

# 高铁电磁辐射对女乘务员卵巢功能的影响

陶莹<sup>1</sup>, 牛刚<sup>2\*</sup>, 张祖威<sup>2</sup>, 荆永萍<sup>1</sup>, 何力<sup>1</sup>, 杨文生<sup>1</sup>, 骆婕<sup>1</sup>

(1. 广东药学院附属第一医院妇产科, 广东 广州 510080; 2. 中山大学附属第一医院妇产科, 广东 广州 510080)

**摘要:**【目的】调查普通列车和高速列车生育年龄女乘务员卵巢功能相关情况,探讨高铁电磁辐射对女性生殖内分泌系统的影响。【方法】在广州铁路集团按照入选原则随机抽取普通列车组和高速列车组女乘务员各 100 名,进行女性健康调查,测定血清基础 E<sub>2</sub>、FSH、LH 水平以及 B 超检查卵巢体积及窦卵泡数,按年龄和工作时限分组进行统计学分析。【结果】两组的月经状况、基础性激素水平、B 超检查结果有轻微差异,但无统计学意义;高速列车组不同工作时限女乘务员月经状况、基础性激素水平、B 超检查结果均在正常范围内,组间比较无统计学差异。【结论】高铁电磁环境和不同暴露程度的电磁辐射未对女乘务员卵巢功能造成影响,但由于干扰因素过多,仍需进一步完善调查设计,进行大样本的流行病学调查,或通过动物实验佐证。

**关键词:** 高铁电磁辐射;女乘务员;卵巢功能

中图分类号:R71 文献标志码:A 文章编号:1672-3554(2014)02-0274-04

## Effects of Electromagnetic Radiation in High-Speed Train on Ovarian Function of Stewardess

TAO Ying<sup>1</sup>, NIU Gang<sup>2\*</sup>, ZHANG Zu-wei<sup>2</sup>, JING Yong-ping<sup>1</sup>, HE Li<sup>1</sup>, YANG Wen-sheng<sup>1</sup>, LUO Jie<sup>1</sup>

(1. Department of Obstetrics & Gynecology, The First Affiliated Hospital of Guangdong Pharmacy University, Guangzhou 510080, China; 2. Department of Obstetrics & Gynecology, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)

**Abstract:**【Objective】To investigate the ovarian function of reproductive age stewardess who work in ordinary trains and high-speed trains, to explore the effect of electromagnetic radiation in high-speed trains on female reproductive endocrine system.【Methods】100 stewardess were selected randomly and respectively from normal trains crew and high-speed trains crew in Guangzhou Railway (Group) Corporation, receiving women's health questionnaire, checking serum E<sub>2</sub>, FSH, LH levels and B-ultrasound for ovarian volume and antral follicle count, related data were statistically analyzed by age and working time.【Results】The menstrual status, hormone levels, B-ultrasound results between two groups were slightly different, but there was no statistical difference. All results of stewardess in high-speed train were within normal range, showed no statistically significance by different working time.【Conclusion】Electromagnetic environment in high-speed trains and different degrees of exposure to electromagnetic radiation did not affect ovarian function of stewardess. A more strict and a large sample of epidemiological studies should be designed and conducted due to the existed confounding factor. Or the results should be further proved through animal experiments.

**Key words:** high-speed trains' electromagnetic radiation; stewardess; ovarian function

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2014, 35(2):274-277]

近年来,我国进行了大规模的高铁网络建设,高压线路与铁路轨道可形成强大的电磁场,经过车厢屏蔽后,事实表明内部仍存在电磁辐射<sup>[1]</sup>。同时,据国内外流行病学调查和动物实验研究显示,

生殖系统是电磁辐射损伤的主要靶器官<sup>[2]</sup>。笔者所在医疗单位原属铁路系统,经常接诊来自此系统的女职工,发现一些高速列车女乘务员出现了不同程度的月经改变,但未见器质性生殖系统问

收稿日期:2013-07-29

基金项目:广东省医学科研基金(2013A2013328)

作者简介:陶莹,医学硕士学位,副主任医师,主要研究方向:不孕症,E-mail:ty21387@hotmail.com; \*通信作者:牛刚,E-mail:niugdr@163.com

题。这提示暴露于高铁电磁环境的女乘务员,其卵巢生殖和内分泌功能是否受到工作环境的影响而出现减退。经查阅,国内外近10年文献尚未见相关报道,为此本研究尝试通过调查部分生育年龄女乘务员卵巢功能相关情况,探讨高铁电磁辐射环境对女性生殖内分泌系统的可能影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查对象

2012年12月31日前就职于广州铁路集团普通列车和高速列车的女乘务员,年龄介于20~39岁之间,既往月经周期规则,体检未发现有糖尿病、高血压等全身性器质性疾病和生殖系统器质性疾病的员工。

### 1.2 抽样方法

采用分层抽样随机对照研究,分别在高速列车组(暴露组)和普通列车组(对照组)分别随机抽取女乘务员100名,两组按年龄分为20~24、25~29、30~34、35~39岁4组,按工作时限分为小于12、13~24、25~36个月3组,并签署调查知情同意书。

### 1.3 调查方法

发出《列车女乘务员健康调查表》200份,主要内容包括个人基本资料、工作时限、生殖系统疾病、月经生育史、详细月经现状,月经异常判断标准按《妇产科学》(第8版)诊断标准进行判断。月经经期超过7d或小于2d为异常;月经经量大于80mL或小于10mL为异常;月经周期超过35d或小于21d为异常。表格均采用自填方式,回收的有效问卷193份,回收率为96.50%,完整条目有191份,占回收表的98.96%。电话告知调查对象于下次月经来潮第2~3天来院抽血测定基础性激素水平( $E_2$ 、FSH、LH),同时行阴道B超检查,由B超科室两名固定医生进行,检查左右两个卵巢体积及窦卵泡数,体积以长径 $\times$ 宽径 $\times$ 前后径/2计算。

### 1.3 统计方法

用SPSS 11.0统计学软件进行分析,计量资料统计结果以表示,计量资料采用独立样本 $t$ 检验,计数资料采用卡方检验,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 调查对象资料

对191份回收的有效问卷进行整理后,其中暴露组女乘务员97名,年龄21~34( $26.97 \pm 3.71$ )岁;工作时限2~36个月,平均工作时限( $14.55 \pm 9.31$ )月。对照组女乘务员94名,年龄20~39( $27.84 \pm 4.42$ )岁;工作时限2~35个月,平均工作时限( $15.36 \pm 8.69$ )月。两组比较无统计学意义( $P > 0.05$ ,表1)。

表1 两组工作时限和年龄比较

Table 1 The comparison of age and working time

Variants	between two groups		$P$
	Exposed group ( $n = 97$ )	Control group ( $n = 94$ )	
Age/years	$26.97 \pm 3.71$	$27.84 \pm 4.42$	0.141
Working time/months	$14.55 \pm 9.31$	$15.36 \pm 8.6$	0.360

### 2.2 两组月经状况、性激素水平、B超检查情况的比较

两组月经周期、经期、经量、痛经及闭经等异常数相比较,暴露组稍高,但无统计学意义( $P > 0.05$ ,表2);基础性激素水平均在正常范围内,两组比较 $P > 0.05$ (表3);B超检查提示卵巢体积和窦卵泡数均正常,暴露组女乘务员卵巢体积均值和窦卵泡数较对照组稍低,但两组比较 $P > 0.05$ (表3)。出现月经不调的女乘务员的基础性激素水平和B超结果均在正常范围内。

表2 两组月经状况比较

Table 2 The comparison of menstruation between two

Amount of menstruation	groups		(cases)
	Exposed group	Control group	
Abnormal	17	10	
Normal	80	84	
Total	97	94	

$$\chi^2 = 1.866, P = 0.172$$

### 2.3 暴露组不同工作时限女乘务员月经状况、性激素水平、B超检查情况比较

不同组别间月经异常率比较无统计学意义(表4);随着工作时限的增加,不同工作时限组基础性激素水平均值、卵巢体积及窦卵泡数其结果基本在正常范围内,比较均无统计学意义(表5)。

表 3 两组基础性激素水平和 B 超检查比较

Table 3 The comparison of basal hormonal levels and ultrasonography criteria between two groups

Items	Exposed group (n = 97)	Control group (n = 94)	P
E <sub>2</sub> /(pg/mL)	65.54 ± 12.28	65.71 ± 13.70	0.929
FSH/(U/L)	5.97 ± 1.88	6.11 ± 2.27	0.646
LH/(U/L)	5.62 ± 1.17	5.63 ± 1.17	0.984
Antral follicle counts	8.39 ± 1.29	8.52 ± 1.28	0.693
Ovarian volume /cm <sup>3</sup>	4.68 ± 1.04	4.92 ± 0.79	0.075

表 4 暴露组不同工作时限组月经异常情况比较

Table 4 The comparison of menstruation abnormalities among different working time subgroups of exposed group

Menstruation	t/months		
	≤12	13 ~ 24	24 ~ 36
Abnormal menstruation duration	2	0	0
Abnormal menstruation cycle	1	1	1
Abnormal menstruation amount	3	0	1
Dysmenorrhea	4	2	1
Amenorrhea	1	0	0
Total amount of abnormal menstruation <sup>1)</sup>	11	3	3

1)  $\chi^2=1.29, P=0.525$

### 3 讨论

#### 3.1 暴露与非暴露于高铁环境的女性卵巢生殖内分泌功能比较

我国高速列车一般通过电力牵引或磁悬浮,孙慧琳<sup>[3]</sup>检测了广州铁路集团电力牵引机车作业环境 30 个磁场作业位点,结果显示最低值为蓝箭 2 号车厢,最高值为 ss8 机器间,均符合国家标准。而朱重德<sup>[4]</sup>研究显示磁悬浮列车运行时由磁悬浮列车和轨道泄漏到环境(包括车厢)中的磁场很低,且绝大多数产生在 5 ~ 300 Hz 频率范围,低于国家环境保护总局推荐的评价标准;磁悬浮列车

运行时产生少量的工频电磁场和综合电磁场,会使环境中的电磁场有所升高,但不会超过国家环境保护总局推荐的评价标准,因此,对环境是安全的。但同时一些调查<sup>[5]</sup>显示:广州东动车运用所、上海南动车运用所和北京动车段的工人,普遍反映出五大健康问题,其中之一为是内分泌失调,部分女性员工出现了月经不调的现象。国内外实验研究也表明:一定频率、一定强度的电磁辐射对女(雌)性性腺有损伤作用<sup>[6]</sup>,长期暴露电磁辐射的女性会发生性腺形态与功能障碍。Cecconi 等<sup>[7]</sup>将鼠窦前卵泡暴露于极低频电磁场中体外培养,发现体外成熟卵子正常减数分裂的比例较对照组低,卵泡窦腔形成受损提示雌激素分泌减少和颗粒细胞 DNA 合成减少,推测暴露于极低频电磁场能通过损伤卵子的发育能力而降低女性生殖能力。

血清性激素水平是临床上评价卵巢功能的常用指标,而基础 FSH 及基础 E<sub>2</sub> 水平是反映卵巢储备功能最常用的指标;卵巢体积在绝大多数数情况下可以反映卵巢生理年龄,卵巢体积会随着年龄的增长,卵巢功能衰退而逐渐萎缩;同时依据窦卵泡数量,将 < 5 个卵泡、5 ~ 12 个卵泡、> 12 个卵泡,分别称为静止卵巢、正常卵巢和多囊卵巢,通过这个标准,可以预测患者的卵巢对促性腺激素的反应。

本研究基于电磁辐射对人体生殖内分泌系统的生物学效应及临床实践而设,结果显示在症状方面,暴露组女乘务员的月经异常率高于对照组,但在统计学上无差异;在维持月经正常最主要性激素水平方面,暴露组及对照组均在正常范围内;在 B 超方面,暴露组卵巢体积及窦卵泡数较对照组稍低,但无统计学意义。基础性激素水平、卵巢体积、窦卵泡数均反映了卵巢储备力,因此可认为暴露组并未出现储备力下降,但月经紊乱发生率稍高,不排除受到环境的影响,包括由于高强度工作压力引起的内分泌改变。

表 5 暴露组不同工作时限组基础性激素水平比较

Table 5 The comparison of basal hormonal levels among different working time subgroups of exposed group

Sex hormone	≤12 months	13 ~ 24 months	24 ~ 36 months	P
E <sub>2</sub> /(pg/mL)	68.18 ± 13.24	62.36 ± 10.36	62.94 ± 10.91	0.082
FSH/(U/L)	5.86 ± 2.06	5.81 ± 1.68	6.43 ± 1.64	0.447
LH/(U/L)	5.69 ± 1.22	5.54 ± 1.18	5.56 ± 1.09	0.846

### 3.2 不同暴露强度高铁电磁辐射对女性卵巢生殖内分泌功能的可能影响

基础研究认为,影响电磁辐射生物学效应的主要参数是频率和强度,不同频率和强度的电磁辐射产生生物学效应的方式不同。其中非热效应干扰了人体的固有微弱电磁场,使血液、淋巴和细胞原生质发生改变,造成细胞内的脱氧核酸受损和遗传基因发生突变畸形,进而诱发白血病和肿瘤,还会引起胚胎染色体改变,并导致婴儿的畸形或孕妇的自然流产。Li等<sup>[8]</sup>对旧金山妇女进行前瞻性队列研究,发现妊娠期流产危险性随磁场强度的增大而增加;高磁场VDT暴露者较低磁场VDT暴露者自然流产增加3倍,若每周暴露超过10h,自然流产危险性则增加4.3倍。徐幽琼<sup>[9]</sup>研究暴露于高频电磁辐射鞋厂女工的月经状况,结果显示随着累积暴露强度加大,月经状况各项指标异常率也上升,其中月经紊乱发生率各累积暴露强度暴露组与对照组比较有统计学意义,经量异常发生率在500~和>1000累积暴露强度暴露组与对照组比较均有统计学意义。因此,在本研究中,我们比较了在高速列车环境中不同工作时限女乘务员的月经状况及卵巢功能差异,结果提示各组间月经状况无明显区别,性激素水平及B超结果均在正常范围,未随工作时限的增加出现差别。因此提示暴露于高铁电磁辐射环境未出现累积的女性生殖内分泌影响。

综上所述,我们未发现高铁电磁环境对女乘务员产生卵巢功能影响,而临床上接触的病例出现月经紊乱,不排除部分个体对电磁辐射的敏感性所致。从目前报道看来,电磁辐射的研究集中在分子、细胞水平,而且研究结果不尽一致,未见大样本量和严密设计的流行病学研究,我们研究本身也存在许多混杂因素,例如样本量过小、研究人群暴露剂量的调查难以做到十分准确、难以完全排除干扰因素等等,因此今后仍需进一步完善调查设计,或从动物实验的角度进行佐证。

#### 参考文献

- [1] Zhang XF. Group calls for electromagnetic wave-free high-speed train[N]. The China Post, 2007; 10-21.
- [2] Jin TY. Occupational hygiene and occupational medicine [M]. 5th Ed. Beijing: The People Hygiene Publishing Company, 2003, 8: 191-192.
- [3] 孙慧琳. 电力牵引工频电磁场对机车司机健康影响的研究[D]. 广州: 中山大学, 2006, 21-21.  
Sun HL. Study of power frequency electric field effects on the health of electric traction locomotive driver [D]. Guangzhou: Sun Yat-sen University, 2006; 21-21.
- [4] 朱重德, 沈忠东. 磁悬浮高速列车对环境电磁辐射影响的预测[C]. 2002 全国电磁辐射环境学术会议论文集, 2002; 70-77.  
Zhu ZP, Shen ZD. Prediction of the effect of high-speed magnetic levitation train of environmental electromagnetic radiation [C]. 2002 of the electromagnetic radiation environmental conference papers, 2002; 70-77.
- [5] 李谊. 发展高速铁路所面临的职业卫生新问题 [J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 2009, 36(6): 289-291.  
Li Y. Occupation health problems in the development of high speed railway [J]. Railway occupational safety health and environmental protection, 2009, 36(6): 289-291.
- [6] 尉春华, 姚元庆, 杨瑛, 等. 高功率微波辐照对大鼠卵巢显微和亚显微结构的影响[J]. 军事医学科学院院刊, 2004, 28(6): 534-536.  
Wei CH, Yao YQ, Yang Y, et al. Effect of high power microwave radiation on rat ovarian microscopic and submicroscopic structure [J]. Milit Med Sci Acad PLA Coll J, 2004, 28(6): 534-536.
- [7] Cecconi S, Gualtieri G, Di Bartolomeo A, et al. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development [J]. Hum Reprod, 2000, 15(11): 2319-2325.
- [8] Li DK, Odouli R, Wi S, et al. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage [J]. Epidemiology, 2002, 13(1): 9-20.
- [9] 徐幽琼. 高频电磁场对女(雌)性生殖毒性、机制及异黄酮保护效应研究[D]. 福建: 福建医科大学, 2008.  
Xu YQ. High frequency electromagnetic field on the female sexual reproductive toxicity, mechanism and protective effect of isoflavones [D]. Fujian: Fujian Medical University, 2008.

(编辑 徐杰)