

文章编号: 1672-2019(2008)02-0107-03

·论著·

# 电梯乘坐过程对人体心率的影响研究

应乐安<sup>1</sup>, 王成焘<sup>1</sup>, 曹银祥<sup>2</sup>, 沈仲元<sup>3</sup>, 余平<sup>3</sup>

(1.上海交通大学 生物医学制造与生命质量工程研究所, 上海 200240; 2.复旦大学上海医学院 生理与病理生理学系, 上海 200032; 3.上海中医药大学, 上海 200030)

**摘要:**目的 本试验研究当电梯以额定速度 1.75 m/s 和最大加速度 0.3 m/s<sup>2</sup> 上升时, 电梯乘坐过程对人体心率的影响情况。方法 共 31 名受试对象(21 男, 10 女), 随机分成 2 组。试验组 21 人(12 男, 9 女)乘坐电梯, 对照组 10 人(9 男, 1 女)不乘坐电梯。研究试验前和试验后 2 组心率差异有无显著性。用 SPSS13.0 进行统计分析。结果 *t* 检验结果表明, 试验前和试验后, 2 组心率的“组内检验”差异有显著性( $P < 0.05$ ), 但“组间检验”差异无显著性( $P > 0.05$ )。结论 当电梯以 1.75 m/s 的额定速度和 0.3 m/s<sup>2</sup> 的最大加速度上升时, 乘客心率的变化不是由于电梯加速度引起的, 而是由于从坐位到站位这一体位变化引起的。电梯乘坐过程不会引起乘客心率的显著变化。

关键词: 电梯; 心率; RR 间期; 自主神经; 心电图

中图分类号: R33

文献标识码: A

## Effect of elevator ride on human's heart rate

YING Le-an<sup>1</sup>, WANG Cheng-tao<sup>1</sup>, CAO Yin-xiang<sup>2</sup>, SHEN Zhong-yuan<sup>3</sup>, YU Ping<sup>3</sup>

(1. Institute of Biomedical Manufacturing and Life Quality Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, P.R.China; 2. Physiological Department, Shanghai Medical College of Fudan University, Shanghai 200032, P.R.China; 3. Shanghai Traditional Chinese Medicine University, Shanghai 200030, P.R.China)

**Abstract:** [Objective] This paper researches on the effect of elevator ride on human's heart rate when the elevator ascends at the rated speed of 1.75 m/s and maximum acceleration of 0.3 m/s<sup>2</sup>. [Methods] 31 subjects (21 males, 10 females) were participated in the experiment. They were divided into 2 groups randomly. The experimental Group contained 21 subjects (12 males, 9 females). They rode elevators. The Control Group contained 10 subjects (9 males, 1 females). They did not ride elevators. It was researched whether there were significant differences for the heart rate of the 2 groups before and after the experiment. SPSS13.0 was used for statistics. [Results] "Within Group *t* test" shows there are significant differences for heart rate both of the 2 groups before and after the experiment ( $P < 0.05$ ) but "Between Group *t* test" shows there are no significant differences for the 2 groups both before and after the experiment ( $P > 0.05$ ). [Conclusions] When the elevator ascends at the rated speed of 1.75 m/s and maximum acceleration of 0.3 m/s<sup>2</sup>, the changes of human's heart rate are not due to the elevator acceleration, but because of the posture changes from sit to stand. Elevator ride will not change human's heart rate significantly.

Key words: elevator; heart rate; RR intervals; autonomic nervous system; ECG

每分钟心脏搏动的次数称为心率。安静状态下, 健康成年人心率的平均值是 75 次/min。心率随年龄、性别、个体生理与病理因素、外界环境因素等的不同而不同。人体的自主神经系统对心率的调控作用显著, 当人体处于运动状态、心情恐惧或激动时,

交感神经兴奋, 这会导致心率加快; 相反, 在安静状态下, 迷走神经兴奋, 心率减慢。纵观国内外的相关文献可以发现, 目前人们大都从生理学或病理生理学的角度, 研究人体不同机能状态下心率的变化规律。至于电梯运行速度和加速度是否会对乘客的心

率产生显著变化,迄今尚未见报道。本文将通过具体试验来研究电梯乘坐过程对人体心率的影响情况。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

受试对象共 31 人(21 男,10 女),年龄在 20~35 岁之间。随机分成 2 组,试验组 21 人(12 男,9 女)乘坐电梯,对照组 10 人(9 男,1 女)不乘坐电梯。受试对象不能患有高热、高血压、心肌炎、心律失常、甲状腺功能亢进、肝肾病、糖尿病等影响人体心血管系统和自主神经系统的疾病,胸部皮肤没有严重过敏。女性不能处于月经期内。所有受试对象的心率和血压都在正常范围内。为了保证试验数据的准确性,受试对象在试验前夜睡眠充足,试验前 24 h 不作剧烈运动,并避免巨大情绪波动;试验前禁烟 8 h,禁酒 12 h,试验前 8 h 内停止使用心血管药物及饮用茶与咖啡<sup>[1]</sup>。受试对象在试验前都仔细阅读过试验注意事项并自愿参加试验。

### 1.2 仪器与过程

试验所用仪器为上海交通大学生物医学制造与生命质量工程研究所和上海中医药大学联合研制开发、由上海普利德医疗器械有限公司加工制造的“便携式生理记录仪”。该仪器为人体心电、脑电信号的集成记录仪。记录心电信号时采用国际公认的标准 II 导联,采样频率为 1 000 赫兹。试验所用电梯的额定速度为 1.75 m/s,最大加速度为 0.3 m/s<sup>2</sup>,电梯总的运行距离约 30.4 m,共 9 层;从 1 楼直达 9 楼的总运行时间在 22 s 左右。

为了排除昼夜节律的变化对心率和自主神经系统的影响,试验都安排在白天进行。在试验正式开始前,我们先测量受试对象的心率和血压,以确认这些生理参数都在正常范围内。随后,为受试对象佩戴心电仪器,佩戴完毕,试验正式开始。所有受试对象都被告知心电记录仪佩戴在身上后,避免剧烈的运动和体位变化,以免产生不必要的干扰。

对于试验组,受试对象先在 1 楼电梯门前静坐休息 10 min 左右,然后起身乘坐电梯,电梯直达 9 楼后受试对象走出电梯,在电梯门前再静坐休息 7~10 min。在这期间,记录仪始终佩戴在受试对象身上,并处于工作状态。为了在连续的心电图上能分辨出“电梯乘坐”和“休息”2 种不同状态,工作人员陪同受试对象进入电梯后,在电梯轿厢门关闭

后、电梯将要起动前的瞬间按下“事件标定”键。当电梯在 9 楼停靠后、将要开门前,工作人员再次按下“事件标定”键。两个“事件标定”键之间即为电梯运行过程,约 22s。

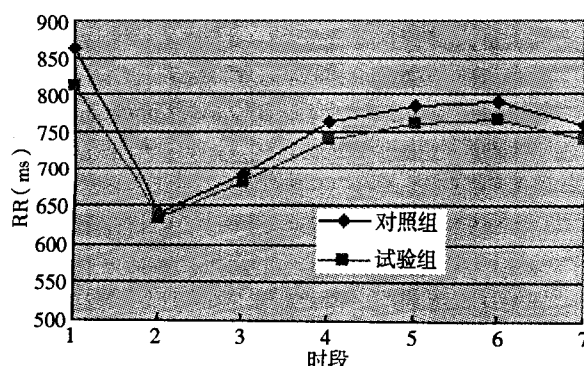
对于对照组,受试对象同样先静坐休息 10 min 左右,然后起身但不乘坐电梯。为了模拟电梯乘坐过程,这组受试对象的站立时间也为 22 s,然后再坐下休息 7~10 min。在连续的心电图上同样按下了模拟电梯乘坐过程的 2 个“事件标定”键。

### 1.3 数据分析与统计方法

在正式分析心电图数据前,必须对记录数据进行仔细检查,剔除由于 QRS 波漏检、早搏、异位搏动和其他干扰因素而造成的虚假的 QRS 波和坏点。我们用“RR 间期”作为研究心率的指标,其单位为毫秒(ms)。首先,电梯整个运行过程被分成 4 段,每段 5~6 s。首尾再各多取一段,作为电梯启动前和停车后的数据。同时在静坐休息过程中,再取 10 个 RR 值,作为休息时的数据。对这 7 段时间内的 RR 间期分别求算术平均值,并作曲线分析。

其次,我们对电梯启动后整个运行过程 22 s 中的 RR 间期算一个总的算术平均值,记为“RR(after)”,在静坐休息过程中也相应取心率较平稳的 20~30 个 RR 值并算平均值,记为“RR(before)”,把“RR(after)”和“RR(before)”两组数据分别进行试验组和对照组的“组内检验”和“组间检验”。假设检验采用 SPSS13.0 软件。 $P<0.05$  被认为差异具有统计学意义。由于试验数据都服从正态分布( $P>0.05$ , Shapiro-Wilk test),因此可用  $t$  检验。

## 2 结果



附图 2 组心率变化曲线

附图为试验组和对照组的心率变化曲线。图中的纵坐标为“RR 间期(ms)”;横坐标的 7 个数据点分别代表 7 个时段内 RR 间期的算术平均值;第

1个点代表静坐休息时的RR值,用它来表示“基础心率”;第2个点代表电梯启动前的RR值,此时人已经从坐位变为站位,但电梯还没启动;第3至第6个点代表电梯乘坐过程(或模拟电梯乘坐过程)中的RR值;最后一个点代表电梯停车后的RR值。

从附图可见,两条曲线不仅形状相似,而且基本重合。在静坐休息时,受试对象的基础心率普遍较低(RR值普遍较大)。在电梯启动前的第2点,2组受试对象的RR值都明显降低(即心率明显加快),这可能与从“坐位”到“站位”的这一体位变化有关。随后,在电梯乘坐过程或模拟电梯乘坐过程中,RR值开始增大(即心率开始减慢)。到了第7点时,又出现了RR值降低的现象,这一心率加快的原因可能与受试对象走出电梯轿厢这一动作有关。整个试验过程中受试对象的心率变化呈“明显加快-逐步减慢-再略有加快”的现象。

在此基础上,需要对试验组和对照组的数据进行组内检验和组间检验。表1首先给出了两组数据的均数、标准差和标准误。

表1 2组RR间期的均数、标准差和标准误  
(单位:ms)

组别	样本数	均数	标准差	标准误
RR(before)	试验组	21	798	86
	对照组	10	835	85
RR(after)	试验组	21	736	83
	对照组	10	758	112

表2是试验组和对照组的“组内检验”结果,方法是分别把各组的RR(before)和RR(after)作配对t检验。

表2 RR(before)vs. RR(after)的配对t检验结果

组别	t值	P值
试验组	5.932	0.000
对照组	4.458	0.002

通过表2可以发现,无论是试验组还是对照组,RR(before)和RR(after)之间差异存在显著性( $P < 0.05$ )。结合表1可以看出,RR(after)的值小于RR(before)。对照组由于没有乘坐电梯,因此产生这一RR值减小(即心率加快)的原因是由“坐位”到“站位”的体位变化引起的。但是对于试验组而言,产生这一心率加快的原因既可能是体位变化,也可能是电梯加速度,或者是体位变化和电梯加速度的双重原因所致。为了进一步解释这一现象,我们在“组内检验”的基础上作了“组间检验”,方法是

对RR(before)和RR(after)分别进行2组之间的独立样本t检验。

表3 试验组与对照组的独立样本t检验结果

	t值	P值
RR(before)	-1.108	0.277
RR(after)	-0.600	0.553

由表3可见,无论是RR(before)还是RR(after),试验组和对照组之间差异都没有显著性( $P > 0.05$ )。因此可以认为,试验组电梯乘坐后心率加快的原因是体位变化引起的,而不是电梯加速度引起的。当电梯以1.75 m/s的额定速度和0.3 m/s<sup>2</sup>的最大加速度运行时,电梯加速度不会对乘客的心率产生明显的影响。

### 3 讨论

试验组和对照组的心率变化曲线基本重合,都呈“明显加快-逐步减慢-再略有加快”的现象。假设检验的结果也表明,试验组在电梯乘坐过程中的心率和对照组没有乘坐电梯的心率相比,差异不具有统计学意义。因此在本试验中,电梯乘坐过程中人的心率变化不是由于电梯速度或加速度引起的,而是由于从坐位到站位这一体位变化引起的。

人体心率的调节有“神经调节”、“体液调节”和“自身调节”3种方式。长时间内人体的心率调节主要靠儿茶酚胺等体液调节,但短时间内的速率调节主要是自主神经调节,心率的综合反应取决于交感神经与迷走神经之间的动态平衡。在休息状态下,迷走神经兴奋而交感神经的活动被抑制,心动周期中心脏节律性的收缩和舒张主要依赖于迷走神经的调节。相反,在运动状态下,迷走神经的兴奋性降低,心率的变化主要由交感神经控制。

曾有文献对汽车驾驶过程中驾驶员的心率变异性及自主神经功能进行研究。当汽车驾驶员疲劳驾驶时或人体在汽车内经受不同频率的垂直振动时,其交感神经的兴奋性增加而迷走神经的兴奋性减弱<sup>[2-5]</sup>。但至今为止,很少有文献研究电梯速度和加速度是否会对人体心率产生显著影响。本文仅对此做一初步的尝试。在电梯启动后的加速上升过程中,人先要经历一个超重过程;在电梯将要停车前的制动过程中,人又要经历一个失重过程。航空航天医学表明,超重会使人的血液向下肢转移,失重会使人的血液向头部转移,血液的这种重新分配会

(下转第115页)

有温中止痛,杀虫止痒之效。薄荷有疏散风热,引药归经之效<sup>[4]</sup>。

本研究选取了成人慢性牙周炎作为研究对象,以单纯基础治疗为对照组,实验组基础治疗后在牙周袋内注入清热消炎固齿缓释剂,结果用药后牙龈指数、牙周袋深度均显著改善,临床疗效显效率达87.7%,与对照组比较差异有非常显著性( $P < 0.01$ )。说明局部使用清热消炎固齿缓释剂,对于抑制牙周细菌,消除牙周炎症,减少牙周袋深度等方面有明显作用。但牙周病是多因素疾病,其病因和发病机制十分复杂,必须在彻底的牙周基础治疗前提下辅助使用本药,才有可能得到良好的疗效。本研究证明本药物治疗牙周炎疗效确实,对它的深入研究可为牙周炎治疗提供新方法。

#### 参 考 文 献:

(上接第109页)

对人体的血压和心率产生影响<sup>[6-9]</sup>。从理论上说,超重和失重会改变人体的心率,但就本试验电梯的速度(1.75 m/s)和加速度(0.3 m/s<sup>2</sup>)而言,这一启动和制动过程中的超重和失重并不太会引起心率的明显改变。此外,人体的颈动脉窦和主动脉弓对心血管活动具有“负反馈”的调节作用<sup>[10]</sup>,使得电梯启动和制动过程中的超重和失重对人体心率的影响作用微乎其微。

本试验由于样本数量较少,所以仅起到探索性研究的作用。今后还需对不同性别和不同年龄段的人、经常乘坐电梯和偶尔乘坐电梯的人,以及不同的电梯速度和加速度进行大样本的“随机、对照、重复”和“双盲”试验研究。另外,对于患有心律失常、高血压、心肌缺血或冠状动脉粥样硬化等心血管疾病的人而言,过大的电梯加速度是否会使他们在电梯启动和制动时产生明显的不适感,也值得进一步研究。由于人的心率受多种因素控制,因此还可考虑用麻醉后的动物进行试验,以增加数据的科学性。

#### 参 考 文 献:

- [1] GUO JH, ZHANG HC. Latest Progress in DCG[M]. Beijing: Beijing University Medical Press, 2005. Chinese
- [2] 焦昆,李增勇,陈铭,等.驾驶精神疲劳的心率变异性和血压变异性综合分析[J].生物医学工程学杂志,2005,22(2):343-346.
- [2] JIAO K, LI ZY, CHEN M, et al. Synthetic effect analysis of heart rate variability and blood pressure variability on driving

- [1] 曹采方. 牙周病学[M]. 第2版. 北京:人民卫生出版社,2003:126-127.
- [1] CAO CF. Periodontology[M]. 2nd ed. Beijing: The People Healthy Publishing Company, 2003: 126-127. Chinese
- [2] 王扬,梁瑞,王爱,等.派丽奥治疗牙周炎的临床评价[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2004,11(6):342-343.
- [2] WANG Y, LIANG R, WANG A, et al. Clinical analysis about periocline on periodontitis[J]. Chinese Journal Conservative Dentistry, 2004, 11(6): 342-343. Chinese
- [3] 杨基森.中药制剂设计学[M].贵阳:贵州科技出版社,1992:189.
- [3] YANG JS. The Design Science about Chinese Traditional Medicine Preparation[M]. Guiyang: Guizhou Technological Publishing Company, 1992: 189. Chinese
- [4] 沈映君.中药药理学[M].上海:上海科学技术出版社,1997:45,119,128.
- [4] SHEN YJ. The Chinese Traditional Medicine Pharmacology [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Publishing Company, 1997: 45, 119, 128. Chinese

(潘一峰 编辑)

mental fatigue [J]. Journal of Biomedical Engineering, 2005, 22 (2): 343-346. Chinese

- [3] JIAO K, LI Z, CHEN M, et al. Effect of different vibration frequencies on heart rate variability and driving fatigue in healthy drivers [J]. Int Arch Occup Environ Health, 2004, 77 (3): 205-212.
- [4] JIAO K, LI Z, CHEN M, et al. Power spectral analysis of heart rate variability of driver fatigue[J]. Journal of Donghua University (English Edition), 2005, 22(1): 11-15.
- [5] LI Z, JIAO K, CHEN M, et al. Effect of magnitopuncture on sympathetic and parasympathetic nerve activities in healthy drivers—assessment by power spectrum analysis of heart rate variability[J]. Eur J Appl Physiol, 2003, 88(4-5): 404-410.
- [6] SHENDER BS, FORSTER EM, HREBIEN L, et al. Acceleration-induced near-loss of consciousness: The "A-LOC" syndrome [J]. Aviat Space Environ Med, 2003, 74(10): 1021-1028.
- [7] ZAWADZKA-BARTCZAK E, KOPKA L. Tilt-table testing as a predictor of +Gz tolerance[J]. Indian J Med Sci, 2005, 59(11): 471-479.
- [8] RYOO HC, ZHAO JP, SUN HH, et al. Heart rate variability (HRV) analysis during the recovery from high +Gz profiles [J]. Bioengineering Conference, 2002, Proceedings of the IEEE 28th Annual Northeast: 179-180.
- [9] 冯岱雅,孙喜庆,卢虹冰.失重对脑血流影响的仿真研究[J].航天医学与医学工程,2006,19(3):163-166.
- [9] FENG DY, SUN XQ, LU HB. Simulation study on cerebral blood flow during weightlessness [J]. Space Medicine & Medical Engineering, 2006, 19(3): 163-166. Chinese
- [10] 姚泰.生理学[M].第6版.北京:人民卫生出版社,2005.
- [10] YAO T. Physiology[M]. 6th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005. Chinese

(张蕾 编辑)