

民航飞行人员骨代谢生化指标的研究

沈海明 陈蔚茹 王建华

摘要：目的 了解高空飞行人员的骨代谢情况，探讨航空环境因素对飞行人员骨代谢的影响。方法 随机选择某航空公司 134 名（男性，20~60 岁，平均年龄 33.6 ± 7.3 岁）健康飞行人员和 37 名（男性，20~60 岁，平均年龄 32.4 ± 11.2 岁）当地健康地面对照人员，按照年龄分成 3 组：20~ 岁年龄组，30~ 岁年龄组，40 岁及以上年龄组，分别采用放射免疫分析法测定血清骨钙素（Bone Glaprotein, BGP）水平，采用酶联免疫分析法测定血清骨特异性碱性磷酸酶（Bone specific alkaline phosphatase, BALP），其结果进行组间比较， t 检验，用单因素方差分析的方法统计飞行人员的年均飞行时间。结果 飞行人员 BGP 水平和 BALP 水平均低于对照组；飞行人员 BGP 水平在 20~ 和 30~ 年龄组均降低，与对照组比较有统计学差异（ $P < 0.01$ ），40~ 年龄组 BGP 水平稍高于对照组，但没有统计学意义（ $P > 0.05$ ）；飞行人员 BALP 水平在 20~ 岁和 30~ 年龄组均降低，与对照组比较均呈显著性差异（ $P < 0.01$ ），40~ 年龄组 BALP 水平稍高于对照组，但没有统计学意义（ $P > 0.05$ ），飞行人员不同年龄组之间的年均飞行时间分布有统计学差异（ $P < 0.01$ ）。结论 航空复杂的环境因素影响飞行人员的骨代谢水平。

关键词：飞行人员；骨代谢；生化指标

Study on biochemical markers of bone metabolism in aircrew members of civil aviation SHEN Haiming , CHEN Weiru , WANG Jianhua . Tianjin Medical University/ Institute of Aviation Medicine , Civil Aviation University of China , Tianjin 300300 , China

Abstract : **Objective** To explore the effects of aeronautical environmental factors on bone metabolism , and to investigate the biochemical markers of bone metabolism in aircrew members of civil aviation. **Methods** Totally , 134 healthy male aircrew members of civil aviation (aged 20 ~ 60 years ,the mean age 33.6 ± 7.3 years) and 34 healthy male controls (aged 20 ~ 60 years ,the mean age 32.4 ± 11.2 years) were randomly selected and were divided into three different age groups (20 ~ , 30 ~ , and 40 ~ years old). Bone glaprotein (BGP) was measured with radioimmunoassay and bone specific alkaline phosphates (BALP) was measured with enzyme-linked immunoassay . The results were analyzed with t-test . The average flight hours of all aircrew members were analyzed with ANOVA. **Results** Both BGP and BALP levels were lower in the aircrew members compared with the controls and were significantly lower in the age group of 20 ~ and 30 ~ than the counterpart in the control group , respectively ($P < 0.01$) , while no statistical difference was found between the two groups aged over 40 ($P > 0.05$). Statistical difference was shown in the average flight hours among the different age groups in aircrew members ($P < 0.01$). **Conclusions** The aeronautical environmental factors may affect the bone metabolism in aircrew members of civil aviation.

Key words : Aircrew members of civil aviation ; Bone metabolism ; Biochemical markers

航空航天环境中有多种因素可影响骨代谢，如失重、电离辐射、振动、低压、低氧等，航空环境的失重虽然不明显，但仍存在宇宙辐射、低压、低氧、振动等损伤骨质的环境因素。近年在国内的航空事故中

发现，民航机组人员骨折愈合速度明显比乘客减慢，个别飞行人员外伤骨折后甚至经久不愈。还有文献报道民航飞行人员骨密度降低^[1]。飞行人员的骨骼质量是他们健康水平的重要方面，飞行人员的健康状况影响其飞行能力，而飞行能力与飞行安全密切相关。现代航空事故 60%~70% 都是人为因素造成的。因此，加强航空环境与健康的研究对于加强国家的航空安全有着重要意义。但是目前国内对民

作者单位：300300 天津 天津医科大学/中国民航学院航空医学研究所

通讯作者：陈蔚茹，Email: chenwr@public.tpt.tj.cn

航飞行人员在骨代谢方面的变化报道很少,本文通过对某航空公司飞行人员骨代谢生化指标的调查研究,以探讨高空飞行人员骨代谢的变化情况。

1 材料和方法

1.1 对象

本研究随机选择某航空公司飞行人员(驾驶员、机械师、安全员)134人,均为男性,年龄20~60岁,平均年龄(33.6±7.3)岁,按照年龄分成3组;并随机选取当地地面对照人员37人,均为男性,年龄20~60岁,平均年龄(32.4±11.2)岁,近3年没有乘坐飞机,排除接触放射线及微波工作者,按照年龄分成3组。所有被检人员均身体健康,排除甲状腺疾病、肾病、糖尿病等各种内分泌代谢性骨病及可能影响骨代谢的药物使用者。

1.2 测定方法

1.2.1 血清骨钙素(BGP)测定方法:采集清晨空腹静脉血,分离血清,用放射免疫法(RIA)测定血清BGP水平,采用协和医药科技有限公司试剂盒,按照试剂盒说明书步骤操作。

1.2.2 血清骨特异性碱性磷酸酶(BALP)测定方法:采集清晨空腹静脉血,分离血清,用酶联免疫法(ELISA)测定血清BALP水平,采用美国QUIDEL公司的试剂盒,按照试剂盒说明书步骤操作。

1.2.3 统计学处理:采用Spss 11.5统计软件进行数据处理。测定结果用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较用 t 检验。

2 结果

结果表明,飞行人员血清BGP和BALP水平均低于对照组($P < 0.01$),见表1。血清BGP水平测定结果显示,20~和30~两个年龄组与对照组比较,均降低,有显著性差异($P < 0.01$)。40~年龄组与对照组比较,没有统计学意义($P > 0.05$),见表2。血清BALP水平测定结果表明,20~和30~两个年龄组均低于对照组,并且呈显著性差异($P < 0.01$)。40~年龄组与对照组比较,但是没有统计学意义($P > 0.05$),见表3。飞行人员的年均飞行时间统计见表4,单因素方差分析结果显示不同年龄组年均飞行时间(annual flight hours,AFH,以天数为单位计算)的分布有统计学差异($F = 5.963, P < 0.01$),并且与其血清生化指标基本吻合。30~年龄组最高,20~岁年龄组次之,40~岁年龄组最低,单因素方差分析结果显示40~岁年龄组与其他两组之间均有统计学

差异($P < 0.05, P < 0.01$),而20~岁年龄组与30~岁年龄组之间没有统计学意义($P > 0.05$)。

表1 飞行人员与地面对照组BGP和BALP水平的比较
($\bar{x} \pm s$)

group	n	mean age	BGP(ng/ml)	BALP(U/L)
aircrew members	134	33.6±7.3	3.86±0.15**	30.42±0.77**
controls	37	32.4±11.2	5.57±0.55	38.53±2.54

注: ** $P < 0.01$ vs 地面对照, $\alpha = 0.05$, two-tailed

表2 飞行人员和地面对照组各年龄组BGP的比较($\bar{x} \pm s$)

age group	aircrew members		controls	
	n	BGP(ng/ml)	n	BGP(ng/ml)
20~	46	5.40±1.33**	17	7.37±3.11
30~	70	2.77±1.05**	13	4.14±2.59
40~	18	4.10±1.06	7	3.14±1.49

注: ** $P < 0.01$ vs controls, $\alpha = 0.05$, two-tailed

表3 飞行人员和地面对照组各年龄组BALP水平的比较
($\bar{x} \pm s$)

age group	aircrew members		controls	
	n	BALP(U/L)	n	BALP(U/L)
20~	46	36.00±1.67**	17	47.74±3.32
30~	70	27.63±1.05**	13	32.35±3.79
40~	18	27.05±1.85	7	25.64±2.28

注: ** $P < 0.01$ vs controls, $\alpha = 0.05$, two-tailed

表4 飞行人员各年龄组年均飞行时间的方差分析($\bar{x} \pm s$)

group	n	age	AFH(d)
20~	46	27.54±1.90	29.80±11.99
30~	70	33.69±2.85	32.87±7.69
40~	18	48.44±6.81	24.74±5.48
Total	134	33.56±7.34	30.72±9.52

3 讨论

飞行人员背、腰、腿部综合症,即颈椎、腰骶部、腿部的疼痛是空勤人员的常见病症之一,近年来文献报道飞行员腰腿痛发病率高达10%~30%^[2]。飞行员反映的腰背疼痛程度虽然不十分严重,但能影响飞行质量,如腰背疼痛引起的疲劳和腰背部强直能导致飞行员烦躁不安^[3],对飞行任务的完成产生不良影响。有研究显示^[2]:腰腿痛的飞行员骨矿物质含量明显下降,尤其是30岁以上者突出,腰腿痛与骨矿物质含量降低明显相关,表明骨矿物质含量的下降可能是引发慢性腰腿痛的重要原因之一。也有作者报道^[4,5],有腰背痛的飞行员其血清骨钙素(BGP)与骨密度(BMD)均降低,且二者之间存在正相关。近年在国内的航空事故中发现,民航机组人员骨折愈合速度明显比乘客减慢,个别飞行人员外伤骨折后甚至经久不愈,还有文献报道民航飞行人员骨密度降低。但是目前国内对民航飞行人员骨代谢状况关注很少。

骨代谢过程是不断更新的过程,包括破骨细胞的骨吸收和成骨细胞的骨形成,二者相互偶联,维持一种动态平衡,不断进行骨重建^[6]。当破骨细胞的骨吸收相对增强或者成骨细胞的骨形成相对减弱,骨吸收大于骨形成导致骨质丢失时,将导致骨质疏松。骨量减低致骨质疏松是一种多因素病症,是环境因素和遗传因素互相作用的结果。骨质疏松症一旦发生,目前任何干预措施都难以恢复正常的骨量及骨结构,因此骨质疏松症重在预防^[7]。骨密度(bone mineral density, BMD)是反映和评价骨量减少的可靠指标,是骨质疏松和许多代谢性骨病诊断和疗效判断的重要指标之一。DEXA 是目前测量人体和实验动物 BMD 的最有用手段,采用 DEXA 检查骨量比较准确而且能定量,但至少间隔半年至一年才有复查意义,不便于动态观察。而骨代谢的生化指标具有快速、无创、灵敏、及时地反映骨转化率的特点,对代谢性骨病有辅助诊断和鉴别诊断的价值,以便及早发现骨代谢异常,及时进行防治^[8]。BGP 是由非增殖期成骨细胞特异合成和分泌的一种非胶原骨蛋白,其主要生理功能是维持骨的正常矿化速率,抑制异常的羟磷灰石结晶的形成,血清 BGP 是反映骨形成的一项特异性生化指标,它反映骨形成过程中基质矿化期的情况。血清碱性磷酸酶(ALP)是最常见的成骨作用或成骨细胞活性的生化指标,用常规测定的血清总 ALP 活性是多种来源(主要是骨和肝,还有小肠、肾、白细胞等)的汇总,缺乏敏感性和特异性^[9]。BALP 是成骨细胞的主要功能活性酶,参与骨基质成熟钙化过程的调节,是反映成骨细胞活性的重要生化指标,它反映骨形成过程中细胞外基质成熟期的情况^[10]。因此,测定 BALP 对了解成骨细胞的功能活性有重要意义。

本文结果显示,该航空公司飞行人员 BGP 水平和 BALP 水平均低于对照组,结果有显著性差异($P < 0.01$),说明飞行人员成骨细胞活性降低,骨形成减少,尤以 20~ 和 30~ 岁两个年龄组突出。地面人员 BGP 水平和 BALP 水平随着年龄增长而逐渐下降,而飞行人员 40~ 年龄组 BALP 水平几乎不再下降,而 BGP 水平反而升高,除了年龄的影响之外,可能还与飞行人员的工作负荷有关系。本文通过对飞行人员年均飞行时间分析发现,30~ 岁年龄组年均飞行时间最多,20~ 年龄组次之,而 40~ 年龄组最低。我们分析,民航飞行人员骨代谢水平降低可能与宇宙辐射、低压、低氧、振动等损伤骨质的环境因

素有关。这些因素可能对飞行人员的免疫调节造成影响,而免疫调节对调节成骨细胞和破骨细胞的活动有一定影响,从而抑制机体合成或分泌 BGP 和 BALP,导致 BGP 和 BALP 水平下降。民航飞行人员是职业性受宇宙辐射照射人员,据报道,新疆民航飞行人员个人年均受照有效剂量为 2.193 mSv,最大 4.419 mSv,最小 0.1887 mSv,高于公众受照剂量限值(1 mSv/y)^[11]。相关研究显示,大剂量电离辐射对成骨细胞的增殖、分化和功能均有抑制作用,在机械振动和牵拉刺激中,高频刺激可抑制成骨细胞的增殖与活性^[12]。

综上所述,航空复合环境因素可能影响民航飞行人员骨代谢水平。为了保证飞行人员的健康,保障飞行的安全,有必要研究飞行人员骨质和骨代谢状况,密切关注飞行员骨代谢生化指标的变化,根据这些变化及早改变饮食结构,及时补充钙剂,合理安排训练以及定时进行药物治疗。

【参 考 文 献】

- [1] 彭新涛,孙建玲,段世英,等. 139 例飞行员单光子超远端二维骨密度测定. 民航医学,1998,8(4):110-113.
- [2] 万梅,杜丕海,姚力萍,等. 飞行员腰腿痛、骨质增生与骨矿物质含量变化的关系. 空军军医,1998,4(4):153-155.
- [3] Thomae MK, Porteous JE, Brock JR et al. Back pain in Australian military helicopter pilots: a preliminary study. Aviat Space Environ Med, 1998, 69(5):468-473.
- [4] 谢世华,王新园,常德海,等. 198 名空勤和陆勤人员骨密度普查分析. 西北国防医学杂志,2003,24(2):144-145.
- [5] 于青琳,于文学. 腰腿痛飞行员骨密度变化与骨代谢生化指标的相关分析. 中国骨质疏松杂志,2000,1(1):48-50.
- [6] Chavassieux PM, Delmas PD. Bone remodeling: biochemical markers or bone biopsy? J Bone Miner Res, 2006, 21(1):178-179.
- [7] Eriksen EF, Langdahl BL. The pathogenesis of osteoporosis. Horm Res, 1997, 5:78-82.
- [8] Lepiaz-Rusek W, Kokocinska D. Early, noninvasive diagnostic of osteoporosis in men. Przegl Lek, 2005, 62(7):641-649.
- [9] Delmas PD. Biological markers of bone metabolism. Presse Med, 1993, 22(6):263-268.
- [10] Gomez B Jr, Ardakani S, Ju J et al. Monoclonal antibody assay for measuring bone-specific alkaline phosphatase activity in serum. Clin Chem, 1995, 41(11):1560-1566.
- [11] 张涛,陈蔚如,马严,等. 新疆地区飞行人员宇宙辐射受照剂量的估算分析. 中华航空航天医学杂志,2005,16(2):111-116.
- [12] Torstveit MK. Bone adaptation to mechanical loading. Tidsskr NorLaegeforen, 2002, 122:2109-2111.

(收稿日期:2006-04-29)