

汽车驾驶员腰椎保护带的振动防护效应测试及其生物力学作用分析*

于红¹ 吴闻文¹ 侯树勋¹ 梁红英¹ 申仲翰² 黄清华³ 陈德成³

1 (解放军 304 医院 骨科, 北京 100037)

2 (中国科学院 力学研究所, 北京 100080)

3 (北京大学 力学系, 北京 100871)

摘要 通过对汽车驾驶员腰部振动的测试, 了解腰椎保护带对振动的防护效应并对其进行生物力学作用进行分析。以日本产五十铃八吨载重卡车(TD G72)为测试车型, 在装载六吨货物以三种不同车速(10、30、60 km/h)行进在柏油公路时, 分别在佩带和不佩带腰椎保护带的情况下, 对驾驶员腰椎部位垂直振动和水平纵向振动进行实时测量(传感器安置于裤腰带和保护带的背外侧)。结果显示: 驾驶员腰部振动频率多为 10 Hz 以下, 属低频振动; 垂直振动大于水平纵向振动; 系腰椎保护带时的振动测量值大于不系腰椎保护带的测量值。由于腰椎保护带改变了脊柱的生物力学和振动特性, 从而起到了保护腰椎的作用。我们认为它是防治汽车驾驶员腰痛的良好方法之一。

关键词 驾驶员 腰椎保护带 振动 防护 测试

Measure of Vibration Protection Effect of Driver's Corset and Analysis of Its Biomechanical Effect

Yu Hong¹ Wu Wenwen¹ Hou Shuxun¹ Liang Hongying¹ Shen Zhonghan²

Huang Qinghua³ Chen Decheng³

1 (Department of Orthopaedics, 304th Hospital of PLA, Beijing 100037)

2 (Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

3 (Department of Mechanics, Beijing University, Beijing 100871)

Abstract The purpose of this study was to evaluate the vibration protection and biomechanical effect of driver's corset. The frequencies of vertical and horizontal vibrations were measured at low back of driver. The vehicle driven was ISUZU truck (loading capacity 8 tons). Vibration of the driver's lumbar back was measured real time with wear corset and without wear corset when the truck loaded with 6 tons was driven at the speed of ten, thirty and sixty kilometers an hour on the asphalt road. The results showed: Vibration frequencies at driver's low back was under 10Hz. It is a low frequency vibration. The value of vertical vibration was higher than the value of horizontal (back and forth) vibration. The vibration value of wear corset was higher than unwear corset. These indicate the driver's corset is effective for protecting lumbar spine by means of change in the biomechanical characteristics and the resonance frequencies of lumbar spine. So the driver's corset is one of the good methods for preventing the back pain of drivers.

Key words Driver Corset Vibration Protection Measure

1 前言

汽车已成为人们现代生活中必不可少的交通工具, 但长期驾驶汽车会使驾驶员因振动环境和特定

工作体位产生职业性腰痛疾病^[1]。在我国西北高原由于特殊的地理因素使该地区的运输以长途汽车公路运输为主, 恶劣的高原环境和严重的缺氧反应使那里的驾驶员具有更高的腰痛发病率^[2]。为防治高原汽车驾驶员的腰痛, 我院开展了一系列的流行病学和病因学调查, 汽车驾驶座椅和驾驶员腰椎振动

* 95 全军医药科研基金课题(96M 150)

测试与分析以及相关的预防医学研究(其它结果另文报告)。本文即是对我院自行研究,设计的驾驶员腰椎保护带对腰椎振动防护效应的测试研究报道。

2 测试方法

2.1 测试对象与工况

本研究以日本产五十铃八吨载重卡车(TD G72)在装载六吨货物时的行进状态下对驾驶员的腰椎部位进行振动测量。测试路况为青藏公路中那曲至当雄的柏油路段,汽车行进速度为 10~ 60 km/h。

2.2 测点的确定

当驾驶员不佩戴腰椎保护带开车时,我们在驾驶员束紧的裤腰带的背外侧安置传感器,用以较准确地测试驾驶员腰椎部位的振动,测量方式包括纵向水平和垂直两个方向;当驾驶员佩戴腰椎保护带开车时,传感器安装在腰椎保护带的背外侧,分别在同一路况和车速条件下进行振动测量,并记录结果以备分析。

2.3 测试仪器系统与配置

振动测量所用的仪器组合系统如图 1 所示。

图 1 中所用的加速度传感器为 B&K 公司生产的 4375 型压电式敏感元件,前置放大器为 B&K 4635 型,低通滤波器上限选为 100 Hz,以滤去与被测信号无关的高频杂散噪声。A/D 采集卡为 12

位字长,使用的采集软件为北京大学力学系研制的 V BDSP 信号采集与分析系统。测试仪器用电由不间断电源 UPS 供给。

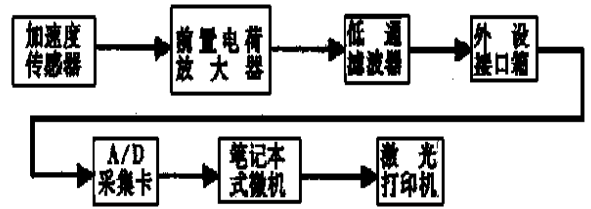


图 1 测量仪器系统示意图

Fig 1 Measure instrument system

3 测试结果

测试工作是在同种路况同样车速情况下进行的,对特定一辆卡车的专职驾驶员在佩戴腰椎保护带和不佩戴腰椎保护带的情况下对其腰椎处水平纵向和垂直方向的振动进行测量。振动的计量以加速度表示,单位为 m/s^2 。

试验车速为 10、30、60 km/h 时,我们对驾驶员佩戴和不佩戴腰椎保护带时的腰部振动情况进行了测量。由于篇幅所限,文中只给出车速在 30 km/h 状态下的振动曲线图谱,如图 2~ 3 所示。归纳三种不同车速状况下,驾驶员佩戴与不佩戴腰椎保护带时测得的腰椎振动特点见表 1。

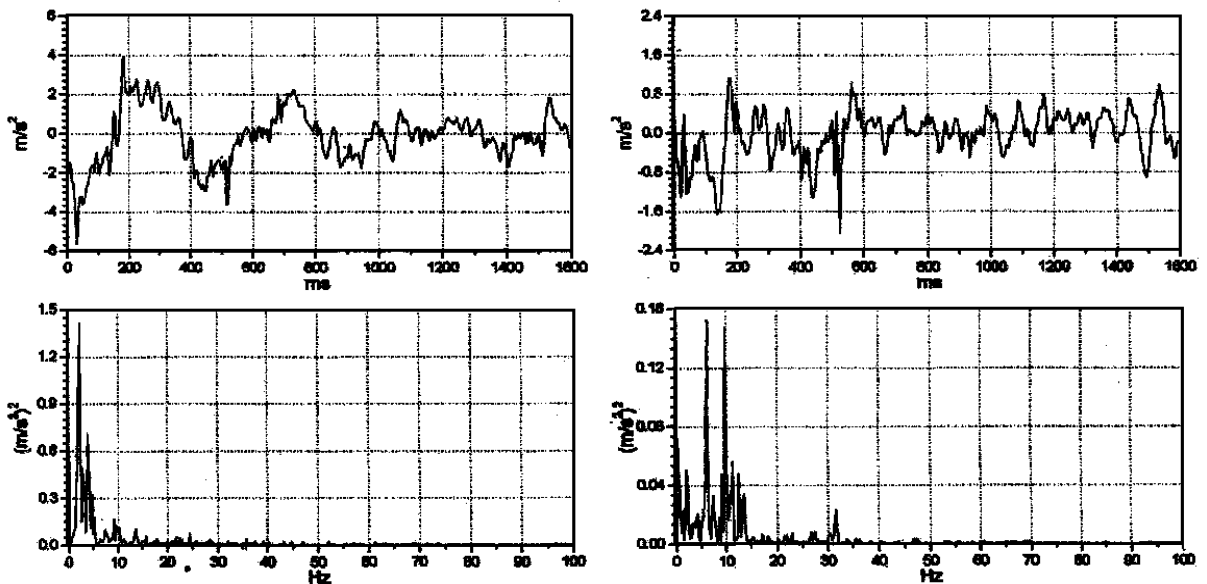


图 2 不佩戴腰椎保护带时腰部的加速信号(上图)及其自功率谱(下图)

(左边一列为垂直方向,右边一列为水平前进方向)

Fig 2 Acceleration at low back of driver with un-wear corset (upper) and auto-power spectrum (under)

(left side—vertical, righth side—horizontal)

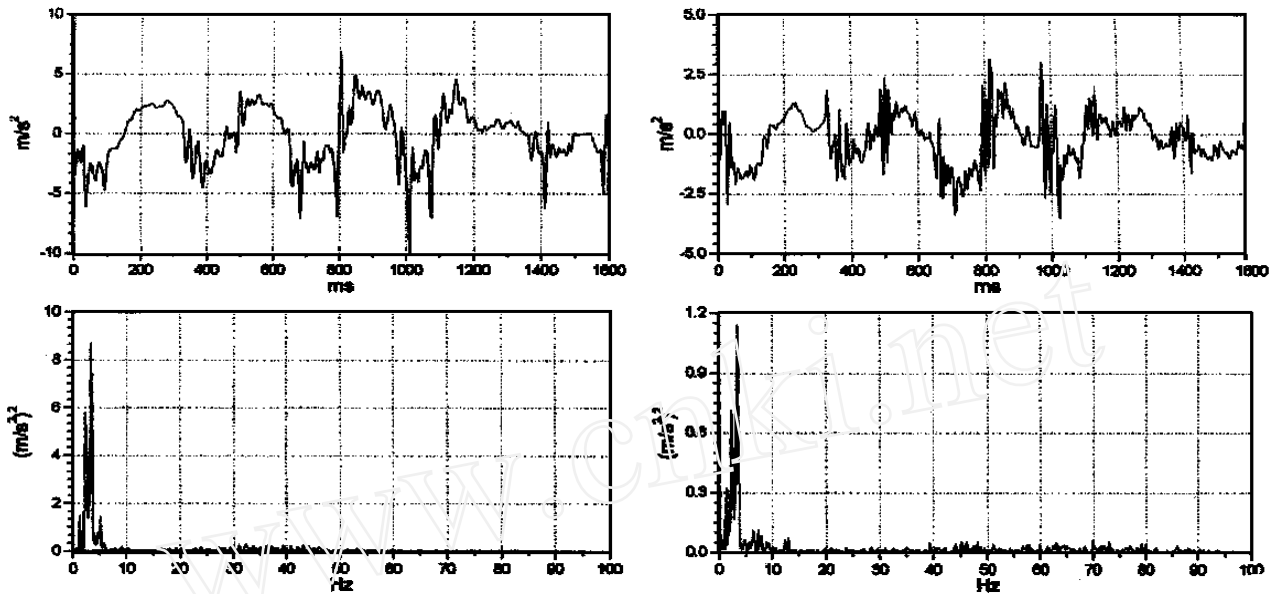


图 3 佩带腰椎保护带时腰部的加速信号(上图)及其自功率谱(下图)
(左边一列为垂直方向, 右边一列为水平前进方向)

Fig 3 Acceleration at low back of driver with wear corset (upper) and auto-power spectrum (under)
(left side—vertical, right side—horizontal)

表 1 腰部振动情况表

Table 1 vibration at low back of driver

车速 (km/h)	不佩带腰椎保护带				佩带腰椎保护带			
	峰值加速度(m/s^2)		峰值频率(Hz)		峰值加速度(m/s^2)		峰值频率(Hz)	
	垂直方向	纵向水平	垂直方向	纵向水平	垂直方向	纵向水平	垂直方向	纵向水平
10	0.8	0.3	2	2~8	2	1.0	1~6	1~8
30	4.0	1.4	2~5	1~14	4	2.0	2~4	2~4
60	2.5	1.7	2~10	5~14	4	2.5	2~5	2~11

4 分析与讨论

分析表 1 中数据可知, 垂直振动大于水平振动, 系腰椎保护带时的振动测量值大于不系腰椎保护带的测量值。对佩带腰椎保护带后测量的振动量加大这一现象可作如下解释: 在我院研制的腰椎保护带中含有数根纵形的塑料板条, 当系紧腰椎保护带时塑料板条连接骨盆和胸廓, 这不仅使腰椎得到支撑并使腰部振动系统的刚度增大, 因此座椅的振动传至腰椎保护带, 使位于其上的传感器测出了较大的振动值, 这样正好减弱了激励腰部机体的动能; 而在不系腰椎保护带的状态下, 腰部振动系统的刚度较前者偏小, 且机体的阻尼大于保护带中塑料板条的阻尼, 因此一部分动能因传递不畅而消耗于腰椎部位的机体, 反映在传感器上的现象就是振动量偏小, 但消耗的振动能量将造成腰部多种组织的疲劳和伤害。由此可知, 驾驶员佩带腰椎保护带可以通过减轻腰椎所受到的振动来达到保护腰椎的目的。

本研究中, 作为测量用的货物卡车在柏油路面

行驶时驾驶员腰部振动频率多为 10 Hz 以下, 属低频振动(其它路况下测量的振动频率也较低, 详细结果见另文), 如图 2~3 所示。该频率正好落入人体腰椎的共振频率(3~5 Hz^[3])范围之内, 因此长年在这种振动环境下工作对驾驶员的腰椎是非常不利的。又由于此次测量选用的货物卡车在我国西北地区带有普遍性, 所以我们认为结合我国国情开展防治驾驶员腰痛的研究更具有实际意义。

以往的生物力学研究已经表明, 汽车驾驶员的工作体位除了具有椎间盘内压增高、前后方向的韧性剪力增加等坐位时对腰椎不利因素外, 汽车转弯时驾驶员的躯干增加了扭转力矩, 行驶中意外的颠簸使肌肉产生过度的代偿和负载, 振动和颠簸使坐位人员脊柱的运动节段逐渐趋向前屈, 所有这些行为均使驾驶员的腰背肌易于疲劳, 腰椎增加了机械应力并使之受到伤害^[4,5]。另外, 人们对坐位时腰椎振动特性的研究表明, 不同的坐姿、身体放松与否、后仰角度的大小都会对脊柱的共振产生很大的影

(下转第 280 页; Continued on Page 280)

吻合口有张力, 残留动脉血管游离段就要依据其张力-应变关系产生纵向应变的缘故。因此, 在讨论移植静脉合适张力吻合的时候不仅要考虑实际缺损长度 ADL, 还要将实际游离长度 AL 一并加以考虑。尚未发现有将 AL 和 ADL 一并考虑来求导移植静脉长度的报道。

5 结 论

(1) 在 35.0 mm 范围内, 兔股动脉所受的张力与其伸长率之间的关系可近似用下式拟合:

$$F_a = 0.22[e^{5.75(\lambda-1)} - 1]$$

兔股静脉所受的张力与其伸长率之间的关系可近似用下式拟合:

$$F_v = 6.15 \times 10^{-3}[e^{7.89(\lambda-1)} - 1]$$

(2) 要取得静脉移植于动脉后所希望的张力 F, 必须考虑动脉实际缺损长度 AL 和游离长度 ADL 两方面因素。

致谢: 本研究得到了西安交通大学能源动力学院多相流实验室

黄民博士、第四军医大学病生教研室林树新教授、药理教研室招明高博士、免疫教研室李德敏博士、西京医院骨科研究所赵黎副教授的帮助和指导。

参 考 文 献

- 1 Han HC, Fung YC. Longitudinal strain of canine and porcine aortas. *J Biomechanics*, 1995; 28(5): 637
- 2 Beris EE, Saucacos DH, Toulaiatos AS. Experimental evaluation of the length of microvenous grafts under normal extension. *Microsurg*, 1992; 13: 195
- 3 李主一, 翁龙江. 周围血管火器伤. 见: 李主一主编, 火器伤外科学. 北京: 人民军医出版社, 1994: 446-449
- 4 陈治平, 施维锦. 周围血管和淋巴系统疾病. 朱明德(主编), 临床治疗学. 上海: 上海科学技术出版社, 1994: 1623-1644
- 5 Gomez GA, Martin LC. Vascular trauma of the extremities, in Kreis DJ and Gomez GA (ed.) *Trauma Management*. Little Brown and Company, 1989; 311
- 6 侯黎升, 黄耀添, 招明高. 兔动脉裂隙宽度与实际缺损长度的关系. *第四军医大学学报*, 1998; 19(4): 443

(收稿: 1999-03-17)

(上接第 272 页; *Continued from Page 272*)

响^[6,7]。当佩带腰椎保持带后可以使驾驶员坐位时腰椎保护正直, 脊柱得到支撑, 减轻腰背肌肉疲劳, 从而削弱对腰椎不利的机械作用。同时它以腰椎-保护带综合系统的刚度代替了脊柱的刚度, 减轻了腰椎对振动能量的吸收, 并且有可能因为佩带腰椎保护带而改变了脊柱的共振特性, 避开了汽车振动频段, 从而减轻了共振对脊柱造成的伤害。

因此我们认为, 汽车驾驶员佩带专用腰椎保护带后, 从改变脊柱的生物力学特性和振动特性两方面起到了保护腰椎的作用, 无疑是防治汽车驾驶员腰痛简单、实用并且便于普及和装备的方法之一。

参 考 文 献

- 1 于红, 吴闻文, 侯树勋. 汽车驾驶员的腰痛. *工业卫生与职业*

病, 1999; 25(5): 315

- 2 于红, 侯树勋, 吴闻文. 高原汽车驾驶员腰痛的调查. *解放军医学杂志*, 1999; 24(3): 176
- 3 International Organization for Standardization: Guide for the valuation of human exposure to whole body vibration. ISO 2631, Geneva, 1985
- 4 Wikstrom BO, Kjellberg A, Landstrom U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: A review. *Inter J Indus Ergon* 1994; 14: 273
- 5 Wilder DG. The biomechanics of vibration and low back pain. *Am J Indus Med* 1993; 23: 577
- 6 Dupuis H, Zerlett G. The effects of whole-body vibration. Springer Verlag, Berlin, 1986
- 7 Wikstrom BO. Effects from twisted postures and whole-body vibration during driving. *Inter J Indus Ergon* 1993; 12: 61

(收稿: 1999-03-17)