·健康中国 2030:重大慢病全周期防治专题·

华南区域人群心肺适能水平及其影响因素

陈钰良[1]，叶炳琪[1]，杨淑筠[2]，周熙瑞[2]，雷泽恺[2]，袁乐乐[2]，许倩宜[2]，夏　敏[2]
(1. 中山大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,广东 广州 510080; 2. 中山大学公共卫生学院营养学系,广东 广州 510080)

摘　要:【目的】描述华南区域自然人群慢性非传染性疾病前瞻性队列研究项目基线人群的心肺适能水平特征,并分析其潜在影响因素。【方法】通过面对面问卷调查和体格检查,收集研究对象的基本人口学特征、既往疾病史、用药史、生活方式及运动情况等信息。剔除缺失心肺适能相关数据,运动、膳食等协变量信息的个体后,共纳入 77 024 名 25~86 岁的研究对象。心肺适能水平基于非运动算法估计,以低于下三分位数定义为低心肺适能水平。采用 Logistics 回归分析低心肺适能水平在人群中的分布特征;采用 log-binomial 回归和有序逻辑回归分析人群特征、社会经济学因素、生活方式(饮酒、膳食多样性)和慢性病(糖尿病、高血压、肺部疾病、心血管疾病)患病情况与心肺适能水平的关系。【结果】华南区域人群男性和女性心肺适能水平呈近似正态分布;汉族、初中及以下文化程度、家庭年收入高、经常饮酒、膳食多样性低的人群低心肺适能水平比例较高(均 $P<0.001$);民族、家庭年收入、文化程度、生活方式以及慢性病与华南区域人群的心肺适能水平存在统计学关联(均 $P<0.001$)。【结论】华南区域不同特征人群的心肺适能水平存在差异,民族、社会经济学因素、生活方式及慢性病可能是其重要影响因素。建议公众重视心肺适能,加强人群心肺适能监测与健康干预将具有重要的公共卫生意义。

关键词:心肺适能;华南区域;分布;影响因素;人群特征
中图分类号:R195.4　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1672-3554(2026)01-0055-09
DOI:10.11714/jsysu.med.YX20250160

Distribution and Contributing Factors of Cardiorespiratory Fitness Levels in South China Population

CHEN Yuliang[1], YE Bingqi[1], YANG Shujun[2], ZHOU Xirui[2], LEI Zekai[2], YUAN Lele[2], XU Qianyi[2], XIA Min[2]
(1. Department of Statistics and Epidemiology, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 2. Department of Nutrition, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)
Correspondence to: XIA Min; E-mail: xiamin@mail.sysu.edu.cn

Abstract:【Objective】To describe the characteristics of cardiorespiratory fitness levels in the baseline population of the South China Cohort, and to identify the potential contributing factors.【Methods】Face-to-face surveys and physical examinations were conducted to collect information on demographic characteristics, medical histories, medications, lifestyles, and physical activity conditions. After excluding individuals with missing cardiorespiratory fitness-related data and covariates including physical activity and dietary information, a total of 77 024 participants aged 25 to 85 were included. Cardiorespiratory fitness levels were evaluated using a non-exercise algorithm, and low cardiorespiratory fitness level was defined as below the lower tertile of the population distribution. Logistic regression analysis was used to examine the distribution of low cardiorespiratory fitness level, and log-binomial regression and ordered logistic regression analyses were used to analyze the associations of cardiorespiratory fitness with demographic characteristics, socioeconomic factors, lifestyle factors (including alcohol consumption and dietary diversity), and chronic diseases conditions (including diabetes, hypertension, pulmonary diseases, and cardiovascular diseases).【Results】Cardiorespiratory fitness levels

收稿日期:2025-10-31　　**录用日期:**2025-12-15
基金项目:国家重点研发计划项目(2022YFC3600600, 2017YFC0907100)
作者简介:陈钰良,第一作者,研究方向:流行病与卫生统计学,E-mail:chenyliang5@mail2.sysu.edu.cn;夏敏,通信作者,教授,E-mail:xiamin@mail.sysu.edu.cn

showed a sufficiently normal distribution in both male and female group. We found that the proportion of low cardiorespiratory fitness level was higher among Han ethnicity, those with an educational level below 9th grade, households with an annual income of more than 100 000 Yuan, as well as those who drank alcohol at least one time per week and who exhibited low dietary diversity (all $P<0.001$). Ethnicity, socioeconomic status, lifestyle factors, and chronic diseases were found to be statistically associated with cardiorespiratory fitness levels in the South China population (all $P<0.001$).【Conclusion】Cardiorespiratory fitness levels varied across different population groups in South China, with ethnicity, socioeconomic status, lifestyle factors, and chronic diseases serving as key determinants. Therefore, it is recommended that the public pay attention to cardiorespiratory fitness, as strengthening population-level monitoring and interventions for cardiorespiratory fitness carries significant public health implications.

Key words: cardiorespiratory fitness; South China; distribution; contributing factors; population characteristic

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci),2026,47(1):55-63]

心肺适能是指循环系统和呼吸系统协同工作,将氧气高效输送至身体各部分组织以满足代谢需求能力[1]。研究表明,心肺适能与慢性病发病率及全因死亡率的增强密切相关,是较传统危险因素更强有力的独立预测指标[2-4]。而良好的心肺适能水平有助于降低心血管疾病及2型糖尿病的发病率和死亡风险[5-6]。随着经济发展加速与社会现代化进程不断推进,体力活动不足和久坐行为日益普遍,导致心肺适能水平下降及相关慢性病负担持续上升[7]。自20世纪80年代以来,中国、美国、加拿大及挪威等国家青少年的心肺健康显著下降[8-9]。2020年《国民体质监测公报》数据显示,我国国民体质达标率为90.4%,较2014年提升了8%,但体质量和腰围水平上升,肺活量和力量耐力指标水平降低[10]。成年人和老年人的超重肥胖率持续增长,力量素质呈下降趋势,无疑对心肺适能造成不利影响。心肺适能已经被纳入国际慢病防控框架的重要生理指标,世界卫生组织和美国心脏协会均建议将其作为生命体征进行监测[11]。然而,目前关于华南区域人群心肺适能水平的系统性大样本研究仍较为匮乏,不同民族、生活方式和社会经济状况人群的心肺适能水平的分布及其相关关系尚不明晰。本研究基于华南区域自然人群慢性非传染性疾病前瞻性队列研究(South China Cohort, SCC)的基线调查数据,旨在分析和比较华南区域人群心肺适能水平的特征及差异,进而探讨华南区域人群心肺适能现状及其潜在影响因素。

1 材料与方法

1.1 研究对象

SCC项目基线调查阶段于2018年3月至2020年12月在广东省、福建省、广西壮族自治区及海南省开展,采用多阶段分层整群抽样方法招募研究对象。第一阶段,在上述四省的13个城市中,依据人口规模与地区特征选取研究区(县)。第二阶段,在每个区(县)内,通过与当地疾病预防控制中心协作,随机抽取12~20个居委会或行政村。第三阶段,从每个被选中的社区中,邀请所有符合纳入标准(主要为35~74岁常住人口)的居民参与基线调查[12]。为保护积极性和人群依从性,实际调查中少量居民年龄略超过预设范围但符合其他标准且自愿参加亦纳入队列[13]。最终纳入了116 520名年龄25~89岁的研究对象,其中102 932名完成了基线调查。本研究剔除了25 908名因运动、膳食等相关变量缺失或存在极端异常值的个体,最终纳入77 024名研究对象进行分析。研究对象均签署书面知情同意书并通过身份证登记避免重复参与,研究方案通过中山大学公共卫生学院伦理委员会审查(批准文号:L2017-001)。

1.2 数据收集方法

1.2.1 问卷调查 通过标准化的面对面问卷获得研究对象的基本人口学信息(年龄、性别、民族、家庭年收入,文化程度等)和生活方式信息(吸烟状况、膳食情况、体力活动情况等)。体力活动水平评估采用国际体力活动问卷短卷(IPAQ-SF)[14],收集研究对象过去一周的身体活动强度信息,并计算代谢当量和体力活动指数(physical activity index, PAI)[15],根据PAI的中位数把体力活动水平分为活跃和非活跃组[16]。膳食情况通过膳食频率问卷进行评估,并构建膳食多样性评分,范围0~9分,将按均值分为高(>6.16分)和低膳食多样性评分组(≤6.16分)[17-18]。当前吸烟者定义为至少每天吸烟1支或每周吸烟7支。饮酒情况根据饮酒频率定义

为从不饮酒（过去1年没有喝过）、偶尔饮酒（过去一年特别场合喝过/喝酒频率不到1周1次）、经常饮酒（每周至少喝酒1次）和几乎每天饮酒。职业分为非手工业[包括行政及管理人员以及专业技术人员（医生、教师、科技人员）]、手工业（包括农林牧渔劳动者、工人、销售及服务工作人员、私营业主）和其他（包括家务、待业/下岗、离退休/不务农及其他不易分类者）3类。

1.2.2　体格检查　体格检查指标如身高、体质量、腰围、静息心率等由经过培训的技术人员按照统一的操作流程现场测量，所有指标均测量2次后取均值。体质指数（body mass index，BMI）根据身高和体质量计算而得[BMI=体质量（kg）/身高^2（m^2）]。

1.2.3　心肺适能评估　心肺适能通过非运动算法进行评估，Jackson等[19]基于队列建设和医疗保健环境中易于获得的健康指标数据所开发的非运动算法估计的心肺适能（estimated cardiorespiratory fitness，eCRF）与金标准测量结果有良好的相关性[20-21]，适合在大规模人群研究中评估心肺功能[22]。具体如下：

男性：eCRF=21.287 0+0.165 4×年龄−0.002 3×年龄^2−0.231 8×BMI −0.033 7×腰围−0.039 0×静息心率+0.635 1×体力活动情况（活跃=1；非活跃=0）−0.426 3×吸烟状况（当前吸烟者=1；非当前吸烟者=0）；

女性：eCRF=14.787 3+0.115 9×年龄−0.001 7×年龄^2−0.153 4×BMI −0.008 8×腰围−0.036 4×静息心率+0.598 7×体力活动情况（活跃=1；非活跃=0）−0.299 4×吸烟状况（当前吸烟者=1；非当前吸烟者=0）。

1.3　数据处理

1.3.1　纳入排除标准　本研究采用的非运动算法基于特定年龄段和BMI范围人群开发，因此本研究仅纳入20~86岁男性和20~78岁女性，且BMI≥18.5 kg/m^{2}的研究对象。剔除在所有研究变量上数据均缺失的无效样本者。剔除未完成IPAQ-SF以致无法计算心肺适能水平的研究对象。对于连续型变量大于3倍标准差的极端异常值的个体进行了删除。最终，排除25 908人后，共77 024名参与者纳入统计分析。

1.3.2　缺失值处理　对身高、体质量、饮酒、膳食等协变量采用平均值、众数或分性别填补的方式处理[23]。由于民族、婚姻状况涉及复杂的社会背景且缺乏填补依据，因此未进行填补，保留缺失数据并在分析中单独标记。

1.3.3　结局变量定义　参考既往研究，将eCRF划分为低水平、中等水平组和高水平组[2]。首先将研究对象分为25~44岁、45~60岁、>60岁3个年龄组，每个年龄组内再按性别分层，每层内以eCRF水平低于该人群的下三分位数定义为低eCRF水平，处于下三分位数和上三分位数内定义为中等eCRF水平，高于上三分位数定义为高eCRF水平，最后对各性别分层和年龄组进行合并。分析过程中将eCRF水平定义为等级变量（1=低水平、2=中等水平、3=高水平），或二分类变量（1=低水平、0=非低水平：包括中等水平与高水平）。

1.4　统计分析

根据eCRF水平，将研究对象的基本特征进行分组，符合正态分布的连续型变量采用均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）进行描述，非正态分布的连续型变量用中位数和四分位数描述$M(P_{25}\sim P_{75})$；分类变量以频数（%）表示。对于连续型变量，使用Kruskal-Wallis检验进行比较；对于分类变量，使用χ^2检验分析一般人口学特征的差异。计算eCRF水平分布的峰度和偏度评价其分布特征。

通过Logistics回归分析，调整性别和年龄，估计低eCRF水平的人群分布特征，并对差异进行统计学检验。分析低eCRF水平的影响因素，采用log-binomial回归，eCRF水平作为二分类变量纳入模型，调整性别和年龄，计算暴露与非暴露人群的概率比（prevalence ratio，PR）值及其95%置信区间（confidence interval，CI）。同时采用有序逻辑回归，eCRF水平按等级变量纳入模型，调整性别和年龄，计算累积优势比（cumulative odds ratio，cOR）值和95%CI，采用Brant检验（平行性检验）验证比例优势假设。数据分析使用R 4.2.1软件。双侧检验，检验水准α=0.05。

2　结　果

2.1　基本情况

本研究共纳入77 024名参与者，中位年龄为56.1（47~65）岁，其中男性29 893名（占38.8%）。以汉族为主（83.9%），已婚者为主（87.3%），文化程度以初中及以下为主（63.0%），家庭年收入以30 000~100 000元为主（42.2%），非手工业者占10.7%，经

常饮酒者占4.3%。总人群中位膳食多样性评分6.0(5.0~7.0)分,低膳食多样性者占57.3%。各特征变量分组之间的差异有统计学意义(均$P<0.01$,表1)。

表1 按eCRF水平分组的研究人群基本特征

Table 1 Baseline characteristics of the study population by eCRF group

[n(%),($\bar{x}\pm s$), M(P_{25}–P_{75})]

Characteristic	Overall (n=77 024)	eCRF group [a]		
		Low (n=25 677)	Middle (n=25 673)	High (n=25 674)
eCRF, METs	9.7 (8.6–11.2)	8.6 (7.8–9.9)	9.4 (8.9–11.7)	10.4 (9.6–12.7)
Age /years	56 (47–65)	60 (50–66)	56 (47–65)	53 (46–65)
Men	29 893 (38.8)	9 965 (38.8)	9 964 (38.8)	9 964 (38.8)
Ethnic [b]				
Others	11 285 (16.1)	3 392 (14.4)	3 693 (15.9)	4 200 (18.1)
Han	58 660 (83.9)	20 086 (85.6)	19 565 (84.1)	19 009 (81.9)
Marital status [b]				
Married	52 558 (87.3)	17 219 (85.3)	17 518 (87.8)	17 821 (88.8)
Others	7 645 (12.7)	2 956 (14.7)	2 435 (12.2)	2 254 (11.2)
Education				
>9th grade	28 488 (37.0)	8 520 (33.2)	9 595 (37.4)	10 373 (40.4)
≤9th grade	48 536 (63.0)	17 157 (66.8)	16 078 (62.6)	15 301 (59.6)
Household income/yuan				
<30 000	14 653 (19.0)	4 942 (19.2)	4 835 (18.8)	4 876 (19.0)
30 000–100 000	32 629 (42.4)	10 467 (40.8)	10 796 (42.1)	11 366 (44.3)
>100 000	29 742 (38.6)	10 268 (40.0)	10 042 (39.1)	9 432 (36.7)
Job				
Non-manual worker	8 275 (10.7)	2 306 (9.0)	2 790 (10.9)	3 179 (12.4)
Manual worker	27 888 (36.2)	8 205 (32.0)	9 202 (35.8)	10 481 (40.8)
Others	40 861 (53.0)	15 166 (59.1)	13 681 (53.3)	12 014 (46.8)
Drink				
Never	8 686 (11.3)	2 762 (10.8)	2 839 (11.1)	3 085 (12.0)
Occasional	62 303 (80.9)	20 835 (81.1)	20 756 (80.8)	20 712 (80.7)
Often	3 304 (4.3)	1 149 (4.5)	1 146 (4.5)	1 009 (3.9)
Almost everyday	2 731 (3.5)	931 (3.6)	932 (3.6)	868 (3.4)
Low dietary diversity	44 142 (57.3)	15 171 (59.1)	14 605 (56.9)	14 366 (56.0)
Dietary diversity score	6.0 (5.0–7.0)	6.0 (5.0–7.0)	6.0 (5.0–7.0)	6.0 (5.0–7.0)

Data are presented as n (%) for categorical variable, and($\bar{x}\pm s$) or M (P_{25}–P_{75}) for continuous variables. All baseline characteristics except for sex and age group were associated with eCRF levels, and the differences between the groups were statistically significant (all $P<0.001$). [a] The eCRF levels were grouped by tertiles after being stratified by sex and age group. [b] Due to missing data, the constituent ratios were calculated based on the actual number of cases.

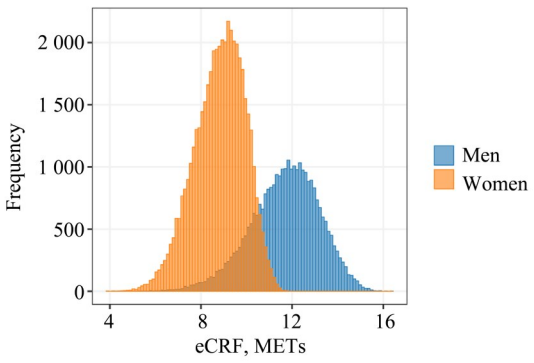
2.2 华南区域人群eCRF水平分布特征

总人群中位eCRF水平为9.7(8.6~11.2)METs,其中低水平组为8.6(7.8~9.9)METs,中等水平组为9.4(8.9~11.7)METs,高水平组为10.4(9.6~12.7)METs(表1)。华南区域人群总体eCRF水平呈双峰分布。男性平均eCRF水平为(11.7±1.5)METs,分

布轻微左偏（偏度：-0.40），峰度为0.17，近似正态分布；女性eCRF水平为（8.8±1.1）METs，分布轻微左偏（偏度：-0.40），峰度为-0.09，近似正态分布。男性平均eCRF水平高于女性约27%（图1）。

2.3　华南区域人群低eCRF水平特征

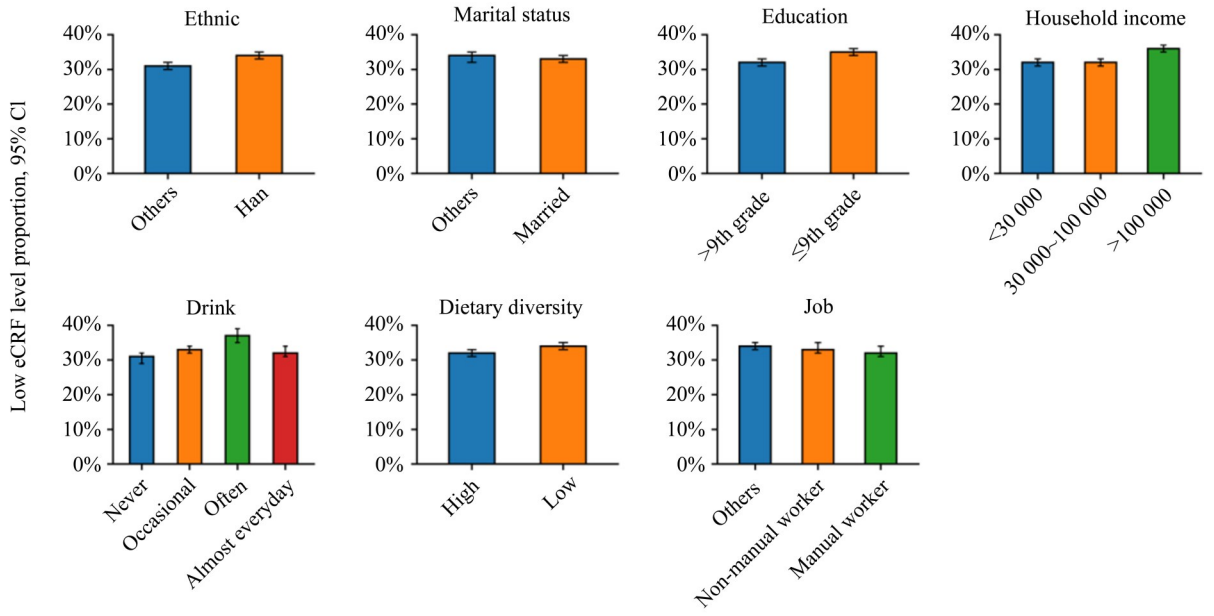
在调整性别、年龄因素后，结果显示，不同民族组低eCRF水平比例差异有统计学意义（Z=6.605，P<0.001），其中汉族的低eCRF水平比例较高，达34.0%（95%CI：33.1%~35.2%），其他民族为31.0%（95%CI：30.3%~32.0%）。文化程度初中及以下的低eCRF水平比例为35.4%（95%CI：34.2%~36.1%），文化程度高中及以上为32.1%（95%CI：31.1%~33.2%），组间差异具有统计学意义（Z=8.232，P<0.001）。未婚/离异/丧偶人群的低eCRF水平比例较高，达34.1%（95%CI：32.3%~35.2%），但不同婚姻状况组间差异无统计学意义（Z=1.340，P=0.181）。从事手工业者的低eCRF水平比例最低，达32.1%（95%CI：31.5%~34.2%），但不同职业组间差异无统计学意义（均P>0.05）。家庭年收入、饮酒情况和膳食多样性不同组间低eCRF水平比例差异有统计学意义（均P<0.001；图2）。



eCRF: estimated cardiorespiratory fitness; MET: metabolic equivalent.

图1　华南区域人群eCRF水平的性别分布

Fig. 1　Sex distribution of eCRF levels in the South China population



The proportion of low eCRF levels was calculated using a logistic regression model adjusted for age and gender. Black short bars show the 95%CI. eCRF: estimated cardiorespiratory fitness; CI: confidence interval.

图2　按性别和年龄调整的低eCRF水平比例的分布

Fig. 2　Sex- and age-adjusted distribution of the proportion of low eCRF levels

2.4　华南区域人群eCRF水平与人群特征和社会经济学因素的关联

2.4.1　*民族差异*　相比于其他民族人群，汉族人群的低eCRF水平的PR值和cOR值较高（表2），PR值为1.11（95%CI：1.07~1.14），cOR值为1.18（95%CI：1.13~1.22）。

2.4.2　*文化程度*　与高中及以上文化程度人群相比，初中及以下文化程度人群的低eCRF水平的PR值和cOR值较高（表2），PR值为1.09（95%CI：1.06~1.11），cOR值为1.13（95%CI：1.10~1.16）。

2.4.3 家庭年收入 与家庭年收入<30 000元人群相比,家庭年收入>100 000元人群低eCRF水平的PR值和cOR值较高,PR值为1.13(95%CI:1.10~1.17),cOR值为1.22(95%CI:1.17~1.27)。虽然家庭年收入处于30 000~10 000元人群低eCRF水平的PR值和cOR值较高,但关联无统计学意义(表2)。

2.4.4 职业和婚姻状况 职业和婚姻状况与低eCRF水平的关联无统计学意义(表2)。

2.5 华南区域人群eCRF水平与行为生活方式的关联

2.5.1 饮酒 随着饮酒频率的上升,低eCRF水平的PR值和cOR值呈现先上升后下降的变化。与从不饮酒者相比,经常饮酒者低eCRF水平的PR值和cOR值最高,PR值为1.19(95%CI:1.12~1.27),OR值为1.42(95%CI:1.31~1.53)。偶尔饮酒者与几乎每天饮酒者低eCRF水平的PR值和cOR值相似,均高于从不饮酒者(表2)。

2.5.2 膳食多样性 相比于高膳食多样性人群,低膳食多样性人群低eCRF水平的PR值和cOR值较高(表2),PR值为1.05(95%CI:1.03~1.07),cOR值为1.07(95%CI:1.04~1.10)。

2.5.3 华南区域人群eCRF水平与慢性病患病的关联 在华南区域人群中,除患有肺部疾病人群外,患有糖尿病、患有高血压、患有心血管疾病人群的低eCRF水平的PR值和cOR值较高(表2)。其中患有高血压人群最为突出,低eCRF水平的PR值达1.40(95%CI:1.37~1.43)和cOR值达1.80(95%CI:1.73~1.86)。其次为患有糖尿病人群,低eCRF水平的PR值达1.21(95%CI:1.18~1.25)。患有心血管疾病人群低eCRF水平的PR值为1.07(95%CI:1.03~1.12),cOR值为1.14(95%CI:1.07~1.21)。

3 讨 论

本研究基于华南区域自然人群的大样本基线数据,发现男性和女性的心肺适能水平均呈近似正态分布,男性平均心肺适能水平比女性高约27%。心肺适能水平与多种社会人口学特征、生活方式及慢性病状态显著相关。

本研究发现,华南区域人群心肺适能水平存在明显的群体分布差异。具体而言,汉族、初中及以下文化程度、家庭年收入>100 000元、经常饮酒、低膳食多样性人群的低心肺适能水平比例较高(P<0.001)。除了非运动算法中包含的变量外,民族、社会经济状况(文化程度和家庭收入)、生活方式(饮酒和膳食多样性)以及慢性病患病情况(糖尿病、高血压和心血管疾病)均可能与华南区域人群心肺适能水平相关。Howard[24]和Ombrellaro[25]等的研究指出,心肺适能存在民族和教育水平差异。本研究与此一致,即汉族与低文化程度人群与低心肺适能水平相关,同时与Meng[26]等基于中国青少年人群的发现相似,提示该关联在不同年龄和地域上具有一定的稳定性。本研究发现华南区域高家庭收入与低心肺适能水平相关,与Lakka等[27]的高收入人群心肺适能水平更高的观点不同,但Shmueli等[28]指出收入与心肺适能之水平间没有关联。其潜在机制目前尚不完全明确。这一差异可能与地区性特定生活习惯有关,中国高收入人群中脑力型工作者比例较高,普遍面临着工作压力大、久坐时间长、体力活动少等健康代价问题[29],这可能部分抵消了其经济优势本应带来的健康收益,从而阻碍了经济资源向更高心肺适能水平的转化。本研究进一步发现,低膳食多样性与低心肺适能水平之间可能存在关联。与既往研究一致,Seong[30]和Howe[31]等指出,健康的膳食模式与高心肺适能水平相关。不良膳食模式往往与缺乏运动等其他不健康生活方式共存[32],可能共同影响心肺适能水平。同时,本研究发现华南区域饮酒与心肺适能水平关系呈"先升后降"的趋势,可能与饮酒类型、饮酒量差异有关[33],在中国重度饮酒者中包含相当比例的重体力劳动者[34],后续研究可进一步探讨。此外,华南区域人群中慢性病患者普遍报告较低的心肺适能水平,提示慢性病和心肺适能水平之间可能存在双向关系。综上,本研究提示华南区域人群心肺适能水平的影响因素呈多维特征,尤其需关注高收入和生活方式不理想的人群。针对该类人群开展心肺适能的早期评估与健康干预,对慢性病的预防和管理具有重要的公共卫生意义。

本研究的优势在于:①基于华南区域自然人群的大样本基线数据,队列建设采用标准化的调查流程和规范化的质量控制,收集了可靠性高的多维度信息,且内部一致性高。②系统分析了华南区域人群低心肺适能水平的分布特征,并探讨了低心肺适能水平与人口学特征、生活方式及慢性病之间的关系,为评估华南区域人群心肺适能水平提供新的依

表2　华南区域人群eCRF水平影响因素分析

Table 2　Influencing factors of eCRF Levels in the South China Population

Characteristic	log-binomial model [a]	Ordered logistic regression model [b]	
	PR（95%CI）	cOR（95%CI）	*P* for Brant test
Ethnic [c]			0.221
Others	1.00	1.00	
Han	1.11（1.07-1.14）	1.18（1.13-1.22）	
Marital status [c]			0.249
Married	1.00	1.00	
Others	1.01（0.98-1.05）	1.01（0.97-1.06）	
Education			0.103
＞9th grade	1.00	1.00	
≤9th grade	1.09（1.06-1.11）	1.13（1.10-1.16）	
Household income/yuan			0.106
＜30 000	1.00	1.00	
30 000~100 000	1.01（0.98-1.04）	1.02（0.98-1.05）	
＞100 000	1.13（1.10-1.17）	1.22（1.17-1.27）	
Job			0.052
Non-manual worker	1.00	1.00	
Manual worker	0.95（0.92-0.99）	0.94（0.89-0.98）	
Others	1.01（0.97-1.05）	1.04（0.99-1.09）	
Drink			0.131
Never	1.00	1.00	
Occasional	1.08（1.04-1.12）	1.16（1.10-1.22）	
Often	1.19（1.12-1.27）	1.42（1.31-1.53）	
Almost everyday	1.05（0.98-1.11）	1.15（1.05-1.25）	
Dietary diversity			0.072
High	1.00	1.00	
Low	1.05（1.03-1.07）	1.07（1.04-1.10）	
Diabetes			0.012
No	1.00	1.00	
Yes	1.21（1.18-1.25）	1.48（1.40-1.56）	
Hypertension			0.805
No	1.00	1.00	
Yes	1.40（1.37-1.43）	1.80（1.73-1.86）	
Pulmonary disease			0.241
No	1.00	1.00	
Yes	0.97（0.91-1.02）	0.94（0.87-1.03）	
Cardiovascular disease			0.299
No	1.00	1.00	
Yes	1.07（1.03-1.12）	1.14（1.07-1.21）	

[a] eCRF level was incorporated as a binary variable into the model to calculate prevalence ratios（PR）, with adjustments for sex and age. [b] eCRF level was incorporated as an ordinal variable into the model to calculate cumulative odds ratios（cOR）, with adjustments for sex and age. [c] The data contained missing values.

据。③横断面研究中常使用OR值代替RR值近似描述暴露与结局之间的关联强度。本研究使用log-binomial回归模型计算暴露与未暴露人群在心肺适能水平的PR值来描述暴露与结局的关联,避免当结局发生率较高(超过10%)时使用OR值会高估暴露与结局的关联的问题[35]。④为充分利用心肺适能的有序信息,本研究还采用有序逻辑回归分析暴露因素与心肺适能水平等级提升的关联,作为log-binomial回归模型的补充,能够更准确和全面地评估关联强度。

本研究的局限性在于:①作为横断面研究,无法推断因果关系,未来需要通过SCC随访数据进一步验证。②华南区域与其他地区在文化、经济水平和生活方式方面存在差异,在一定程度上会限制研究结果的外推性。③本研究使用国际认可的非运动算法评估心肺适能,其中体力活动信息依赖受试者的自我报告,无法完全捕捉体力活动结构,可能存在回忆偏移和主客观测量差异[14]。但自我报告数据在大规模人群队列中具有较高的实用性,IPAQ-SF已在华南人群中使用和得到验证[36-37],并且本研究队列通过标准化的调查流程和规范化的质量控制尽可能减少测量误差,未来可结合客观体力活动监测(如佩戴式加速度计)等方式提高数据精度。④本研究对缺失数据的处理可能因数据并非完全随机缺失而引入选择偏倚。⑤非运动算法存在预测精度的固有缺陷,在中国人群中是否存在种族和地域特异性尚不明确,但已在中国人群大型队列中已使用[38-39],具备良好的可行性和外部效度。未来研究可构建SCC心肺适能亚队列,采用金标准检测方法评估心肺适能水平,以提高评估心肺适能的全面性和准确性。⑥本研究为避免多重共线性和过度控制,最终的回归模型仅调整了性别和年龄,可能存在潜在的混杂偏倚。

综上所述,本研究揭示了华南区域人群心肺适能水平与多种社会人口学特征、生活方式以及慢性病之间的关联,为相关领域的后续研究提供了理论依据。研究结果强调了心肺适能健康的重要性,加强人群心肺适能监测与健康干预将具有重要的公共卫生意义。

参考文献

[1] Ross R, Blair SN, Arena R, et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2016, 134(24): e653-e699.

[2] Lang JJ, Prince SA, Merucci K, et al. Cardiorespiratory fitness is a strong and consistent predictor of morbidity and mortality among adults: an overview of meta-analyses representing over 20.9 million observations from 199 unique cohort studies[J]. Br J Sports Med, 2024, 58(10): 556-566.

[3] Harber MP, Kaminsky LA, Arena R, et al. Impact of cardiorespiratory fitness on all-cause and disease-specific mortality: advances since 2009 [J]. Prog Cardiovasc Dis, 2017, 60(1): 11-20.

[4] 罗会, 田雪, 陈朔华, 等. 心肺适能与脑卒中及其亚型的关联性研究[J].现代预防医学, 2025, 52(5): 831-835.
Luo H, Tian X, Chen SH, et al. Study on the association between cardiorespiratory fitness and stroke and its subtypes [J]. Modern Prevent Med, 2025, 52(5): 831-835.

[5] Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis[J]. JAMA, 2009, 301(19): 2024-2035.

[6] Han M, Qie R, Shi X, et al. Cardiorespiratory fitness and mortality from all causes, cardiovascular disease and cancer: dose-response meta-analysis of cohort studies[J]. Br J Sports Med, 2022, 56(13): 733-739.

[7] Prince SA, Dempsey PC, Reed JL, et al. The effect of sedentary behaviour on cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis[J]. Sports Med, 2024, 54(4):997-1013.

[8] Ruan H, Tang R. Temporal changes in the physical fitness of Chinese adolescents aged 13-18 years: an analysis of eight national successive surveys over three decades [J]. Front Public Health, 2024, 12: 1359701.

[9] Tomkinson GR, Lang JJ, Tremblay MS. Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014[J]. Br J Sports Med, 2017, 53(8): 478-486.

[10] 国家国民体质监测中心.《第五次国民体质监测公报》[Z]. 2023.
China Physical Fitness Surveillance Center. The fifth national physique monitoring bulletin[Z]. 2023.

[11] Harber MP, Peterman JE, Imboden M, et al. Cardiorespiratory fitness as a vital sign of CVD risk in the COVID-19 era[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2022, 76: 44-48.

[12] Yang J, Luo S, Liu Y, et al. Cohort profile: south china cohort[J]. Int J Epidemiol, 2024, 53(2): dyae028.

[13] 夏敏, 洪明晃, 仇小强, 等. 华南区域自然人群慢性非传染

性疾病前瞻性队列研究建设概况[J]. 中华流行病学杂志，2023，44(1)：48-53.
Xia M，Hong MH，Qiu XQ，et al. Introduction of a prospective cohort study of chronic and non-communicable diseases in general population in southern China[J]. Chin J Epidemiol，2023，44(1)：48-53.
[14] Lee PH，Macfarlane DJ，Lam TH，et al. Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF)：a systematic review[J]. Int J Behav Nutr Phys Act，2011，8：115.
[15] Kannel WB，Sorlie P. Some health benefits of physical activity. the framingham study[J]. Arch Intern Med，1979，139(8)：857-861.
[16] Lee J，Song RJ，Musa Yola I，et al. Association of estimated cardiorespiratory fitness in midlife with cardiometabolic outcomes and mortality[J]. JAMA Netw Open，2021，4(10)：e2131284.
[17] Yin Z，Fei Z，Qiu C，et al. Dietary diversity and cognitive function among elderly people：a population-based study[J]. J Nutr Health Aging，2017，21(10)：1089-1094.
[18] Yang J，Luo S，Li R，et al. Sleep factors in relation to metabolic dysfunction-associated fatty liver disease in middle-aged and elderly Chinese[J]. J Clin Endocrinol Metab，2022，107(10)：2874-2882.
[19] Jackson AS，Sui X，O'connor DP，et al. Longitudinal cardiorespiratory fitness algorithms for clinical settings[J]. Am J Prev Med，2012，43(5)：512-519.
[20] Loprinzi PD，Edwards MK，Addoh O，et al. Evaluation of the convergent validity of an estimated cardiorespiratory fitness algorithm[J]. Eur J Appl Physiol，2018，118(3)：629-636.
[21] Peterman JE，Harber MP，Imboden MT，et al. Accuracy of nonexercise prediction equations for assessing longitudinal changes to cardiorespiratory fitness in apparently healthy adults：BALL ST cohort[J]. J Am Heart Assoc，2020，9(11)：e015117.
[22] Stamatakis E，Hamer M，O'donovan G，et al. A non-exercise testing method for estimating cardiorespiratory fitness：associations with all-cause and cardiovascular mortality in a pooled analysis of eight population-based cohorts[J]. Eur Heart J，2012，34(10)：750-758.
[23] Graham JW. Missing data analysis：making it work in the real world[J]. Annu Rev Psychol，2009，60：549-576.
[24] Howard EN，Frierson GM，Willis BL，et al. The impact of race and higher socioeconomic status on cardiorespiratory fitness[J]. Med Sci Sports Exerc，2013，45(12)：2286-2291.
[25] Ombrellaro KJ，Perumal N，Zeiher J，et al. Socioeconomic correlates and determinants of cardiorespiratory fitness in the general adult population：a systematic review and meta-analysis[J]. Sports Med Open，2018，4(1)：25.
[26] Meng Y，Song Y，Li H. Cardiorespiratory fitness in Chinese children and adolescents：a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Hum Biol，2025，52(1)：2459141.
[27] Lakka TA，Kauhanen J，Salonen JT. Conditioning leisure time physical activity and cardiorespiratory fitness in sociodemographic groups of middle-ages men in eastern Finland[J]. Int J Epidemiol，1996，25(1)：86-93.
[28] Shmueli H，Rogowski O，Toker S，et al. Effect of socioeconomic status on cardio-respiratory fitness：data from a health screening program[J]. J Cardiovasc Med (Hagerstown)，2014，15(6)：435-440.
[29] Du H，Bennett D，Li L，et al. Physical activity and sedentary leisure time and their associations with BMI，waist circumference，and percentage body fat in 0.5 million adults：the China Kadoorie Biobank study[J]. Am J Clin Nutr，2013，97(3)：487-496.
[30] Seong M，Kim Y，Park S，et al. Association between diet quality and cardiorespiratory fitness in Korean Adults：The 2014-2015 National Fitness Award Project[J]. Nutrients，2020，12(11)：3226.
[31] Howe AS，Skidmore PML，Parnell WR，et al. Cardiorespiratory fitness is positively associated with a healthy dietary pattern in New Zealand adolescents[J]. Public Health Nutr，2015，19(7)：1279-1287.
[32] Guo Q，Ma Z，Zhu C，et al. Association of dietary pattern and physical activity with lipid-related indices among Chinese population：a cross-sectional study[J]. Lipids Health Dis，2020，19(1)：244.
[33] Baumeister SE，Finger JD，Gläser S，et al. Alcohol consumption and cardiorespiratory fitness in five population-based studies[J]. Eur J Prev Cardiol，2017，25(2)：164-172.
[34] Luo M，Gupta N，Holtermann A，et al. Revisiting the 'physical activity paradox' in a Chinese context：occupational physical activity and mortality in 142，302 urban working adults from the China Kadoorie Biobank study[J]. Lancet Reg Health West Pac，2022，23：100457.
[35] Thompson ML，Myers JE，Kriebel D. Prevalence odds ratio or prevalence ratio in the analysis of cross sectional data：what is to be done?[J]. Occup Environ Med，1998，55(4)：272-277.
[36] Fan Y，Zhou L，Chen X，et al. Determinants and outcomes of health-promoting lifestyle among people with schizophrenia[J]. BMC Psychiatry，2024，24(1)：177.
[37] Deng HB，Macfarlane DJ，Thomas GN，et al. Reliability and validity of the IPAQ-Chinese：the Guangzhou Biobank Cohort study[J]. Med Sci Sports Exerc，2008，40(2)：303-307.
[38] Liu Y，Zhu J，Guo Z，et al. Estimated cardiorespiratory fitness and incident risk of cardiovascular disease in China[J]. BMC Public Health，2023，23(1)：2338.
[39] He X，Li C，Hua G，et al. Cross-national differences in the association between estimated cardiorespiratory fitness and depressive symptoms among older adults：findings from three nationwide cohort studies[J]. BMC Med，2025，23(1)：363.

（编辑　余　菁）