

冬季季节性南迁对北方“候鸟”老人体成分、炎症因子和肌肉功能的影响

梁冰¹, 孙晓宁¹, 王贝贝², 杨婷³, 邢娇娇², 徐庆^{1,4}

¹解放军总医院海南医院营养科, 海南三亚 572000; ²解放军总医院海南医院保健科, 海南三亚 572000; ³解放军总医院海南医院中心实验室 海南三亚 572000; ⁴解放军总医院第一医学中心营养科, 北京 100853

摘要:背景 近年来, 季节性异地养老现象日渐普遍, 越来越多的北方地区老年人冬季迁徙到温暖的南方过冬, 但针对季节性迁徙对“候鸟”老人营养及免疫状况的研究鲜有报道。目的 前瞻性观察短期季节性迁徙对北方“候鸟”老人体成分、炎症细胞因子、衰弱评分及肌肉衰减风险的影响。方法 采用自身前后对照设计, 对北方“候鸟”老人于迁徙前后, 即入岛(基线)时和离岛(结束)时检测体成分、血液生化及炎症指标、握力、小腿围、6 m步速, 并进行衰弱及肌肉衰减风险评估。结果 共纳入53例“候鸟”老人, 男性21例, 女性32例, 平均年龄(69.2±5.8)岁。与基线数据相比, 迁徙后参与者体成分显著改善, 男性体成分变化表现在去脂体重(fat free mass, FFM)、肌肉量(muscle mass, MM)、骨骼肌(skeletal muscle, SM)增加, 差异均有统计学意义($P<0.05$); 女性体成分变化表现在体脂率(fat percentage, FP)、皮下脂肪重量、内脏脂肪面积(visceral fat area, VFA)降低, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。整体队列白介素-2(interleukin-2, IL-2)和肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)均降低, IL-4和IL-10均升高, 差异有统计学意义($P<0.001$)。线性回归分析显示, 在控制了年龄、性别、候鸟生活年限以及IL-2、IL-4、IL-10基线水平后, 迁徙生活与促炎因子(IL-2)降低、抗炎因子(IL-4、IL-10)升高独立关联。在控制了年龄、候鸟生活年限以及体成分相关指标基线水平后, 迁徙生活与男性FFM、MM、SM增加独立关联以及女性VFA降低独立关联($P<0.05$)。结论 迁徙至温暖环境生活可显著改善“候鸟”老人的体成分, 并诱导体内炎症状态向抗炎方向转变。

关键词:“候鸟”老人; 体成分; 炎症; 肌肉衰减; 营养

中图分类号: R592; R446

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2026)01-0075-08

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.25111502

引用本文: 梁冰, 孙晓宁, 王贝贝, 等. 冬季季节性南迁对北方“候鸟”老人体成分、炎症因子和肌肉功能的影响[J]. 解放军医学院学报, 2026, 47 (1): 75-82.

Effect of winter seasonal southward migration on body composition, inflammation, and muscle function in northern migratory elderly

LIANG Bing¹, SUN Xiaoning¹, WANG Beibei², YANG Ting³, XING Jiaojiao², XU Qing^{1,4}

¹Department of Nutrition, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572000, Hainan Province, China; ²Healthcare Department, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572000, Hainan Province, China; ³Center Laboratory, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572000, Hainan Province, China; ⁴Department of Nutrition, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: XU Qing. Email: aqing_930@163.com

Abstract: Background In recent years, the phenomenon of seasonal relocation for elderly care has become increasingly common, more and more elderly people from northern China spend the winter in warmer southern regions. However, research on the nutritional and immune status of migratory elderly based on seasonal migration is relatively rare. **Objective** To prospectively observe the impact of short-term seasonal migration on the body composition, inflammatory cytokines, frailty scores and risk of muscle attenuation in northern migratory elderly. **Methods** A within-subject pre-post study was conducted among northern migratory elderly, with assessments performed at both arrival (baseline) and departure (endpoint) from the island. Measurements included body composition, blood biochemistry and inflammatory indicators, grip strength, calf circumference, and 6-meter gait speed, along with frailty and sarcopenia risk evaluations. **Results** A total of 53 elderly migratory birds were included, including 21

收稿日期: 2025-11-15

基金项目: 海南省自然科学基金面上项目(822MS196)

第一作者: 梁冰, 硕士, 主治医师. Email: 740274795@qq.com

通信作者: 徐庆, 博士, 主任医师. Email: aqing_930@163.com

males and 32 females, with an average age of (69.2±5.8) years. Compared with the baseline data, the body composition of the participants after migration was significantly improved, changes in male body composition were manifested in increase in fat free mass (FFM), muscle mass (MM), and skeletal muscle (SM), and the differences were statistically significant ($P<0.05$); changes in female body composition were manifested in decrease in body fat percentage (FP), subcutaneous fat weight, and visceral fat area (VFA), and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Interleukin-2 (IL-2) and tumor necrosis factor- α (TNF- α) decreased, while IL-4 and IL-10 increased with statistically significant differences ($P<0.001$). Linear regression analysis showed that after controlling age, gender, years of migratory life, and baseline levels of IL-2, IL-4, and IL-10, migratory life were independently associated with decrease in pro-inflammatory factors (IL-2) and increase in anti-inflammatory factors (IL-4, IL-10). After controlling for age, years of migratory life, and baseline levels of body composition-related indicators, migratory life was independently associated with increases in FFM, MM, and SM in males and decreases in VFA in females nutrition. **Conclusion** Migrating to a warm environment can significantly improve the body composition of migratory elderly and induce a change in the inflammatory state in the body towards an anti-inflammatory direction.

Keywords: migrant elder; body composition; inflammation; muscle attenuation; nutrition

Cited as: Liang B, Sun XN, Wang BB, et al., et al. Effect of winter seasonal southward migration on body composition, inflammation, and muscle function in northern migratory elderly[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2026, 47(1): 75-82.

近年来,季节性异地养老现象日渐普遍,越来越多的北方地区老年人选择冬季到温暖的南方过冬,等待来年春季再返回北方原住地,这种移居模式类似于鸟类的迁徙,这一群体被称为“候鸟”老人^[1-2]。海南因其热带海洋性气候条件、纬度低、日照时长等优势,吸引了大量“候鸟”老人。根据海南省政协的调研报告数据,2017年10月1日到2018年4月30日在海南旅居养老的外地老年人有93.3万人,其中东北三省合计占31.1%^[3]。这一大规模迁徙现象,为研究环境变化对老年群体健康状况的影响提供了独特的队列模型。目前,针对季节性迁徙对“候鸟”老人营养及免疫状况的研究鲜有报道,本研究旨在前瞻性观察3~6个月时间的短期季节性迁徙对北方“候鸟”老人成分、炎症指标、衰弱评分及肌肉衰减风险的影响,并据此提出针对性的营养干预及疾病预防的公共卫生措施,为“候鸟”老人的健康老龄化提供理论依据和实践基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性观察性自身前后对照设计研究,选取2023年10月—2024年1月解放军总医院海南医院招募的“候鸟”老人。纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁,东北/华北籍(黑、吉、辽、京、津、冀、内蒙古东北部);(2)在岛生活3~6个月;(3)具备基本生活自理能力;(4)能独自站立;(5)受试者具备文字阅读、理解和交流能力,能充分知晓此研究的内容,同意参加并配合完成全部研究内容。排除标准:(1)患有肿瘤、血液系统疾病、严重器质性疾病、精神性疾病、痴呆或轻度认知障碍;(2)预期在1年内要进行手术者;(3)在入组前的1月

内出现过急性疾病或感染性疾病者。研究方案通过解放军总医院海南医院医学伦理委员会批准(编号:S2022-48),并在中国临床试验注册中心注册(注册号ChiCTR2300073205)。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料采集 采用自行设计的问卷,收集包括人口学特征(性别、年龄、民族等)、社会经济因素(收入)等方面的信息。

1.2.2 体成分测定 体成分采用生物电阻抗测定法(bioelectrical impedance analysis, BIA)进行测定,本研究应用韩国生产的杰文X-SCAN PLUS II,对受试者的体重、体质指数(body mass index, BMI)、体脂肪率、去脂体重、内脏脂肪面积、细胞内水分、细胞外水分、肌肉量、相位角(phase angle, PA)等进行测量。该设备通过多个电极、多个频率(1、5、20、250、500和1 000 kHz)进行分段测定,同时测定电阻和电抗^[4]。

1.2.3 实验室指标测定 分别于入岛和离岛时空腹采集“候鸟”老人静脉血,血常规采用迈瑞BC-5180血液细胞分析仪分析,生化项目采用迈瑞BS-2800M全自动生化分析仪分析。白介素(interleukin, IL)-2、IL-4、IL-6、IL-10和肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)等炎症细胞因子采用流式细胞术检测。

1.2.4 肌肉衰减评估 根据2019年亚洲肌少症工作组(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)制订的诊断标准和《中国肌肉减少症诊疗指南(2024版)》进行诊断^[5-6],标准如下:(1)肌肉力量下降(握力,男性 < 28 kg,女性 < 18 kg),即低肌肉;(2)躯体功能下降(5次起坐时间 > 12 s或6 m自由状态步速 < 1 m/s),即低躯体功能;(3)骨骼肌含量(BIA测定骨骼肌质量指数:男性 < 7.0 kg/m²,女性 $<$

5.7 kg/m²), 即低肌量。诊断: (1)肌少症前期; (1)或(2)+(3)=肌少症; (1)+(2)+(3)=严重肌少症。

1.2.5 衰弱筛查 使用Fried衰弱表型对参与者进行衰弱筛查。各项目均采用“是”或“否”回答形式, 分别赋值1分、0分, 总分0~5分, 0分为无衰弱, 1~2分为衰弱前期, 3~5分为衰弱^[7]。

1.2.6 营养不良风险评价 采用微型营养评定简版(mini nutritional assessment short form, MNA-SF)对“候鸟”老人的营养不良状况进行评价, 评分标准: 12~14分正常营养状况; 8~11分有营养不良的风险; 0~7分营养不良^[8-9]。

1.3 样本量计算

本研究目的是探讨居住环境的转变(暴露)是否能够改善营养及免疫状况, 结合文献资料, 设定血清IL-6水平的改变作为免疫力改变的主要结局^[10], 根据预试验结果, 居住环境转变前后IL-6的差值平均值为0.73 pg/mL, 差值的标准差为1.46 pg/mL, 设双侧 $\alpha=0.05$, 把握度为90%。计算得到需要研究对象约42例, 考虑到研究有一定的失访情况, 按照10%~20%失访率推算, 需要纳入47~53例以满足研究需求。

1.4 统计学分析

采用SPSS 27.0统计学软件进行处理, 计量资料符合正态分布的以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 采用配对 t 检验, 不符合正态分布的以 $[M(IQR)]$ 表示, 采用配对秩和检验。计数资料以构成比形式表示, 组间比较采用卡方检验。线性回归分析将配对检验有统计学意义的炎症和体成分指标作为因变量Y, 迁徙生活作为自变量X, 年龄、性别、候鸟生活年限以及考察指标的基线水平作为协变量, 每个因变量构建一个方程进行分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共纳入53例北方“候鸟”老人, 男性21例, 女性32例, 平均年龄(69.2±5.8)岁, 其他基本情况见表1。

2.2 迁徙前后各指标变化情况

2.2.1 体成分 经过短期迁徙南方生活后, 参与者体成分发生显著改变, 男性体成分变化表现在去脂体重、肌肉量、骨骼肌增加, 差异均有统计学意义($P<0.05$); 女性体成分变化表现在体脂率、皮下脂肪重量、内脏脂肪面积降低, 差异均有统

表1 “候鸟”老人一般情况

Tab. 1 General information about migratory elderly

指标	结果	指标	结果
性别/(例,%)		学历/(例,%)	
男	21(39.6)	初中	10(18.9)
女	32(60.4)	中专	10(18.9)
民族/(例,%)		大专	11(20.8)
汉族	51(96.2)	高中	4(7.6)
满族	2(3.8)	本科	18(33.9)
省份/(例,%)		月收入/[元,(例,%)]	
辽宁	15(28.3)	<3 000	2(3.8)
黑龙江	12(22.6)	3 001~5 000	13(24.5)
北京	11(20.8)	>5 000	38(71.7)
吉林	5(9.4)	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	69.2±5.8
山西	3(5.7)	候鸟生活年限/(年, $\bar{x} \pm s$) ^a	5.4±2.9
内蒙古	3(5.7)		
河北	2(3.8)		
山东	2(3.8)		

^a采用自行设计问卷收集获得, 为南北迁徙生活累计的年数。

计学意义($P<0.05$)。见表2、表3。

2.2.2 血常规、生化指标及炎症细胞因子 经过短期迁徙南方生活后, 参与者血清总蛋白、白蛋白增加, 差异均有统计学意义($P<0.01$); 炎症细胞因子中, 促炎因子(IL-2、TNF- α)降低, 抗炎因子(IL-4、IL-10)升高, 差异均有统计学意义($P<0.001$), 促炎因子(IL-6)有下降趋势。见表4。

2.2.3 肌肉衰减评估和衰弱筛查 迁徙前后, 参与者6 m步速、握力、四肢骨骼肌指数、Fried衰弱表型, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表5。

2.2.4 微型营养评定 迁徙前后, 参与者MNA-SF评分差异无统计学意义($P>0.05$)。迁徙后营养不良风险降低1.89%。见表6。

2.3 迁徙生活与炎症、体成分指标关系线性回归分析

将配对检验有统计学意义的炎症和体成分指标作为因变量Y, 迁徙生活作为自变量X, 年龄、性别、候鸟生活年限以及考察指标的基线水平作为协变量, 每个因变量构建一个方程。将入岛数据的迁徙生活赋值为0, 离岛数据的迁徙生活赋值为1, 回归系数正值表示因变量Y与迁徙生活呈正相关, 负值表示因变量Y与迁徙生活呈负相关。线性回归分析显示, 在控制了年龄、性别、候鸟生活年限以及IL-2、IL-4、IL-10基线水平后, 迁徙生活与炎因子(IL-2)降低、抗炎因子(IL-4、IL-10)升高独立关联。在控制了年龄、候鸟生活年限以及体成分相关指标基线水平后, 迁徙生活与男

表2 迁徙前后体成分指标变化(男性)

Tab. 2 Changes in body composition indicators before and after migration (male)

指标	入岛(n=21)	离岛(n=21)	$\chi^2/t/Z$ 值	P值	Cohen's d
体重/(kg, $\bar{x} \pm s$)	73.5±12.6	72.4±13.0	2.015	0.058	0.440
体脂肪率/[% , $M(IQR)$]	24.0(20.8~27.1)	24.1(20.9~27.6)	105.500	1.000	0.157
体脂肪量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	17.7±6.5	17.8±6.4	-0.317	0.755	0.069
去脂体重/[kg, $M(IQR)$]	53.8(48.0~63.5)	54.2(48.8~63.9)	154.500	0.018	0.472
身体水分含量/[kg, $M(IQR)$]	38.7(35.1~46.0)	39.0(34.6~45.7)	153.000	0.021	0.470
肌肉量/[kg, $M(IQR)$]	49.5(44.4~58.2)	49.9(45.1~59.0)	167.500	0.021	0.463
身体质量指数/(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)	24.5±3.1	24.1±3.4	2.138	0.045	0.467
阻抗/(Ω , $\bar{x} \pm s$)	411.8±48.0	423.2±45.3	-2.109	0.048	0.460
细胞内液/[kg, $M(IQR)$]	23.0(21.2~27.3)	22.9(20.8~27.0)	158.000	0.012	0.509
细胞外液/[kg, $M(IQR)$]	15.7(14.1~18.5)	15.8(13.8~18.5)	99.000	0.114	0.400
浮肿指数/($\bar{x} \pm s$)	0.4±0.0	0.4±0.0	-0.868	0.396	0.189
蛋白质/[kg, $M(IQR)$]	10.8(10.0~12.8)	10.9(9.8~12.5)	138.500	0.021	0.441
内脏脂肪重量/[kg, $M(IQR)$]	2.4(2.0~3.2)	2.3(1.8~3.4)	102.500	0.940	0.121
皮下脂肪重量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	14.9±5.2	15.0±5.1	-0.258	0.799	0.056
内脏脂肪面积/[cm ² , $M(IQR)$]	122.0(112.0~152.0)	124.0(112.0~157.0)	78.000	0.506	0.300
相位角/° , $M(IQR)$]	7.8(7.7~7.9)	7.8(7.7~7.9)	98.500	0.117	0.368
骨骼肌/[kg, $M(IQR)$]	29.7(26.6~34.9)	29.9(27.0~35.4)	166.000	0.024	0.463
四肢骨骼肌指数/(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)	8.7±0.9	8.5±0.8	2.014	0.058	0.440

表3 迁徙前后体成分指标变化(女性)

Tab. 3 Changes in body composition indicators before and after migration (female)

指标	入岛(n=32)	离岛(n=32)	$\chi^2/t/Z$ 值	P值	Cohen's d
体重/(kg, $\bar{x} \pm s$)	59.9±7.5	59.6±7.0	0.491	0.627	0.087
体脂肪率/[% , $M(IQR)$]	31.8(29.8~34.6)	31.4(29.4~33.4)	353.000	0.014	0.096
体脂肪量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	19.1±4.8	18.8±4.1	0.811	0.424	0.143
去脂体重/[kg, $M(IQR)$]	41.6(39.7~42.3)	41.0(39.2~43.4)	319.500	0.304	0.004
身体水分含量/[kg, $M(IQR)$]	29.9(28.6~30.4)	29.5(28.2~31.2)	319.000	0.308	0.002
肌肉量/[kg, $M(IQR)$]	38.1(36.4~38.8)	37.5(36.0~39.6)	267.500	0.478	0.018
身体质量指数/(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)	23.6±3.1	23.4±2.8	0.786	0.438	0.139
阻抗/(Ω , $\bar{x} \pm s$)	489.1±42.0	486.9±46.0	0.417	0.679	0.074
细胞内液/[kg, $M(IQR)$]	17.6(16.7~18.0)	17.2(16.7~18.3)	315.000	0.091	0.024
细胞外液/[kg, $M(IQR)$]	12.3(11.6~12.5)	12.2(11.6~12.8)	208.000	0.918	0.041
浮肿指数/($\bar{x} \pm s$)	0.4±0.0	0.4±0.0	-0.873	0.389	0.154
蛋白质/[kg, $M(IQR)$]	8.1(7.8~8.4)	8.1(7.8~8.5)	204.000	0.991	0.083
内脏脂肪重量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	2.4±0.8	2.3±0.8	1.405	0.170	0.248
皮下脂肪重量/[kg, $M(IQR)$]	17.3(15.2~18.8)	16.7(15.3~18.0)	395.500	0.004	0.126
内脏脂肪面积/[cm ² , $M(IQR)$]	79.5(69.0~103.0)	75.5(60.5~94.5)	400.000	<0.001	0.711
相位角/° , $\bar{x} \pm s$)	7.4±0.2	7.4±0.2	-0.349	0.730	0.062
骨骼肌/[kg, $M(IQR)$]	22.8(21.9~23.4)	22.5(21.6~23.7)	300.500	0.165	0.291
四肢骨骼肌指数/(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)	7.4±0.6	7.4±0.5	-0.327	0.746	0.058

性FFM、MM、SM增加独立关联,与女性VFA降低独立关联。见表7~9。

3 讨论

本研究通过前瞻性观察,揭示了季节性迁徙

对北方“候鸟”老人体成分和系统性炎症状态的有益改变,短期迁徙生活后,男性“候鸟”老人去脂体重、肌肉量、骨骼肌显著增加,女性“候鸟”老人体脂率、皮下脂肪重量、内脏脂肪面积显著降低。促炎因子(IL-2、TNF- α)显著降低,抗

表4 迁徙前后血常规、生化指标及炎症细胞因子变化

指标	入岛(n=53)	离岛(n=53)	$\chi^2/t/Z$ 值	P值	Cohen's d
白细胞计数/[L ⁻¹ , ×10 ⁹ , M(IQR)]	5.1(4.3 ~ 6.1)	5.1(4.3 ~ 6.4)	0.015	0.902	0.140
红细胞计数/[L ⁻¹ , ×10 ¹² , $\bar{x} \pm s$]	4.4±0.4	4.5±0.4	1.080	0.301	0.368
血红蛋白/[g·L ⁻¹ , $\bar{x} \pm s$]	138.2±12.1	139.8±12.1	0.425	0.516	0.211
红细胞比积/(%, $\bar{x} \pm s$)	41.9±3.9	43.3±4.0	3.626	0.060	0.638
血小板计数/[L ⁻¹ , ×10 ⁹ , $\bar{x} \pm s$]	212.0±49.7	223.7±50.4	1.441	0.233	0.445
淋巴细胞数量/[L ⁻¹ , ×10 ⁹ , M(IQR)]	1.7(1.4 ~ 2.2)	1.6(1.3 ~ 1.9)	0.959	0.327	0.144
中性粒细胞数量/[L ⁻¹ , ×10 ⁹ , M(IQR)]	2.8(2.4 ~ 3.8)	3.0(2.4 ~ 3.8)	0.198	0.656	0.081
总蛋白/[g·L ⁻¹ , M(IQR)]	68.0(63.8 ~ 72.8)	72.5(69.6 ~ 74.5)	13.363	<0.001	0.668
白蛋白/[g·L ⁻¹ , M(IQR)]	42.3(40.5 ~ 43.5)	43.7(42.7 ~ 45.1)	10.738	0.001	0.590
超敏C反应蛋白/[mg·L ⁻¹ , M(IQR)]	1.1(0.7 ~ 2.0)	0.9(0.6, 1.9)	1.022	0.312	0.107
谷草转氨酶/[U·L ⁻¹ , M(IQR)]	20.0(18.0 ~ 27.0)	22.0(17.0 ~ 25.0)	0.035	0.852	0.102
谷丙转氨酶/[U·L ⁻¹ , M(IQR)]	21.0(15.0 ~ 27.0)	21.0(16.0 ~ 27.0)	0.038	0.845	0.090
补体3/[g·L ⁻¹ , $\bar{x} \pm s$]	1.2±0.2	1.2±0.2	0.779	0.379	0.251
补体4/[g·L ⁻¹ , M(IQR)]	0.3(0.3 ~ 0.3)	0.3(0.3 ~ 0.4)	0.164	0.685	0.047
三酰甘油/[mmol·L ⁻¹ , M(IQR)]	1.2(0.9 ~ 1.7)	1.3(0.9 ~ 1.7)	0.479	0.489	0.125
胆固醇/(mmol·L ⁻¹ , $\bar{x} \pm s$)	4.6±1.1	4.7±1.1	0.216	0.643	0.104
高密度脂蛋白胆固醇/(mmol·L ⁻¹ , $\bar{x} \pm s$)	1.3±0.3	1.4±0.3	0.371	0.544	0.216
低密度脂蛋白胆固醇/(mmol·L ⁻¹ , $\bar{x} \pm s$)	3.0±1.0	3.1±1.1	0.595	0.442	0.202
肌酐/[μmol·L ⁻¹ , M(IQR)]	66.0(57.0 ~ 81.0)	70.0(57.0 ~ 77.0)	0.125	0.723	0.226
尿酸/[μmol·L ⁻¹ , M(IQR)]	315.0(260.0 ~ 354.0)	303.0(265.0 ~ 368.0)	0.121	0.728	0.123
尿素/[mmol·L ⁻¹ , M(IQR)]	5.4(4.5 ~ 6.1)	5.1(4.4 ~ 6.0)	0.365	0.546	0.031
IL-2/[pg·ml ⁻¹ , M(IQR)]	1.1(1.1 ~ 1.1)	1.1(1.1 ~ 1.1)	49.039	<0.001	0.301
IL-4/[pg·ml ⁻¹ , M(IQR)]	1.6(1.6 ~ 1.6)	2.5(2.5 ~ 2.5)	22.236	<0.001	0.554
IL-6/[pg·ml ⁻¹ , M(IQR)]	1.2(1.2 ~ 1.2)	0.9(0.9 ~ 3.9)	2.466	0.116	0.338
IL-10/[pg·ml ⁻¹ , M(IQR)]	0.2(0.2 ~ 0.2)	0.5(0.5 ~ 1.2)	56.319	<0.001	0.655
TNF-α/[pg·ml ⁻¹ , M(IQR)]	0.7(0.7 ~ 0.7)	0.4(0.4 ~ 0.7)	12.922	<0.001	0.153

表5 迁徙前后肌肉衰减和衰弱表型变化

指标	入岛(n=53)	离岛(n=53)	$\chi^2/t/Z$ 值	P值
每日运动时间/[h·d ⁻¹ , M(IQR)]	1.0(1.0 ~ 2.0)	1.0(1.0 ~ 2.0)	0.139	0.709
6米步速/[m·s ⁻¹ , M(IQR)]	0.8(0.7 ~ 0.8)	0.8(0.7 ~ 0.9)	1.406	0.236
握力/[kg, M(IQR)]	25.2(20.5 ~ 34.4)	25.2(19.4 ~ 33.8)	0.368	0.544
小腿围/(cm, $\bar{x} \pm s$)	34.1±2.9	34.6±2.7	0.926	0.338
四肢骨骼肌指数/[kg·m ⁻² , M(IQR)]	7.7(7.3 ~ 8.4)	7.7(7.2 ~ 8.2)	857.000	0.212
Fried表型评分/[M(IQR)]	2.0(0.0 ~ 2.0)	2.0(0.0 ~ 2.0)	0.564	0.453
Fried表型分类/(例, %)			1.003	0.606
非衰弱	20(37.7)	25(47.2)		
衰弱前期	22(41.5)	18(34.0)		
衰弱期	11(20.8)	10(18.9)		

炎因子(IL-4、IL-10)显著升高。线性回归分析中,在控制了年龄、性别、候鸟生活年限以及IL-2、IL-4、IL-10基线水平后,迁徙生活与促炎因子(IL-2)降低、抗炎因子(IL-4、IL-10)升高独立关联。在控制了年龄、候鸟生活年限以及体成分相关指标基线水平后,迁徙生活与男性FFM、MM、SM增加独

立关联以及女性VFA降低独立关联。虽然未观察到存在肌少症的“候鸟”老人,但处于衰弱前期和衰弱期的“候鸟”老人仍占有一定比例。这提示我们环境因素变化对老年群体身体状况影响的综合性和复杂性。

国内针对“候鸟”老人的研究日益增多,多

表6 迁徙前后营养状况变化

Tab. 6 Changes in nutritional status before and after migration

指标	入岛(n=53)	离岛(n=53)	χ^2/U Z值	P值
MNA-SF评分/[M(IQR)]	14.0(13.0~14.0)	13.0(13.0~14.0)	0.407	0.524
MNA-SF分类/(例,%)			0.153	0.696
营养不良风险	4(7.6)	3(5.7)		
正常营养状况	49(92.5)	50(94.3)		

表7 炎症因子线性回归分析

Tab. 7 Inflammatory cytokines linear regression analysis

指标	β 值	95% CI	SE值	Wald χ^2 值	P值
白介素2					
迁徙生活	-0.386	-0.642 ~ -0.129	0.129	2.980	0.004
年龄	0.001	-0.022 ~ 0.023	0.011	0.044	0.965
性别	-0.041	-0.316 ~ 0.234	0.139	-0.294	0.769
候鸟生活年限	0.003	-0.045 ~ 0.051	0.024	0.125	0.901
白介素2(入岛)	0.505	0.394 ~ 0.616	0.056	9.020	<0.001
白介素4					
迁徙生活	0.790	0.437 ~ 1.143	0.178	4.439	<0.001
年龄	0.023	-0.008 ~ 0.054	0.016	1.454	0.149
性别	0.085	-0.287 ~ 0.457	0.187	0.454	0.651
候鸟生活年限	-0.034	-0.097 ~ 0.029	0.032	-1.080	0.283
白介素4(入岛)	0.541	0.350 ~ 0.732	0.096	5.617	<0.001
白介素10					
迁徙生活	0.795	0.477 ~ 1.113	0.160	4.960	<0.001
年龄	0.023	-0.005 ~ 0.051	0.014	1.607	0.111
性别	0.098	-0.233 ~ 0.430	0.167	0.589	0.557
候鸟生活年限	0.004	-0.053 ~ 0.061	0.029	0.133	0.895
白介素10(入岛)	0.252	-0.236 ~ 0.739	0.246	1.024	0.308
肿瘤坏死因子 α					
迁徙生活	0.149	-0.109 ~ 0.407	0.130	1.146	0.255
年龄	-0.007	-0.030 ~ 0.015	0.011	-0.649	0.518
性别	-0.032	-0.303 ~ 0.239	0.137	-0.237	0.813
候鸟生活年限	0.016	-0.030 ~ 0.062	0.023	0.701	0.485
肿瘤坏死因子 α (入岛)	2.720	1.594 ~ 3.846	0.568	4.793	<0.001

集中于“候鸟”老人的社会支持、心理健康、疾病特征及护理需求等方面^[11-12]。Chen等^[13]的研究表明，中国季节性迁徙退休人群具有较高的健康相关生活质量。Shariff等^[14]的研究主要是基于人口学分析，安大略人(“雪鸟”)冬季迁徙到温暖目的地的普遍性及其使用医疗保健服务的模式。国内外对于“候鸟”老人迁徙前后生理指标动态变化的研究较为少见。李娜等^[15]的研究显示，高血压候鸟人群在海南澄迈的居住时间越长，在一定程度上可降低其血浆TNF- α 和MDA的水平。这一发

表8 体成分线性回归分析(男性)

Tab. 8 Body composition linear regression analysis (male)

指标	β 值	95% CI	SE值	Wald χ^2 值	P值
去脂体重					
迁徙生活	1.148	0.074 ~ 2.221	0.530	2.166	0.037
年龄	0.035	-0.073 ~ 0.143	0.053	0.655	0.517
候鸟生活年限	-0.081	-0.300 ~ 0.139	0.108	-0.744	0.462
去脂体重(入岛)	0.948	0.876 ~ 1.021	0.036	26.525	<0.001
肌肉量					
迁徙生活	1.086	0.056 ~ 2.115	0.508	2.137	0.039
年龄	0.032	-0.071 ~ 0.136	0.051	0.635	0.530
候鸟生活年限	-0.074	-0.285 ~ 0.136	0.104	-0.714	0.480
肌肉量(入岛)	0.940	0.864 ~ 1.016	0.038	25.064	<0.001
骨骼肌					
迁徙生活	0.643	0.033 ~ 1.252	0.301	2.137	0.039
年龄	0.018	-0.043 ~ 0.079	0.030	0.594	0.556
候鸟生活年限	-0.043	-0.168 ~ 0.082	0.061	-0.699	0.489
骨骼肌(入岛)	0.940	0.865 ~ 1.015	0.037	25.418	<0.001

表9 体成分线性回归分析(女性)

Tab. 9 Body composition linear regression analysis (female)

指标	β 值	95% CI	SE值	Wald χ^2 值	P值
体脂肪率					
迁徙生活	-0.281	-1.260 ~ 0.697	0.489	-0.575	0.567
年龄	0.015	-0.068 ~ 0.098	0.041	0.371	0.712
候鸟生活年限	-0.024	-0.194 ~ 0.145	0.085	-0.289	0.773
体脂肪率(入岛)	0.846	0.749 ~ 0.943	0.049	17.411	<0.001
皮下脂肪重量					
迁徙生活	-0.278	-1.024 ~ 0.468	0.373	-0.746	0.459
年龄	0.011	-0.052 ~ 0.074	0.032	0.345	0.731
候鸟生活年限	-0.034	-0.162 ~ 0.094	0.064	-0.532	0.596
皮下脂肪重量(入岛)	0.857	0.760 ~ 0.955	0.049	17.528	<0.001
内脏脂肪面积					
迁徙生活	-6.531	-9.796 ~ -3.266	1.632	-4.003	<0.001
年龄	-0.124	-0.404 ~ 0.157	0.140	-0.883	0.381
候鸟生活年限	0.230	-0.332 ~ 0.792	0.281	0.820	0.416
内脏脂肪面积(入岛)	0.982	0.934 ~ 1.030	0.024	41.213	<0.001

现提示，从寒冷北方到温暖三亚的季节性迁移，使得寒冷刺激、日照缺乏及空气污染得到一定程度改善，环境因素作为一种非药物的综合干预，有效缓解了与衰老相关的慢性低度炎症状态。

炎性衰老指机体在自然衰老过程中出现的低级、慢性系统性的促炎反应状态进行性增高的现象^[16-17]。炎症衰老由循环中明显增加的炎症细胞因子介导，主要包括IL-1 β 、IL-6和TNF- α 等^[18-19]，是由促炎和抗炎抵消失衡所致。研究发现，多种

年龄相关疾病与高水平的炎症因子有重要关系,如糖尿病、冠心病、关节炎、阿尔茨海默病、肌无力和多种癌症等^[20-21]。北方“候鸟”老人在三亚生活后,炎症谱系发生了有利转变,促炎因子(IL-2、TNF- α)显著降低,抗炎因子(IL-4、IL-10)显著升高,IL-6呈下降趋势,总体炎症状态缓解。TNF- α 水平可能从高位回落,但迁徙至温暖环境,接触到新的过敏原,可能激活Th2免疫通路,导致IL-4水平升高^[22-23]。同时三亚日照充足,使体内维生素D水平增高,维生素D可抑制TNF- α 和IL-6等促炎因子产生^[24],使免疫系统趋于稳定。IL-10作为核心的抗炎因子和免疫抑制因子,迁徙后有所升高,提示“候鸟”老人处于良好的免疫应答状态,免疫系统正在以一种协调、可控的方式适应新环境。

体成分方面,本研究同样观察到了积极的改变。男性体成分变化表现在去脂体重、肌肉量及骨骼肌显著增加,而女性体成分变化表现在体脂率、皮下脂肪重量及内脏脂肪面积显著降低,相位角迁徙前后相对稳定,进一步佐证了细胞水平健康状态的提升。相位角是反映细胞膜完整性和细胞功能的重要生物电阻抗参数^[25]。Li等^[26]的研究显示,全身炎症标志物结合身体成分参数可以独立预测局部晚期宫颈癌患者的预后。这提示我们有望通过炎症细胞因子与体成分指标作为“候鸟”老人健康状况改善的评价指标。炎症因子和体成分的变化同时受到观察周期长短、样本量大小、脂肪分布的复杂性以及饮食结构改变等多方面因素作用,迁徙后饮食结构发生变化,鱼虾等富含 ω -3多不饱和脂肪酸的食物摄入比例增加,有助于改善氧化应激,减轻慢性炎症反应。贾宏信等^[27]的研究显示,鱼油补充有助于人体炎性衰老因子水平降低,张永等^[28]的研究也提示补充 ω -3脂肪酸可能抑制炎症反应改善代谢综合征患者的脂代谢水平。此外,温暖气候迁移的益处可能通过多条并行且相对独立的通路实现,例如,日光暴露,高强度紫外线照射可以促进维生素D的合成^[29]。温暖气候迁徙,身体活动量增加,充分的身体活动是代谢综合征的独立保护因素,有氧运动与抗阻运动均可降低机体体脂含量及胰岛素抵抗等危险因素;其中抗阻运动在增加骨骼肌含量、提升基础代谢率和胰岛素敏感度、控制血糖方面效果更为显著;仅有氧运动便可纠正代谢综合征的炎症反应,并在减少体脂和降血压方面更有优

势^[30]。PM2.5暴露浓度与炎症因子表达量存在正向关联,提示PM2.5暴露浓度升高可能增加体内炎症反应,空气质量改善有助于改善炎症指标。Zou等^[31]的研究表明,PM2.5可诱导支气管上皮细胞分泌IL-6、IL-8和IL-1 β 。这些通路构成了一个干预(影响)网络,使得炎症与体成分的改善成为共同呈现的结果。

尽管体成分与炎症指标均有所改善,但本研究的观察对象仍普遍存在抗阻力运动不足,且存在衰弱前期及肌少症性肥胖风险。肌少症作为一种常见而又常被忽略的问题,对许多老年人的生活质量和健康产生负面影响^[5]。抗阻力运动可以通过增加肌肉张力来刺激肌肉生长,从而增加肌肉大小和力量,改善身体整体机能,促进老年人身体健康,有助于改善肌少症^[32]。“候鸟”老人通过自发性的生活方式改善可以优化某些生理指标,但不足以有效应对肌肉功能衰退和衰弱风险。这提示我们,对“候鸟”老人进行科学饮食指导和抗阻力运动干预的必要性,这样才能从现有的环境健康获益转化为身体功能的切实改善。

本研究为自身前后对照研究,缺乏平行对照,观察到的变化无法完全归因于“迁徙”这一干预因素。尽管观察到迁徙前后的指标改善,但不能做出因果关系的推断。迁徙过程中还存在饮食结构变化、社会支持以及原有生活方式改变等混杂因素,同时样本量较少也可能造成结果存在一定的偏倚,结论的推广存在一定的局限性。未来将会扩大样本量,设置平行对照组,控制混杂因素进行深入研究。

作者贡献 梁冰: 数据处理及论文撰写; 孙晓宁、王贝贝、邢娇娇: 人群现场试验及数据收集; 杨婷: 血液标本检测; 徐庆: 论文修订及课题指导。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突。

数据共享声明 本篇论文的关联数据可依据合理理由从作者处获取,作者联系方式: aqing_930@163.com。

参考文献

- 1 吴天宇,江山.“医养康养一体化”:在中国老龄化社会下发展海南“候鸟”式养老的现状与思考[J].海南医学,2024,35(6):873-875.
- 2 怀晴雨,胡云梦,潘佳欣,等.我国“候鸟式”养老产业发展研究[J].合作经济与科技,2022,12:20-23.
- 3 陈恩.季节性异地养老的形成机制与演变逻辑:基于海南“候鸟老人”的经验研究[J].新东方,2025,3:1-9.

- 4 Bera TK. Bioelectrical impedance methods for noninvasive health monitoring: a review [J]. *J Med Eng*, 2014, 2014: 381251.
- 5 中华医学会老年医学分会, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院). 中国肌肉减少症诊疗指南(2024版) [J]. *中华医学杂志*, 2025, 105 (3): 181-203.
- 6 Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21 (3): 300-307. e2.
- 7 杨存美, 胡亦新, 舒刚明, 等. 三种评估量表在门诊老年病人衰弱筛查中的应用研究 [J]. *实用老年医学*, 2022, 36 (7): 688-692.
- 8 贺源, 刘晓倩, 石汉平, 等. 微型营养评定简版在老年住院患者中的应用与分析 [J]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2018, 5 (4): 391-394.
- 9 Meneses A, Silva C, Pinho-Reis C, et al. Mini nutritional assessment-short form test: criterion and predictive validity in older adults from a long-term care unity [J]. *Nutr Hosp*, 2023, 40 (4): 763-770.
- 10 戴靖榕, 李婕, 何旭, 等. 慢性疾病稳定期老年患者25-羟维生素D及白介素6与衰弱的相关性研究 [J]. *中国全科医学*, 2021, 24 (36): 4599-4606.
- 11 张子一, 查干丹登. 社会支持理论视角下“候鸟”式异地养老模式探究 [J]. *国际公关*, 2025 (11): 151-153.
- 12 林莉莉, 文冲, 程重重, 等. 301名海南“候鸟”老人疾病特征调查及延续护理需求分析 [J]. *护理学报*, 2020, 27 (7): 48-50.
- 13 Chen SK, Li TC, Wang LJ, et al. Health-related quality of life and its associated factors among Chinese seasonal retired migrants in Hainan [J]. *PeerJ*, 2024, 12: e18574.
- 14 Shariff SZ, Paterson JM, Dixon SN, et al. Prevalence of winter migration to warmer destinations among Ontarians (“snowbirds”) and patterns of their use of health care services: a population-based analysis [J]. *CMAJ Open*, 2021, 9 (2): E491-E499.
- 15 李娜, 陈乔春, 刘云儒, 等. 海南高血压候鸟人群血浆炎症因子及氧化水平的现况研究 [J]. *环境卫生学杂志*, 2024, 14 (7): 558-565.
- 16 Bonafè M, Sabbatinelli J, Olivieri F. Exploiting the telomere machinery to put the brakes on inflamm-aging [J]. *Ageing Res Rev*, 2020, 59: 101027.
- 17 Sharma R. Exploring the emerging bidirectional association between inflamm-aging and cellular senescence in organismal aging and disease [J]. *Cell Biochem Funct*, 2024, 42 (2): e3970.
- 18 周佳雯. 衰老机制及其干预研究进展 [J]. *医学研究生学报*, 2021, 34 (5): 524-529.
- 19 秦永生, 苏俊, 牟欣奕, 等. 血清中炎症因子与炎性衰老的相关性研究 [J]. *广州医药*, 2024, 55 (12): 1407-1413.
- 20 苗翠晓, 张晓青, 谭宓, 等. 2型糖尿病并发肌少症患者血清Hcy、25(OH)D3、IL-6、TNF- α 水平及相关性研究 [J]. *临床误诊误治*, 2024, 37 (5): 42-47.
- 21 Jia XM, Buckley L, Sun C, et al. Association of interleukin-6 and interleukin-18 with cardiovascular disease in older adults: Atherosclerosis Risk in Communities study [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2023, 30 (16): 1731-1740.
- 22 Song ZY, Tu CM, Wang YF. Effect of nose sensitive pill (NSP) on serum IFN- γ and il-4 levels in allergic rhinitis using rats model [J]. *Pak J Pharm Sci*, 2020, 33 (2): 611-614.
- 23 何璐宏, 陈檬, 张佳琦. 变应性鼻炎发病流行病学特征及与血清IFN- γ 及IL-4水平的相关性分析 [J]. *公共卫生与预防医学*, 2023, 34 (1): 113-116.
- 24 郑桂花, 潘淑芬, 李启云. 血清维生素D、ALB、CRP、IL-6与老年肌少症的相关性分析 [J]. *黑龙江医药*, 2025, 38 (5): 1050-1053.
- 25 余凤, 马依拉·买买提, 赵效国, 等. 生物电阻抗身体成分检测仪测算的相位角在超重和肥胖预测中的应用 [J]. *山东医药*, 2023, 63 (18): 34-38.
- 26 Li J, Niu CL, Zhang L, et al. Association of body composition and systemic inflammation for patients with locally advanced cervical cancer following concurrent chemoradiotherapy [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2024, 30 (5): 279-290.
- 27 贾宏信, 苏米亚, 陈文亮, 等. 鱼油补充对中老年人炎症衰老及相关疾病有益作用的研究进展 [J]. *食品工业科技*, 2021, 42 (19): 443-450.
- 28 张永, 张静, 于志盟, 等. 补充 ω -3脂肪酸改善代谢综合征患者脂代谢的研究 [J]. *中国食物与营养*, 2020, 26 (10): 60-63.
- 29 朱沁芳. 不同紫外线强度下健康成人维生素D与区域骨密度的关系 [J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29 (10): 53-57.
- 30 田露, 刘斌. 身体活动与运动对代谢综合征的影响与作用 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (2): 296-302.
- 31 Zou WF, Wang XQ, Hong W, et al. PM_{2.5} induces the expression of inflammatory cytokines via the Wnt5a/Ror2 pathway in human bronchial epithelial cells [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15: 2653-2662.
- 32 韩乐乐, 陆彩凤, 缪晓杰, 等. 强化营养联合抗阻运动训练对老年肌少症患者肌肉功能、炎症因子的影响 [J]. *中国医学创新*, 2024, 21 (8): 116-120.

(责任编辑: 孙菲)

(上接第74页)

- 19 Gomes MB, Santos DC, Pizarro MH, et al. Does knowledge on diabetes management influence glycemic control? A nationwide study in patients with type 1 diabetes in Brazil [J]. *Patient Prefer Adherence*, 2018, 12: 53-62.
- 20 中华预防医学会糖尿病预防与控制专业委员会. 中国糖尿病行为与生活方式干预指南(2024版) [J]. *中国全科医学*, 2025, 28 (7): 777-796.
- 21 Guo L, Xiao X. Guideline for the Management of Diabetes Mellitus in the Elderly in China (2024 Edition) [J]. *Ageing Med (Milton)*, 2024, 7 (1): 5-51.
- 22 李杰. JCI标准四维度创新型健康教育在老年术后患者中的应用 [J]. *中国老年保健医学*, 2020, 18 (2): 148-149.

(责任编辑: 孙菲)