代谢当量(64.8% 的最大有氧能力)时,HDL-C 增加了 2.53 mg/dl。Grandjean 等<sup>[13]</sup>发现有氧运动结束 2 d 后,TG 水平明显下降,HDL-C 水平明显增加。但除了有氧运动,目前多样化的体育锻炼对高龄老人血脂异常影响的研究证据较少。体育锻炼与睡眠之间存在复杂的交互作用,体育活动通常被认为有助于睡眠,睡眠障碍也可能损害个体运动能力<sup>[14]</sup>,但目前关于睡眠时长与体育锻炼之间的交互作用对血脂异常发生风险的影响尚不清楚。因此,探索体育锻炼与睡眠时长对高龄老人血脂异常发生风险的交互作用,

对于提高老年人血脂健康具有重要的公共卫生学意义。本研究基于社区人群前瞻性队列研究,探讨高龄老人睡眠时长及其与体育锻炼的交互作用对血脂异常的影响,以期为高龄老人血脂异常预防控制策略的制定提供科学依据。

## 对象与方法

1. 研究对象:来自老年健康生物标志物队列研究,该项目于 2008–2009 年开展基线调查,于 2011–2012 年、2014 年和 2017–2018 年分别进行了 3 次随访,调查范围包括中国 9 个长寿地区<sup>[15]</sup>。本研究共 4 689 名对象完成了基线调查。排除标准:①年龄<80 岁;②性别、年龄、睡眠时长和血脂异常等任一数据缺失;③首轮随访失访;④排除基线患血脂异常。最终纳入 1 809 名高龄老人。见图 1。本研究通过中国 CDC 环境与健康相关产品安全所伦理委员会审查(批准文号:201922),调查对象均由本人或其家属签署知情同意书。

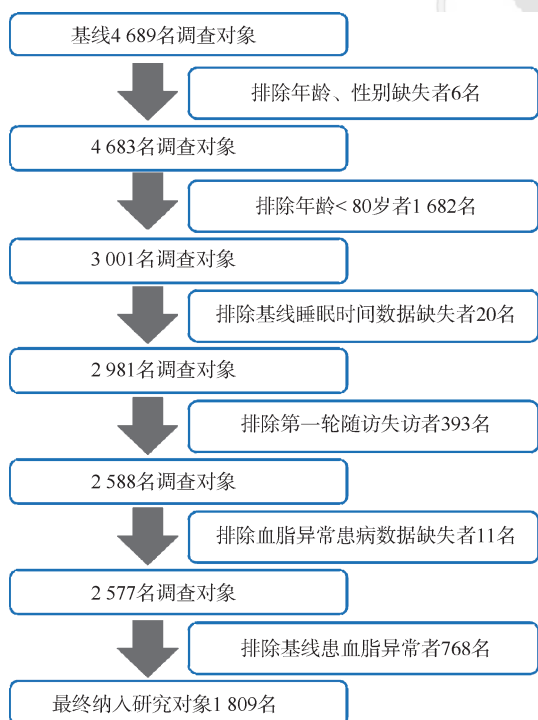


图1 研究对象纳入排除流程

2. 调查内容和方法:基线调查:①问卷调查:通过面对面访谈收集调查对象人口学特征、生活方式及健康状况等资料;②体格检查:测量研究对象的身高和体重,计算 BMI;③血浆生化指标检测:采集对象 5 ml 空腹静脉血于肝素抗凝采血管,分离血浆并-20 °C 保存。TC、TG、LDL-C 和 HDL-C 由首都医

科大学使用 7180 自动生物化学分析仪(日本日立公司)采用市售诊断试剂盒(德国曼海姆罗氏诊断)检测。随访:对存活对象的随访内容同基线调查;对死亡对象的家属进行死亡问卷调查,通过与家属、村医或其他医疗卫生机构医务人员进行面对面访谈,收集死亡者血脂异常发病结局、死亡日期和死亡原因等信息;对无法联系到本人或其家属者列为失访。

3. 指标定义:①睡眠时长:自述平均每日包括午睡在内的累计睡眠时间<sup>[16]</sup>,并按照 7 h/d 和 9 h/d 两个节点将睡眠时长分组<sup>[17-19]</sup>。②血脂异常:根据中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版),血脂异常定义为 TG $\geq$ 2.3 mmol/L 或 TC $\geq$ 6.2 mmol/L 或 LDL-C $\geq$ 4.1 mmol/L 或 HDL-C $<$ 1.0 mmol/L,或自报告被医生诊断为血脂异常<sup>[20]</sup>。③体育锻炼:通过问题“您现在是否经常锻炼身体?(指有目的的健身活动,如散步、打球、跑步、气功等)”,将体育锻炼定义为是或否。④社会人口学信息:年龄为身份证对应的实际年龄。⑤生活行为方式:根据“您现在吸烟吗?(包括卷烟、手卷烟、烟斗、水烟、雪茄等)”和“您现在常喝酒吗?(包括白酒、啤酒、葡萄酒、黄酒、米酒、其他任何含有乙醇成分的饮料)”,将吸烟和饮酒定义为是或否。睡眠质量通过问题“您现在睡眠质量如何?”定义为好、一般或不好。膳食多样性评分(DDS)应用蔬菜、水果、鱼类、茶、肉类、蛋类、豆类及其制品、大蒜、咸菜 9 类食物的摄入频率计算,若研究对象回答“几乎每天吃”或“经常吃”得 1 分,否则得 0 分,共 9 分,将 DDS $\leq$ 3 分的研究对象定义为膳食多样性差, $>$ 3 分定义为膳食多样性好。烹调用油类型通过问题“您家平时做菜最常用的油是?”定义为其他植物油、芝麻油和猪油及其他动物油。⑥健康状况信息: BMI 计算为体重(kg)/身高(m)<sup>2</sup>,低体重为 $<$ 18.5 kg/m<sup>2</sup>,正常体重为 18.5~ kg/m<sup>2</sup>,超重为 24.0~ kg/m<sup>2</sup>,肥胖为 $\geq$ 28.0 kg/m<sup>2</sup><sup>[21]</sup>。高血压定义为 2 次测量 SBP 平均值 $\geq$ 140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或 DBP 平均值 $\geq$ 90 mmHg 或自我报告被医生诊断为高血压<sup>[22]</sup>。心率应用指夹式脉搏血氧仪进行测量。糖尿病、心脏病、卒中及脑血管疾病通过问题“您现在是否患有下列慢性疾病?”定义为是或否。

4. 协变量缺失值处理:应用多重填补法对缺失的协变量进行插补,该方法首先利用数据集中其他变量来预测具有缺失的变量值,然后用模拟的方法产生一个预测值分布,从预测值的分布中随机抽取



数据作为缺失值,该过程重复 5 次,取这 5 次填补值的平均值作为最终的填补值<sup>[23]</sup>。

5. 质量控制:调查前对符合条件的调查人员进行国家级和省级培训。调查采用统一的标准问卷进行面对面访谈,并安排中国 CDC 和省级 CDC 人员对工作进行有效的管理和监督。随机检查问卷效度,以确保问卷的合理性和完整性。如有信息缺失或错误则安排补充调查。血脂和血糖水平等生化指标由专业医务人员按照标准操作流程进行检测。采用实时双录入以确保录入数据准确性。

6. 统计学分析:采用 EpiData 3.0 软件录入数据,采用 SAS 9.4 软件及 R 4.0.3 软件进行统计学分析。采用精确法计算每位研究对象的观察人年数。睡眠时长、年龄符合正态分布以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用方差分析比较其在血脂异常、血脂正常和死亡调查对象中的差异。二分类变量和等级变量均以频数和构成比(%)表示,分别采用  $\chi^2$  检验和 Wilcoxon 秩和检验比较血脂异常、血脂正常及死亡的调查对象间的差异。采用竞争风险模型分析睡眠时长、体育锻炼与血脂异常发生风险的因果关联,采用限制性立方样条(RCS)函数分析睡眠时长与血脂异常发生风险的剂量-反应关系。进一步将体育锻炼按照是否进行分为两组,睡眠时长按照是否  $>9$  h/d 分为两组,在竞争风险模型中纳入体育锻炼和睡眠时长的乘积项,评价体育锻炼和睡眠时长对血脂异常发生的相乘交互作用。继续探索睡眠时长与体育锻炼对血脂异常发生的相加交互作用,评估指标包括相对超额风险比(RERI)、归因比(AP)和交互作用指数(S),若两个因素之间没有相加交互作用,则 RERI 和 AP 的置信区间应包含 0, S 的置信区间则应包含 1。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

1. 基本情况:研究对象年龄为(93.1 $\pm$ 7.7)岁,女性占 65.1%(1 177 名)。基线调查对象的睡眠时长为(8.0 $\pm$ 2.5)h/d,睡眠时长  $<7$  h/d 者占 28.1%,  $>9$  h/d 者占 27.2%。累积随访 6 150.6 人年(人均随访 3.4 年),血脂异常新发病例 304 名,发病密度为 4 942.6/10 万人年。14.9% 的高龄老人进行体育锻炼,18.5% 为已婚,79.6% 为未受过教育,10.7% 为超重肥胖。见表 1。

2. 睡眠时长对血脂异常发生风险的影响:竞争风险模型分析显示,模型 3 在控制了竞争风险事件

(死亡)后,与睡眠时长 7~9 h/d 的高龄老人相比,睡眠时长  $>9$  h/d 的高龄老人血脂异常发生风险增加 22%(HR=1.22, 95%CI: 1.07~1.39)。高龄老人每日睡眠时长每增加 1 h,血脂异常发生风险增加 5%(HR=1.05, 95%CI: 1.03~1.07)。见表 2。RCS 曲线显示,睡眠时长与血脂异常发生风险增加呈线性正向剂量-反应关系(总  $P<0.001$ , 非线性  $P=0.868$ )。见图 2。

3. 体育锻炼对血脂异常发生风险的影响:竞争风险模型分析显示,模型 3 在控制了竞争风险事件(死亡)后,与不进行体育锻炼的高龄老人相比,进行体育锻炼的高龄老人血脂异常发生风险降低 33%(HR=0.67, 95%CI: 0.57~0.78)。

4. 交互作用分析:以不进行体育锻炼、睡眠时长  $\leq 9$  h/d 作为参照组,不进行体育锻炼、睡眠时长  $>9$  h/d 组调查对象血脂异常发生风险增加 28%(HR=1.28, 95%CI: 1.12~1.47),进行体育锻炼、睡眠时长  $\leq 9$  h/d 组高龄老人血脂异常发生风险降低 31%(HR=0.69, 95%CI: 0.57~0.84),进行体育锻炼、睡眠时长  $>9$  h/d 组高龄老人血脂异常 HR 值为 0.78,差异无统计学意义( $P=0.135$ )。见表 3。睡眠时长与体育锻炼对血脂异常发病之间存在相乘交互作用(交互  $P<0.001$ )。相加交互作用指标 RERI、AP、S 分别为 -1.13(95%CI: -1.86~-0.39)、-0.94(95%CI: -1.47~-0.41)和 0.15(95%CI: 0.03~0.80),表明睡眠时长与体育锻炼对血脂异常具有明显的拮抗作用,提示体育锻炼可改善睡眠时长过长对高龄老人血脂的不良影响。

## 讨 论

本研究揭示了睡眠时长与血脂异常发生风险之间存在的正向关联,即睡眠时长越长,血脂异常发生风险越大,且其间的剂量-反应关系呈线性。本研究发现与不进行体育锻炼的高龄老人相比,进行体育锻炼的高龄老人血脂异常发生风险降低。相加交互作用结果表明,睡眠时长与体育锻炼对血脂异常发生风险具有明显的拮抗作用,提示体育锻炼可改善睡眠时长过长对高龄老人血脂的不良影响。

本研究发现睡眠时长过长是血脂异常的危险因素。一项研究发现白天过度嗜睡的男孩 HDL-C 水平较低,女孩 TG 水平较高<sup>[24]</sup>。一项基于韩国国民健康和营养检查调查的研究对 1 187 名 12~18 岁

表 1 血脂异常不同发生风险调查对象基线特征比较

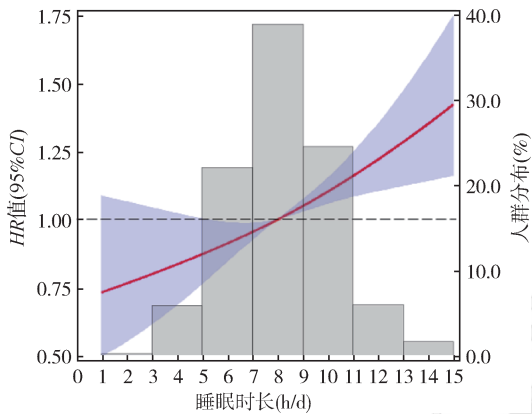
特 征	合计(n=1 809)	非血脂异常(n=398)	血脂异常(n=304)	死亡(n=1 107)	P 值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	93.1±7.7	88.9±7.3	90.7±8.2	95.3±6.9	<0.001
生存时间(年, $\bar{x}\pm s$ )	3.4±2.1	5.1±2.0	3.8±1.7	2.7±1.9	<0.001
睡眠时长(h/d, $\bar{x}\pm s$ )	8.0±2.5	7.4±1.9	7.9±2.6	8.2±2.6	<0.001
睡眠时长(h/d)					<0.001
<7	509(28.1)	129(32.4)	81(26.6)	299(27.0)	
7~	808(44.7)	203(51.0)	141(46.4)	464(41.9)	
>9	492(27.2)	66(16.6)	82(27.0)	344(31.1)	
性别					0.002
男	632(34.9)	169(42.5)	101(33.2)	362(32.7)	
女	1 177(65.1)	229(57.5)	203(66.8)	745(67.3)	
居住地					0.069
城镇	359(19.8)	75(18.8)	75(24.7)	209(18.9)	
农村	1 450(80.2)	323(81.2)	229(75.3)	898(81.1)	
婚姻状况					<0.001
未婚	1 475(81.5)	282(70.9)	225(74.0)	968(87.4)	
已婚	334(18.5)	116(29.1)	79(26.0)	139(12.6)	
民族					0.370
汉	1 657(91.6)	358(89.9)	278(91.4)	1 021(92.2)	
其他	152(8.4)	40(10.1)	26(8.6)	86(7.8)	
受教育状况(年)					0.003
0	1 441(79.6)	295(74.1)	232(76.3)	914(82.6)	
1~	309(17.1)	86(21.6)	63(20.7)	160(14.4)	
>6	59(3.3)	17(4.3)	9(3.0)	33(3.0)	
睡眠质量					0.159
好	1 227(67.8)	261(65.6)	202(66.4)	764(69.0)	
一般	432(23.9)	111(27.9)	72(23.7)	249(22.5)	
不好	150(8.3)	26(6.5)	30(9.9)	94(8.5)	
当前吸烟					0.822
是	220(12.2)	52(13.1)	36(11.8)	132(11.9)	
否	1 589(87.8)	346(86.9)	268(88.2)	975(88.1)	
当前饮酒					0.710
是	267(14.8)	60(15.1)	49(16.1)	158(14.3)	
否	1 542(85.2)	338(84.9)	255(83.9)	949(85.7)	
体育锻炼					<0.001
是	270(14.9)	72(18.1)	66(21.7)	132(11.9)	
否	1 539(85.1)	326(81.9)	238(78.3)	975(88.1)	
烹调用油类型					0.005
其他植物油	1 518(83.9)	321(80.6)	248(81.6)	949(85.7)	
芝麻油	30(1.7)	5(1.3)	11(3.6)	14(1.3)	
猪油及其他动物油	261(14.4)	72(18.1)	45(14.8)	144(13.0)	
膳食多样性					0.130
差	983(54.3)	228(57.3)	151(49.7)	604(54.6)	
好	826(45.7)	170(42.7)	153(50.3)	503(45.4)	
BMI 分组					<0.001
低体重	623(34.4)	111(27.9)	87(28.6)	425(38.4)	
正常体重	993(54.9)	234(58.8)	181(59.6)	578(52.2)	
超重	153(8.5)	40(10.0)	29(9.5)	84(7.6)	
肥胖	40(2.2)	13(3.3)	7(2.3)	20(1.8)	
心率(次/min, $\bar{x}\pm s$ )	75.8±11.4	74.8±13.0	76.8±11.3	75.9±10.8	<0.001
高血压					0.178
是	1 044(57.7)	242(60.8)	182(59.9)	620(56.0)	
否	765(42.3)	156(39.2)	122(40.1)	487(44.0)	
糖尿病					0.488
是	18(1.0)	6(1.5)	3(1.0)	9(0.8)	
否	1 791(99.0)	392(98.5)	301(99.0)	1 098(99.2)	
心脏病					0.758
是	108(6.0)	21(5.3)	20(6.6)	67(6.1)	
否	1 701(94.0)	377(94.7)	284(93.4)	1 040(93.9)	
卒中及脑血管疾病					0.357
是	105(5.8)	29(7.3)	16(5.3)	60(5.4)	
否	1 704(94.2)	369(92.7)	288(94.7)	1 047(94.6)	

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%)

表 2 中国 80 岁及以上老年人睡眠时长与血脂异常发生风险的竞争风险模型分析

睡眠时长 (h/d)	粗模型		模型 1		模型 2		模型 3	
	HR 值(95%CI)	P 值	HR 值(95%CI)	P 值	HR 值(95%CI)	P 值	HR 值(95%CI)	P 值
连续性睡眠时长	1.07(1.05~1.09)	<0.001	1.04(1.02~1.06)	<0.001	1.05(1.03~1.07)	<0.001	1.05(1.03~1.07)	<0.001
三分类睡眠时长								
7~	1.00		1.00		1.00		1.00	
<7	0.91(0.80~1.04)	0.169	0.92(0.81~1.05)	0.216	0.87(0.75~1.01)	0.059	0.89(0.76~1.04)	0.135
>9	1.40(1.24~1.58)	<0.001	1.18(1.04~1.34)	0.009	1.20(1.06~1.37)	0.004	1.22(1.07~1.39)	0.003

注:粗模型:未调整任何协变量;模型 1:调整年龄、性别、民族、居住地、婚姻状况、受教育状况;模型 2:在模型 1 基础上调整膳食多样性、当前吸烟、当前饮酒、体育锻炼、睡眠质量、烹调用油类型;模型 3:在模型 2 基础上调整 BMI 分组、心率、高血压、糖尿病、心脏病、卒中及脑血管疾病



注:以睡眠时长 8 h/d 为参考值( $P_{50}$ );模型调整年龄、性别、民族、居住地、婚姻状况、受教育状况、膳食多样性、当前吸烟、当前饮酒、体育锻炼、烹调用油类型、睡眠质量、BMI 分组、心率、高血压、糖尿病、心脏病、卒中及脑血管疾病

图 2 中国 80 岁及以上老年人睡眠时长与血脂异常发生风险的剂量-反应关系

表 3 睡眠时长及体育锻炼对中国 80 岁及以上老年人血脂异常发生风险的交互作用分析

体育锻炼	睡眠时长 (h/d)	样本量	HR 值(95%CI)	P 值
不锻炼	≤9	1 128	1.00	
不锻炼	>9	411	1.28(1.12~1.47)	<0.001
锻炼	≤9	189	0.69(0.57~0.84)	<0.001
锻炼	>9	81	0.78(0.60~1.01)	0.135

注:模型调整年龄、性别、民族、居住地、婚姻状况、受教育状况、膳食多样性、当前吸烟、当前饮酒、睡眠质量、烹调用油类型、BMI 分组、心率、高血压、糖尿病、心脏病、卒中及脑血管疾病

青少年数据进行分析,结果显示,睡眠时长 $\geq 10$  h/d 的受试者患高 TG 血症的风险较高<sup>[25]</sup>。本研究发现睡眠时长与血脂异常呈线性剂量-反应关系,未发现睡眠时长过短与血脂异常之间的统计学关联。既往关于我国农村居民的研究也报道了睡眠时长与血脂异常、高 TG 血症及高 LDL-C 血症呈线性剂量-反应关系<sup>[26]</sup>。美国一项为期 10 年的前瞻性队列研究也报道了睡眠时长过短对血脂并无明显影响<sup>[9]</sup>。但多项研究显示,睡眠与血脂呈 U 形关联,

本研究未发现睡眠时长过短与血脂异常之间关联的可能原因因为本研究对象为高龄老人,老年人尤其是高龄老人的身体代谢率较低,能量消耗减少,大脑皮质中神经细胞抑制过程逐渐减弱,神经细胞的兴奋和抑制也不如青年人和儿童那样敏感,因此老年人可能仅需要较短的睡眠时长就能维持正常的生理功能<sup>[27]</sup>。另外,本研究发现睡眠时长与体育锻炼具有拮抗作用,体育锻炼可改善睡眠时长过长对高龄老人血脂的不良影响,老年人较短的睡眠时长可能伴随其有更多的时间进行体育锻炼,可能会部分抵消睡眠时长过短对健康的不良影响<sup>[28]</sup>,故高龄老人睡眠时长过短可能不会对血脂产生危害。

体育锻炼被广泛推荐为普通人群、老年人和患有肥胖、2 型糖尿病等慢性疾病的人群改善健康的有效手段<sup>[29-30]</sup>。与药物相比,体育锻炼更容易进行,且副作用更小。本研究发现进行体育锻炼是血脂异常的保护因素。Pedersen 和 Saltin<sup>[31]</sup>通过对有关运动和血脂的多项研究进行荟萃分析,发现运动可以降低血脂水平。Kelley 等<sup>[32]</sup>通过对 25 项随机对照试验进行荟萃分析,报道了中年人群走路与非 HDL-C 之间的关系,发现干预组(38 min/次,5 次/周)相较于对照组,其体内非 HDL-C 降低了 4%。Kokkinos 等<sup>[33]</sup>对运动和脂质代谢进行了前瞻性队列研究,发现进行有氧运动的调查对象血脂异常发生风险显著降低。一项对 111 名患有轻度至中度血脂异常的久坐、超重人群进行的随机对照试验发现,运动对各种脂质和脂蛋白均有有益影响,高强度运动最为明显,且高运动量比低运动量带来了更大的改善,并且均优于对照组<sup>[34]</sup>。

进行锻炼或者增加运动量已被发现对失眠患者减肥、预防疼痛、改善情绪和提高睡眠质量有益<sup>[29,35-37]</sup>。国际上推荐的最低水平体育活动可以改善白天和晚上慢性失眠的症状,提高睡眠质量<sup>[14]</sup>。也有研究表明每日活动时长与睡眠质量呈正向关



联,但与睡眠时长无统计学关联<sup>[38]</sup>。本研究发现体育锻炼与睡眠时长对血脂异常具有拮抗交互作用,提示体育锻炼可改善高龄老人睡眠时长过长对血脂的不良影响,为血脂异常的预防控制策略的制定提供关键科学证据。

本研究补充了我国高龄老人睡眠时长、体育锻炼与血脂异常发生风险关联的证据,是一项基于社区开展的样本量较大的前瞻性队列研究,检验因果能力较强。本研究存在局限性。首先,相较于睡眠量表的评估,通过调查对象自报信息收集睡眠情况可能存在信息偏倚;其次,收集的睡眠时间没有区分午睡和晚睡,可能会对结果产生影响;最后,调查中未收集用药信息,尚不能控制用药信息等其他潜在的可能影响睡眠及血脂异常发生风险的混杂因素。

综上所述,高龄老人睡眠时长过长与血脂异常发生风险增加有关,高龄老人进行体育锻炼与血脂异常发生风险降低有关,体育锻炼可改善睡眠时长过长对高龄老人血脂的不良影响。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 吴兵、李阳、徐岚静:论文撰写、数据整理、统计学分析;章正、周锦辉、魏源、陈晨、王君、吴昌恣、李峥:现场调查、数据收集;胡子雨、龙范晔、吴玉栋、胡雪花、李可馨、李方珂、罗宇菲、刘迎春:文章内容审阅;吕跃斌、施小明:研究指导、论文修改、经费支持

## 参 考 文 献

- 中国发展研究基金会. 中国发展报告 2020: 中国人口老龄化的发展趋势和政策 [EB/OL]. (2023-09-28) [2022-03-09]. <https://www.cdrf.org.cn/zgfbzg/5586.htm>.
- 陈曾丽, 蒋运兰, 卢宇彤, 等. 中国老年人血脂异常患病率的 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2022, 25(1):115-121. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.328. Chen ZL, Jiang YL, Lu YT, et al. Dyslipidemia prevalence in Chinese older adults: a meta-analysis[J]. Chin General Pract, 2022, 25(1): 115-121. DOI: 10.12114/j. issn. 1007-9572.2021.00.328.
- Arsenault BJ, Lemieux I, Després JP, et al. The hypertriglyceridemic-waist phenotype and the risk of coronary artery disease: results from the EPIC-Norfolk prospective population study[J]. CMAJ: Canad Med Assoc J, 2010, 182(13):1427-1432. DOI:10.1503/cmaj.091276.
- Austin MA, Hokanson JE, Edwards KL. Hypertriglyceridemia as a cardiovascular risk factor[J]. Am J Cardiol, 1998, 81(4 Suppl 1):7B-12B. DOI:10.1016/s0002-9149(98)00031-9.
- Sarwar N, Danesh J, Eiriksdottir G, et al. Triglycerides and the risk of coronary heart disease: 10 158 incident cases among 262 525 participants in 29 Western prospective studies[J]. Circulation, 2007, 115(4): 450-458. DOI: 10.1161/circulationaha.106.637793.
- Zhan YQ, Chen RQ, Yu JM. Sleep duration and abnormal serum lipids: the China Health and Nutrition Survey[J]. Sleep Med, 2014, 15(7): 833-839. DOI: 10.1016/j. sleep. 2014.02.006.
- Kaneita Y, Uchiyama M, Yoshiike N, et al. Associations of usual sleep duration with serum lipid and lipoprotein levels[J]. Sleep, 2008, 31(5):645-652. DOI:10.1093/sleep/31.5.645.
- Ohkuma T, Fujii H, Iwase M, et al. Impact of sleep duration on obesity and the glycemic level in patients with type 2 diabetes: the Fukuoka Diabetes Registry[J]. Diabetes Care, 2013, 36(3):611-617. DOI:10.2337/dc12-0904.
- Petrov MER, Kim Y, Lauderdale D, et al. Longitudinal associations between objective sleep and lipids: the CARDIA study[J]. Sleep, 2013, 36(11): 1587-1595. DOI: 10.5665/sleep.3104.
- Bjorvatn B, Sagen IM, Øyane N, et al. The association between sleep duration, body mass index and metabolic measures in the Hordaland Health Study[J]. J Sleep Res, 2007, 16(1): 66-76. DOI: 10.1111/j. 1365-2869.2007. 00569.x.
- Wang YT, Xu DY. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins[J]. Lipids Health Dis, 2017, 16(1): 132. DOI: 10.1186/s12944-017-0515-5.
- Kodama S, Tanaka S, Saito K, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis[J]. Arch Intern Med, 2007, 167(10): 999-1008. DOI: 10.1001/archinte. 167.10.999.
- Grandjean PW, Crouse SF, Rohack JJ. Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise[J]. J Appl Physiol, 2000, 89(2):472-480. DOI:10.1152/jappl.2000.89.2.472.
- Chennaoui M, Arnal PJ, Sauvet F, et al. Sleep and exercise: a reciprocal issue? [J]. Sleep Med Rev, 2015, 20:59-72. DOI: 10.1016/j.smr.2014.06.008.
- 施小明, 吕跃斌, 殷召雪, 等. 中国长寿地区 80 岁以上高龄老人血脂比值与死亡风险的关联研究[J]. 中华预防医学杂志, 2016, 50(7):594-599. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.07.006. Shi XM, Lyu YB, Yin ZX, et al. Follow-up study on the effects of lipid ratios on all-cause mortality among elderly adults in longevity areas of China[J]. Chin J Prev Med, 2016, 50(7): 594-599. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0253-9624.2016.07.006.
- 张义成, 高丛丛, 陈希, 等. 山东省成年居民业余锻炼及静态行为和睡眠时间及其与高血压和糖尿病患病关系[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(6): 803-807. DOI: 10.11847/zgggws1118463. Zhang YC, Gao CC, Chen X, et al. Leisure-time exercise, sedentary behavior and sleeping time and their relationships with hypertension and diabetes among adult residents in Shandong province[J]. Chin J Public Health, 2018, 34(6): 803-807. DOI: 10.11847/zgggws 1118463.
- Cao Z, Dintica C, Shang Y, et al. The role of cognitive impairment, physical disability, and chronic conditions in the association of sleep duration with all-cause mortality among very old adults[J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(10):1458-1463.e2. DOI:10.1016/j.jamda.2020.02.017.

- [18] Yin S, Wang JH, Bai YJ, et al. Association between sleep duration and kidney stones in 34 190 American adults: A cross-sectional analysis of NHANES 2007-2018[J]. *Sleep Health*, 2022, 8(6): 671-677. DOI: 10.1016/j.sleh.2022.08.003.
- [19] Pomeroy A, Lassalle PP, Kline CE, et al. The relationship between sleep duration and arterial stiffness: A meta-analysis[J]. *Sleep Med Rev*, 2023, 70: 101794. DOI: 10.1016/j.smrv.2023.101794.
- [20] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J]. *中国循环杂志*, 2016, 31(10): 937-953. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.  
Joint Committee for the Revision of the Guidelines for the Prevention and Treatment of Adult Blood Lipid Disorders in China. Guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in Chinese adults (2016 revision) [J]. *Chin Circulat J*, 2016, 31(10): 937-953. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.
- [21] 陈春明, 孔灵芝. 中国成人超重和肥胖症预防控制指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.  
Chen CM, Kong LZ. Guidelines for adult overweight and obesity prevention and control in China[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.
- [22] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国, 中华医学会心血管病学分会, 等). 中国高血压防治指南(2018年修订版)[J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24(1): 24-56. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2019.01.002.  
Chinese Guidelines for the Management of Hypertension, Chinese Hypertension League, Chinese Society of Cardiology, et al. 2018 Chinese guidelines for the management of hypertension[J]. *Chin J Hypertens*, 2019, 24(1): 24-56. DOI: 10.3969/j.issn.10075410.2019.01.002.
- [23] 吴秋红, 张丕德, 周国茂, 等. 多重填补法和多水平模型在纵向随访数据中的应用[J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20(7): 729-733. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.07.021.  
Wu QH, Zhang PD, Zhou GM, et al. The application of multiple imputation and multilevel model in longitudinal follow-up data[J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2016, 20(7): 729-733. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.07.021.
- [24] Halici I, Palabiyik SS, Guducu-Tufekci F, et al. Endothelial dysfunction biomarker, endothelial cell-specific molecule-1, and pediatric metabolic syndrome[J]. *Pediatr Int*, 2016, 58(11): 1124-1129. DOI: 10.1111/ped.12989.
- [25] Lee JA, Park HS. Relation between sleep duration, overweight, and metabolic syndrome in Korean adolescents[J]. *Nutr Metabo Cardiovasc Dis*, 2014, 24(1): 65-71. DOI: 10.1016/j.numecd.2013.06.004.
- [26] 翟智涵. 农村成年人夜间睡眠时长和睡眠中点与血脂异常的关联[D]. 郑州: 郑州大学, 2022. DOI: 10.27466/d.cnki.gzzdu.2022.004739.  
Zhai ZH. Associations of night sleep duration and the midpoint of sleep with dyslipidemia in rural adults[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2022. DOI: 10.27466/d.cnki.gzzdu.2022.004739.
- [27] Gulia KK, Kumar VM. Sleep disorders in the elderly: a growing challenge[J]. *Psychogeriatrics*, 2018, 18(3): 155-165. DOI: 10.1111/psyg.12319.
- [28] Sewell KR, Erickson KI, Rainey-Smith SR, et al. Relationships between physical activity, sleep and cognitive function: A narrative review[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2021, 130: 369-378. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.09.003.
- [29] Casazza K, Fontaine KR, Astrup A, et al. Myths, presumptions, and facts about obesity[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(5): 446-454. DOI: 10.1056/NEJMsa1208051.
- [30] Passos GS, Poyares DLR, Santana MG, et al. Is exercise an alternative treatment for chronic insomnia? [J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2012, 67(6): 653-659. DOI: 10.6061/clinics/2012(06)17.
- [31] Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2006, 16 Suppl 1: 3-63. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00520.x.
- [32] Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and Non-HDL-C in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Prev Cardiol*, 2005, 8(2): 102-107. DOI: 10.1111/j.1520-037x.2005.3474.x.
- [33] Kokkinos PF, Faselis C, Myers J, et al. Interactive effects of fitness and statin treatment on mortality risk in veterans with dyslipidaemia: a cohort study[J]. *Lancet*, 2013, 381(9864): 394-399. DOI: 10.1016/s0140-6736(12)61426-3.
- [34] Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins [J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(19): 1483-1492. DOI: 10.1056/NEJMoa020194.
- [35] Passos GS, Poyares D, Santana MG, et al. Effect of acute physical exercise on patients with chronic primary insomnia[J]. *J Clin Sleep Med*, 2010, 6(3): 270-275. DOI: 10.5664/jcsm.27825.
- [36] Rethorst CD, Trivedi MH. Evidence-based recommendations for the prescription of exercise for major depressive disorder[J]. *J Psychiatr Pract*, 2013, 19(3): 204-212. DOI: 10.1097/01.pra.0000430504.16952.3e.
- [37] Turner RR, Steed L, Quirk H, et al. Interventions for promoting habitual exercise in people living with and beyond cancer[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 9(9): CD010192. DOI: 10.1002/14651858.CD010192.pub3.
- [38] Hartescu I, Morgan K, Stevinson CD. Increased physical activity improves sleep and mood outcomes in inactive people with insomnia: a randomized controlled trial[J]. *J Sleep Res*, 2015, 24(5): 526-534. DOI: 10.1111/jsr.12297.