

成人纸尿裤的内环境温度测试研究

王颖, 雷成, 吴悦, 张如全*

(武汉纺织大学 纺织科学与工程学院, 湖北 武汉 430200)

摘要: 纸尿裤的内环境直接影响穿着者皮肤的健康。为探究成人纸尿裤的内环境温度的分布和变化, 利用传感器测试纸尿裤内不同部位的温度, 分析实验者穿着纸尿裤后随时间的增加, 温度、血压、心跳的变化。结果表明: 搭口式结构的纸尿裤六分钟内温度变化小于 1°C , 透气性更好, 适合长期卧床患者; 内裤式结构的纸尿裤六分钟内温度变化达到 3°C 左右, 透气性不好, 但较贴身, 适合能活动的失禁人群白天使用。纸尿裤内环境温度分布十分不匀, 臀部温度最低, 腹股沟随时间延长温度升高最为明显, 温度变化最大。

关键词: 成人纸尿裤; 内环境温度; 搭口式纸尿裤; 拉拉裤; 透气性

中图分类号: TS176+.4

文献标识码: A

文章编号: 2095-414X(2016)03-0039-04

成人纸尿裤是一次性使用的纸类尿失禁用品, 成人护理产品之一。一般地, 纸尿裤结构上从内向外分为三层, 内层紧贴皮肤, 由无纺布制成; 中间层为吸水绒毛浆和高吸水性树脂(SAP)混合而成; 外层是不透水的塑胶膜^[1]。成人纸尿裤的受众群主要是行动不便、瘫痪、失禁的老年人或成年人, 也有部分提供给那些特殊工种因长时间忙碌而不方便如厕的人^[2]。2011—2015年, 中国成人失禁用品市场的复合年均增长率为25%~30%^[3]。但是与婴幼儿纸尿裤相比, 中国市场成人纸尿裤的专业生产厂家很少。目前关于成人纸尿裤的内环境的文献比较少, 研究成人纸尿裤内环境的温度及其分布对指导纸尿裤的结构设计有重要意义, 这将提高成人纸尿裤的用量和市场渗透率^[4-5]。

纸尿裤与衣服一样, 在穿着过程中由于其良好的封闭性与人体形成了一个与外界环境截然不同的微小环境, 即“皮肤-纸尿裤-环境”微气候^[6]。虽然纸尿裤的使用有诸多优点, 但长时间穿戴, 纸尿裤内热量积聚不散, 会不利于皮肤的健康, 因此加强纸尿裤的透气性能是提高纸尿裤品质的关键^[7]。目前有关纸尿裤舒适性的研究较多地集中在主观接触舒适性的研究上, 基于纸尿裤形成的微环境的纸尿裤热湿舒适性的评价与研究较少, 严重阻碍了纸尿裤朝着安全性和舒适性的方向发展^[8]。本文通过真人试穿跑步的方法对比两种不同类型的成人纸尿裤, 探讨不同类型成人纸尿裤的内环境温度的变化, 推动微气候热湿舒适性的探讨以及相关的评价标准的建立。

1 实验部分

1.1 实验原料及仪器

三种品牌的纸尿裤, 普通跑步机、传感器、血压计, 纸尿裤数据见表1。

表1 三种品牌纸尿裤

试样	品牌	尺寸	产地	价格
1	帛优	M	美国	中
2	吸收宝	M	中国	低
3	Livedo	M	日本	高

血压计: 松下手腕式血压计, 型号为EW3006W。

跑步机: 舒华多功能电动跑步机, 型号为SH-M1。

*通讯作者: 张如全(1966-), 男, 教授, 研究方向: 智能纺织品、功能非织造布。

基金项目: 湖北省自然科学基金重点项目(2013CFA090)。

传感器：伊莱科防水型探头式温度传感器，型号为 CU50。

1.2 实验方法

本试验通过真人穿戴纸尿裤运动出汗，用汗液模拟尿液，将传感器置于孔中，用胶带固定数据线使其粘在纸尿裤上，打孔位置如图 1 所示，在 4 个部位打孔：腹部，腹股沟，大腿根部，臀部。纸尿裤前端与人体小腹紧密贴合，中部位于人体腹股沟下，侧边则与大腿根部接触，末端将整个臀部包裹。将跑步机的速度定为 3km/h，时间定为 6 分钟，每两分钟记录数据。实验者分泌汗液后，纸尿裤中水分分布不匀，影响热湿传递，导致微气候内的温湿度分布不匀。

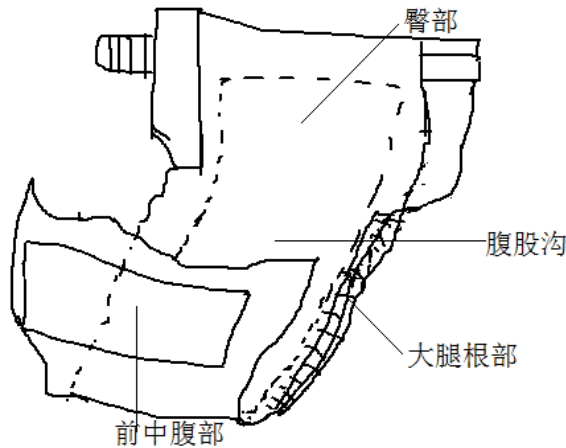


图1 纸尿裤测试部位

2 实验结果与分析

试样 1 和试样 2 为搭口式结构的纸尿裤，具有对应人体前腰的前腰围部、对应人体前胯的前跨围部、对应人体后腰的后腰围部和对应人体后胯的后跨围部，前腰围部与前跨围部一体连接，后腰围部与后跨围部一体连接，前腰围部与后腰围部通过魔术贴可分和连接在一起，较宽松、透气。试样 3 拉拉裤是像内裤一样为整体结构，采用与普通纸尿裤相同的材料和结构，固定效果好，与人体紧贴，透气性不好。拉拉裤的腰围弹性带由腰围弹性部件形成，分别从纸尿裤前后身片的一侧接合端至另一侧接合端，并沿上下方向向隔边相互平行间隔排列；弯曲弹性带由多个弯曲弹性部件形成，其覆盖外装片的边缘部、吸收主体以及腰围弹性带包围的该装片的整个区域。

2.1 纸尿裤微气候内的温度分布

表 2 试样 1 的平均温度表

时间(分)	温度 (℃)				血压 (mmHg)		心跳 (拍/分)
	腹部	腹股沟	大腿根部	臀部	最高	最低	
0	29.27	29.05	28.76	27.65	110	69	71
2	29.55	29.60	28.13	28.26	115	69	87
4	31.27	29.70	28.91	28.36	116	67	90
6	31.42	29.75	29.60	28.40	122	70	90

由表 2 可知，实验者在实验开始前的四个部位温度分别为 29.27℃、29.05℃、28.76℃、27.65℃，臀部温度最低；两分钟后，四个部位的温度变化都很小，差别不大；四分钟后，实验者臀部温度仍旧最低，各个部位温度变化都不明显；六分钟实验结束后，各个部位变化仍不明显。实验者血压和心跳上升，都在正常值内。体液排出之后，热湿迅速在纸尿裤微气候内传递，两者的传递过程相互影响、相互作用，多数情况下属于共同传递的过程。当材料中有水分时，热传递包括蒸发引起的潜热传递和伴随液态水传递引起的热量损失，同时水分也会影响热阻和湿阻的大小。纸尿裤导流层影响纸尿裤内微气候的分布，实验者跑步后出汗，由于重力的作用，体液集中在腹股沟，而臀部离腹股沟较远，受影响小，所以臀部温度最低，腹股沟温度较高。该纸尿裤为搭口式纸尿裤，透气性较好，适合长期卧床的患者使用。

表 3 试样 2 的平均温度表

时间 (分)	温度 (℃)				血压 (mmHg)		心跳 (拍/分)
	腹部	腹股沟	大腿根部	臀部	最高	最低	
0	28.94	28.74	29.04	28.00	110	69	71
2	29.09	30.60	29.61	28.12	115	69	87
4	29.50	31.72	29.65	28.60	116	67	90
6	30.60	32.12	30.29	28.76	122	70	90

由表 3 可知, 实验者在实验开始前的四个部位温度分别为 28.94℃、28.74℃、29.04℃、28.00℃, 温度相差较小; 两分钟后, 腹股沟温度上升最多, 其他三个部位温度变化不大; 四分钟后腹股沟温度最高且变化最大, 达到 3.38℃, 其他三个部位变化不大; 六分钟实验结束后, 腹股沟温度最高, 臀部温度最低, 腹部温度较前一次上升最多, 其他部位变化不大。实验者心跳血压上升, 都在正常值内。纸尿裤为多层结构材料。体液首先接触面层, 并沿着非织造材料横向扩散, 然后体液穿透面层向导流层扩散, 最后被吸收芯层吸收。其中 SAP 颗粒的分布和导流层的作用直接影响纸尿裤微气候内的温度分布。吸收芯体是由绒毛浆和 SAP 混合制成的, 首先绒毛浆通过毛细管的作用将液体迅速吸收、扩散, 接着纸浆纤维中的液体被 SAP 吸收, 纸浆回复到干燥状态后进行下一次吸液, 而 SAP 吸收体液后形成胶体物, 能够锁住液体不被挤出。实验者跑步出汗, 腹股沟汗液最多, 所以腹股沟温度最高。此纸尿裤为搭口式, 较透气, 适合晚上卧床的人一直使用以及普通失禁的人晚上使用。

表 4 试样 3 的平均温度表

时间 (分)	温度 (℃)				血压 (mmHg)		心跳 (拍/分)
	腹部	腹股沟	大腿根部	臀部	最高	最低	
0	31.76	33.34	30.63	28.08	110	69	71
2	31.79	34.60	31.20	28.34	115	69	87
4	32.08	35.50	31.23	28.88	116	67	90
6	32.03	35.48	31.33	29.31	122	70	90

由表 4 可知, 实验者在实验开始前的四个部位温度分别为 31.76℃、33.34℃、30.63℃、28.08℃, 腹部温度最高; 两分钟后, 四个部位温度变化都不大; 四分钟后, 腹部温度开始降低, 但四个部位的温度变化仍然不大; 六分钟实验结束后, 臀部温度最低, 腹股沟温度最高且变化最明显, 其他部位温度变化不明显。实验者心跳血压上升, 都在正常值内。由于纸尿裤导流层的分散作用, 汗液在纸尿裤中迅速向四周扩散, 但由于重力的作用, 腹股沟的尿液最多, 所以腹股沟温度最高, 变化明显, 而臀部由于距离腹股沟较远, 汗液很少扩散到臀部, 臀部受汗液影响最小, 因而温度最低。拉拉裤透气性不好, 适合能活动的失禁人群白天使用。

2.2 纸尿裤微气候内的温度变化

热量的传递是动态的, 温度会不断地发展变化。热量可以通过热传导、热辐射、对流传热以及蒸发散热四种形式向四周传递, 微气候内热量不断变化, 则温度不断变化。

由于腹股沟的温度较具有代表性, 为了了解纸尿裤微气候内的温度变化规律, 将试穿纸尿裤时人体腹股沟平均温度绘制成折线图, 如图 2, 以观察温度变化趋势。

对比分析两种类型纸尿裤, 搭口式的纸尿裤腹股沟的温度上升变化较小, 六分钟内变化低于 1℃, 这是因为搭口式纸尿裤是腰部粘贴式的, 腹

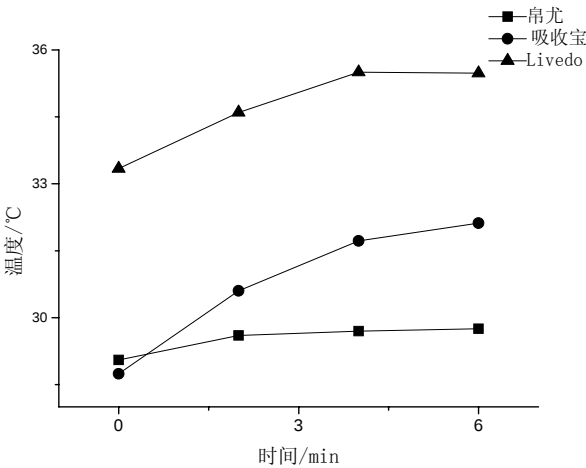


图 2 两种纸尿裤的腹股沟平均温度曲线图

股沟较宽松,不贴肤,体液流动性较大,不会完全集中在腹股沟,较透气,热量散失较快,因而温度变化较小。搭口式纸尿裤适合晚上卧床的人一直使用以及普通失禁的人晚上使用。

拉拉裤腹股沟的温度变化较大,六分钟内变化达到 3℃左右,这是由于拉拉裤的固定效果好,与人体的腰部紧贴,长时间穿着会感到不适,透气性较差,腰部易捂出汗液,汗液会沾到吸水裆部上,加之体液会集中在腹股沟,不易流动,不透气,热量散失慢,所以拉拉裤温度变化较大。拉拉裤适合能活动的失禁人群白天使用。

3 结论

本实验用温度传感器测试成人纸尿裤的内环境温度,记录 3 种不同品牌的成人纸尿裤的温度,通过对比分析数据,比较这 3 种纸尿裤的性能差异,舒适性差异,探讨成人纸尿裤的舒适度差异,纸尿裤的内环境的温度分布差异。

(1) 对比分析三种品牌的结构,拉拉裤较紧身贴肤,但是在大腿根部摩擦较多,容易让人产生瘙痒感,透气性不好,适合能活动的失禁人群白天使用;搭口式纸尿裤比较宽松,不太贴肤,但是在腿根部摩擦小,透气性较好,适合晚上卧床的人一直使用以及普通失禁的人晚上使用。

(2) 在同种条件下,不同品牌相比较,内环境温度分布十分不匀,在腹部,腹股沟,大腿根部和臀部这四个部位中,总是腹股沟随时间延长温度升高最为明显,温度变化最大,臀部温度最低。

参考文献:

- [1] 徐小萍,张寅江,靳向煜. 纸尿裤个层结构的作用及吸液机理分析[J]. 产业用纺织品, 2013, (05): 19-23.
- [2] 伍梦尧. 成人纸尿裤的前景与现实[J]. 纺织科学研究, 2014, (9): 30-31.
- [3] 钱明霞. 如何把握成人失禁用品市场的发展机遇[J]. 生活用纸, 2015, (9): 43-44.
- [4] 姚东. 成人失禁用品: 市场认知度有待提高[J]. 纺织服装周刊, 2013, (22): 28-29.
- [5] Tim Wright. Restoring Consumer Continence: and other trends in the Adult Incontinence Care Market[J]. Nonwovens Industry, 2013, (3): 11.
- [6] 张思云. 纸尿裤热湿舒适性的评价与研究[D]. 上海: 东华大学, 2014. 5-68.
- [7] 李悦, 吴海波. 婴儿纸尿裤性能探讨[J]. 生活用纸, 2014, (13): 35-38.
- [8] 张思云, 靳向煜. 纸尿裤内温湿度的测试与分析[J]. 产业用纺织品, 2014, (08): 22-27.

Study on Temperature of Adult Diapers' Internal Environment

WANG Ying, LEI Cheng, WU Yue, ZHANG Ru-quan

(School of Textile Science and Engineering, Wuhan Textile University, Wuhan Hubei 430200, China)

Abstract: Diaper internal environment affects the wearer's skin health directly. Using sensors to test the temperature of diapers 'different parts, through the analysis of temperature, blood pressure, heart rate changing with the increasing time, the experimenter wears diapers to explore distributions and variations of adult diapers' internal environment temperature. The results show that within six minutes the temperature change of waist pants is less than 1℃ and they have good air permeability, so they are for long-term bedridden patients; whereas that of pull pants 'temperature change reaches around 3℃ and they have bad air permeability, but they are more skin fit, so they are for the mobile incontinence using during the day. The temperature distributions of diapers internal environment are very uneven, hip temperature is the lowest, and with the increasing time crotch's temperature is rising and has a huge change.

Key words: adult diapers; internal environment; waist pants; pull pants; air permeability