

基于体压分布的腰枕大小对坐姿舒适性影响的研究

陈玉霞^{1,2}, 申利明^{2*}, 郭 勇²

(1. 安徽农业大学 林学与园林学院, 安徽 合肥 230036; 2. 南京林业大学 木材工业学院, 江苏 南京 210037)

摘 要:利用体压分布测量系统,采用主观评价与客观测试相结合的方法,分析了腰枕大小对坐姿舒适性的影响。结果表明:腰枕大小对坐姿舒适性有显著的影响,体压分布结果与主观评价结果存在较好的一致性。

关键词:沙发;腰枕;坐姿舒适性;体压分布

中图分类号: TB18

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2008)03-0185-03

On Influence of Lumbar Pillow Size on Sitting Comfort Based on Body Pressure Distribution

CHEN Yu-xia^{1,2}, SHEN Li-ming², GUO Yong¹

(1. College of Forest and Garden, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China;

2. College of Wood Science and Technology, Nanjing Forest University, Nanjing, Jiangsu 210037, China)

Abstract: By using body pressure measure system and subjective evaluation, the effect of lumbar pillow size on sitting comfort was analyzed and a theoretical basis for reasonably optimizing sofa waist support design from ergonomically perspective was suggested. Experimental results showed that the pillow size supporting lumbar had significant impact on sitting comfort. Pressure distribution results were in accordance with subjective evaluation.

Key words: sofa; lumbar pillow; sitting comfort; body pressure distribution

几百年前人们就已经意识到坐姿对背部健康有重要的影响,不合理的坐姿是影响背部健康的主要原因。近年来,随着人体工程学的发展,国内对坐姿与健康的关系进行了研究, Coleman 等提出了适当的腰部支撑是必要的,它不仅可以使腰部脊柱保持前凸,而且还可以使骨盆保持稳定,将支撑躯干平衡的肌肉负荷降为最低,缓解上身体重对脊椎下端的压力^[1]。腰部支撑不足会导致慢性健康问题,如背部下端疼痛、肩部疼痛、颈部疼痛、疲劳和不舒适等症状^[2]。在坐姿条件下,腰部疼痛是身体不舒适的重要原因,其次是颈部和背部^[3]。合理的腰部支撑可以减少坐姿不舒适的产生。有关研究表明,背部下端的不舒适症状与背部下端、座椅靠背的接触面积有关^[4]。关于坐姿舒适性的研究方法较多,如姿势分析、肌电测试、人体测量、体压分布、椎间盘内压

分析、生物力学分析、生理测试、主观绩效评定、行为分析等。2003 年, Looze 等几乎使用了所有的坐姿舒适性的研究方法,对坐姿舒适性进行研究,结果发现人体压力分布与主观评价结果的相关性最为显著^[3]。通过靠背面上人体压力分布测试及其与主观评价结果的相关性研究,能够揭示腰枕大小对坐姿舒适性的影响。

1 材料与方法

1.1 被试者

6 名青年男性大学生志愿者, 年龄(23±3)a、身高(171.6±7.0)cm、体重(66.3±10.5) kg, 身体健康状况良好, 实验前 24 h 未进行剧烈体力活动, 无肌肉疲劳现象。

收稿日期: 2007-09-12 修回日期: 2007-11-22

作者简介: 陈玉霞(1978), 女, 山东郓城人, 助教, 主要研究方向为室内与家具设计。

* 通讯作者: 申利明(1960-), 男, 教授, 主要研究方向为家具设计人体工程学。

1.2 测试内容及坐姿要求

测试无腰枕和使用 3 种不同型号的腰枕状态下人体背部的压力分布。实验时要求受试者自然后倾,靠于沙发靠背之上,眼睛平视前方,左右大腿大致平行,膝部弯曲呈 90° ,足平放于地面,双肩放松,双手轻轻置于大腿之上。

3 种型号的腰枕(尺寸为 $58\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 、 $58\text{ cm} \times 35.5\text{ cm}$ 、 $58\text{ cm} \times 41\text{ cm}$)内填充公仔绵,重量分别为 0.4 、 0.6 、 0.8 kg 。沙发的坐垫和靠垫硬度适中,弹性较好,座面高度级差为 0 mm ,深度级差为 25 mm ,靠背倾角 110° ,座面倾角 7° 。

主观评价采用语义微分法,运用 7 级量表,评价包括总体舒适度、身体部位舒适度和沙发特征描述。

1.3 BPD 数据采集

采用美国 Tekscan 公司提供的体压分布测量系统(body pressure measure system, BPMS)测试人体背部的压力分布。测试时,首先将压力传感垫置于人与沙发靠背之间,待压力分布相对稳定后进行记录,记录时间为 5 min ,采样率为 $8\text{ f} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

1.4 实验程序

实验前告知受试者实验目的、实验内容和测试方式,并帮助其熟悉主观舒适度评价量表。实验过程中,受试者不得多讲话,向实验人员报告舒适状况时避免大声或激动。一种坐姿状态测试完毕,休息 30 min 后进行下一坐姿状态的测试。

1.5 统计分析

从实验过程中存取的压力分布记录文件(文件名为“f_{sx}”),可以转换成一般电脑可以读取的压力矩阵 ASCII 纯文本文档,将此 ASCII 文档导入 Office Excel 2004,作为计算及统计分析的基础。由 BPMS 直接读取靠背面总压力、平均压力、最大压力和接触面积等指标,并通过压力分布矩阵推算平均

压力梯度(G_v)和最大压力梯度(G_m):

$$G_v = \frac{1}{N_P} \sum_{i=1}^{N_P} G_i \quad (1)$$

式中: N_P 为受压点数, N 为测点数, $N_P \leq N$ 。

$$G_m = \max(G_1, G_2, \dots, G_N) \quad (2)$$

式中: N 为测点数。

对各项压力分布指标进行统计计算,求其与主观评价结果的相关关系,确定压力分布指标的有效性及使用范围。统计分析使用 Excel 和 SPSS 软件。

采用多级模糊综合评价方法^[5-7]对主观评价数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 腰枕大小与靠背压力分布的关系

从人体的生理结构来看,最大压力应位于人体血管、神经分布较少,可以承重的部位,如人体坐骨结节处、腰部、肩部等。但最大压力值也不能过大,否则,压力分布不合理^[8]。平均压力在某种程度上反映了压力刺激对人体作用的整体效果,其值越大,人体感知到的压力刺激越强烈。压力梯度对人体的影响主要与压力梯度大小和压力梯度的分布有关。压力梯度越大,人体对压力刺激感应的灵敏程度越大。人体不同部位对压力刺激感应的灵敏程度不同,如大腿内侧对压力刺激的感应非常灵敏,而坐骨骨节点附近却非常弱。客观上需要一个较为合理的压力梯度分布来适应人体的生理结构特点^[9]。

由表 1 可知,随着腰枕型号的增大,靠背面上的总压力和接触面积增大,主要是由于随着腰枕型号的增大,沙发的相对座深减小,柔软的腰枕使人体的后仰角增大,因此靠背面上的总压力呈现增大的趋势。同时,由于靠背面上承重增大,导致下沉量增大,从而使接触面积增大。

表 1 靠背面上压力分布

Table 1 The pressure distribution on the backrest surface

项 目	无腰枕		小号腰枕		中号腰枕		大号腰枕	
	均值	SD(N-6)	均值	SD(N-6)	均值	SD(N-6)	均值	SD(N-6)
总压力/kg	13.95	8.70	15.69	9.41	16.53	8.74	17.00	9.59
接触面积/cm ²	994.4	143.5	1180.6	154.9	1249.4	134.5	1246.9	135.6
平均压力/kPa	1.34	0.64	1.28	0.59	1.28	0.53	1.32	0.58
最大压力/kPa	3.28	1.04	3.33	1.04	3.28	0.81	3.56	1.18
平均压力梯度/(kPa·cm ⁻¹)	0.26	0.05	0.30	0.06	0.28	0.04	0.29	0.05
最大压力梯度/(kPa·cm ⁻¹)	1.63	0.33	2.12	0.60	2.25	0.29	2.18	0.82

使用小号腰枕或中等型号的腰枕,靠背面上的平均压力较小(表 1),这是因为腰部和肩部是人体背部的两个支撑点,大小适中的腰枕使这两个部位的接触面积增大,从而分散了整个部位的压力,使平均压力变小。而无腰枕时,肩部接触面积较大,但腰部接触面积较小;大号腰枕使腰部接触面积增大,而肩部接触面积减小,二者都不能从整个靠背面上改善压力集中的现象。

使用大号腰枕时,靠背面的最大压力最大(表 1)。因为最大压力主要出现在肩部和腰部,较大型号的腰枕使肩部接触面积减小,而后仰角的增大使肩部支撑点压力增大,因此,最大压力最大。使用小号腰枕时,靠背面上的压力梯度较高。沙发上使用中等型号的腰枕时可以使人体背部获得较好的体压分布,而使用大号腰枕时靠背面上的最大压力较大,使用小号腰枕时靠背面上的压力梯度较高。

2.2 主观评价

研究表明,人体各部位的舒适感均随腰枕型号的增大而先增大后减小(表 2)。其中,腰部和背部

舒适感以中号腰枕最佳,而肩部和颈部舒适感以小号腰枕较好。总体而言,随着腰枕的增大,总体舒适性先提高后降低,使用中等型号的腰枕时,总体舒适性最好。

表 2 坐姿舒适度的主观评价

Table 2 The subjective evaluation about the degree of sitting comfort

实验编号	无腰枕	小号腰枕	中号腰枕	大号腰枕
腰部舒适度	0.08	0.16	1.75	1.04
背部舒适度	-0.78	0.63	2.00	1.97
肩胛舒适度	0.55	1.50	1.41	0.22
颈部舒适度	0.75	1.97	0.72	0.47
总体舒适度	-2.00	4.26	5.88	3.70

由表 3 可知,人体总体坐姿舒适感与靠背面上的各项压力分布指标均呈较好的线性相关。其中,背部舒适感与总压力、接触面积呈显著的正相关;肩部舒适感与最大压力梯度呈显著的正相关;腰部舒适感与接触面积、最大压力梯度呈显著的正相关。

表 3 主观评价结果与客观评价结果的关系

Table 3 The correlativity between subjective and objective evaluation results

项目	总压力/kg	接触面积/cm ²	平均压力/kPa	最大压力/kPa	平均压力梯度/(kPa·cm ⁻¹)	最大压力梯度/(kPa·cm ⁻¹)
腰部舒适度	0.679	0.661*	-0.227	0.196	0.022	0.613*
背部舒适度	0.982*	0.971*	-0.514	0.536	0.58	0.934
肩胛处舒适度	0.864	0.933	0.855	0.326	0.922	0.968*
颈部舒适度	0.776	0.868	0.91	0.219	0.948	0.923
总体舒适度	0.965*	0.987*	-0.654	0.415	0.657	0.976*

** $P<0.01$, * $P<0.05$ 。

由表 3 知,平均压力与各部位的舒适性均呈负相关,这与人们的感受经验一致。而最大压力、平均压力梯度、最大压力梯度均与各部位的舒适感呈正相关,这可能与沙发面本身比较柔软,沙发靠背面上压力分布比较均匀有关。

3 结论

腰枕大小对坐姿舒适性有显著的影响。沙发上使用中等型号的腰枕时,可以使人体背部获得较好的体压分布。使用大号腰枕时,靠背面上的最大压力较大;使用小号腰枕时,靠背面上的压力梯度较大,二者均不能使人体背部获得比较合理的压力分布。

各项压力分布指标均与坐姿舒适性存在较好的相关性,可以从不同的角度反映坐姿舒适性,且每项压力分布指标均有适宜的评价内容。

参考文献

[1] COLEMAN N, HULL B P, ELLITT G. An empirical study of

preferred settings for lumbar support on adjustable office chairs[J]. *Ergonomics*, 1998, 37: 1661-1668.
[2] MAKHSOUS M, LIN F, HENDRIX R, et al. Sitting with adjustable ischial and back supports[J]. *Biomechanical Changes Spine*, 2003, 28: 1113-1122.
[3] BUSH T R, MILLS F T, THAKURTA K, et al. The use of electromyography for seat assessment and comfort evaluation [M]. *Human Factors in Vehicle Design*, 1995: 27-32.
[4] DE LOOZE M P, DE KUIJT-EVERS L F M, VAN DIEEN J. Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures [J]. *Ergonomics*, 2003, 46(10): 985-997.
[5] 徐明, 夏群生. 体压分布的指标[J]. *中国机械工程*, 1997, 8(1): 65-68.
[6] 张灵莹. 主观指标评价的模糊综合评价方法及应用[J]. *深圳大学学报*, 1998, 15(1): 92-94.
[7] 刘建中, 铃木近(日本), 青木弘行(日本). 汽车乘坐舒适性主观评价模型的构筑[J]. *汽车技术*, 1994(9): 11-20.
[8] 张建利, 姜莹. 多变量模糊舒适度评价仪[J]. *哈尔滨工业大学学报*, 2004, 36(8): 1098-1102.
[9] 陈玉霞, 申利明. 沙发舒适度的评价方法探讨[J]. *西北林学院学报*, 2007, 22(2): 179-183.