

DOI: 10.13475/j.fzxb.20171200507

基于三维动作捕捉仪的孕妇裤托腹效果评价

郑晶晶^{1,2}, 阎玉秀^{1,2}, 冯继玲¹

(1. 浙江理工大学 服装学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江省服装工程技术研究中心, 浙江 杭州 310018)

摘要 为考察孕妇托腹裤的托腹效果,以及孕妇穿着托腹裤时的感受情况,以孕妇裤托腹部位的结构设计为切入点,利用三维动作捕捉仪,以孕妇运动时髋关节角度的变化为参考基准,通过单因素方差分析法对所得数据进行显著性检验,并对有效数据进行对比,比较孕妇与正常人体进行下肢活动时最大髋关节角度差值的大小,结合主观评价实验进行综合分析。结果表明:孕妇在运动时随着自身孕周的增加,腹围增大,孕肚的重量增大,髋关节最大角度也会增大;通过髋关节角度值大小可判断孕妇裤的托腹效果,即髋关节角度值越小,孕妇裤的托腹效果越好。同时在现有孕妇托腹裤款式的基础上提出改进方案,以协助孕妇提升和改善生活质量。

关键词 孕妇裤; 托腹裤; 托腹效果; 三维动作捕捉; 髋关节角度

中图分类号: TS 941.1 文献标志码: A

Evaluation on abdominal support effect of pregnant women pants based on 3-D motion capture instrument

ZHENG Jingjing^{1,2}, YAN Yuxiu^{1,2}, FENG Jiling¹

(1. School of Fashion Design & Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2. Engineering Research Center of Clothing of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract In order to demonstrate the effectiveness of abdominal pants for pregnant women and their feelings when wearing the abdominal pants, this study conducted a series of experiments taking the design structure of this kinds of pants as the breakthrough point. In particular, with the help of 3-D motion capture instrument, data on hip joint angle changes during exercise were collected for pregnant women. As a benchmark, the size of the maximum hip angle difference was comprehensively compared during the lower limb movement between pregnant women and non-pregnant ones using single factor analysis of variance and significance test, along with subjective evaluation experiments. Findings suggest that with the increase of gestational age, their abdominal circumference and pregnant belly weight increase. Consequently, the hip angle will increase when doing exercise. Therefore, the effectiveness of abdominal pants can be judged based on the corresponding hip joint angle data. That is, the smaller the hip joint angle is, the more effective of the abdominal pants is. Finally, on the basis of the existing style of pregnant women's abdominal pants, the improvement plan is put forward to help pregnant women to improve their quality of life.

Keywords maternity pants; abdominal pants; abdominal effect; 3-D motion capture; hip joint angle

孕妇装作为女性妊娠期间接触最多的产品之一,已经成为现代女性妊娠期的必备品。目前,对于孕妇装的研究大都围绕孕期女性体型变化、孕妇装版型结构、孕妇装市场需求以及孕妇装流行款式与色彩研究为主^[1]。现有的研究多偏重于孕妇装的

美观性与舒适性,忽视了孕妇群体对孕妇装的功能性需求。

孕妇裤在整个妊娠过程中是常用款式,其服装款式结构设计的功能性研究就显得尤为重要。髋关节是人体最大的关节,其结构特征使其具有先天的

收稿日期: 2017-12-05 修回日期: 2018-08-07

基金项目: 国家商务部项目(峰经信[2018]43号)

第一作者简介: 郑晶晶(1982—),女,讲师,硕士。主要研究方向为纺织品面料的评价和设计、服装品牌营销管理等。E-mail: zjj.cecily@163.com。

稳定性,又具有很大的活动度。髌关节主要功能为负重,将躯体的重量传达给下肢,在维持人体身体平衡和在人体行进过程中起着重要的作用^[2-3]。本文通过三维动作捕捉仪,选取运动时髌关节角度的变化作为参考点对孕妇裤的托腹效果进行评价,在现有孕妇裤的基础上提出新的设计方案,以期为企业开发、生产和设计新产品提供参考。

1 问卷调查

1.1 调研目的

通过问卷调查了解孕妇的体型特征、现有孕妇托腹裤的市场现状、种类、合体性与功用性,了解孕妇常规运动模式。

1.2 问卷分析

本次问卷共回收 125 份,其中有效问卷 112 份。表 1 示出问卷调查分析结果。由选择因素可以看出:购买孕妇装时,注重舒适性的最多,占实验样本的 78%;其次是功能性(防辐射、托腹护腰),有 71% 的孕妇选择;穿脱方便和安全性,尺寸可调节选择率也较高,超过 50%;而美观性和价格以及其他因素选择率较低,可见外观和价格是孕妇考虑购买的因素,但并不是重要的决定性因素。现代女性更加注重在妊娠期对自身与胎儿的保护,选择穿着有针对性防护效果的功能性服装以保证自己与孩子更加安全与健康^[4]。由孕妇装的功能性需求选择可见,孕妇最先考虑的功能是具有托腹护腰性,其次是具有防辐射功能,这 2 个方面的选择率都超过了 50%;再次是保温功能、胎儿监控功能和按摩功能,选择占比在 1/3 左右。究其原因,孕妇妊娠期,体型最明显的变化是腹部的不断增大,同时腹部的重量不断增加,孕妇的身体负荷越来越重,孕妇腹部的前凸式生长导致孕妇的身体重心前移,在无外力的作用下,孕妇为了维持身体的平衡,只有尽量挺起肚子,同时肩部后仰,以达到身体重心趋向于正常人体^[5]。长时间使用不正确的姿势进行运动,会使腰椎软组织损伤,甚至出现腰痛的症状。综上,从选择比例上可见,孕妇对孕妇装功能性要求上更希望能有托腹护腰的功效,以此得以缓解。

现代女性孕期的生活方式与以前相比发生了很大的变化,大部分孕妇都认识到妊娠期需要进行适当的针对性运动,孕妇运动能够促进胎儿的健康生长,降低孕妇怀孕期间多种疾病的发生率,降低孕妇分娩的危险。运动已受到广大孕妇群体的关注^[6]。表 1 中运动类型的选择结果显示:98% 的孕妇在妊娠期会选择进行适当的散步锻炼;其次 44% 的孕妇

表 1 问卷调查分析

选择因素	选择占比	功能性需求	选择占比	选择运动类型	选择占比
舒适性	78	托腹护腰	83	散步	98
功能性(防辐射、托腹护腰)	71	防辐射	67	伸展运动	44
穿脱方便	68	保温	28	上下楼梯	39
安全性	61	胎儿监护	22	快走	11
尺寸可调节	50	按摩	17	孕妇瑜伽	11
美观性	19	母体测量	0	孕妇体操	6
价格	18	其他	0	游泳	0
其他	0			跳舞	0
				其他	0

在孕期经常进行伸展运动;39% 的孕妇在孕期常进行上下楼梯的锻炼;11% 的孕妇在孕期经常进行快走锻炼和孕妇瑜伽;6% 的孕妇选择孕妇体操;而跳舞、游泳以及其他的运动方式没有孕妇选择。除步行锻炼外,伸展运动是选择量最多的锻炼方式,步行运动是孕妇从事频率最高的运动^[7]。根据问卷调研,确定孕妇可进行测试的实验项目,进行进一步分析。

2 实验部分

2.1 样品确定

现有的孕妇裤款式主要分为有托腹设计的孕妇裤(高腰、低腰)、无任何设计的普通孕妇裤、背带孕妇裤。其中有托腹设计的孕妇裤,其托腹部位的结构设计比较多变,主要有腰腹 1 周托腹设计、前腹部托腹设计等款式。在托腹部位的面料使用上多采用弹力较好的针织纯棉面料,背带式的托腹裤在腹部并没有做特殊的托腹设计,其腹部结构一般比较宽松,腹部与其他部位使用相同的面料,相当于在无托腹设计的孕妇裤的基础上增加了肩带的设计,其托腹原理主要是依靠肩部的力量由下往上给腹部一个托力;大部分无托腹设计的普通孕妇裤多使用弹力较好的面料。背带孕妇裤在本文实验中的研究意义小,且与其他款式的孕妇裤缺乏可比性,故本文实验不选择背带托腹裤作为实验样品。综上所述,最终选择市场上常见且使用率较高的 5 款托腹裤款作为实验样品,如表 2 所示。

2.2 运动模式确定

根据查询并阅读相关资料可知,在怀孕期间最适合孕妇的运动是步行,步行运动包括散步、慢跑、慢跑、快走、上下楼梯等,步行运动是孕妇从事频率最高的运动^[8]。同时结合问卷调研结果确定 5 个比较符合孕妇常规锻炼的运动模式。步行运动选择孕妇最常进行的散步、慢跑、上下楼梯;伸展运动选择

表 2 孕妇托腹裤实验样品

Tab.2 Pregnant women abdominal pants experimental samples

款式编号	结构设计	面料类型	厚度/mm	面料层数	调节带
1#	高腰、腰腹 1 周托腹	针织	0.72	双层	无
2#	低腰、腰腹部交叉	针织	0.93	双层	无
3#	高腰、仅腹部托腹	针织	0.65	双层	有
4#	高腰、腹部有分割线	针织	0.6	双层	无
5#	无托腹	针织	0.8	单层	有

针对下肢锻炼的腿部左右拉伸锻炼与腿部前后拉伸锻炼。

2.3 三维捕捉实验与主观评价实验

Qualisys 动作捕捉系统由 9 个相机组成,悬挂在实验室顶部,环绕实验室排列,使整个实验室都处于相机视野叠区域内,实验室覆盖区域为 10 m × 10 cm 的正方形。系统配有专门的运动捕捉软件及数据导出软件,进行系统设定,捕捉过程控制,捕捉数据的编辑处理、输出等^[9]。

2.3.1 实验对象选取

根据问卷调研结果,适合的实验者为孕周为 24 ~

32 的孕妇。本次被试者一共 3 名,分别为孕周为 28 周(7 个月)的孕妇 A、孕周为 25 周(6 个月)的孕妇 B 和非孕妇 C。3 名被试者的基本信息如表 3 所示。

表 3 被试者基本情况

Tab.3 Experimenter's basic information

被试者编号	身高/cm	体重/kg	孕周/周	腹围/cm
孕妇 A	160	56	28	97
孕妇 B	156	53	25	90
非孕妇 C	162	52	—	—

2.3.2 主观评价实验

被试者分别穿着 5 款实验托腹裤,穿好后在静态(站立)状态下,按图 1 的主观阶梯,对 5 款托腹裤综合舒适感进行静态穿着评价打分,包括:穿着时是否掉裆、卡裆;腰部、腿部、臀部紧绷弹力;腰线高低;腰头的松紧度是否合适以及穿着托腹感等。之后被试者分别穿着 5 款托腹裤,在动态(5 个实验运动)状态下,同样按照图 1 的主观阶梯,分别对每款托腹裤进行上述情况的综合舒适感和托腹感的动态穿着评价打分。最后综合被试者的静态与动态的评价分数,总结每款托腹裤存在的问题。

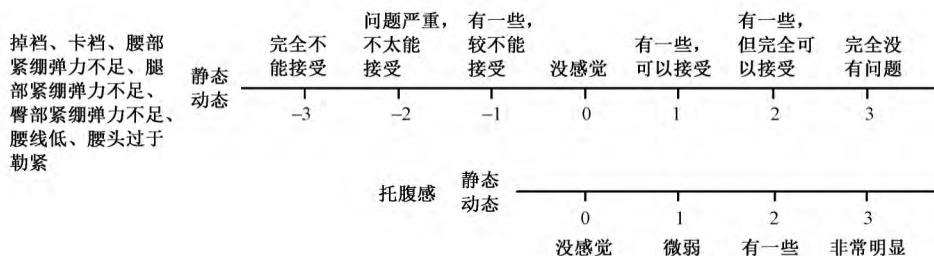


图 1 主观阶梯

Fig.1 Subjective steps

2.3.3 三维捕捉实验

在被试者下肢的关节等部位黏贴捕捉反光球,被试者分别穿着每款测试托腹裤,按照动作模型做出相关动作,进行实验时根据 5 个动作的强度进行了顺序安排。首先进行动作强度较小的散步作为热身;然后进行腿部左右拉伸运动活动开肢体;之后进行强度稍大的上下楼梯运动;接下来进一步加大运动强度进行慢跑;最后进行腿部前后拉伸运动,缓解运动后肢体的酸痛。根据以上动作顺序,将各项动作分别命名为动作 1、动作 2、动作 3、动作 4、动作 5,如图 2 所示。通过仪器捕捉反光球的运动轨迹进行动态模型采集,建立动态和静态的骨骼模型,最后导出整个动作周期下髌关节的所有角度数据。

3 实验结果分析

3.1 主观评价分析

表 4 示出各款式动静态穿着主观评分。可见,无论是静态还是动态状态,各被试者穿着时综合舒适的感觉和托腹感的趋势都是一致的。根据主观评分可见,综合舒适感由高到低排列的款式依次为:2#、1#、3#、5#、4#。托腹感由高到低排列的款式顺序为:2#、3#、1#、4#和 5#。4#款式和 5#的托腹感相同。

根据主观评价打分,把 5 款孕妇托腹裤存在的问题归纳如表 5 所示。

3.2 动作捕捉仪实验分析

3.2.1 有效实验数据筛选

通过三维动作捕捉系统与生物力学分析软件

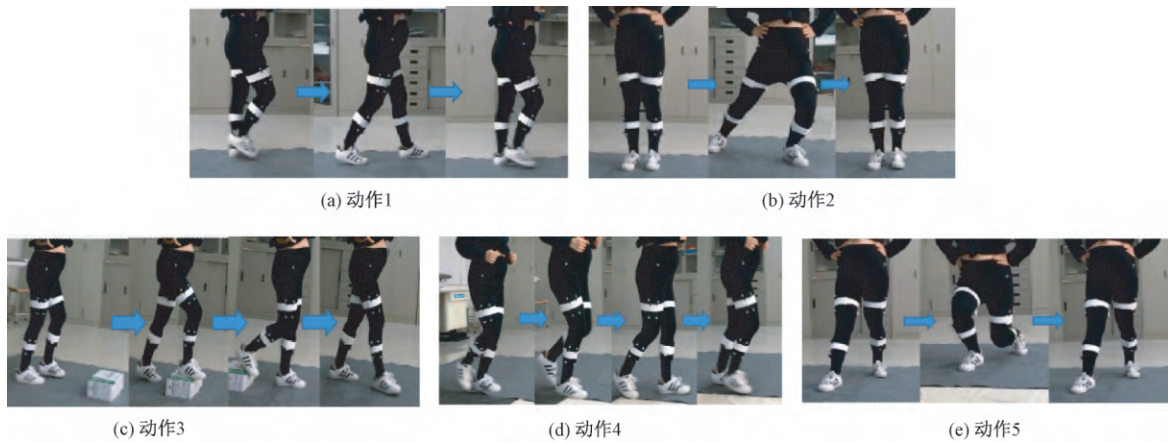


图 2 5 个实验动作

Fig. 2 Five experimental movements. (a) Action one; (b) Action two; (c) Action three; (d) Action four; (e) Action five

表 4 各款式动静态穿着主观评分

Tab. 4 Subjective scores of various styles of dynamic and static wearing

款式编号	综合舒适感评分		托腹护腰感评分	
	静态	动态	静态	动态
1 [#]	23	21	0.5	0
2 [#]	23	22	1	0.5
3 [#]	20	20.5	0.5	0.5
4 [#]	9	8	0	0
5 [#]	17.5	14.5	0	0

表 5 各托腹裤款式存在的问题

Tab. 5 Problems in styles of maternity pants

款式编号	静态穿着状态	动态穿着状态
1 [#]	腹部紧绷	腰部、臀部紧绷, 裤腿上滑
2 [#]	腰部紧绷	腹部、腿部、臀部紧绷, 腰部低易下滑, 裤腿上滑
3 [#]	掉裆, 腿部、臀部、腹部紧绷, 腰头过紧	腹部紧绷, 柔软度不够, 腰头过紧
4 [#]	腹部、腿部、臀部紧绷, 腰头过紧	腹部紧绷, 裤腿上滑, 腰头过紧
5 [#]	腰线低易下滑, 腹部紧绷	腹部、腿部紧绷, 腰头过紧

2 名孕妇被试者 A 和 B 穿着 1[#]托腹裤时做各项动作的最大髋关节角度与非孕妇被试者 C 穿着 1[#]托腹裤做各项动作时的最大髋关节角度进行单因素方差分析, 结果如表 6 所示。可知, 不同被试者穿着同一款式的托腹裤进行同一动作时, 孕妇与非孕妇的不同身体状态对运动时髋关节的最大角度有着显著性影响, 孕妇之间身体状态的不同也对运动时髋关节最大角度也有显著性影响。

表 6 不同被试者对髋关节角度影响的显著性检验

Tab. 6 Significant test of influence of different experimenters on hip angle

动作	F	显著性
动作 1	583.33	0.00
动作 2	619.10	0.00
动作 3	51.39	0.00
动作 4	84.05	0.01
动作 5	102.92	0.00

Visual3D 相结合, 生成准确的人体运动模型, 并导出髋关节角度值。髋关节的角度为躯干与股骨的夹角。由于动作模型的不同以及不同被试动作速度存在差异, 导出的髋关节角度数据差异较大, 且每次动作的时刻存在不同步^[10-11], 因此采用每次动作周期中髋关节角度的最大值作为有效参考数据。

3.2.2 显著性检验

以 1[#]托腹裤款式为例, 验证孕妇和非孕妇的身体状态不同是否对髋关节的角度有显著性影响。

检验不同款式的托腹裤对孕妇最大髋关节角度影响的显著性。使用单因素方差分析分别检验孕妇 A 与孕妇 B 在进行每个动作时, 每款实验托腹裤对进行同一动作时髋关节角度的最大值是否有显著性影响, 结果如表 7 所示。可见, 在进行动作 1、动作 2、动作 3、动作 4、动作 5 时, 相应的概率为 0, 小于显著水平 0.05, 故 5 款托腹裤对孕妇 A 和孕妇 B 在动作周期内最大髋关节角度都有显著性影响。

3.2.3 数据分析

以 1[#]托腹裤款式为例, 各被试者穿着 1[#]款式。图 3 为各被试者做每个动作的最大髋关节角度平均值的比较图。

从图 3 可以看出, 3 位被试者穿着同一款 1[#]托腹裤进行不同动作时, 最大髋关节角度有较大的差异。最大髋关节角度由大到小为孕妇 A、孕妇 B、非

表 7 孕妇 A 和孕妇 B 对应的各实验款式对最大髋关节角度影响的显著性

Tab.7 Significance of maximum hip angle affected by experimental styles of pregnant woman A and pregnant woman B

孕妇	动作	平方和	自由度	均方	统计值	显著性
A	动作 1	361.419	4	90.355	16.441	0
	动作 2	683.825	4	170.956	34.899	0
	动作 3	1 863.498	4	465.874	83.817	0
	动作 4	247.137	4	61.784	28.763	0
	动作 5	1 273.996	4	318.499	26.436	0
B	动作 1	1 152.630	4	288.158	65.575	0
	动作 2	557.531	4	139.383	49.318	0
	动作 3	781.396	4	195.349	40.860	0
	动作 4	806.489	4	201.622	32.668	0
	动作 5	1 078.966	4	269.742	50.012	0

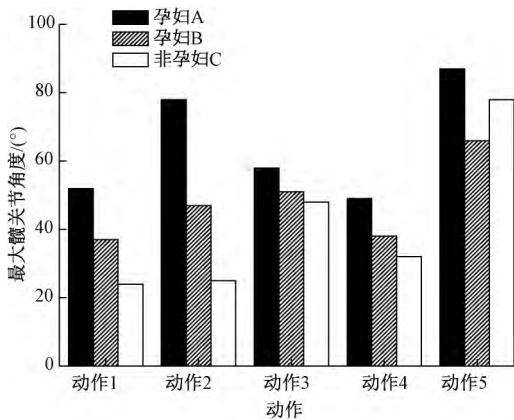
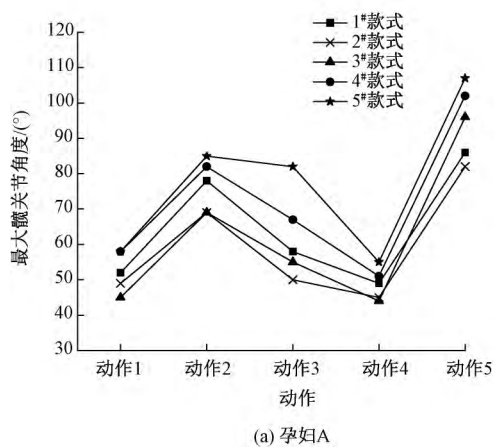


图 3 被试者穿着 1# 托腹裤做 5 个动作时的髋关节角度比较

Fig.3 Comparison of hip angles of five movements performed by subjects wearing 1# abdominal pants

孕妇 C。可见: 非孕妇在其他条件相同时进行同一动作时, 最大髋关节角度小于孕妇在相同实验条件



下进行相同动作时的最大髋关节角度; 怀孕周数小, 腹围较小的孕妇在实验条件相同进行相同动作时, 髋关节最大角度小于孕周数较大, 腹围较大的孕妇。究其原因, 孕妇怀孕期间身体质量与体积的增加主要集中在脊柱与骨盆处, 即孕妇下半身躯的增加大于其他节段, 因而对髋关节产生较大的惯性矩。加上关节变松, 从而使脊柱与骨盆处的关节负荷变大^[12]。故孕妇运动时的髋关节角度会大于非孕妇, 且孕妇在运动时随着自身孕周的增加, 腹围增大, 孕肚的质量增大, 髋关节最大角度也会增大。因此, 可通过髋关节角度值大小判断孕妇裤的托腹效果, 且髋关节角度值越小, 表明孕妇裤的托腹效果越好。

图 4 示出孕妇 A 和孕妇 B 穿着 1# ~ 5# 托腹裤进行 5 个动作时的最大髋关节角度。由图 4(a) 可知, 孕妇 A 做 5 个动作穿 5# 款式的孕妇裤时, 其最大髋关节角度的均值最大。5# 款式为无托腹设计的孕裤, 其他款式均为有托腹设计的款式, 可见, 有托腹设计的孕妇裤在很大程度上对孕妇动作周期内最大髋关节角度起到减小的作用, 具有一定的托腹效果。孕妇 A 进行动作 1 时, 3# 款式对应的最大髋关节角度值最小; 进行动作 2 和动作 4 时, 2# 和 3# 款式对应的最大髋关节角度最小; 进行动作 3 和动作 5 时, 2# 款式对应的最大髋关节角度最小。由图 4(b) 可见: 孕妇 B 做 5 个动作同样也是在穿 5# 款式的孕妇裤时, 其最大髋关节角度的均值最大; 进行 5 个动作时, 全部显示 2# 款式对应的髋关节角度值最小。

图 5 示出孕妇 A 和孕妇 B 穿着 1# ~ 5# 托腹裤进行 5 个动作时最大髋关节角度与非孕妇 C 的最大髋关节角度差值比较。图 5(a) 示出孕妇 A 和非孕妇 C 穿着 1# ~ 5# 托腹裤进行 5 个动作时, 二者最

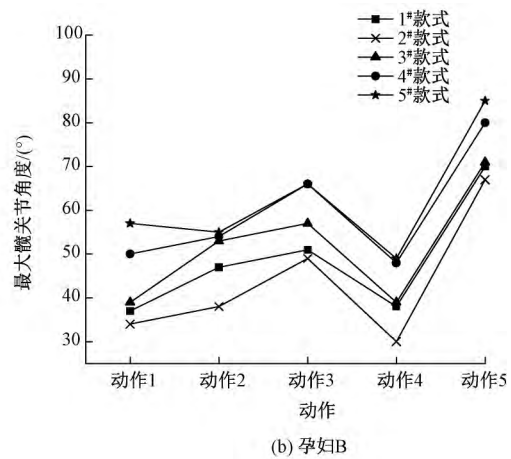


图 4 孕妇 A 和孕妇 B 穿着 1# ~ 5# 托腹裤进行 5 个动作时最大髋关节角度比较

Fig.4 Comparison of maximum hip angles of pregnant woman A (a) and pregnant woman B (b) wearing 1# - 5# abdominal support pants for five movements

大髋关节角度均值的差值。可以看出: 孕妇 A 进行动作 1、动作 2、动作 4 时, 3[#]款式对应的髋关节角度差值最小; 进行动作 3、动作 5 时 2[#]款式对应的髋关节角度差值最小。图 5 (b) 示出孕妇 B 与非孕妇 C

穿着 1[#]~5[#]托腹裤进行 5 个动作时, 二者最大髋关节角度均值的差值。可以看出: 孕妇 B 进行 5 个动作时, 全部显示 2[#]款式对应的髋关节角度差值最小。

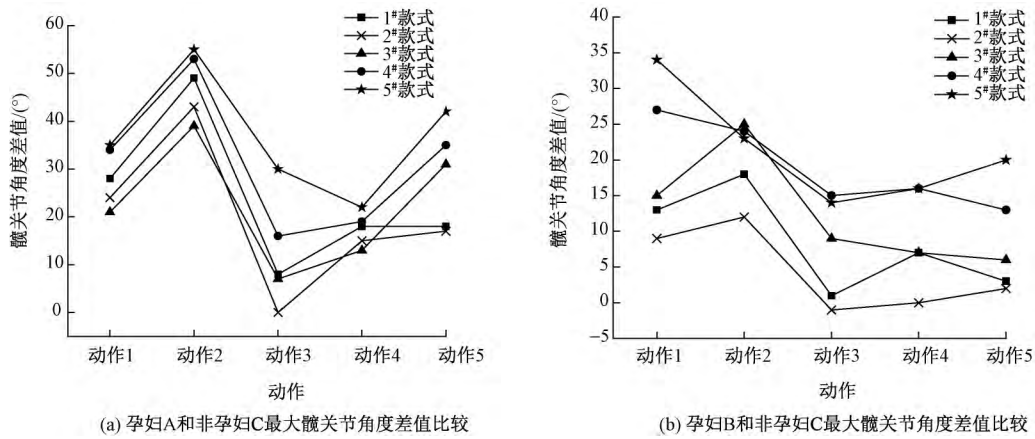


图 5 孕妇 A 和孕妇 B 穿着 1[#]~5[#]托腹裤进行 5 个动作时最大髋关节角度与非孕妇 C 的最大髋关节角度差值

Fig. 5 Maximum hip angle and maximum hip angle difference between pregnant woman A (a) and pregnant woman B (b) wearing 1[#] - 5[#] abdominal support pants for five movements and non-pregnant woman C

3.3 实验结果

由图 5 的数据结果归纳可得孕妇 A 和孕妇 B 做各动作对应的托腹效果较好的款式, 如表 8 所示。可见, 孕妇 A 穿着 2[#]款式和 3[#]款式时, 体现出托腹效果最好, 孕妇 B 穿着 2[#]款式, 其托腹效果最好。

表 8 各动作对应的托腹效果较好的款式
Tab. 8 Each movement corresponds to better abdomen style

孕妇	动作 1	动作 2	动作 3	动作 4	动作 5
孕妇 A	3 [#] 款式	3 [#] 款式	2 [#] 款式	3 [#] 款式	2 [#] 款式
孕妇 B	2 [#] 款式	2 [#] 款式	2 [#] 款式	2 [#] 款式	2 [#] 款式

3.4 款式设计

利用三维动作捕捉实验, 通过比较孕妇与正常人体进行肢体活动时的髋关节最大角度的差值, 最终得出 2[#]款式低腰交叉托腹裤托腹效果最好, 3[#]款式腹部托腹裤托腹效果比 2[#]款式略差。此结果与主观评价实验时 2[#]款式托腹感最明显的结果一致。

虽然实验结果显示 2[#]款式的托腹效果最明显; 但是主观评价问卷也显示 2[#]款式由于腰线低, 易滑落, 故以 2[#]款式的孕妇裤的交叉设计为主要设计点, 结合 3[#]款式的高腰设计, 从而改进腰线低易滑落的问题。改进后的托腹部位的结构设计如图 6 所示。

图 6 的托腹部位与裤子部分呈可脱卸的形式。将托腹裤分为 2 个独立的部分, 腰以上的托腹部位单独设计, 根据孕妇孕期设计不同的规格, 托腹部位

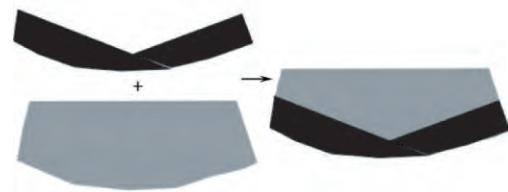


图 6 托腹部位可变化设计

Fig. 6 Variable design of abdominal part

与裤子用服装用魔术贴连接, 该设计具有以下好处: 1) 孕妇在穿着使用时, 可利用魔术贴随时调整尺寸大小, 将魔术贴去除, 可使托腹部位与裤子分离, 让孕妇动作更加方便、安全; 2) 在穿着裙装的时候, 也可单独使用托腹部位, 增加了孕妇在孕期穿着的多样性。3) 单独的裤装可增加腰带设计, 在非妊娠期也可穿着, 提高了裤子的穿着利用率。

4 结束语

根据动作捕捉仪实验与穿着主观评价实验结果, 对孕妇裤设计提出以下建议。

1) 采用柔软、舒适、有弹性的面料。面料的舒适性对服装的舒适感起到决定性的影响, 且随着腹围的增大, 有弹性的面料不会增加腹部紧绷感, 故在孕妇裤面料的选择方面, 采用比较柔软且有弹性的面料, 减轻孕妇孕期不适感。

2) 尺寸的合理性与多样性。实验的几款托腹裤都存在腰部、腹部、腿部、臀部紧绷, 弹力不足等问

题,这是由于现有的孕妇裤过多依赖于面料的弹力来适应穿着者的各种尺寸,导致穿着时一些部位由于尺寸不合适而产生穿着状态的不适感。托腹部位与裤子分离设计,使裤子的尺寸与托腹部位的尺寸可以分别设计,孕妇在选择孕妇裤时,可根据自身的身体状态采用分离设计的方法分别选择合适的尺寸,使孕妇裤尺寸的设计更具多样性。

3) 穿脱方面。随着孕周的增加,孕妇身体负担越来越重,穿脱衣服等动作会越来越不方便,所以在孕妇装的设计中,应注意添加一些方便孕妇生活的设计点,例如分离设计,在穿着时可以与裤子分别穿着,然后用魔术贴等连接起来,大大提升了使用的方便性。

此外,由于实验条件的限制,本文研究存在一些不足之处:孕妇动作随机性大,孕妇每次进行同一动作时动作幅度有一定的差异,髋关节角度的变化会受到动作幅度差异的影响。本文实验只选用了 5 款风格相似,比较有代表性的托腹裤,并考虑到托腹部位的结构设计对托腹效果的影响,其他款式影响因素可能会被忽略。在后续研究中,可针对更多种类的孕妇裤进行深入研究,发现更多的影响托腹效果的因素,使孕妇裤的设计更加完善。 **FZXB**

参考文献:

- [1] 唐红玉. 现代孕妇装设计研究[J]. 南京职业技术学院学报, 2008, 13(5): 21-24.
TANG Hongyu. Design and study of modern maternity equipment [J]. Journal of Career Technical College in Nanjing, 2008, 13(5): 21-24.
- [2] 梁丰, 张志利, 李向阳, 等. 基于光学运动捕捉数据的虚拟人下肢运动控制方法[J]. 系统仿真学报, 2015, 27(2): 227-235.
LIANG Feng, ZHANG Zhili, LI Xiangyang, et al. Method of lower limb motion control for virtual human motion based on the optical data capture [J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(2): 227-235.
- [3] 郭琳. 人体髋关节运动生物力学模型和肌肉模型研究[J]. 科技创新与应用, 2014, 26(1): 54.
GUO Lin. Research on biomechanics model and muscle model of human hip joint [J]. Innovation and Application in Science and Technology, 2014, 26(1): 54.
- [4] 牛思佳, 冯研, 李冬蕾. 减轻孕妇孕肚重量的功能性服装的初探[J]. 山东纺织经济, 2016(8): 50-55.
NIU Sijia, FENG Yan, LI Donglei. Preliminary study of functional clothing for reducing the weight of pregnant women [J]. Shandong Textile Economy 2016(8): 50-55.
- [5] 李旭龙, 纪仲秋. 从坐到站过程中向后滑倒时人体平衡调节策略的生物力学研究[J]. 成都体育学院学报, 2013, 39(6): 81-86.
LI Xulong, JI Zhongqiu. A biomechanical study on the strategy of human body balance adjustment during the slipping from sitting to the station [J]. Journal of Chengdu Sport University 2013, 39(6): 81-86.
- [6] 周茹, 马倩. 妊娠期孕妇运动行为研究进展[J]. 全科护理, 2016, 14(11): 1095-1098.
ZHOU Ru, MA Qian. Advances in research on the behavior of pregnant women [J]. Department of General Nursing, 2016, 14(11): 1095-1098.
- [7] 丁文香. 孕期运动对孕妇及胎儿影响的研究进展[J]. 护理研究, 2005, 19(27): 2445-2446.
DING Wenxiang. Research progress on the influence of pregnancy exercise on pregnant women and fetus [J]. Nursing Research, 2005, 19(27): 2445-2446.
- [8] 刘启帆, 赵燕, 张岳. 我国孕妇孕期运动状况的研究现状[J]. 天津护理, 2014, 22(3): 271-272.
LIU Qifan, ZHAO Yan, ZHANG Yue. Current status of pregnant women's movement in China [J]. Tianjin Nursing, 2014, 22(3): 271-272.
- [9] 田苗, 李俊. 三维动作捕捉仪在服装功效学评价中的应用[J]. 服装学报, 2016, 1(1): 31-34.
TIAN Miao, LI Jun. Application of 3D motion capture instrument in the evaluation of clothing effectiveness [J]. Journal of Clothing, 2016, 1(1): 31-34.
- [10] 李明宇, 赵亮, 姜军. 动作捕捉技术应用研究调查报告[J]. 科技信息, 2011(36): 471.
LI Mingyu, ZHAO Liang, JIANG Jun. Investigation report on application of motion capture technology [J]. Science and Technology Information, 2011(36): 471.
- [11] 耿艳利, 王欣然, 刘洪腾, 等. 双下肢建模与运动控制研究[J]. 河北工业大学学报, 2012, 41(5): 1-4.
GENG Yanli, WANG Xinran, LIU Hongteng, et al. The research on modeling and control of lower limb [J]. Journal of Hebei University of Technology, 2012, 41(5): 1-4.
- [12] ABRAMS B, PAKRER JD. Maternal weight gain in women with good pregnancy outcome [J]. Obstet Gynecology, 1990, 76(1): 1-7.