

不同载荷背包对学龄儿童姿态健康的影响

王佳, 王洁

首都经济贸易大学管理工程学院, 北京 100070

【摘要】 目的 研究在不同负载情况下背包对学龄儿童的颈椎前倾姿态健康的影响, 为指导儿童青少年形成健康的身体形态提供参考。**方法** 分别选取 4~6、7~9、10~12 以及 13~15 岁的 40 名北京市学龄儿童分为 4 组进行试验, 根据组别背负不同体重百分比的背包运动, 运用 Vicon 红外高速运动捕捉系统采集空间坐标数据。**结果** 在背负背包状态下, 儿童肩部平衡、髋部平衡以及颈椎前倾角度均大于空载状态, 各学段不同负载背包差异均有统计学意义 (P 值均 <0.05); 不同负荷背包对不同年龄段儿童肩部平衡的影响均有统计学意义 (P 值均 <0.01)。随着年龄的增长, 背包对儿童在步行状态下肩部平衡的影响逐渐减小, 幼儿园 $[(0.15 \pm 0.35) \text{ rad}]$ 高于小学低龄 $[(0.07 \pm 0.01) \text{ rad}]$ 、小学高龄 $[(0.03 \pm 0.00) \text{ rad}]$ 和初中 $[(0.01 \pm 0.00) \text{ rad}]$; 而髋部平衡能力并没有随着年龄的增长呈现下降的趋势, 初中 $[(0.10 \pm 0.11) \text{ rad}]$ 高于小学低龄 $[(0.10 \pm 0.06) \text{ rad}]$ 、幼儿园 $[(0.10 \pm 0.01) \text{ rad}]$ 和小学高龄 $[(0.10 \pm 0.00) \text{ rad}]$; 颈部姿态受影响程度以小学低-高龄为分界线, 呈现下降趋势, 幼儿园 $[(0.32 \pm 0.26) \text{ rad}]$ 高于初中 $[(0.24 \pm 0.12) \text{ rad}]$, 但颈部姿态受影响程度高于其他两项。**结论** 通过改变儿童背包设计以保护儿童颈椎为儿童背包背负健康的首要目标。

【关键词】 负重; 肩; 髋; 颈椎; 健康状况; 生长和发育; 儿童

【中图分类号】 R 179 R 726.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)09-1365-03

Effects of backpackloads on posture health of school-age children/WANG Jia, WANG Jie. School of Management Engineering, Capital University of Economics and Business, Beijing(100070), China

【Abstract】 Objective To investigate the effects of backpackloads on forward cervical spine posture of school-age children and to provide a reference for healthy body shape. **Methods** Forty children aged 4-6, 7-9, 10-12 and 13-15 years were selected and randomly assigned into four groups receiving different backpack loads. Vicon infrared was used the high-speed motion capture system collects spatial coordinate data. **Results** The results showed that the mean value and variance of shoulder balance, hip balance and cervical spine forward angle were all higher than that of no-load state, there are significant differences among different backpack loads ($P < 0.05$). In addition, with the increase of age, the impact of backpack on the shoulder balance of children in walking state decreases gradually, Kindergarten $[(0.15 \pm 0.35) \text{ rad}]$ was higher than the young age of primary school $[(0.07 \pm 0.01) \text{ rad}]$, the advanced age of primary school $[(0.03 \pm 0.00) \text{ rad}]$ and junior middle school $[(0.01 \pm 0.00) \text{ rad}]$, while the hip balance ability does not show a decreasing trend with the increase of age, junior middle school $[(0.10 \pm 0.11) \text{ rad}]$ was higher than the young age of primary school $[(0.10 \pm 0.06) \text{ rad}]$, Kindergarten $[(0.10 \pm 0.01) \text{ rad}]$ and the advanced age of primary school $[(0.10 \pm 0.00) \text{ rad}]$. The impact on neck posture depended on the young age of primary school and the advanced age of primary school, Kindergarten $[(0.32 \pm 0.26) \text{ rad}]$ was higher than junior middle school $[(0.24 \pm 0.12) \text{ rad}]$, showing a decreasing trend, but the affected degree of neck posture is obviously higher than the other two. **Conclusion** The primary goal of children's backpack carrying health is to protect cervical vertebra by changing the design of children's backpack.

【Key words】 Weight-bearing; Shoulder; Hip; Cervical vertebrae; Health status; Growth and development; Child

对于儿童来讲, 背包是学习生活中必不可少的一项工具, 家长为孩子选择背包时, 大多以其外观是否美观作为标准, 而背包自身的舒适度、大小重量等因素却被忽视。儿童背包负重过重是当今社会的一种普遍现象, 而背包负重会给孩子的身体带来影响。背负重量过重或者背负时间过长会对人体脊椎、背部以及身体平衡性造成危害^[1]。

平衡能力是人体的一项重要功能。研究表明当

背包重量增加到 15% 体质量 (Body Weight, BW) 甚至是 20% BW 时, 小学生很难维持正常的身体姿态, 会造成身体前倾、平衡能力的下降, 同时会造成肩部、背部和腰部的疼痛、心率增加、步态变化等^[2-3]。正常人的脊柱位于背部的正中央, 研究时可通过从脊柱的前、后及侧面 3 个方向观察, 判断脊柱状态是否正常, 脊柱在矢状面 (前后弯曲) 和额状面 (左右弯曲) 的弯曲程度可以直观地反映人体脊柱形状也就是身体姿态的变化。儿童长期背负较大重量 (背包重量大于 10% BW) 或者负重距离较远、背负时间较长可能会引起颈部、肩部和背部的疼痛, 甚至会造成儿童脊柱畸形, 且这种长期非正常姿势造成的脊柱畸形无法逆转, 长期背包产生的影响会使身体姿态发生永久性变形^[4-5]。

【基金项目】 中国标准化研究院院长基金项目 (522019Y-6667)。

【作者简介】 王佳 (1996-), 女, 甘肃天水人, 在读硕士, 主要研究方向为安全科学与工程、人因工程。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.09.023

有学者对小学生在背包负重条件下平路行走的步态和姿势进行了实验研究,研究发现相比于 0%BW、10%BW 和 15%BW 负重,20%BW 负重时儿童身体前倾角度发生明显变化,此研究则表明小学生的背包重量不应该超过 15%BW^[6]。以上研究中可见,随着负重载荷的增加,躯干角度会产生显著变化,身体会有更大幅度的前倾,说明背包重量对身体姿势有显著影响。

本文选取不同年龄段的儿童进行测试,使其根据组别分别背负不同体重百分比负载的背包运动,运用 Vicon 红外高速运动捕捉系统捕捉采集左右肩峰点、第一颈椎点、第七颈椎点、左右髋骨点的空间坐标数据,然后通过软件计算出儿童空载时与背负背包时左右肩、左右髋骨的平衡性以及颈椎前倾的角度,对各角度数据进行横向(不同背包间)以及纵向(不同年龄段间)比较分析,为指导儿童青少年形成健康的身体形态提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 随机选取 60 名北京市昌平区 6 所中小学及幼儿园的学生,按照学生身高体重,筛选出 40 名被试,分为幼儿园组、小学低年级组(一~三年级)、小学高年级组(四~六年级)、初中组,每组各 10 名(5 名男生、5 名女生)。被试筛选原则:每组包含 1 名身材肥胖或偏瘦儿童。被试前已向学生及其家长说明本测试的内容和方法,并获得许可。

1.2 方法

1.2.1 实验设备 被试体重与背包的重量使用电子秤进行测量,测量范围为 0~100 kg,精度为 0.1 kg,躯干姿态测试运用 Vicon 动作捕捉系统。

1.2.2 实验用背包 实验使用的背包为市面上常见的学生用双肩背包,背包外部尺寸宽度宜在 240~350 mm,高度宜在 320~420 mm,厚度宜在 100~210 mm。各年龄组影响舒适性因素有显著差别,为比较每个年龄段姿态影响,每个年龄段分别选取一款背包,背包外部尺寸应根据不同学龄进行分型。

1.2.3 实验流程 首先填写被试基本信息汇总表,所有被试均以代码进行标识;对被试进行尺寸测量,分别对被试肩部、髋部、背部角度以及被试初始的步态与姿态进行测量记录;被试在空载状态下进行热身,4 组热身时间分别为 10,10,15,20 min;随后进行空载测试,给被试贴标定点、肌电电极,在空载情况下,要求被试按指定路线依次 Vicon 动作捕捉区,Vicon 动作捕捉区时间不低于 1 000 帧;完成上述要求后,安排被试休息,休息时间均为 10 min;接下来要求被试进行负载运动,被试按照顺序依次背上测试包,按照热身流程进行运动,4 组运动时间分别为 10,10,15,20 min;运动完毕后进行负载测试,被试按指定路线通过 Vicon 动作捕捉区,Vicon 动作捕捉区时间不低于 1 000 帧,按照以上步骤一次测试不同负重背包,直至测试结束。

1.2.4 Vicon 红外高速捕捉标志点粘贴及动作捕捉 要求被试穿深色修身服装,足部穿黑色松紧袜子,根据实验设计时预先建好的 Vicon 人体模型粘贴共 7 枚反光标记点。于 Vicon 动作捕捉区域内被试儿童目视前方,以自身平时步行速度和姿态行走 10 s(1 000 帧),不同负重背包均采集行进中途最稳定的 6 s(600 帧)数据。选取负重和空载状态时身体左右肩峰点与 xy 平面(水平面)夹角的变化情况以及左右髋关节点与 xy 平面(水平面)夹角变化情况来计算人体运动时的肩部平衡以及髋部平衡,从而反映背包对人体平衡能力的影响。并选取空载时与负重时第一颈椎与第七颈椎连线与 xy 平面构成的夹角余角变化计算背包导致颈椎的前倾的程度。

1.3 统计学分析 采用 Matlab 数学软件及 SPSS 23.0 统计学软件对实验数据进行处理,数据均以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示;对不同背包方式下脊柱角度的变化进行单因素方差分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 背包负重对行走时肩部平衡能力的影响 各年龄组被试空载与背负不同负重背包时,肩部平衡角度变化差异均有统计学意义(P 值均 <0.05),不同负载背包的差异会对肩部平衡能力造成不同大小影响,其中幼儿组被试在背负 0.5 kg、小学低龄组被试在背负 2.0 kg、小学高龄组被试在背负 2.0 kg 以及初中组被试在背负 4.0 kg 时与空载状态时相比,对被试儿童行走时肩部平衡影响较小。此外,不同负载背包对不同年龄段儿童肩部平衡的影响差异均有统计学意义(P 值均 <0.01),随着年龄的增长,背包对儿童肩部平衡的影响会越来越小,其中初中组的肩部平衡能力几乎没有受到影响。见表 1。

2.2 背包负重对行走时髋关节平衡能力的影响 表 1 显示,空载状态髋关节平衡差异性均值小于背负背包的状态;不同负载背包的差异也会对髋关节平衡能力造成不同影响,其中幼儿组被试在背负 1.0 kg、小学低龄组被试在背负 2.0 kg、小学高龄组被试背负 2.0 kg 以及初中组被试在背负 2.0 kg 时与空载状态时相比,对被试儿童行走时髋关节平衡影响较小。此外,不同负载背包对不同年龄段儿童髋部平衡的影响差异无统计学意义(P 值均 >0.05)。

2.3 背包负重对行走时颈椎前倾角度的影响 表 1 显示,空载及背负不同负载背包时,颈椎前倾角度变化,差异有统计学意义(P 值均 <0.01),空载状态颈部前倾角度均小于背负负载背包的状态,不同负载背包对被试儿童颈椎的影响差异较大。其中幼儿组被试在负载 0.5 kg、小学低龄组被试在负载 2.0 kg、小学高龄组被试负载 2.0 kg 以及初中组被试在负载 2.0 kg 时与空载状态时相比,对被试儿童行走时颈椎角度的影响较小。此外,不同负载背包对不同年龄段儿童颈部姿态的影响差异无统计学意义(P 值均 >0.05),背包

对儿童颈部姿态的影响程度以小学低龄-小学高龄为分界线分为两档,小学低龄组及幼儿园组受影响程度很高,而小学高龄组和初中组有所减少。

表 1 不同背包负重对儿童姿态的影响/rad

学段	负载/kg	肩部平衡能力			髋关节平衡能力			颈椎前倾角度		
		$\bar{x}\pm s$	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	$\bar{x}\pm s$	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	$\bar{x}\pm s$	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
幼儿园	0	0.04±0.01	16.05	<0.01	0.06±0.10	22.20	<0.01	0.26±0.02	68.84	<0.01
	0.5	0.14±0.05			0.18±0.27			0.27±0.23		
	1.0	0.24±0.05			0.14±0.01			0.58±0.05		
	小计	0.15±0.35			0.10±0.01			0.32±0.26		
小学低龄	0	0.04±0.02	8.04	<0.01	0.05±0.01	2.53	<0.01	0.26±0.02	8.36	<0.01
	2.0	0.10±0.33			0.09±0.01			0.31±0.04		
	4.0	0.13±0.17			0.13±0.02			0.46±0.15		
	6.0	0.60±0.39			0.16±0.11			0.62±0.07		
小学高龄	小计	0.07±0.01	14.98	<0.01	0.10±0.06	102.04	<0.01	0.36±0.05	19.35	<0.01
	0	0.03±0.00			0.02±0.02			0.23±0.04		
	2.0	0.05±0.01			0.03±0.02			0.27±0.04		
	4.0	0.09±0.01			0.06±0.02			0.35±0.03		
初中	6.0	0.25±0.01	12.13	<0.05	0.10±0.04	28.20	<0.01	0.56±0.08	5.53	<0.01
	小计	0.03±0.00			0.10±0.00			0.20±0.02		
	0	0.02±0.02			0.03±0.00			0.24±0.02		
	2.0	0.03±0.02			0.06±0.01			0.30±0.06		
	4.0	0.03±0.02			0.14±0.01			0.38±0.08		
	6.0	0.14±0.04			0.16±0.01			0.61±0.16		
	8.0	0.20±0.01			0.21±0.05			0.69±0.04		
	小计	0.01±0.00			0.10±0.11			0.24±0.12		

注:肩部平衡能力指标为髋关节平衡能力颈椎前倾角度左右肩峰点与水平面夹角;髋关节平衡能力指标为左右髋关节点与水平面夹角;颈椎前倾角度指标为第一颈椎与第七颈椎连线与水平面构成的夹角余角。

3 讨论

本研究结果发现,在负背包状态下,儿童肩部平衡、髋部平衡以及颈椎前倾角度(离散程度)均大于空载状态,且不同负载背包之间也存在差别,其中影响最小的负载背包在背负时几乎不影响肩部平衡能力以及颈椎前倾角度。随着年龄段的生长,背包对儿童步行状态下肩部平衡的影响程度会越来越小,其中初中组的肩部平衡能力几乎没有发生改变。原因可能是随着身体的发育,肩部肌肉以及腰部核心力量区域的肌肉得到了增长,使儿童自身的力量足以对抗肩部的压力,在步行状态下肩部的平衡能力也就几乎不会受到背包的影响。髋部平衡能力以及颈部的姿态受到背包的影响则没有出现随着年龄增长而减小的趋势,其中全部年龄段的髋部平衡能力都受到了几乎相同的影响,说明背包的负重对于儿童步行时髋部影响不会随着身体的发育而减弱。而颈椎前倾角度受影响程度以小学低龄-小学为分界线减小,但颈部的姿态受影响的程度(背包与空载状态下颈椎前倾角度的改变程度)要远远高于肩部平衡能力以及髋部平衡能力的受影响程度。即便是初中组,颈部姿态受影响程度也比髋部、肩部平衡能力要高出近 1 倍。研究表明,负重状态下的身体姿态变化会导致儿童肌肉不适的主要因素之一^[7]。朱厚伟^[8]研究发现儿童的身高体重随着年龄的增长呈现出阶段性的增长,学龄是影响儿童书包重量的主要因素,书包的重量及穿戴方式均会对儿童姿态产生明显的影响。Mosaad 等^[9]研究发现,10 岁左右的儿童在负重 7.5% BW 的重量下,其颈椎与脊柱已发生了显著性变化。由此看来,儿童背包对颈椎的保护应当为当前儿童背包姿态以及背负健康研究的重要目标。由此看来,儿童背包对颈椎的保护应当为当前儿童背包姿态以及背负健康研究的重要目标。

4 参考文献

[1] 王敏.背包方式与时间对人体脊柱角度的影响[D].苏州:苏州大学,2016.

[2] BRZEK A,DWORRAK T, STRAUSS M, et al. The weight of pupils' schoolbags in early school age and its influence on body posture[J]. BMC Musculoskel Disord,2017,18(1):117.

[3] AL-SALEEM S A, ALI A, ALI S I, et al. A study of school bag weight and back pain among primary school children in al-ahsa, saudi Arabia[J]. Epidemiology (Sunnyvale, Calif),2016,6(1):222.

[4] 王敏,陆阿明,张秋霞,等.青少年背包与脊柱形态异常及背痛研究综述[J].首都体育学院学报,2016(2):188-192. DOI: 10.14036/j.cnki.cn11-4513.2016.02.019.

[5] HUNDEKARI J, CHILWANT K, VEDPATHAK S, et al. Does alteration in backpack load affects posture of school children? [J].Group, 2013,2:10-20.

[6] 王 敏,陆阿明,张秋霞,等.背包对青少年平衡、身体姿势及步态影响的研究进展[J],体育科研,2015,36(2):8-11.

[7] AL-QATO A K. The influence of backpacks on students backs a cross-sectional study of schools in tulkarm district[D].Nablus, Palestine: An-Najah National University,2012.

[8] 朱厚伟.背包重量与穿戴方式对儿童身体姿态及重心稳定的影响[D].杭州:浙江师范大学,2018.

[9] MOSAAD D M, ABDEL-AZIE M A A. Backpack carriage effect on head posture and ground reaction forces in school children[J]. Work, 2015,52(1):203-209.

收稿日期:2020-03-30;修回日期:2020-05-23