· 调查报告与分析 ·

西藏高原地区中老年人静息心率与代谢性综合征关系

于跃[1,2]，晋美曲珍[1]，白国霞[1]，杨春霞[2]，彭介入[2]，庞冰[2]，扎西宗吉[1]，卢晶[3]

1. 西藏自治区疾病预防控制中心，拉萨 850000；
2. 四川大学华西公共卫生学院 四川大学华西第四医院，成都 610041；
3. 武警西藏总队医院，拉萨 850000
通信作者：卢晶，E-mail：1753609116@qq.com

【摘　要】目的 探究高原地区中老年人静息心率（RHR）与代谢综合征（MS）之间的关系，为阐明静息心率对代谢综合征的影响机制提供科学依据。**方法** 于 2021 年 6 月—2022 年 12 月，采用多阶段随机整群抽样方法，在西藏地区选取 6 269 名中老年人作为研究对象，根据静息心率的四分位数分布，将研究对象分为 Q1 组 RHR<66.5、Q2 组 66.5≤RHR ≤73.0、Q3 组 73.1≤RHR≤80.5 和 Q4 组 RHR>80.5 次/分 4 组，通过非条件 logistic 回归分析，探究静息心率与代谢综合征之间的潜在联系。**结果** 6 269 名中老年人代谢综合征总体患病率为 22.35%，不同静息心率组患病率不同，Q1～Q4 组分别为 17.12%、20.24%、22.77% 和 29.48%，差异有统计学意义（χ^2=74.934，*P*<0.001）；在调整了性别、年龄、饮酒及体质量指数（BMI）后，与 RHR<66.5 次/分组相比，73.1≤RHR≤80.5 次/分组的代谢综合征患病风险显著上升（*OR*=1.371，95%*CI*= 1.121～1.678），而 RHR>80.5 次/分组的患病风险大幅增加（*OR*=2.027，95%*CI*=1.672～2.482）。性别和年龄分层分析显示，男性 73.1≤RHR≤80.5 次/分和 RHR>80.5 次/分组的患病风险分别增加 37.0%（*OR*= 1.370，95%*CI*=1.024～1.832）和 137.9%（*OR*=2.379，95%*CI*=1.803～3.139）；女性相应风险分别增加 36.6%（*OR*=1.366，95%*CI*=1.030～1.810）和 76.4%（*OR*=1.764，95%*CI*=1.328～2.343）。当 RHR>80.5 次/分时，除 70～75 岁人群外，其他年龄组的代谢综合征患病风险均显著升高，其中 40～49 岁人群的患病风险最高（*OR*=2.777，95%*CI*=1.922～4.010）。**结论** 高原地区中老年人静息心率若>80.5 次/分会显著增加代谢综合征的患病风险，且男性及 40～49 岁人群患病风险更高；静息心率可能是代谢综合征的重要预测指标，需要进一步关注其在不同人群中的影响机制。

【关键词】 静息心率；代谢综合征；高原地区；中老年人

Relationship between resting heart rate and metabolic syndrome in middle-aged and elderly individuals in plateau regions

YU Yue[1,2], JINMEI Quzhen[1], BAI Guoxia[1], YANG Chunxia[2], PENG Jieru[2], PANG Bing[2], ZHAXI Zongji[1], LU Jing[3] (*1. Xizang Autonomous Region Center for Disease Control and Prevention*, *Lhasa* 850000, *China*; *2. West China School of Public Health*, *Sichuan University*; *West China Fourth Hospital*, *Sichuan University*, *Chengdu* 610041, *China*; *3. Armed Police Xizang General Hospital*, *Lhasa* 850000, *China*)
Corresponding author: LU Jing, E-mail: 1753609116@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the relationship between resting heart rate (RHR) and metabolic syndrome (MS) in middle-aged and elderly individuals residing in plateau regions, and to provide new scientific evidence for elucidating the influence of RHR on the mechanism of MS. **Methods** From June 2021 to December 2022, a multi-stage stratified cluster sampling method was employed to select 6 269 middle-aged and elderly individuals in Xizang Autonomous Region. Based on the quartile distribution of RHR, the participants were divided into four groups: Q1 (RHR < 66.5 beats/min), Q2 (66.5 ⩽ RHR ⩽ 73.0 beats/min), Q3 (73.1 ⩽ RHR ⩽ 80.5 beats/min), and Q4 (RHR > 80.5 beats/min). Unconditional logistic regression analysis was used to explore the potential association between RHR and MS. **Results** The overall prevalence of MS among the 6 269 middle-aged and elderly individuals was 22.35%. The prevalence varied across different RHR groups: 17.12% in Q1, 20.24% in Q2, 22.77% in Q3, and 29.48% in Q4, with statistically significant differences (χ^2 = 74.934, *P* < 0.001). After adjusting for sex, age, alcohol consumption, and body mass index (BMI), compared with the RHR < 66.5 beats/min group, the risk of MS was significantly elevated in the 73.1 ⩽ RHR ⩽ 80.5 beats/min group (*OR* = 1.371, 95%*CI*: 1.121 - 1.678) and substantially increased in the RHR > 80.5 beats/min group (*OR* = 2.027, 95%*CI*: 1.672 - 2.482). Stratified analysis by sex and age revealed that in males, the risk of MS increased by 37.0% (*OR* = 1.370, 95%*CI*: 1.024 - 1.832) and 137.9% (*OR* = 2.379, 95%*CI*: 1.803 - 3.139) in the 73.1 ⩽ RHR ⩽ 80.5 beats/min and RHR > 80.5 beats/min groups, respectively. In females, the corresponding risks increased by 36.6% (*OR* = 1.366, 95%*CI*: 1.030 - 1.810) and 76.4% (*OR* = 1.764, 95%*CI*:1.328 - 2.343), respectively. When RHR > 80.5 beats/min, the risk of MS was significantly elevated in all age groups except for the 70 - 75 age group, with the highest risk observed

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI：10.11847/zgggws1146664
第一作者：于跃（1989—），主治医师，硕士在读，研究方向：慢性非传染性疾病防制。
收稿日期：2024-12-13　修回日期：2025-03-11　录用日期：2025-05-10
利益冲突：不存在　伦理审查：已获取　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

in the 40 - 49 age group (*OR* = 2.777, 95%*CI*: 1.922 - 4.010). **Conclusions** An RHR > 80.5 beats/min significantly increases the risk of MS in middle-aged and elderly individuals in plateau regions, with higher risks observed in males and individuals aged 40 - 49. RHR may be an important predictor of MS, and further investigation into its influence mechanisms in different populations is warranted.

【Keywords】 resting heart rate; metabolic syndrome; plateau region; middle-aged and elderly individuals

代谢综合征(metabolic syndrome, MS)是一组常见的临床综合征,主要涉及腹型肥胖、糖代谢异常、脂类代谢紊乱和高血压;作为该疾病病理机制的主要因素,胰岛素抵抗起着至关重要的作用,同时内脏型肥胖也是其最常见的临床征象[1]。相关研究指出,MS 被视为导致多种心脑血管疾病及恶性肿瘤的关键诱因,涉及冠心病、脑卒中、糖尿病、胰腺癌,还有与性激素水平相关联的前列腺癌、乳腺癌等癌症,对人类身体健康及生活质量等带来巨大威胁,全球目前有超过 10 亿人受到 MS 的影响[1-4]。静息心率(rest heart rate, RHR)是一个简便易测的生理指标,被认为属于自主神经系统的一部分,与脑卒中、心血管疾病、癌症等患病及死亡风险相关,同时,自主神经系统在维持能量稳态的代谢调节中扮演着关键角色[5-6]。近年来,有研究指出 RHR 可能与 MS 相关[7-9],但国内尤其是高原地区的相关研究匮乏。本研究以 2021 年 6 月—2022 年 12 月西藏自治区“心血管病高危人群早期筛查与综合干预项目”筛查人群为对象,分析高原地区中老年人 RHR 与 MS 的关系,为阐明 RHR 对代谢综合征的影响机制提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 于 2021 年 6 月—2022 年 12 月,采用多阶段整群随机抽样方法抽取调查对象。本调查参考西藏中老年人代谢综合征患病现状及危险因素分析中代谢综合征患病率(22.41%)[10],基于统计学公式计算出理论样本量为 5 320 人。抽样分 3 个阶段进行,第 1 阶段在西藏自治区 7 市(地)地中各随机抽取 1 个区/县,共抽取 7 个区/县;第 2 阶段在被抽中的区/县中各自随机抽取 4 个街道/乡;第 3 阶段在抽中街道/乡中整群抽取连续居住≥6 个月、年龄≥40 岁常住居民作为对象,实际调查 6 542 人。剔除腰围、血脂、血糖、RHR 等数据不完整及异常数据后,最终有 6 269 人纳入分析,有效率为 95.83%。根据静息心率的四分位数分布,将研究对象划分为 4 组:RHR<66.5 次/分为 Q1 组(1 606 人)、66.5≤RHR ≤73.0 次/分为 Q2 组(1 576 人)、73.1≤RHR≤80.5 次/分为 Q3 组(1 537 人)、RHR>80.5 次/分为 Q4 组(1 550 人)。本研究实施前已取得阜外医院伦理委员会审批通过(2014-574),研究对象均自愿签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查及体格测量 使用国家心血管病中心统一制定的调查问卷,由接受过国家及省级两级培训的调查员进行面对面调查,问卷主要内容包括基本信息(性别、年龄等)、疾病史、吸烟、饮酒、腰围、血压测量等。现场先签知情同意书并进行问卷调查,然后进行体格检查及血压测量等。采用身高体重仪测量身高及体重,测量时要求被测者脱鞋帽及厚外套,并清空口袋中的物品。血压测量前被调查者需要在安静环境中休息至少 5 min,需要测量 2 次右上臂血压,测量值相差<10 mmHg(1 mmHg=0.133 3 kPa),取 2 次平均值作为最终血压值,同时使用电子血压监测仪采集心率读数,取 2 次读数的平均值作为 RHR。

1.2.2 实验室检测 测量血压等后,由专业医技人员在调查现场采集调查对象空腹外周静脉血用于检测空腹血糖、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇等指标。所有检测仪器及试剂均按照国家心血管病中心的要求采购,血糖检测采用 PD-G001-2 型血糖仪(中国台湾勤立生物科技股份有限公司),血脂则使用 Cardiocheck PA 干式血脂检测(美国 Polymer Technology Systems 公司)仪检测。

1.3 判断标准 高血压指收缩压≥140 mmHg(1 mmHg=0.133 KPa)和/或舒张压≥90 mmHg 或自报服用降血压药物[10]。糖尿病指空腹血糖≥7.0 mmol/L,或自报服用降血糖药物[11];超重指 24.0≤体质量指数(body mass index,BMI)<28.0,肥胖指 BMI≥28.0[12]。代谢综合征(MS)判定标准采用中华医学会糖尿病分会的诊断标准[11],具有以下≥3 项特征者即为 MS 患者:(1)中心性肥胖:腰围男性≥90 cm、女性≥85 cm;(2)血压异常:收缩压≥130 mmHg 和(或)舒张压≥85 mmHg,或已确诊为高血压并治疗者;(3)血糖异常:空腹血糖≥6.1 mmol/L 和(或)已确诊为糖尿病并治疗者;(4)总胆固醇≥1.70 mmol/L;(5)高密度脂蛋白胆固醇<1.04 mmol/L。吸烟指每天至少吸 1 支,且持续≥6 个月[13];饮酒指每周至少有 1 次饮酒行为[14]。

1.4 质量控制 参与项目的调查人员需经过国家及省级 2 次技术培训;现场审核调查问卷的有效性及逻辑性,确保无误后,由双人录入系统。

1.5 统计分析 采用 SPSS 27.0 软件对数据进行整理与分析。定性资料使用百分比表述;组间差异采用 χ^2 检验或趋势 χ^2 检验。运用 logistic 回归模型评估各因素与结果之间的关联强度。检验水准 α=0.05。

2 结　果

2.1　研究对象基本情况（表 1）　6 269 名调查对象中男性 2 739 人（43.69%），女性 3 530 人（56.31%）；年龄为 40～75 岁，平均年龄为（54.46±9.21）岁，其中 40～49 岁 2 107 人（33.61%），50～59 岁 2 304 人（36.75%），60～69 岁 1 408 人（22.46%），70～75 岁 450 人（7.18%）；城区 924 人（14.74%），农牧区 5 345 人（85.26%）；受教育程度初中及以下 5 323 人（84.91%）；吸烟 406 人（6.48%），饮酒 546 人（8.71%），超重或肥胖 3 115 人（49.69%），中心性肥胖 3 132 人（49.96%），高血压 3 184 例（50.79%），糖尿病 1 117 例（17.82%），血脂异常 1 451 例（23.15%），代谢综合征 1 401 例（22.35%）。不同 RHR 分组人群在不同性别、年龄、城乡、BMI，饮酒、中心性肥胖、高血压、糖尿病、血脂异常、MS 患病比较面差异均有统计学意义（均 P<0.05）。

表 1　不同 RHR 组别高原中老年人群不同特征分布

Table 1　Distribution of different characteristics about sex, age, urban and rural , degree of education, smoke, alcohol consumption, BMI, central obesity, hypertension, dyslipidemia and MS among the middle-aged and elderly populations at high altitude in different resting heart rate (RHR) groups

特征	分类	Q1组（n=1 606）		Q2组（n=1 576）		Q3组（n=1 537）		Q4组（n=1 550）		χ^2值	P值
		人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%		
性别	男性	753	48.89	663	42.07	610	39.69	713	46.00	21.724	<0.001
	女性	853	53.11	913	57.93	927	60.31	837	54.00		
年龄/岁	40～49	569	35.43	532	33.76	517	33.64	489	31.55	11.736[a]	<0.001
	50～59	609	37.92	575	36.48	584	38.00	536	34.58		
	60～69	319	19.86	362	22.97	322	20.95	405	26.13		
	70～75	109	6.79	107	6.79	114	7.42	120	7.74		
城乡	城区	233	14.51	249	15.80	245	15.94	197	12.71	8.323	0.040
	农牧区	1 373	85.49	1 327	84.20	1 292	84.06	1 353	87.29		
文化程度	初中以下	1 376	85.68	1 338	84.90	1 299	84.52	1 310	84.52	1.115	0.773
	初中及以上	230	14.32	238	15.10	238	15.48	240	15.48		
吸烟	否	1 510	94.02	1 479	93.85	1 447	94.14	1 427	92.06	7.355	0.061
	是	96	5.98	97	6.15	90	5.86	123	7.94		
饮酒	否	1 494	93.03	1 457	92.45	1 390	90.44	1 382	89.16	18.996	<0.001
	是	112	6.97	119	7.55	147	9.56	168	10.84		
BMI≥24.0	否	866	53.92	792	50.25	741	48.21	755	48.71	12.684	0.005
	是	740	46.08	784	49.75	796	51.79	795	51.29		
中心型肥胖	否	877	54.61	808	51.27	755	49.12	697	44.97	30.825	<0.001
	是	729	45.39	768	48.73	782	50.88	853	55.03		
高血压	否	888	55.29	812	51.52	737	47.95	648	41.81	62.115	<0.001
	是	718	44.71	764	48.48	800	52.05	902	58.19		
糖尿病	否	1 355	84.37	1 333	84.58	1 249	81.26	1 215	78.39	27.583	<0.001
	是	251	15.63	243	15.42	288	18.74	335	21.61		
血脂异常	否	1 267	78.89	1 242	78.81	1 174	76.38	1 135	73.23	18.791	<0.001
	是	339	21.11	334	21.19	363	23.62	415	26.77		
MS	否	1 331	82.88	1 257	79.76	1 187	77.23	1 093	70.52	74.934	<0.001
	是	275	17.12	319	20.24	350	22.77	457	29.48		

注：a 年龄组间比较采用趋势χ^2检验。

2.2　不同特征中老年人 MS 患病情况（表 2）　共筛查出 MS 患者 1 401 例，患病率为 22.35%；不同性别、BMI、饮酒情况高原地区中老年人 MS 患病率不同，差异均有统计学意义（均 P<0.05），MS 患病率随着年龄增长而升高。

表 2　不同特征高原中老年人 MS 患病情况

Table 2　MS prevalence in middle-aged and elderly individuals residing at high altitudes with different characteristics of about sex, age, urban and rural , degree of education, smoke, alcohol consumption and BMI.

特征	分类	总人数	患病数	患病率/%	χ^2值	P值
性别	男性	2 739	759	27.71	80.613	<0.001
	女性	3 530	642	18.19		
年龄/岁	40～49	2 107	354	16.80	48.816[a]	<0.001
	50～59	2 304	566	24.57		
	60～69	1 408	351	24.93		
	70～75	450	130	28.89		

续表 2
Table 2 Continued

特征	分类	总人数	患病数	患病率/%	χ^2值	*P*值
城乡	城区	924	225	24.35	2.504	0.114
	农牧区	5 345	1 176	22.00		
文化程度	初中以下	5 323	1 168	21.94	3.343	0.067
	初中及以上	946	233	24.63		
吸烟	否	5 863	1 326	22.62	3.522	0.061
	是	406	75	18.47		
饮酒	否	5 723	1 300	22.72	5.108	0.024
	是	546	101	18.50		
BMI	<24.0	3 154	152	4.82	1 123.863	<0.001
	≥24.0	3 115	1 249	40.10		

注：a 不同年龄组间比较采用趋势χ^2检验。

2.3 不同 RHR 分组对 MS 患病风险的影响模型分析（表 3） 以代谢综合征（MS）是否患病为因变量（0=未患病，1=患病），将单因素分析中具有统计学意义的性别、年龄、饮酒情况及 BMI 作为自变量纳入模型分析。模型 1 为基础模型，未进行任何变量调整；模型 2 在基础模型上，进一步调整了性别和年龄 2 个变量；模型 3 在模型 2 的基础上调整饮酒；模型 4 在模型 3 的基础上调整了 BMI。结果显示，4 个模型均 *P*<0.01。模型 1、2、3 中，与参照组 Q1 组相比，Q2、Q3 和 Q4 组的 MS 患病风险均显著增加。模型 4 中，进一步调整 BMI 后，与 Q1 组相比，Q3 组（*OR*=1.371，95%*CI*=1.121～1.678）和 Q4 组（*OR*=2.027，95%*CI*=1.672～2.482）的 MS 患病风险分别增加 37.1% 和 102.7%，Q2 组差异无统计学意义。

表 3 不同 RHR 分组对代谢综合征患病风险的影响模型分析结果
Table 3 Results of model analysis of the influence of different resting heart rate (RHR) groups on the risk of metabolic syndrome

变量	参照组	Q2组		Q3组		Q4组		*P*值
		*OR*值	95%*CI*	*OR*值	95%*CI*	*OR*值	95%*CI*	
模型1	Q1	1.288	1.024～1.469[b]	1.427	1.197～1.702[b]	2.024	1.708～2.398[b]	<0.001
模型2	Q1	1.258	1.050～1.508[b]	1.482	1.239～1.771[b]	2.030	1.710～2.411[b]	<0.001
模型3	Q1	1.259	1.050～1.508[b]	1.503	1.257～1.797[b]	2.054	1.729～2.440[b]	<0.001
模型4	Q1	1.166	0.952～1.429	1.371	1.121～1.678[b]	2.027	1.672～2.482[b]	<0.001

注：b *P*<0.05。

2.4 RHR 与 MS 患病风险的年龄性别分层 logistic 回归分析（表 4） 性别分层分析结果显示，与 Q1 组（参照组）相比，Q3 和 Q4 组的男性 MS 患病风险均显著增加，Q4 组患病风险增加 137.9%；Q3 和 Q4 组女性 MS 患病风险也有所上升，但增幅略低于男性。年龄分层分析显示，Q3 和 Q4 组的 50～59 岁年龄段人群 MS 患病风险显著增加，而在 40～49 岁和 60～69 岁人群中，仅 Q4 组的风险显著上升。70～75 岁人群的 RHR 与 MS 患病风险无显著关联。

表 4 RHR 与代谢综合征患病风险的性别和年龄分层 logistic 回归分析模型分析结果
Table 4 Results of stratified logistic regression analysis of the association between RHR and the risk of metabolic syndrome by sex and age

变量	分类	Q2组		Q3组		Q4组	
		*OR*值	95%*CI*	*OR*值	95%*CI*	*OR*值	95%*CI*
性别[c]	男性	1.211	0.912～1.609	1.370	1.024～1.832[b]	2.379	1.803～3.139[b]
	女性	1.105	0.825～1.480	1.366	1.030～1.810[b]	1.764	1.328～2.343[b]
年龄[d]/岁	40～49	1.117	0.756～1.651	1.414	0.963～2.076	2.777	1.922～4.010[b]
	50～59	1.141	0.826～1.574	1.383	1.011～1.893[b]	2.165	1.577～2.971[b]
	60～69	1.246	0.828～1.873	1.463	0.959～2.234	1.523	1.024～2.267[b]
	70～75	1.229	0.567～2.664	1.052	0.494～2.242	1.160	0.543～2.476

注：b *P*<0.05；c 调整年龄，饮酒，BMI；d 调整性别，饮酒，BMI；参照组为Q1组。

3 讨　论

本研究探讨了高原地区中老年人群 RHR 与 MS 患病风险之间的关系，结果显示，当 RHR≥73.1 次/分时，MS 的患病风险显著增加，这一结果与既往研究结果相似[15–17]。关于 RHR 与 MS 患病风险之间的关联，国内外研究结论并不一致。一些研究发现 RHR 与 MS 呈正相关[18–19]，而另一些研究则发现 RHR 与肥胖或男性 MS 呈负相关[20–21]，这种不一致性可能与研究人群的特征、生活方式以及环境因素的差异有关。本研究在校正性别、年龄、城乡、饮酒、BMI 等混杂因素后，RHR 与 MS 之间仍存在正相关关系，尤其是在男性和中年人群中更为显著。男性在 RHR>80.5 次/分时 MS 患病风险增加 137.9%，远高于女性的 76.4%。这一结果与陈泽琨等[9]研究相似，表明 RHR 与 MS 患病风险之间的关联强度因性别而异。这种差异可能与男性不良生活方式（如过量饮酒）有关，这些行为已被证实与高血压及 MS 风险增加相关。此外，女性 MS 的发生可能与生理结构和荷尔蒙水平有关[9, 22]，这进一步解释了性别差异的存在。尽管本研究总体得出 RHR 与 MS 可能存在正相关关系，但在 60～69 岁和 70～75 岁年龄段中，RHR 与 MS 患病风险的关联强度减弱，甚至在 70～75 岁人群中未见显著关联。这可能与老年人群的生理特点和疾病谱变化等原因有关。随着年龄增长，其他慢性疾病（如心血管疾病、糖尿病）可能成为 MS 的主要驱动因素[23]；而 RHR 的影响会相对减弱。此外，老年人群的生活方式和健康行为可能与中年人群不同，这也可能影响 RHR 与 MS 之间的关联强度。

本研究采用横断面设计，通过 logistic 回归分析校正混杂因素，探讨了静息心率与代谢综合征之间的关联。尽管这种方法能够有效控制混杂因素，但因果关系推断受限。此外，本次研究未纳入饮食习惯等潜在影响因素，且吸烟、饮酒的定义基于频次而非具体量化，这可能会影响结果的准确性。未来研究将会采用前瞻性队列设计，纳入更多生活方式和生物学指标，如饮食习惯、运动频率等，以增强因果关系的推断，同时减少横断面研究设计中常见的偏倚。

综上所述，高原地区中老年人 RHR 与 MS 患病风险之间存在正相关关系，这种关联尤其在男性和中年人群中更为显著，RHR 与 MS 患病风险在性别和年龄上的差异将有助于制定更精准的预防策略。建议加强对中年人群的健康监测，特别是 RHR 的定期监测，并通过健康教育和生活方式干预降低 MS 风险。在高原地区，由于特殊的环境因素（如低氧环境），可能对心率和代谢产生额外的影响，而且 MS 可能与多种慢性疾病存在交互作用。因此，未来的研究需要进一步探讨高原地区特定人群的生理特征和生活方式对 RHR 与 MS 关系的影响，以便为该地区中老年人群的健康管理提供更有针对性的建议。

参考文献

[1] O'Neill S, O'Driscoll L. Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies[J]. Obesity Reviews, 2015, 16(1): 1-12.

[2] 庞林鸿, 赵雅静, 朵林, 等. 云南省成年居民代谢综合征患病现状及其影响因素分析 [J]. 中国公共卫生, 2023, 39(5): 617-621.

[3] 杨舒越, 李松涛, 应旭华, 等. 浙江省海岛农村社区成年人代谢综合征发病率及其危险因素 [J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(3): 387-391.

[4] Saklayen M G. The global epidemic of the metabolic syndrome[J]. Current Hypertension Reports, 2018, 20(2): 12.

[5] Tian J, Yuan Y, Shen M Y, et al. Association of resting heart rate and its change with incident cardiovascular events in the middle-aged and older Chinese[J]. Scientific Reports, 2019, 9(1): 6556.

[6] Hu L H, Huang X, Zhou W, et al. Associations between resting heart rate, hypertension, and stroke: a population-based cross-sectional study [J]. The Journal of Clinical Hypertension, 2019, 21(5): 589-597.

[7] 吴玲玲, 郑春早, 刘付东, 等. 静息心率与心血管病高危的关系 [J]. 中华疾病控制杂志, 2020, 24(7): 779-784.

[8] Zhang X, Hong F, Qin Z X, et al. Resting heart rate is associated with the risk of metabolic syndrome and its components among Dong adults in southwest China: cross-sectional findings of the China multi-ethnic cohort study[J]. Diabetes/Metabolism Research and Reviews, 2022, 38(1): e3475.

[9] 陈泽琨, 王颖, 于雪, 等. 大连市成年人静息心率与代谢综合征的关系 [J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(6): 668-672 转 697.

[10] 于跃, 白国霞, 扎西宗吉, 等. 西藏中老年人代谢综合征患病现状及危险因素分析 [J]. 现代预防医学, 2025, 52(2): 376-380.

[11] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2017 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67.

[12] 王增武, 郝光, 王馨, 等. 我国中年人群超重/肥胖现况及心血管病危险因素聚集分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2014, 35(4): 354-358.

[13] Li G J, Wang H L, Wang K, et al. The association between smoking and blood pressure in men: a cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2017, 17(1): 797.

[14] 陈璐, 潘浪, 刘秋萍, 等. 2008—2018 年北京城区某健康体检人群饮酒行为变化趋势 [J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(3): 284-288.

[15] Seravalle G, Grassi G. Heart rate as cardiovascular risk factor[J]. Postgraduate Medicine, 2020, 132(4): 358-367.

[16] Long T F, Wang J, Han X, et al. Association between resting heart rate and incident diabetes risk: a Mendelian randomization study[J]. Acta Diabetologica, 2019, 56(9): 1037-1044.

[17] Böhm M, Schumacher H, Teo K K, et al. Resting heart rate and cardiovascular outcomes in diabetic and non-diabetic individuals at high cardiovascular risk analysis from the ONTARGET/TRANSCEND trials[J]. European Heart Journal, 2020, 41(2): 231-238.

[18] Jiang X J, Liu X X, Wu S L, et al. Metabolic syndrome is associated with and predicted by resting heart rate: a cross-sectional and longitudinal study[J]. Heart, 2015, 101(1): 44-49.

[19] Wu X Y, Du R, Hu C Y, et al. Resting heart rate is associated with metabolic syndrome and predicted 10-year risk of cardiovascular disease: a cross-sectional study[J]. Journal of Diabetes, 2019, 11(11): 884-894.

[20] Oda E, Aizawa Y. Resting heart rate predicts metabolic syndrome in apparently healthy non-obese Japanese men[J]. Acta Diabetologica, 2014, 51(1): 85-90.

[21] Wang S, Liu K, Zhang X, et al. Elevated resting heart rate predisposes metabolic syndrome in women rather than in men: a 15-year prospective study[J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2015, 15: 110.

[22] Yang S J, Yu B, Yu W Q, et al. Development and validation of an age-sex-ethnicity-specific metabolic syndrome score in the Chinese adults[J]. Nature Communications, 2023, 14(1): 6988.

[23] 王志如, 贾小芳, 刘梦冉, 等. 2018 年我国 15 省 45～64 岁中年人共病现状及其影响因素——基于关联规则分析 [J]. 环境与职业医学, 2024, 41(7): 768-773.