

·运动人体科学·

3~6岁幼儿本体感觉能力和粗大动作 发展水平的特征及相关性研究

吴升扣¹, 姜桂萍², 龚睿², 李林², 刘威彤²

(1.中国人民大学 体育部, 北京 100872; 2.北京师范大学 体育与运动学院, 北京 100875)

摘 要: 采用 X-SENS 三维关节位置觉测量系统测试幼儿的膝关节本体感觉能力, 采用粗大动作发展测试(TGMD-2)对受试者进行移动性动作和操作性动作测试, 评估幼儿粗大动作发展水平。比较不同年龄幼儿本体感觉能力、粗大动作发展水平特点, 并探讨二者的相关性。结果发现: (1)幼儿本体感觉能力存在显著的年龄差异, 随着年龄的增加, 幼儿本体感觉能力不断提高, 3~6岁是本体感觉能力迅速发展的时期; (2)3~6岁是幼儿动作发展的关键时期, 粗大动作发展水平存在显著的年龄差异。随着年龄增加, 幼儿粗大动作发展水平不断提高, 但尚未出现显著的性别差异; (3)幼儿的本体感觉能力与粗大动作发展水平之间有非常显著的正相关关系, 幼儿的本体感觉越好, 其粗大动作发展水平越高, 而与幼儿身体质量指数之间没有显著的相关关系。人类动作的学习与发展离不开本体感觉, 人们应该为幼儿提供更多的运动机会, 让其在运动中体会丰富的本体感觉, 学习多样的运动模式, 获取全面的动作参数, 从而帮助他们建立和完善动作基模。

关键词: 运动生理学; 本体感觉; 粗大动作发展; 能力评估; 幼儿

中图分类号: G61 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2016)01-0131-05

A study of the characteristics of and correlation between proprioception ability and gross motor development level of children aged 3 to 6

WU Sheng-kou¹, JIANG Gui-ping², GONG Rui², LI Lin², LIU Wei-tong²

(1.Department of Physical Education, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

2.College of Physical Education and Sports, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The authors measured children's knee joint proprioception ability by using X-SENS 3D joint position sense measurement system, and the testees' moving actions and operating actions by using gross motor development test (TGMD-2), evaluated children's gross motor development level, compared the characteristics of proprioception ability and gross motor development level of children of different ages, probed into their correlation, and revealed the following findings: 1) children's proprioception ability is significantly age different, enhanced as their age increases, and constantly improved; ages 3 to 6 is a period when proprioception ability develops rapidly; 2) ages 3 to 6 is a critical period for children movement development, in which gross motor development level is significantly age different; as their age increases, children's gross motor development level increases constantly, yet has not shown significant gender differences; there is a very significant positive correlation between children's proprioception ability and their gross motor development level: the better their proprioception, the higher their gross motor development level; while there is no significant correlation between children's proprioception and their body mass index. Human beings' movement learning and development cannot be carried out without proprioception, people should provide more exercise opportunities for children, let them experience rich proprioception during exercising, learn diversified moving modes, and get com-

收稿日期: 2015-05-06

基金项目: 教育部人文社科研究项目(11YJ880037)。

作者简介: 吴升扣(1982-), 男, 讲师, 博士, 研究方向: 幼儿动作发展。通讯作者: 姜桂萍教授。E-mail: kouziqq@163.com

prehensive movement parameters, thus helping them establish and perfect their basic modes of movement.

Key words: exercise physiology; proprioception; gross motor development; ability evaluation; young children

1826年, 苏格兰生理学家 Charles Bell^[1]揭示并确定了感觉(sense)或知觉(perception)与运动(movement)的解剖学基础: 在大脑与肌肉之间存在一个神经的环路, 即腹根将大脑的指令传输给肌肉, 而背根将有关肌肉状况的信息传输给大脑。Bell 认为这些信息包括对位置、运动的感觉, 还包括其他由于肌肉收缩引起的感觉。1887年, 英国病理学家和解剖学家 Henry Bastian^[2]提出了动觉(kinaesthesia)的概念, 将其定义为身体运动导致的诸多感觉。通过这种复杂的感觉, 人们能够认识到肢体的运动(movement)及所在的空间位置(position), 能够区分出不同程度的阻力(resistance)和重量(weight)。大脑会通过动觉对人体的动作进行有意识的指导。1906年, 英国生理学家 Sherrington 提出了本体感觉(proprioception)的概念, 他根据感受器所在的位置与刺激的来源将人体的感觉分为外感受(exteroception)、远感受(teleception)、本体感受(proprioception)和内感受(interoception), 本体感受的刺激来源于人体的肌肉骨骼系统, 将本体感受器定义为肌肉骨骼系统中专门感受并传输机械性刺激信息的传入神经末梢^[3]。Henry Bastian 提出的“动觉”注重运动感觉(movement sense)的同时, 还包括了位置觉或其他肌肉的感觉^[4]。鉴于二者之间微小的差别, 国外学者多认为 Henry Bastian 的“动觉”与 Sherrington 的“本体感觉”是同义词。我国学者邓树勋等^[5]将本体感觉定义为由肌梭和腱器官等引发的感觉。

3~6岁幼儿处于动作发展的敏感期, 此阶段正是形成基本动作技能的好时机。本体感觉作为人体重要的感觉信息, 与人体运动关系最为紧密, 因此它对于人类动作的学习与发展尤为重要。本体感觉能够准确地感知人体的位置、姿势与运动, 这些感觉信息是学习新动作技能的重要条件。本体感觉在动作学习、动作发展过程中的重要地位得到学者的一致认同, 国内外关于本体

感觉测试指标的选择、本体感觉的生理机制、关节本体感觉的损伤及康复等方面的研究较多^[6-10]。然而, 这些研究多用于康复领域, 评价不同治疗方案对病患本体感觉功能恢复的效果, 或对比病患受伤关节与健康人群本体感觉的差异^[11-13]。少数针对健康人群的研究主要为比较不同项目运动员本体感觉的差异, 而目前关于幼儿本体感觉的研究目前还非常少见。何久英^[14]使用关节位置重现的测试方法, 对 112 名少儿体操运动员的上肢本体感觉进行了测定, 但由于受实验条件的限制, 测试方法的信效度及精度不甚理想。虽然本体感觉在基本动作技能形成过程中扮演重要角色, 但目前国内还未见到有关幼儿本体感觉与动作发展关系的研究。因此, 本研究对 3~6 岁幼儿本体感觉能力的特征进行分析, 并检验幼儿本体感觉能力与粗大动作发展水平的相关性, 为幼儿体育教育和身体活动设计提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

采用随机抽样, 选取北京市城区某公立幼儿园小、中、大班各 20 名幼儿为测试对象, 总共 60 名, 其中女生 30 名, 男生 30 名。受试年龄均在 3~6 岁。本研究 3 岁组的幼儿包含 3 周岁以上 4 周岁以下的儿童; 4 岁组幼儿包含 4 周岁以上、5 周岁以下的儿童; 5 岁组幼儿包含 5 周岁以上 6 周岁以下的儿童。所有被试者排除主要脏器有严重疾病, 不宜参加运动者; 身体发育异常或身体残缺畸形者。测试前向受试者父母详细解释本研究之后并征得同意。受试者基本情况见表 1, 同龄龄组的男、女童在身高、体重、身体质量指数(BMI)上差异不具有显著性; 无论是男童、还是女童在年龄组间比较时, 身高和体重指标上的差异都具有显著性, 而在 BMI 指标上的差异不具有显著性。

表 1 实验对象基本情况 ($\bar{x} \pm s$)

年龄/岁	男				女			
	n/人	身高/cm	体重/kg	BMI	n/人	身高/cm	体重/kg	BMI
3	10	98.63±4.65	15.51±2.30	15.88±1.48	12	100.59±3.98	16.22±2.06	15.97±1.04
4	12	109.19±4.49 ²⁾	17.99±1.64 ¹⁾	15.08±0.81	10	108.1±4.33 ²⁾	18.07±2.25 ¹⁾	15.43±1.34
5	8	115.43±1.78 ²⁾⁴⁾	21.81±5.44 ²⁾³⁾	16.30±3.55	8	116.38±2.59 ²⁾⁴⁾	21.83±2.37 ²⁾⁴⁾	16.09±1.32
总计	30	107.06±7.77	18.06±3.86	15.65±1.98	30	107.60±7.49	18.45±3.17	15.83±1.22

1)与 3 岁组比较, $P<0.05$; 2)与 3 岁组比较, $P<0.01$; 3)与 4 岁组比较, $P<0.05$; 4)与 4 岁组比较, $P<0.01$

1.2 本体感觉能力测试

使用荷兰 X-SENS 公司生产的 X-SENS 三维关节位置觉测量系统测试幼儿的膝关节本体感觉能力。该系统使用高精度的三维角度传感器,通过检测肢体的三维空间位置感,定量评估肢体对空间位置重现的能力,其对于位置觉评估的信度和效度已被充分论证过,是目前本体感觉位置觉测试中广泛采用的一种测试仪器^[15]。

打开 X-SENS 三维本体感觉测试仪,输入受试者基本信息。佩戴 X-SENS 三维本体感觉测试仪。惯性传感器固定于受试者惯用腿小腿下端正后方,传感器 Y 轴正方向垂直向上, X 轴与人体冠状轴平行, Z 轴与人体矢状轴平行^[15]。受试者俯卧在垫子上,双臂前屈,双手叠放于垫子上,额头枕于手心,戴上眼罩,双腿自然伸直至水平位置为初始状态,踝关节放松。测试开始,受试者被动将惯用腿的小腿后屈至膝关节角度为 135° , 停留 5 s, 记录目标位置。下肢恢复到初始状态,然后受试者主动屈膝,重现前次运动角度,记录实测角度值,重复 3 次,测试结束。测试开始前仔细、耐心地向受试者说明测试方法,确保受试者能够完全明白,通过 3~5 次的练习检验受试者是否理解测试方法。如不理解,需再次对测试方法进行解释或让其他受试者进行示范。记录目标角度与实测角度的误差,通过 3 次的误差角度平均值来评价受试者本体感觉的位置觉能力。

1.3 粗大动作发展测试

采用粗大动作发展测试(TGMD-2)作为评价工具,对幼儿的粗大动作发展水平进行测量。TGMD 测试量表始编于 1985 年,2000 年由 Ulrich 对其进行了修订,形成了第 2 版本(TGMD-2),是专门用于评估 3~10 岁儿童粗大动作发展状况的测量工具^[16],由儿童身体移动能力测验和物体操作能力测验两部分组成。身体移动能力测验包括跑步、立定跳远、单脚跳、跨跳、前滑步、侧滑步 6 个动作;物体操作能力测验包括原地拍球、接球、踢球、击固定球、上手投球、地滚球 6 个动作,总共 12 个测试项目。TGMD-2 中的每个项目都要经过 2 次测验,并根据 3~5 个标准进行评分,满足一个标准得“1”分,然后对得分进行累计。移动能力总分和操作能力总分都为 48 分。TGMD-2 在美国体育教学和研究的中被广泛应用,并在多种文化环境下被证实有良好的信度和效度^[17]。李静^[18]、刁玉翠^[19]分别研究了 TGMD-2 在我国儿童中应用的可行性,结果都显示 TGMD-2 具有较高的信度和效度,可用于评价中国 3~10 岁儿童的粗大动作发展状况。

本研究在测试结束 2 周后,随机抽取 15 名幼儿(每个年龄段 5 名)进行粗大动作发展水平的重测,重测率

为 25%,对比两次测试结果的一致性和稳定性。采用 Pearson 简单相关检验,得出两次测试数据的 Pearson 相关系数为 0.93,相关性具有非常显著性($P<0.01$),说明本研究中采用的 TGMD-2 测试可信度良好。

1.4 数据处理与检验方法

使用 SPSS20.0 软件包,对所得数据进行描述性分析、比较分析和关联性分析,显著性水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 不同年龄幼儿本体感觉能力的比较

目前关于本体感觉能力评定的常用方法包括:位置觉、运动觉、方向觉、力量觉、速度觉和震动觉等测试,其中最常用的为位置觉和运动觉测试。关节位置觉是对角度重现精确度的评价,测量被动位置再现和主动位置再现能力,通过比较再现角度与原始角度的差值来反映被测试者位置觉的优劣;运动觉可以通过测定被动活动时起始关节角度与受试者能够察觉到运动时的关节角度的阈值,比较两个角度的差异来评定^[20]。目前,大部分的本体感觉测试都需要在实验室条件下完成,测试仪器一般较复杂和庞大,不太适用于幼儿测试。本研究采用了 X-SENS 三维关节位置觉测量系统,该测量系统便于携带和操作,测试精度较高,是目前本体感觉位置觉测试广泛使用的一种仪器,具有良好的信度和效度^[15]。

经 X-SENS 三维关节位置觉系统测量显示,3 岁组幼儿本体感觉位置觉误差角度均值为 $(10.79 \pm 3.40)^\circ$, 4 岁组幼儿位置觉误差角度均值为 $(9.81 \pm 2.04)^\circ$, 5 岁组幼儿位置觉误差角度均值为 $(7.32 \pm 1.51)^\circ$ 。采用单因素 ANOVA 分析,结果表明 3 岁组与 4 岁组幼儿间的位置觉差异不具有显著性,但二者的测试结果均值相差接近 1° ; 3 岁组与 5 岁组幼儿间的位置觉差异具有非常显著性($P<0.01$),5 岁组位置觉误差角度值明显小于 3 岁组; 4 岁组与 5 岁组幼儿间的位置觉差异具有显著性($P<0.05$),5 岁组位置觉误差角度值明显小于 4 岁组。

2.2 不同年龄幼儿粗大动作发展水平的比较

根据参与动作的肌肉大小,人类动作可以分为粗大动作和精细动作。粗大动作是指由身体的大肌肉或肌肉群产生的动作,包括行走、奔跑、跳跃等,体育活动属于粗大动作类活动。精细动作是指由身体小肌肉或肌肉群产生的动作,包括画画、书写、缝纫、使用刀叉、筷子等。将粗大动作进一步细分,可以分为移动性动作和操作性动作, TGMD-2 就是通过对移动性和操作性动作的测量来评价儿童粗大动作发展情况的。

由表 2 可见,3 岁组幼儿粗大动作发展非常不成熟,移动性动作得分约为 25 分,操作性动作得分则更

低, 仅约为 18 分, 粗大动作总得分约为 43 分; 4 岁组幼儿移动性动作发展迅速, 得分增加至 32 分, 操作性动作能力增至 23 分, 粗大动作总分随之增加至 55 分; 5 岁组幼儿粗大动作能力继续增加, 移动性动作分值增至 34 分, 而操作性动作发展更明显, 增至 30

分, 动作发展总分增至 64 分。采用单因素 ANOVA 分析发现, 除了 4 岁组与 5 岁组间的移动性动作指标, 其他指标都出现了年龄组间非常显著的差异($P<0.01$)。独立样本 T 检验的结果显示, 幼儿粗大动作发展水平无显著的性别差异, 男童粗大动作得分略高于女童。

表 2 幼儿粗大动作发展水平($\bar{x} \pm s$)不同年龄组和性别比较

年龄组或性别	n/人	移动性动作得分	操作性动作得分	粗大动作总得分
3 岁	22	24.50±4.46	18.18±3.30	42.68±6.45
4 岁	22	31.50±4.81 ²⁾	23.27.41±5.34 ²⁾	54.77±8.85 ²⁾
5 岁	16	34.13±3.67 ²⁾	29.56±4.29 ²⁾⁴⁾	63.69±6.33 ²⁾⁴⁾
男	30	30.07±5.84	24.17±6.86	54.24±11.45
女	30	29.23±6.10	22.06±5.54	51.29±10.88

1)与 3 岁组比较, $P<0.05$, 2)与 3 岁组比较, $P<0.01$; 3)与 4 岁组比较, $P<0.05$, 4)与 4 岁组比较, $P<0.01$

2.3 幼儿本体感觉能力与粗大动作发展水平的比较

对幼儿位置觉测试的误差角度、粗大动作得分、身体质量指数(BMI)、年龄之间进行 Pearson 相关性分析, 结果显示, 粗大动作得分与位置觉误差角度相关系数为-0.73, 存在非常显著的负相关关系($P<0.01$), 说明粗大动作得分越高的幼儿, 位置觉误差角度越小, 即本体感觉能力越好; 年龄与位置觉误差角度的相关系数为-0.468, 也存在非常显著的负相关关系($P<0.01$), 年龄越大, 位置觉误差角度越小; 位置觉误差角度与身体质量指数(BMI)的相关系数为 0.119, 不存在显著的相关关系($P>0.05$), 可见, 幼儿是否肥胖与幼儿本体感觉能力之间关系不大。

3 结语

本体感觉作为人体最重要的感觉系统之一, 对自身认识肢体所在的空间位置、肌肉用力的大小、关节的运动速度等有着重要的作用。一切运动技能的形成都建立在正确的肌肉本体感觉基础上^[21], 因此它对个体的动作发展起到至关重要的作用。本体感觉发育不良或含有本体感受器的关节、组织损伤会不同程度地影响人体的生理机能和动作表现。

人体的感觉机能一般成熟得较早, 3 岁以前是视觉发育的敏感期, 4~5 岁时视力大约为 1.0, 各种眼部生理反射已形成并趋于固定, 6~7 岁时进入成人的视觉; 婴儿出生 3~7 d 听觉已相当良好, 4 岁听觉发育完善^[22]。作为人类生存、活动重要基础感觉的一种, 本体感觉成熟的也较早, 目前很少有文献对儿童的本体感觉进行描述。本研究显示, 3 岁组幼儿膝关节位置觉误差角度约为 11° , 4 岁组幼儿的膝关节位置觉误差角度约为 10° , 5 岁组幼儿的膝关节位置觉误差角度约为 7° , 年龄组间存在显著的差异。随着年龄的

增加, 幼儿的本体感觉能力有了明显的提高。已有研究对成人膝关节位置觉进行了调查, 虽然采用的仪器和测试角度不尽相同, 但膝关节位置觉误差角度一般都为 $3\sim 5^\circ$ ^[14]。

本研究结果还显示, 幼儿的本体感觉能力与粗大动作发展水平、年龄间存在非常显著的正相关关系, 与幼儿体质指数没有显著的相关关系。即说明, 幼儿的本体感觉越好, 其粗大动作发展水平越高, 而幼儿是否肥胖似乎不会对其本体感觉造成影响。本体感觉的发展与成熟应该有助于促进幼儿的动作发展。本研究结果表明, 幼儿本体感觉能力与粗大动作发展水平间的正相关关系符合动作学习与发展的理论, 可见促进幼儿的本体感觉能力对提高幼儿动作发展水平是非常有益的。幼儿阶段应该为儿童提供练习的机会, 让幼儿学习多样的运动模式, 以获得丰富的动作参数, 从而帮助建立和完善动作基模。

参考文献:

- [1] JONES. "On the nervous circle which connects the voluntary muscles with the brain", *Philosophical Transactions of the Royal Society*[J]. *Opcit*, 1972, 116(6): 299.
- [2] BASTIAN H C. The "muscular sense": Its nature and cortical localization[J]. *Brain*, 1887, 10(2): 1-88.
- [3] 百度百科. 查尔斯·斯科特·谢灵顿[EB/OL]. http://baike.baidu.com/link?url=Vv81QD6QW32DgPmYYix6phSs_H5hDFhNny4rS8ds01DF0xjOXOc9co1k_W_8XfMOYHaDEcKk2z_MShkAfEdK8-K.
- [4] JONES E G. The development of the "muscular sense" concept during the nineteenth century and the work of Henry Charlton Bastian[J]. *Journal of the His-*

tory of Medicine, 1972, 25(2): 298-311.

[5] 邓树勋, 王健, 乔德才. 运动生理学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2009: 178-179.

[6] 杨念恩, 李世昌, 黄文英, 等. 本体感觉差异性特点及其神经机制研究[J]. 体育科学, 2014, 34(4): 41-48.

[7] 李坤, 王予彬. 踝关节不稳与本体感觉研究现状[J]. 中国微创外科杂志, 2010, 10(9): 851-854.

[8] 焦爽, 闫汝蕴. 本体感觉训练预防踝关节运动损伤的研究[J]. 中国运动医学杂志, 2009, 28(6): 713-716.

[9] 邱卓钢. 本体感觉与软组织损伤的康复[J]. 中国康复理论与实践, 2004, 10(5): 295-296.

[10] FORKIN D, KOCZUR C, BATTLE R, et al. Evaluation of kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains[J]. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1996, 23(4): 245-250.

[11] MATTACOLA C G, DWYER M K. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability[J]. Journal of Athletic Trainers, 2002, 37(4): 413-429.

[12] 王春阳, 宋君毅, 吕秋壮. 篮球运动员踝关节柔韧性、本体感觉与踝关节损伤的预期性研究[J]. 广州体育学院学报, 2003, 23(3): 21-22.

[13] EILS E, ROSENDAUM D. Amultistation proprioceptive exercise program in patients with ankle instability[J]. Medicine Science and Sports Exercise, 2001, 33(12): 1991-1998.

[14] 何久英. 前庭机能和本体感觉对体操选材的意义[J]. 成都体育学院学报, 1982, 8(1): 37-41.

[15] 李玉周, 胡英琪, 李国平. 本体感觉测试的敏感性角度指标选取研究[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(8): 696-701.

[16] ULRICH D A. Test of gross motor development (second edition) examiner's manual[M]. Austin, TX: Pro-ed Publisher, 2000: 3.

[17] WESTENDORP M, HARTMAN E. The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities[J]. Research in Developmental Disabilities, 2011, 32(6): 2773-2779.

[18] 李静, 马红霞. 儿童动作发展测试(TGMD. 2)信度和效度的研究[J]. 体育学刊, 2007, 14(3): 37-40.

[19] 刁玉翠. 济南市 3~10 岁儿童大肌肉动作发展物体控制动作分测验常模的建立[D]. 济南: 山东师范大学, 2013: 4-6.

[20] STILLMAN B C. Making sense of proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms[J]. Physiotherapy, 2002, 88(11): 667-676.

[21] VIDONI E D. Proprioception is "central" to motor learning: different consequences of peripheral and central proprioceptive disruption to sequence learning[D]. Kansas: University of Kansas, 2008: 23-30.

[22] 任绮, 高立. 学前儿童体育与健康[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012: 15-17.

