

个体化健康管理模式在民航飞行员健康管理中的应用效果分析

任鸿杰

中国东方航空股份有限公司山西分公司综合管理部航空卫生分部

DOI:10.32629/ffcr.v3i10.21272

[摘要] 目的：分析个体化健康管理模式对民航飞行员核心代谢指标及心肺功能的影响。方法：选取2023年6月至2025年6月某民航航空公司飞行员186例，根据管理方式分为个体化管理组和常规管理组。结果：个体化管理组代谢及血流动力学指标显著优于常规组，HDL-C升幅及FVC、FEV1/FVC改善更明显（ $P < 0.05$ ）。结论：个体化健康管理模式在民航飞行员群体中具有显著应用价值。

[关键词] 个体化健康管理；民航飞行员；肺功能

中图分类号：R856.5 文献标识码：A

Application Effect of Individualized Health Management Model in Health Management of Civil Aviation Pilots

Hongjie Ren

Aviation Health Division, General Management Department, China Eastern Airlines Co., Ltd., Shanxi Branch

Abstract: Objective: To analyze the influence of individualized health management on metabolic indexes and cardiopulmonary function of civil aviation pilots. Methods: A total of 186 pilots from June 2023 to June 2025 were divided into routine management group and individualized management group according to intervention mode. Baseline and follow-up indexes were compared. Results: After intervention, the individualized group obtained better metabolic and hemodynamic indicators, with significantly higher HDL-C elevation and improved FVC, FEV1/FVC ($P < 0.05$). Conclusion: Individualized closed-loop health management has prominent application value for civil aviation pilots.

Keywords: individualized health management; civil aviation pilot; pulmonary function

引言

民航飞行员在职业过程中会面临诸如高空低氧、节律紊乱、心理应激等职业暴露情况，此时代谢与心肺功能出现异常的检出率呈现出持续上升的趋势^[1]。传统的空勤人员年度体检鉴定模式缺少个体化动态干预，很难有效阻止风险的进一步发展^[2]。个体化健康管理在慢病方面已经展现出了一定优势，然而目前国内的前瞻性研究并没有充分将分层策略考虑其中，国外的随机对照试验则更侧重于心理维度。本研究运用回顾性设计，对比个体化管理与常规管理对飞行员核心指标所产生的影响，以此来评估其实际效果。

1 对象和方法

1.1 研究对象

回顾性纳入选取2023年6月至2025年6月期间在某航空公司接受年度健康管理的民航运输飞行员共186例。根据其实际接受的健康管理模式，将研究对象分为个体化健康管理组和常规健康管理组。两组飞行员的基线资料比较差异无

统计学意义（ $P > 0.05$ ），有可比性。见表1。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准：

- （1）持有中国民航局I级体检合格证的在役航线运输飞行员；
- （2）在观察期内于本体体检鉴定中心完成至少2次完整的年度体检及健康评估；
- （3）观察期内飞行执勤状态稳定，未出现长期停飞或机型重大变更；
- （4）临床资料完整，包含研究所需全部观察指标的基线及随访数据。

排除标准：

- （1）观察期内被诊断为需长期药物治疗的内分泌、心血管或精神系统疾病；
- （2）观察期内因非健康原因中断健康管理随访；
- （3）观察期内发生过航空医学事故征候或突发性失能

事件；

（4）既往有严重创伤或手术史可能影响代谢及心肺功能评估者；

（5）基线资料缺失关键变量者。

1.3 干预方法

1.3.1 常规健康管理模式

常规管理组飞行员接受按照《民用航空人员体检合格证管理规则》（CCAR-67FS）及航空公司既定的标准化健康管理流程，主要包括：（1）每年一次常规年度体检；（2）体检结论出具后，由主检医师依据 CAAC《空勤人员和空中交通管制员体检鉴定医学标准》进行医学评定，对不合格指标给予书面医学建议；（3）发放标准化健康宣教手册；（4）飞行员在下一年度体检时自行临床完成辅助检查。

1.3.2 个体化健康管理模式

个体化管理组飞行员在上述方法的基础上叠加一下干预模块，形成闭环管理路径。具体如下：

1.多维基线评估与风险分层

刚把飞行员纳入管理时，除了常规的标准体检项目，还增加连续7天的动态血压监测，目的是找出隐匿的血压异常情况、了解昼夜节律形态，添加肺功能检测来量化呼吸储备，同时引入症状自评量表（SCL-90）评估心理多方面状态，结合自编的职业负荷问卷、对膳食运动习惯进行半定量调查，从而全面掌握飞行职业特有的暴露负荷。多维数据汇总后，结合航空医学、营养学、运动医学和心理学多学科综合评估，根据指标偏离程度和职业暴露强度，把飞行员的综合风险分为低危、中危、高危三档，还进一步确定主要的风险维度，为后续方案制定提供精准方向。

2.个体化干预方案制定

按照风险分层的结果，为参与本研究的飞行员出具《个体化健康管理行动计划》。在代谢或心血管维度上，舍弃普适性的膳食指导，营养师依据飞行员个人的饮食喜好、驻外的频次、驻地主基地周边食物的可及性，来制定限能平衡膳食计划，计划涵盖具体的食物替换方案，运动处方依照 FITT-VP 原则，鉴于飞行员飞抵异地后运动设施存在不确定性，方案中加入了仅依靠自身体重和酒店椅凳就能完成的抗阻与有氧组合动作。在心肺功能维度方面，对于肺功能指标低于同年龄预测值 80%的人，安排呼吸训练专项指导，并且建议在复检前3个月，每周进行不少于3次的中等强度有氧训练。心理维度方面，对 SCL-90 任一因子分 ≥ 2.5 者，安排心理咨询师对其完成结构性访谈，并视需求安排每2周1次的远程认知行为干预，以适应飞行员驻外分散的特点。

3.动态追踪与方案迭代

借助航空公司信息化管理平台，针对个体化管理组的飞行员，每3个月进行一次主动远程随访，收集自报体质量、自测血压值、饮食运动执行记录，每6个月安排一次临床项

目复查，复测核心生化及功能指标。每次随访数据返回后，MDT 团队针对干预执行度、指标动态趋势进行联合评审，如肺功能改善未达预期，建议增加呼吸训练频次，并排查是否存在隐匿呼吸道感染或者过敏因素。在整个观察期里，个体化管理组每位飞行员的干预方案均依照自身指标动态变化，至少经历过一次有针对性的迭代调整，从而保证管理策略与实际生理反应维持动态适配。

1.4 观察指标

人体测量学指标：体质量指数（BMI）、腰围。腰围测量取腋中线肋弓下缘与髂嵴连线中点水平，测量3次取均值。

代谢生化指标：空腹血糖（FBG）、总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）。

血流动力学指标：静息收缩压（SBPg）、静息舒张压（DBP）。连续测量3次，每次间隔两分钟，取均值纳入分析。

肺功能指标：用力肺活量（FVC）、第1秒用力呼气容积占用力肺活量比值。至少完成3次合格用力呼气曲线，取最佳值。

心理状态指标：症状自评量表（SCL-90）各因子得分，包括9个因子。该量表为国际通用的标准化心理评估工具，具有良好的信效度。

复合健康指标：代谢异常聚集个数（满足以下5项中 ≥ 3 项定义为代谢综合征高危：腰围 ≥ 90 cm、TG ≥ 1.7 mmol/L、HDL-C < 1.0 mmol/L、SBP ≥ 130 mmHg 和/或 DBP ≥ 85 mmHg、FBG ≥ 5.6 mmol/L）；肺功能年变化率（ Δ FVC%=(随访 FVC-基线 FVC)/基线 FVC $\times 100\%$ ）。

1.5 统计学方法

使用 SPSS 22.0 软件分析，使用 t 和 “ $\bar{x} \pm s$ ” 表示计量资料，使用卡方和%表示计数资料，P < 0.05 为有统计学意义。

2 结果

2.1 飞行员的基线资料比较

两组患者的 BMI、腰围等基线数据差异无统计学意义（P > 0.05 ），有可比性。见表1。

表1 两组飞行员的基线资料对比[n,(%)、($\bar{x} \pm s$)]

组别	个体化管理组	常规管理组	t/x ²	P
例数	92	94	-	-
年龄（岁）	41.23 $\pm$ 7.56	42.01 $\pm$ 8.12	0.674	0.501
男性	91 (98.91)	93 (98.94)	0.001	0.988
平均日飞行小时（h/d）	5.23 $\pm$ 1.34	5.18 $\pm$ 1.41	0.249	0.803

2.2 飞行员干预后代谢及血流动力学指标比较

个体化管理组的 BMI、FBG、TC、TG、LDL-C 下降幅度明显大于常规管理组，HDL-C 升高幅度明显更大，差异有统计学意义（P < 0.05 ）。见表2。

表2 两组飞行员干预后代谢及血流动力学指标对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	个体化管理组	常规管理组	t	P
例数	92	94	-	-
BMI (kg/m ²)	24.51±1.96	25.67±2.24	3.756	0.001
FBG (mmol/L)	5.12±0.43	5.63±0.58	6.801	0.001
TC (mmol/L)	4.56±0.65	5.18±0.79	5.838	0.001
TG (mmol/L)	1.52±0.67	1.97±0.88	3.918	0.001
HDL-C (mmol/L)	1.28±0.21	1.14±0.24	4.230	0.001
LDL-C (mmol/L)	2.98±0.58	3.42±0.69	4.703	0.001

2.3 患者管理后肺功能指标及年变化率比较

个体化管理组的 FVC 和 FEV1/FVC 改善幅度明显优于常规管理组，肺功能年变化率明显更高，差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表3。

表3 两组患者管理后肺功能指标及年变化率对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	FVC (L)	FEV1/FVC (%)	ΔFVC 年变化率 (%)
个体化管理组	92	4.18±0.54	79.87±4.21	0.83±1.02
常规管理组	94	4.02±0.53	77.92±4.65	-1.24±1.18
t	-	2.039	2.996	12.788
P	-	0.043	0.003	0.001

2.4 两组管理后代谢异常聚集个数及心理 SCL-90 因子变化比较

管理12个月后，个体化管理组代谢异常聚集个数降至 1.45 ± 0.89 ，常规管理组为 2.01 ± 0.97 ，两组下降幅度分别为 0.89 ± 0.67 和 0.27 ± 0.58 ，差异有统计学意义 ($t=6.752$ ， $P=0.001$)。

个体化管理组焦虑因子由 1.65 ± 0.52 降至 1.31 ± 0.41 ($t=4.958$ ， $P=0.001$)，抑郁因子由 1.58 ± 0.48 降至 1.29 ± 0.39 ($t=4.527$ ， $P=0.001$)。常规管理组上述因子得分虽有下降趋势，但变化均未达到统计学显著性水平 ($P>0.05$)。

3 讨论

飞行员健康管理指针对飞行员这一特殊职业群体，以保障飞行安全为核心目标，通过定期体检、健康评估、风险干预和持续追踪等手段，对其身体、心理及职业适应能力进行系统性维护和动态监测的过程^[3]。其特殊性在于不仅关注个体健康水平，更强调健康指标与飞行胜任力之间的关联，旨在预防突发性失能事件，延长职业寿命^[4]。

本研究结果显示，个体化健康管理在改善民航飞行员代谢指标、肺功能及心理状态方面均优于常规管理。个体化管理组 BMI 降幅显著大于常规组，推测与干预方案中“驻外简易执行方案”降低了健康行为转化门槛有关^[5]。血脂方面，个体化管理组 TG、HDL-C 变化更显著，阮琳^[6]借助前瞻性研究针对 50 例血脂异常的飞行员进行个体化健康管理。结果显示，干预之后，TC、TG、LDL-C 这些指标均比对照组更低，HDL-C 高于对照组 ($P<0.05$)。本研究产生的效应量

比较大，这或许和个体化方案里 MDT 协作、每季度动态迭代的“动态匹配”特性存在关联^[7]。在肺功能方面，常规组在 12 个月内 FVC 下降了 0.06 L，这符合自然衰退的速率。而个体化管理组呈现出轻度上升的趋势，年变化率组间差异达到 2.07 个百分点，它表明主动干预可能具有一定的保护作用，不过其机制尚不清楚。在心理方面，躯体化、焦虑、抑郁因子有明显改善，但是人际关系敏感因子改善程度有限，这说明个体干预难以涉及人际性压力源^[8]。然而，回顾性设计没办法完全排除残余混杂、“健康志愿者偏倚”，观察周期仅仅只有 12 个月，单中心小样本对结果外推性有所限制。和前瞻性研究相比，回顾性分析虽然证据等级较低，但是能够比较好地反映真实世界的管理效果。本研究结果应被看作是“有效信号”而非确证结论，未来需要多中心前瞻性研究进一步进行验证。

综上所述，个体化健康管理模式在飞行员中显现积极效应，提示健康管理应从标准化体检向“多维评估-个体化方案-动态迭代”的闭环体系转型。

[参考文献]

- [1]白博,朱元强,吴相波,等.不同机种飞行员持续性注意力相关脑功能激活程度与运动心肺功能差异及机制研究[J].联勤军事医学,2024,38(6):516-520.
- [2]汪磊,邹颖,张梦茜,等.基于品质——状态双层次模型的民航飞行员心理健康评价指标体系构建[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),2023,25(4):96-104.
- [3]贺锦阳,王晓莉.突发公共事件后民航飞行员的心理健康状况调查及航空卫生保障措施[J].中华航空航天医学杂志,2024,35(4):290-293.
- [4]邹智超,王宇晨,高鑫.学习风格对飞行学员核心胜任力培养的影响——以起飞速度小于 Vmca 时发动机失效科目为例[J].中国民航飞行学院学报,2024,35(4):9-14.
- [5]杨茜雯,蔡旻,李玉华,等.军事飞行人员甲状腺结节超声检出情况及 TI-RADS 分类结果与普通健康体检人员的比较研究[J].东南国防医药,2020,22(6):564-568.
- [6]阮琳,许媛,杨叶菲.个体化健康管理模式在血脂异常飞行员中的应用及效果评价[J].中国疗养医学,2018,27(1):22-24.
- [7]汪磊,邹颖,张梦茜,等.基于品质——状态双层次模型的民航飞行员心理健康评价指标体系构建[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),2023,25(4):96-104.
- [8]李成,李永刚,战春霞.基于大数据的飞行员生理心理个性化训练管理系统设计研究[J].科技创新与应用,2021,11(19):84-86.

作者简介：

任鸿杰（1988.04—），男，汉族，山西省阳泉市郊区荫营镇人，硕士研究生，主治医师，研究方向为民航航空卫生保障管理、民航空勤人员体检鉴定。