中国体育科技
2022年（第58卷）第12期
CHINA SPORT SCIENCE AND TECHNOLOGY
Vol.58, No.12, 80-90, 2022

博士生论坛
文章编号：1002-9826（2022）12-0080-11
DOI：10. 16470/j. csst. 2021040

幼儿基本协调能力评价结构模型构建

Construction of Evaluation Structural Model for Children's Basic Coordination Ability

李　娜[1]，马鸿韬[2*]，姜　勇[3]，赵　响[4]，耿瑞楠[2]
LI Na[1]，MA Hongtao[2*]，JIANG Yong[3]，ZHAO Xiang[4]，GENG Ruinan[2]

摘　要：目的：探索、验证幼儿基本协调能力影响因素，确定评价结构模型。方法：采用文献资料调研、特尔菲、测试、数理统计等研究方法，以山东省16地市为调查区域分层随机整群选取样本，测试采集样本数据，运用SPSS 24.0和AMOS 24.0等软件对数据进行收集、整理。结果：基于对幼儿基本协调能力模型的验证分析，适配度指标GFI=0.912、AGFI=0.885、CFI=0.936、RMSEA=0.056均在可接受范围，残差均为正且显著，无违反估计。6个构面中，除肢体活动范围和感知判断能力的标准化因素负荷较低，节奏能力构面指标接近0.6，其余构面的因素负荷均大于0.6，组成信度*CR*=0.7，平均变异数萃取量为0.486接近0.5，模型的收敛效度指标可接受。结论：幼儿基本协调能力由平衡能力、空间定向能力、节奏能力、感知判断能力、肢体配合能力、肢体活动范围等结构要素组成，6因素结构模型能够为评价幼儿基本协调能力提供理论基础。

关键词：幼儿；基本协调能力；评价；结构模型

Abstract: Objective: To explore and verify the factors influencing children's basic coordination ability, and to determine the evaluation structure model. Methods: Literature method, Delphi method, test method, mathematical statistics, and other research methods are mainly used. Taking 16 cities in Shandong Province as the survey area, using the stratified random cluster sampling method, to collect sample data by testing, and to collect and sort out the data by using SPSS 24.0 and Amos 24.0. Results: Through the verification of children's basic coordination ability model, the fitness index GFI=0.912, AGFI=0.885, CFI=0.936, RMSEA=0.056 are all within the acceptable range, the residuals are all positive and significant, with no violation of estimates. Among the six dimensions, except for the standardized factor load of limb range of motion and perceptual judgment ability, which are relatively low, and the rhythmic ability dimension index, which is close to 0.6, the factor loads of all the other dimensions are greater than 0.6, the composition reliability *CR*=0.7, the average variance extraction 0.486 is close to 0.5, and the model's convergent validity index is acceptable. Conclusions: Children's basic coordination ability is composed of structural factors such as balance ability, spatial orientation ability, rhythm ability, perception judgment ability, limb coordination ability, and limb range of motion. Through analysis and verification, the 6-factor structure model can provide a theoretical basis for evaluating children's basic coordination ability.

Keywords: *children; basic coordination ability; evaluation; structural model*
中图分类号：G804.49　　**文献标识码：**A

基金项目：
教育部人文社会科学研究项目（21YJA890018）；青岛市社会科学规划研究项目（QDSKL2101149）

第一作者简介：
李娜（1979-），女，副教授，博士，主要研究方向为学校体育，E-mail：bsulina2016@163.com。

***通信作者简介：**
马鸿韬（1967-），女，教授，博士，主要研究方向为体育艺术与管理，E-mail：mm9094@sina.com。

作者单位：
1. 山东科技大学，山东 青岛 266590；
2. 北京体育大学，北京 100084；
3. 辽宁师范大学，辽宁 大连 116029；
4. 淮北师范大学，安徽 淮北 235000
1. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;
2. Beijing Sport University, Beijing 100084, China;
3. Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;
4. Huaibei Normal University, Huaibei 235000, China.

随着义务教育的深化和普及，幼儿教育、幼儿健康受到高度关注。《中国儿童发展纲要（2011—2020年）》在坚持儿童优先原则、提高儿童整体素质、健康全面发展的思想指导下，分别在健康、教育、福利和社会环境等领域作出详细的发展目标和策略说明，并将提高儿童身体素质、基本普及学前教育、保障儿童的闲暇和娱乐权利等列入其中。为促进幼儿协调发展，教育部印发了《3—6岁儿童学习与发展指南》，在健康领域设置了身心状况、动作发展、生活习惯与生活能力3个方向的9条分目标，为指导和制订幼儿

活动方案提供参考和标准。幼儿期的运动经历将对其后期乃至终身的体育参与产生影响。幼儿基本协调能力作为影响幼儿基本动作能力发展的关键因素，对其动作的掌握及良好动作体验的形成具有积极影响，进而帮助幼儿在体育活动中获得更大成功（王政淞 等，2017），是促进幼儿健康的保证。

幼儿、儿童期是个体协调能力发展的关键时期。协调障碍不仅影响个体的日常生活和活动参与，而且对幼儿良好心理素质的形成产生不良影响。德国学者葛欧瑟（1983）认为，6～14岁是个体发展协调能力的最好时机；过家兴（1986）的研究提到，7～14岁是个体发展协调能力最有利的时期，一般协调能力在6～9岁发展迅速。因此，对幼儿、儿童期个体协调能力发展的研究具有重要价值。

1 研究背景

1.1 国内外幼儿协调能力评价研究进展

国外对幼儿协调能力评价的工具主要有BOTMP、MABC、PDMS-2和TGMD。其中，BOTMP是一种对儿童动作技能发展行之有效的测量工具，并在体育教学中得到了广泛应用（Burton et al.，1998）。不过，作为测试工具，人们在使用时还需考虑项目的可靠性、有效性和临床实用性。虽然Bruininks（2005）认为BOTMP可用于患有学习障碍的儿童，但测试项目对认知障碍儿童来说存在理解局限。修订后MABC评分系统的可靠性没有获得很好的评价，应用时必须注意测试工具的限制条件，而不是假定所有公布的测量工具已经被严格评估。PDMS-2中文版表现出良好的重测信度和评分者信度，在国内为高危儿随访和早期健康评价提供了理论保证。TGMD是一种实用工具，可辅助用于规划教学方案。然而，因为项目的许多标准对于正常发育的3～4岁儿童较难获得成绩，对高年龄段儿童高分的区分度普遍降低，因此出现了低限和高限效应并存的现象。

中国学者从不同角度筛选幼儿协调能力评价指标，构建评价标准，为后续研究提供了重要的理论基础与实践依据。徐政（1997）构建了包含3个层次、11个因子、15项测试指标的中国儿童动作协调能力整体框架。白爱宝（1999）建立了幼儿发展评价体系，包括健康与动作发展、认知与语言发展、幼儿品德与社会性、习惯与自助能力4个领域。张云（2010）编制了一个包含12项测试指标的3～6岁幼儿协调能力评价方法，得出各年龄段不同类型动作协调发展的突增期，便于分年龄段实施有效的安排和指导。指标以幼儿现有动作模式为基础进行筛选，具有较高的代表性和可行性，对幼儿基本动作协调能力评价具有较大的借鉴意义。然而，样本的特定性显示了代表性的不足，指标选择依据的不同必然导致结果的差异性，因此，需要选择更具代表性的依据界定指标，使评价更具科学性和准确性。

幼儿协调能力评价不仅具有定性和定量的特点，更具有动态变化的特征。指标也因不同年龄段、项目、时代发展和科研水平进步而不断变化。加之指标的综合性本质，对其进行全面量化存在一定的困难，目前研究主要集中在运用不同的测试方法评估练习效果上，对幼儿协调能力评价维度和指标均需做进一步的补充和完善，使其更适合幼儿的群体特征。国外的评估工具在康复、医疗等领域应用广泛，但因优缺点不同及地域、文化等方面的差异，在中国的应用则存在局限性和不完整性（徐欣，2006）。基本动作技能是儿童全面发展的基础和前提，指标选取需要进行严密的理论论证和实践检验（周亮 等，2020），现有指标不能全面体现幼儿的动作能力和中国幼儿活动现状，对协调能力的评估缺乏针对性、全面性及易操作性。因此，借鉴国内外动作技能及协调能力的评价方法，探讨中国幼儿基本动作的发展模式及规律，开发适合中国幼儿协调能力评价的工具，具有重要的意义。

1.2 幼儿基本协调能力理论与分析

依据动作发展理论，婴儿获得行走和独立进食能力后会进入一个动作发展的新时期，即基本动作技能期（Clark，1994）。基本动作技能是潜存于以后运动技能的主要协调方式，其动作控制能力和精确性逐渐提高，并习得技能学习所需的基本且必要的动作协调模式。该阶段的核心是协调能力的发展，包括基本动作中表现的肢体间配合、对时空关系的感知及动作节律等（Clark et al.，1989）。幼儿基本动作协调能力是在先天遗传和成熟水平的基础上逐渐习得的（刘大维，2011），随认知水平的提高而发展，是对有价值的动作经验的选择和记忆。协调性、稳定性的良好发展会对动作技能的发展起到积极的促进作用（张柳 等，2020），因此，幼儿基本协调能力是在学习基本动作技能过程中展现和发展的，通过走、跑、跳、投等基本动作而获得。基本动作技能，即协调运用基本动作的能力，是未来动作熟练的基础组块，以及运动、游戏和终身体育参与的基础。基本协调能力是基本动作技能发展的基础和关键，其能够促进基本动作技能的习得和掌握。反之，基本动作技能数量的增加和质量的提高通过协调能力来表现，二者在幼儿动作能力提高过程中相互促进、协同发展。

Diem（1991）认为，幼儿协调能力由平衡、反应、空间定向等要素组合而成。美国心理学家詹姆斯•O•卢格（1996）认为，协调能力是在动作技能中表现出来的身体及不同部位的流畅度，即速度、稳定和瞄准的精确度。Сулейменов（1986）将基础协调能力分解为定向能力、反应能力、平衡能力、分辨能力、协配能力、节律-节奏能力、静力性用力的稳定性。协调能力是指肢体在运动时间、空间和强度等方面表现的完成合理动作的能力，是一种

综合输出（周嘉琳 等，2017）。无论如何界定基本协调能力，它都是协调的下位概念。基本协调能力的提出，是对协调能力概念外延的丰富（吕季东，2007）。借鉴前人研究成果，把幼儿的协调能力界定为基本协调能力：一是与动作发展的阶段性特征一致。幼儿阶段主要发展个体的基本动作技能，为基础动作，与专门动作对应的专项（专门）协调能力属于同一分类体系。二是强调幼儿阶段协调能力的基础和关键地位。基本限定协调能力，加强其在幼儿动作发展中的根本和主要地位，比一般协调能力更能体现这一能力的重要性。

通过专家访谈和文献资料调研，本研究认为，协同动作要素受到感知判断能力、肢体活动范围及肢体配合能力的影响。在前人研究的基础上，结合幼儿基本动作技能分类及要素，本研究对幼儿基本协调能力进行如下理论界定：幼儿在基本动作技能学习过程中表现出来的身体不同器官系统在时间、空间内协同配合的综合本领。其由位移技能协调能力和操作技能协调能力组成，包括平衡能力、节奏能力、空间定向和协同动作等结构要素，受素质成熟与发展、原有动作经验、精神状态和遗传及所处家庭社会环境的影响（图1）。基本协调能力作为协调能力的构成要素之一，与专项（专门）协调能力相对应，是影响动作能力基本、关键的因素，影响人的运动技能发展及终身运动兴趣的保持（Lopes et al.，2011）。

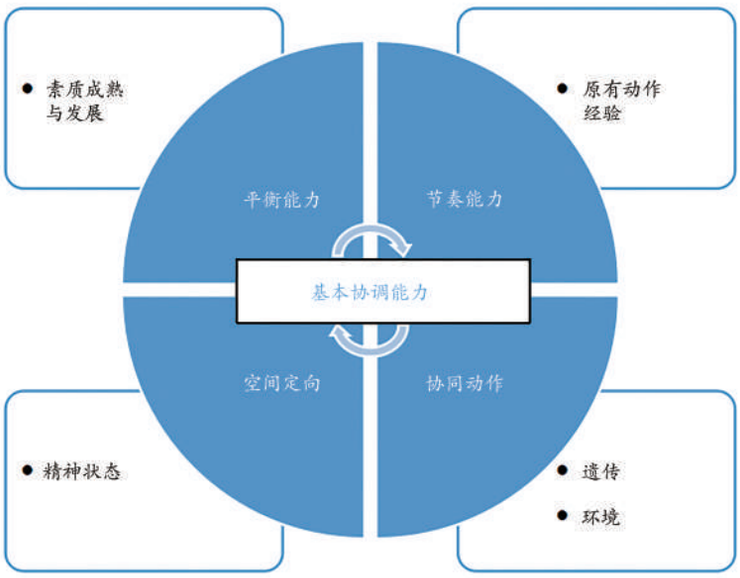

图1　幼儿基本协调能力结构要素

Figure 1.　Structural Elements of Children's Basic Coordination Ability

2　研究对象与方法

2.1　研究对象

以4.0～5.9岁幼儿的基本协调能力评价结构为研究对象。

2.2　研究方法

2.2.1　文献资料调研

查阅文献资料得到国内外关于幼儿教育、幼儿体育、幼儿动作发展、体育测量与评价等方面的研究成果；运用中国知网、Google学术搜索、百度学术、ProQuest学位论文全文检索平台、Web of Science获得相关中外文献资料。中文检索关键词为：协调、协调能力、动作协调、基本动作技能等；英文检索关键词主要包括：coordination、movement/behavior coordination、body coordination、motor skill、fundamental/basic motor/movement skill。对文献进行分析与整理，充分了解本领域及相关研究的成果和进展，为本研究提供了坚实必要的理论依据。

2.2.2　特尔菲法

运用特尔菲法筛选指标。问卷调查人员由16位在幼儿体育、学校体育及体育教育学等领域具有副教授以上职称的专家组成。2轮问卷收回后，对专家的意见、建议进行归类整理和分析综合，判定取得比较满意的结果，并进行总结。

2.2.2.1　初始指标的建立

评价指标的选择与确定，主要从以下方面考虑：1）阅读文献借鉴前人的测量指标与方法；2）通过专家问卷确定可行的测量指标；3）进行预测试，确定幼儿的实际动作水平，修改和删除部分可行性较低的指标，初步构建幼儿基本协调能力指标体系，包括4个一级指标、11个二级指标和43个三级指标。

2.2.2.2　专家意见分析

1）专家的积极系数一般以问卷回收率为依据，≥70%

为可接受的范围（王春枝 等，2011；张大超 等，2013）。2轮专家问卷的回收率超过89%，说明所选专家组对本研究的关注程度较高。

2）专家的权威程度对问卷结果的可靠性具有直接影响。其判断方法可用权威系数（C_r）表示。一般认为专家的权威系数（C_r）≥0.70为可接受的范围（王新雷 等，2016；张大超 等，2013）。本研究统计结果表明，评价结构要素中各指标的权威系数均超过0.80，显示出专家组具有较高的权威程度。

3）专家意见协调程度用计算协调系数（W）表示。由于本研究中被评价的指标个数大于7，因此要对卡方值进行计算。2轮问卷后，一、二级指标的卡方值对应的$P<0.05$，达到显著性水平，可认为所选专家团队对幼儿基本协调能力评估意见的协调性较好。

2.2.2.3　指标体系的修改情况

1）第一轮专家调查结果分析。侧身抬膝改为体转抬膝。根据专家意见，也为了实现测试的简洁性、可操作性，将协同动作一级指标替换为感知判断能力、肢体配合能力、肢体活动范围3个一级指标。动态平衡下增加指标：脚后跟直线走。删掉不科学、不合适的指标：走平衡木（与心理、前庭器官能力有关）；搬腿支撑平衡（难度大）；树式、鸟式、选择-反应动作测验（不合理）；双手交替拍球（难度大，有技能因素）；跳绳（难度大，有技能因素）；俯卧背伸（与背肌力量有关）；俯卧抬臂（与力量有关）。

2）第二轮专家调查结果分析。没有再提出新指标，除对个别指标提出修改意见外，其余指标基本被认可。其中，专家认为“踢腿冲拳指标对于练习跆拳道和武术技能的孩子来说不具有鉴别力”。本研究经过调查与文献资料调研，认为这类项目属于少数群体参与活动类别，该指标的难易程度能够反映这一年龄段幼儿左右、上下肢体的协调配合能力，因此予以保留。

2.2.2.4　指标的确立

指标筛选工作结束后，本研究确立了幼儿基本协调能力评价结构（表1）。

2.2.3　测试法

在山东省16地市采用分层随机整群抽样的方法，以东、中、西部分层抽样，选取东部：日照、临沂，中部：淄博、济宁、泰安、济南、潍坊，西部：菏泽、聊城9地区为调查区域。各地区选择2所幼儿园，每园随机抽取大、中班各15名幼儿进行测试，共测试1 080名幼儿。删除未完成测试数据的12名幼儿，有效数据为1 068个。其中，75%的样本用于探索性因子分析，25%做验证性因子分析。

评价结构模型验证的样本量，若以观测变量来分析，样本数与观测变量的比例至少应为10∶1～15∶1（Thompson，2004）。本研究用于幼儿基本协调能力假设模型验证的数据为总样本的25%，最终数据样本为267个，符合SEM分析对样本量的基本要求（MacCallum，1996）。

表1　幼儿基本协调能力评价结构指标

Table 1　Structural Indicators for Evaluating Children's Basic Coordination Ability

一级指标	二级指标
A稳定平衡能力	A1 提踵直线走
	A2 脚跟直线走
	A3 单脚站立
	A4 闭目原地踏步
B节奏能力	B1 感知节奏快慢
	B2 感知节奏强弱
	B3 节奏感应性
	B4 节奏快慢再现
	B5 节奏强弱再现
	B6 节奏顺序再现
C空间定向能力	C1 定向踢球
	C2 定向投球
	C3 接球
	C4 原地转圈变向走
	C5 曲线走
	C6 反复侧滑步
	C7 侧滚翻
D感知判断能力	D1 手反应时
	D2 足反应时
E肢体配合能力	E1 高抬腿
	E2 踢腿冲拳
	E3 跳方格
	E4 双脚跳
	E5 单脚跳
F肢体活动范围	F1 单腿坐位体前屈
	F2 肩部拉伸触碰
	F3 站位体前屈
	F4 直腿上抬测试

预测试后，各指标具有良好的重测信度。为减少误差，正式测试选择责任心强的人员，并固定同一项目的测试人员。同时，为减小由测试人员评判标准差异造成的误差，测试前在每个测试点按照测试流程先请2名幼儿参与测试，使测试者进一步熟悉过程，规范测试细节和注意问题。研究者全程监督指导。

2.2.4　数理统计法

运用SPSS 24.0和AMOS 24.0等软件对数据进行收集、整理和描述性统计，随机选择测试数据的75%做探索性因子分析，25%做验证性因子分析。

3　研究结果

3.1　幼儿基本协调能力评价结构模型初步建立

通过分析国内外学者对协调能力概念、分类、层次的划分及协调能力的理论基础，本研究界定了幼儿基本协

调能力的概念及构成，初步确定了幼儿基本协调能力的评价结构，形成了幼儿基本协调能力评价结构假设模型（图2），包括：平衡能力、节奏能力、空间定向能力、肢体活动范围、肢体配合能力和感知判断能力6要素和28项测试指标。该模型将接受验证性因素分析检验，作为评价幼儿基本协调能力的基础。

3.2 幼儿基本协调能力评价结构模型的验证

3.2.1 效度

本研究的结构效度主要采用探索性因子分析法（EFA）验证。对变量之间的相关性进行检验，得到KMO值为0.791，表示变量间具有适中的相关（吴明隆，2010），适合进行因素分析。

对测量指标变量进行探索性因子分析，可知感知节奏快慢、感知节奏强弱、接球、定向投球、侧滚翻、站位体前屈、单脚跳、双脚跳8个指标的因子载荷明显小于0.5，不具有收敛效度。并且专家在问卷中指出，节奏再现维度下的感知节奏强弱、快慢指标更多的是在反映幼儿的用心程度和记忆力，空间动作准确性指标与幼儿平时锻炼的球类项目有很大相关，侧滚翻对于年龄段较小的幼儿来说难度较大，因此，综合分析后删除了这些指标。此外，原地高抬腿在2个因子中的载荷值均较高，属于横跨因子现象，且在测试过程中属于难度较大动作，因此也删除了该指标。删除指标后，再做探索性因子分析，显示删除9项指标后指标的因子载荷值基本都超过0.5，达到分析的基本标准，不需要再删除指标。

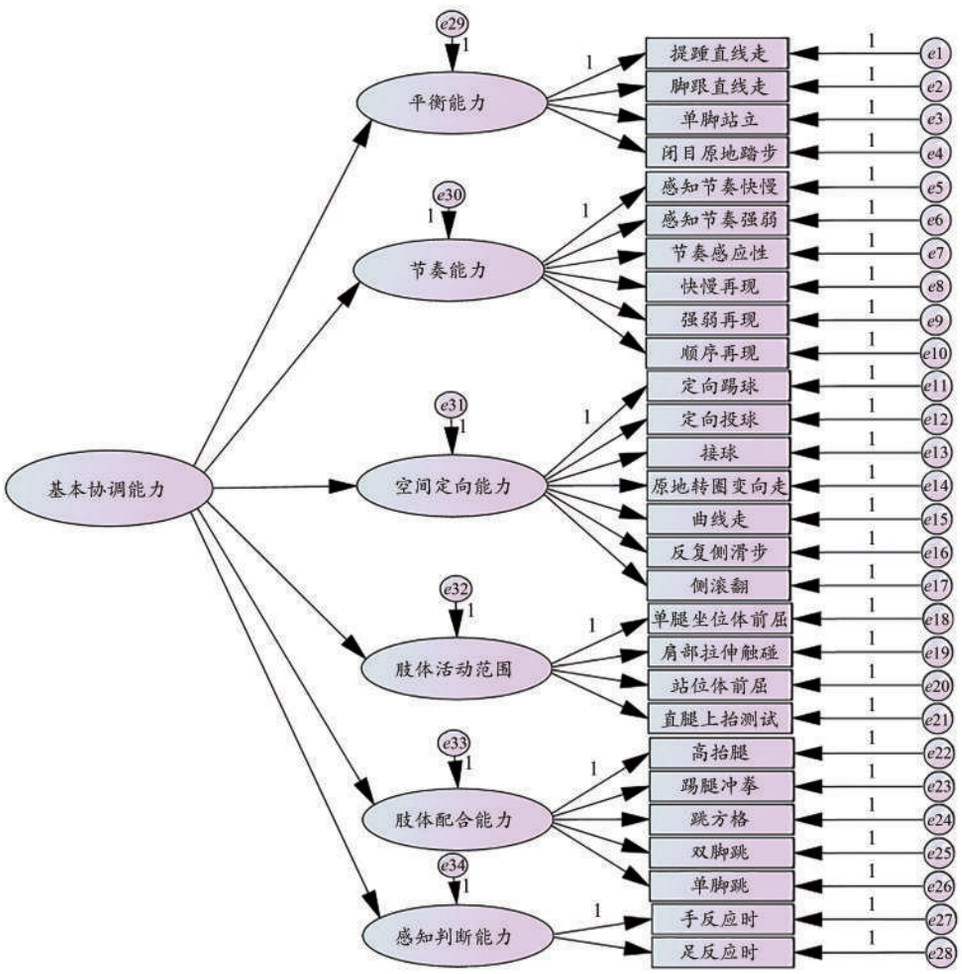

图2 幼儿基本协调能力评价结构模型

Figure 2. Evaluation Structure Model of Children's Basic Coordination Ability

3.2.2 信度

本研究的信度评价采用Cronbach'α系数进行检验，其值越接近1，信度越高。检验结果显示，各维度系数接近或高于0.6，具有较好的信度。其中，变向能力为0.593，接近0.60；肢体活动范围维度中的直腿上抬测试被删除后，此维度的信度由0.578上升到0.734，有明显提高，说明这一指标应从相应维度中删除。

3.2.3 验证性因子分析

3.2.3.1 测量模型整体验证性因子分析

验证性因子分析主要是检验假设模型与测量指标之间

关系的相似程度。适配度指标AGFI=0.882＜0.900（图3，表2），没有达到要求的标准，因此需对模型进行修正。修正的前提是与理论或已有经验相切合，检查是否有较大的修正指标值。通过修正指标值MI可知，若单脚站立和曲线走的测量误差*e*3与*e*9间有共变关系，说明这2个指标具有某些相似特质，即空间定向能力与平衡能力具有一定程度的相关关系。因此，可以释放这一误差变量，对2个指标进行相关后，适配度指标的卡方值有所降低，指标值有所上升。若假定潜在变量肢体活动范围与*e*18间有共变关系，可释放18.612的卡方值。由于此种假设违背“潜在变量与测量指标间无相关”的基本假定，因此不能对这2个指标进行相关。若*e*1和*e*2间存在共变关系，可降低卡方值。依据理论和经验，可知这2个指标在测定幼儿动态平衡能力方面具有内在关联，能够将其关联，从而改善卡方值。修正后的适配度指标均达到标准（表2，图4）。

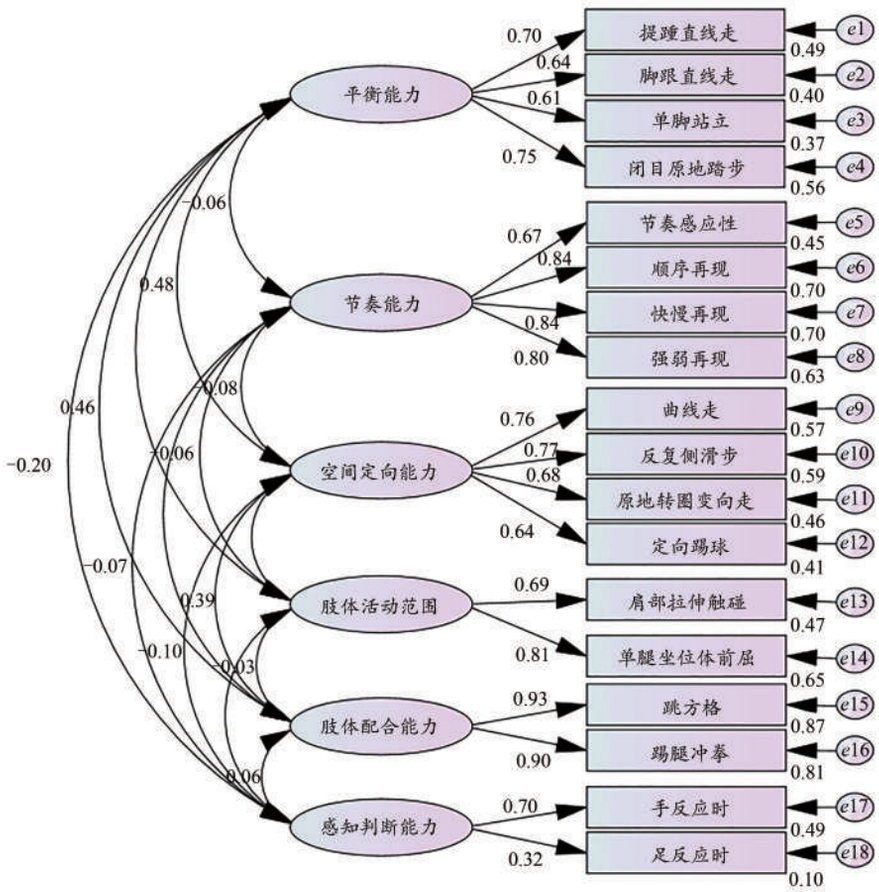

图3　幼儿基本协调能力测量模型验证性因子分析

Figure 3.　Confirmatory Factor Analysis of the Measurement Model of children's Basic Coordination Ability

表2　一阶验证性因子分析拟合检验结果

Table 2　First-Order Confirmatory Factor Analysis Fitting Test Results　*n*=267

	χ^2	d*f*	χ^2/d*f*	RMSEA	GFI	AGFI	CFI	TLI
修正前	232.621	122	1.907	0.058	0.916	0.882	0.906	0.920
修正后	187.649	120	1.564	0.046	0.932	0.903	0.961	0.951

修正后的指标值表明，模型可以顺利收敛，假设的测量模型可以接受，其指标分析如下（表3）。

1）整体模型适配度指标：验证性因子分析需要考察模型拟合优度是否理想。对整体模型的检验显示：χ^2不显著，表示理论模型估计矩阵与测量数据矩阵匹配；χ^2/d*f*=1.564，符合小于3的标准；GFI、AGFI、CFI、TLI均大于0.90，符合专家建议的0.8以上的标准（Doll et al.，1994）；RMSEA为0.046，符合0.08以内适配良好的氛围。综合以上指标，一阶验证性因子分析结果的绝对拟合指数和相对拟合指数在标准理想值范围内，假设模型可以被接受，说明测量指标的数据很好地支持了理论模型。

2）基本适配度指标：研究的估计参数基本都达到了0.001的显著性水平（足反应时，*P*=0.002），表明模型的内在质量可接受，所有参数没有出现大的标准误且没有负的误差方差，假设模型没有违背辨识规则。从结果来看，每

个指标的载荷值基本均大于0.5（足反应时，P=0.316），表示模型的基本适配指标较理想，符合模型可接受的要求。

足反应时的因素负荷量较小，这可能是因为此动作要求脚跟固定，部分幼儿在短时间内没有掌握这一动作导致测量误差的存在。阅读文献可知，脚的反应对于协调具有重要的贡献，专家筛选指标时对这一指标的认可度也较高。综合考虑后，本研究对这一指标予以保留，与手反应时共同评价幼儿的反应能力。

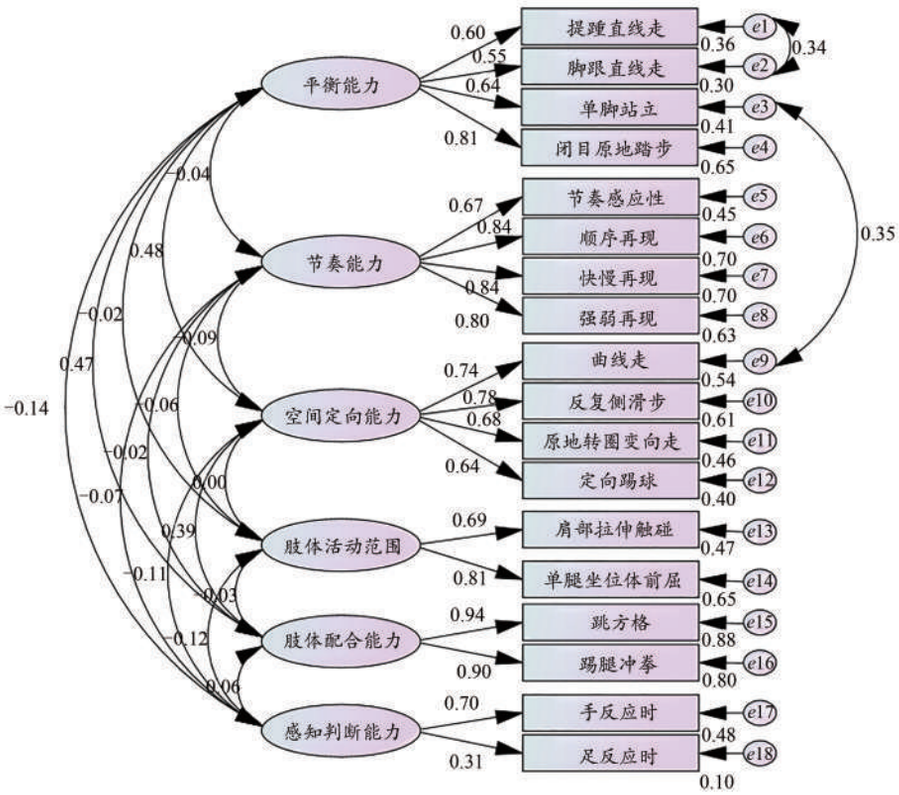

图4　幼儿基本协调能力测量模型的修正模型

Figure 4.　Modified Model of Measuring Model of Children's Basic Coordination Ability

3）内在结构适配度：需进行指标变量的效度检验，即测量变量与潜在变量之间路径（因素负荷量）的显著性检验。本研究中指标的标准化因素负荷均达到显著性水平，表示测量指标各变量能够有效地反映所表达的潜在变量，说明模型具有良好的效度证据。

潜在变量的组成信度（CR）主要测量构面各指标的内部一致性，信度值越高，显示这些指标的一致性越高。专家认为信度在0.6～0.7是可接受的，在0.7以上则代表构面的内部一致性良好（Fornell et al.，1981）。潜在变量的平均变异萃取量（AVE）是计算各测量变量对该潜在变量的变异解释力的指标，其值越高，表示构面的测量指标间相关度越高，一致性也越高，建议其值应大于0.5。本研究CR均在0.70以上，AVE大于0.50，表示测量指标间的内在关联程度较高，能有效反映所代表的潜在变量。因此，构建的模型具有良好的信度与效度。

3.2.3.2　幼儿基本协调能力二阶验证性因子分析

幼儿基本协调能力二阶模型中，t=232.621/242.223≈0.960（表4），表明二阶CFA解释了一阶相关模型的96%，适配度指标GFI、AGFI、CFI、RMSEA均在可接受范围，残差均为正且显著，无违反估计。因此，二阶构面符合理论模型的要求，经二阶CFA后，6个构面中除肢体活动范围和感知判断能力的标准化因素负荷较低，节奏能力构面接近0.6的指标，其余构面的因素负荷都超过0.6（表5）。除存在测量误差外，还说明幼儿的基本协调能力与关节的柔韧性和反应能力之间的关系相比，其他因素影响不高。这是因为幼儿阶段是个体协调能力发展的初始阶段，动作简单、变化少、幅度小、受肢体柔韧性和反应能力的影响较小。专家在问卷中也指出，“肢体活动范围在幼儿阶段不会成为限制其基本协调性发展的主要因素，因为3～6岁阶段幼儿的柔韧性比较好，能够满足基本协调能力的需求”，但它是协调能力发展过程中不可缺失和不容忽略的因素，因此保留2个构面。此外，经检验，模型的组成信度CR为0.7，达到规定标准范围，AVE为0.486接近0.5的标准，表明模型的收敛效度指标可接受。

3.3　幼儿基本协调能力评价结构模型的建立

分析验证得到幼儿基本协调能力的评价结构模型（图5），其由平衡能力、空间定向能力、肢体活动范围、节奏能力、肢体配合能力、感知判断能力等结构要素组成。

各构成要素由2～4项测试指标组成，是评价幼儿基本协调能力的主要因素。

表3　一阶验证性因子分析结果

Table 3　First-Order Confirmatory Factor Analysis Results

构面	指标	模型参数估计值				收敛效度			
		非标准化因素负荷	*SE*	*CR*	*P*	标准化因素负荷	SMC	*CR*	AVE
节奏能力	X_1	1				0.836	0.699		
	X_2	1.062	0.089	11.929	***	0.796	0.634	0.866	0.620
	X_3	0.979	0.079	12.358	***	0.836	0.699		
	X_4	0.774	0.083	9.298	***	0.669	0.448		
空间定向能力	X_1	1				0.737	0.543	0.805	0.510
	X_2	1.119	0.101	11.036	***	0.780	0.608		
	X_3	1.035	0.104	9.943	***	0.677	0.460		
	X_4	0.882	0.094	9.372	***	0.635	0.402		
肢体配合能力	X_1	1				0.932	—	—	—
	X_2	0.989	0.079	12.559	***	0.901	—		
肢体活动范围	X_1	1				0.687	—	—	—
	X_2	0.577	0.115	5.020	***	0.807	—		
平衡能力	X_1	1				0.600	0.360	0.768	0.554
	X_2	1.345	0.164	8.212	***	0.805	0.648		
	X_3	1.059	0.122	8.649	***	0.550	0.300		
	X_4	1.115	0.143	7.795	***	0.641	0.410		
感知判断能力	X_1	1				0.701	—	—	—
	X_2	0.028	0.012	3.156	**	0.316	—		

注：**$P<0.01$，***$P<0.001$；下同。

表4　验证性因子分析拟合检验适配度指标对比

Table 4　Comparison of Fitness Test Indicators for Confirmatory Factor Analysis

χ^2	d*f*	χ^2/d*f*	RMSEA	GFI	AGFI	CFI	TLI
232.621	122	1.907	0.058	0.916	0.882	0.906	0.920
242.223	131	1.849	0.056	0.912	0.885	0.936	0.926

4　分析与讨论

4.1　模型要素分析

为综合反映协调能力的内在属性，本研究从幼儿基本协调能力的运动学特征和影响因素着手，依据安全、客观、有效的原则，构建了幼儿基本协调能力的结构要素及指标，包括平衡能力、空间定向能力、肢体活动范围、节奏能力、肢体配合能力、感知判断能力维度。

平衡能力是幼儿基本协调能力的重要组成，也是人体维持正常活动的一项重要功能。它是个体任务执行过程中保持身体所在位置的能力，通过调节使重心始终保持在支撑面内，以维持姿势的相对稳定。幼儿在不同环境和任务中有效的活动、协调的动作，需要在静态和动态活动期间保持身体姿势受控的能力（Villaplana，2016）。

表5　幼儿基本协调能力模型参数估计值

Table 5　Parameter Estimation of Children's Basic Coordination Ability Model

构面	模型参数估计值					收敛效度			
	非标准化因素负荷	*SE*	*CR*	*P*	标准化因素负荷	SMC	1-SMC	*CR*	AVE
平衡能力	1.000				0.770	0.593	0.407		
空间定向能力	0.653	0.135	4.837	***	0.635	0.403	0.597		
肢体活动范围	0.089	0.518	2.195	**	0.308	0.095	0.905		
节奏能力	0.124	0.128	2.066	**	0.578	0.334	0.666		
肢体配合能力	0.949	0.188	5.054	***	0.600	0.360	0.640		
感知判断能力	0.083	0.002	1.228	*	0.229	0.052	0.948	0.700	0.486

注：*$P<0.05$。

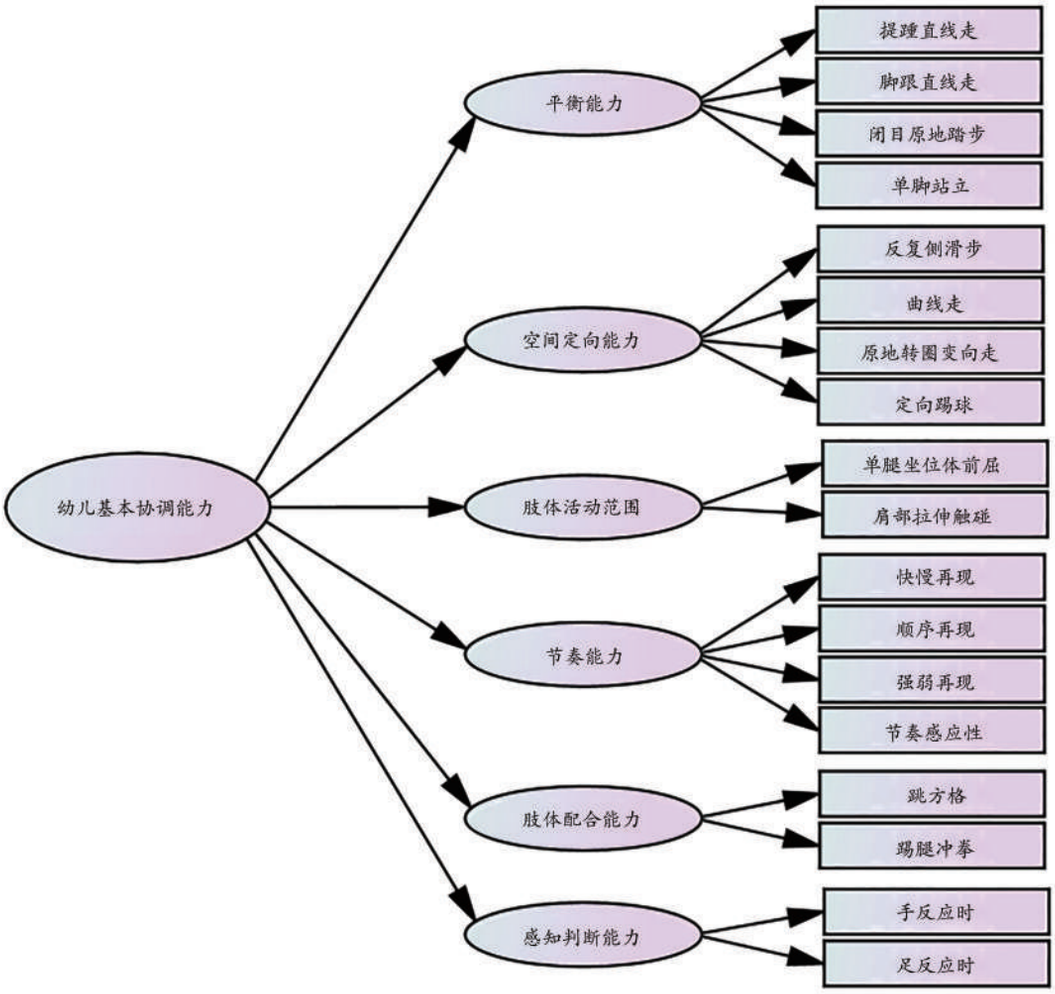

图5　幼儿基本协调能力评价结构模型

Figure 5.　Evaluation Structural Model for Children's Basic Coordination Ability

节奏能力是指幼儿积极地感知并表现音乐节奏的能力。良好的节奏能力，可以使各器官系统的工作更协调，促进肌肉的收缩与放松，使动作更省力。节奏源于不同形式的物质运动，与人体运动密切相关。节奏感强的幼儿在运动中能够更好地表现动作，更快地学习技能，展示出更高的协调性。节奏能力是幼儿基本协调能力的重要构成要素。

空间定向能力对个体动作的掌握及技能的形成具有重要作用，是协调能力的重要构成因素。3岁幼儿以自身为出发点和依据确定方向，随后发展成以物为依据辨别空间位置，学龄后期逐渐形成不以自己立场为出发点的空间定向（B.C.穆欣娜，1990）。空间定向能力是幼儿正确辨别所在运动环境、地点及位置并能调整动作达到目标的能力，对动作反应灵活性及协调能力发展具有重要意义（王甦，1991）。

肢体活动范围属于柔韧素质，表现为肢体各关节、韧带、软组织的伸展程度。幼儿动作的柔韧性是动作中主要关节的活动范围，包括髋、膝、肩等关节的活动幅度，外部表现为肢体的活动范围。柔韧性会影响运动中肢体的活动幅度和美感，最大限度地避免运动过程中的损伤，对基本协调能力具有潜在的制约作用。因此，肢体活动范围是影响幼儿基本协调能力的因素之一。

幼儿时期简单的动作模式和早期动作经验是个体基本动作技能和协调能力发展的基础。幼儿基本协调能力是在各神经、系统、器官的协调配合下表现的各肢体间的协调配合能力，肢体间的配合能力是幼儿协调的外在表现特征和重要组成条件，因此，肢体配合能力是幼儿基本协调能力的一个评价要素。

感知判断能力是构成幼儿基本协调能力的重要因素之一。感知动作与信息处理在动作反应过程中是密切联系的，动作的质量与反应时（即信息处理的速度与精确度）有关，反映了神经与肌肉系统在执行动作过程中的协调性和灵活性，在学习和应用动作技术过程中起到基础作用，且反应的速度与动作的精确度有较大的关系（严进洪，2001）。因此，感知判断能力也是掌握基本协调能力的前提（杨锡让 等，2007）。

4.2 模型科学性分析

指标初选是构建评价体系的首要步骤。特尔菲法是多名专家在互不干扰的环境中进行的，通过信息知识协同，形成较为合理的指标（王然，2016），故为常用的指标初选方法。由于研究涉及体能、学前教育、学校体育等领域，本研究在对文献分析的基础上结合对相关领域权威专家的访谈进行指标初选。专家积极系数、权威程度、专家意见集中程度和变异系数较好地证实了指标内容效度的可信性。

探索性因子分析是国内评价结构效度的常规方法。采用交叉证实程序兼顾了理论的发展过程，有利于评价体系测试的确定性和可靠性（Chow et al.，2003）。采用的方法是把样本数据按比例进行探索性因子分析和验证性因子分析（花静 等，2010）。结合相关理论构建模型，通过验证性因子分析对模型进行检验，本研究使用交叉证实程序增加结构效度评价的可靠性。

4.3 评估工具比较分析

由于对协调能力定义的不同，选择的指标必然存在差异。BOTMP包含跑速和灵敏性、平衡、双侧协调、力量、上肢协调、反应速度、视觉动作控制、上肢速度和灵巧性8个子项目（Destefano，2008）。MABC-2将手部精细动作、手眼协调能力和平衡能力作为基本要素（Volkmar，2013）。PDMS由FM（精细动作）和GM（粗大动作）组成，GM包括反应、平衡、静止、移动、接和推5个纬度，FM包含抓握测试、手的使用、手眼协调和操作的灵巧性等（王素娟 等，2006）。TGMD将12个基本动作技能分为移动技能和物体控制2个子测试，其中移动技能包含跑步、跨跳、单脚跳、立定跳、水平跳跃、前滑步和侧滑步，物体控制包含地滚球、击球、原地拍球、接球、踢球和上手投球（Ulrich，1985）。不同于国外协调能力测试，首先，本研究从协调能力的定义和要素出发，把感知判断能力和肢体活动范围作为协调能力的重要构成要素，认为协调能力中若缺乏感知判断能力，仅依靠动作能力测试不足以全面反映幼儿协调能力。而且，肢体活动范围与粗大动作能力关联密切。这一能力的提高，将有利于幼儿更快、更好地掌握动作，促进协调能力发展。同时，本研究中的空间定向能力包含下肢动作和视觉协调配合的测试，更贴近幼儿的运动生活场景。其次，MABC、BOT-2和PDMS对精细动作设置了较大比重，粗大动作相对弱化，本研究从幼儿基本动作发展角度出发，测试内容倾向于一般儿童动作能力的测评，指标选择上更倾向于粗大动作协调能力指标；TGMD强调动作技能的序列组成（Valentini，2012），M-ABC重点关注手眼协调能力，本研究更倾向于肢体的动作协调及完成状态。此外，以上均未包含对空间定向能力及节奏能力的测试。良好的空间与时间知觉有利于幼儿准确地把握动作时机，更加符合真实环境下的协调能力表现。

从测试样本分析，4种评估工具以欧美样本为主：BOTMP以美国765名4.5～14.0岁。正常发育儿童为标准建立，BOT-2包含美国1 520名4～21岁儿童和青少年（Deitz et al.，2007）；MABC的测试人群为美国、加拿大和英国儿童，在欧美国家已被证明有良好的适用性，但在日本以及中国香港地区的研究表现出文化差异，对于亚洲儿童，此测试指标可能需要做一些调整（Waelvelde et al.，2007）；PDMS选取617名0～83个月正常发育儿童，PDMS-II选取2 003名5岁以下儿童；TGMD样本由美国909名3～10岁儿童组成（Ulrich，2000）。由于与欧美国家在种族、文化、运动方式和习惯等方面存在差异，不同地域的幼儿发育水平会有所区别。以上评估工具选取欧美人群作为常模，其适用性在中国将存在一定的局限性，因而有待进一步验证（李卓 等，2008）。本研究指标体系的构建符合国际规范。

信效度检验是构建测量工具重要的组成部分（保罗·E. 斯佩克特，2017）。多项研究对评估工具做了进一步检验，发现BOTMP不能区分精细运动和粗大运动，是对一般动作技能的评价，因此，其结构效度受到质疑，因子分析结果不能支持假设的粗大和精细动作分组（Tabatabainia et al.，1995）。修订出版BOT-2（Bruininks et al.，2005）分别用评分者信度、重测信度和内部一致性信度进行检验，并运用内容效度、结构效度与效标效度进行效度检验，还通过临床组和正常组对比进行了综合效度检验。中国学者修订和标准化了3～7岁的MABC（花静 等，2010），使用重测信度、内部一致信度进行检验，总Cronbach's α系数为0.549。在基础研究中Cronbach's α系数至少应达到0.8才能接受，在探索研究中Cronbach's α系数至少应达到0.7才能接受，在实务研究中Cronbach's α系数应达到0.6，但国内修订版内部一致信度并没有完全满足此要求，因此缺乏可靠性和有效性的证据为其不足之处（Waelvelde et al.，2007）。PDMS使用重测信度、评分者间信度和内部一致性信度进行检验（Folio et al.，2000）。研究证实，PDMS-FM-2拥有良好的重测信度和评分者信度（Hartingsveldt et al.，2005），但接、推和非运动技能没有表现出良好的信度（Schmidt et al.，1993）。Ulrich（2013）依据TGMD-2的使用反馈修订了TGMD-3，多个国家对此进行了不同文化背景下的检验（Estevan et al.，2017；Valentini et al.，2017；Webster et al.，2017），均表现出良好的信效度。每种测试工具都具有局限性和自身特征，研究幼儿协调能力可以选择任何一种标准化评估工具，但要保证工具的可靠性和有效性。选用时应仔细比较和分析其长处和短处，运用最佳测试方法达到测试目的。不过，最终对测试结果进行全面理解还需专业解释。

本研究局限性：一是由于协调能力影响因素的综合

性、复杂性，在概念的理论界定及影响因素等方面尚未有一致的认定，因此，对幼儿基本协调能力结构要素等方面的研究难免存在缺陷与不足，需要进行更深入的分析与检验。二是样本范围的限制，本研究仅把山东省作为抽样地区。三是由于对幼儿基本协调能力评价指标进行定性分析，在指标选择时力求尽量全面，因此本研究的指标数较多。考虑到指标的简洁性和易操作性，建议后续研究继续对指标进行分析验证，选择最具代表性、影响最强的指标以使评价体系更实用。

5 结论

通过对实测数据的探索性因子分析筛选及验证性因子分析检验，基本协调能力各结构要素构面下的测量指标能较好地与理论模型拟合，幼儿基本协调能力结构模型假设成立。模型由平衡能力、空间定向能力、节奏能力、感知判断能力、肢体配合能力、肢体活动范围等结构要素组成，为定量评估幼儿基本协调能力的发展水平提供了一定的理论参考。

参考文献：

B.C.穆欣娜，1990.儿童心理学[M].北京：人民教育出版社：259.

白爱宝，1999.幼儿发展评价手册[M].北京：教育科学出版社：38.

保罗•E.斯佩克特，2017.评分加总量表构建导论[M].上海：格致出版社，上海人民出版社：96.

葛欧瑟，1983.运动训练学[M].田麦久，译.北京：北京体育学院出版社：60.

过家兴，1986.运动训练学[M].北京：北京体育学院出版社：363.

花静，吴擢春，孟炜，等，2010.儿童发育协调障碍评估工具在我国应用效度的初步分析[J].中国儿童保健杂志，18(7)：556-559.

李卓，席宇诚，黄真，2008. PDMS-2运动发育量表与Gesell儿童发育量表一致性研究[J].中国康复医学杂志，23(12)：1071-1073.

刘大维，2011.儿童动作协调能力的内涵、影响因素及其培养策略[J].学前教育研究，(6)：45-47.

王春枝，斯琴，2011.德尔菲法中的数据统计处理方法及其应用研究[J].内蒙古财经学院学报(综合版)，9(4)：92-96.

吕季东，2007.专项力量测量的理论与方法[M].北京：北京体育大学出版社：78.

王然，2016.中国省域生态文明评价指标体系构建与实证研究[D].武汉：中国地质大学.

王甦，1991.普通心理学和实验心理学研究[M].成都：四川科学技术出版社：33.

王素娟，李惠，杨红，等，2006. Peabody运动发育量表[J].中国康复理论与实践，(2)：181-182.

王新雷，练碧贞，张晓丽，等，2016.中国男子篮球职业联赛目标动力机制评价模型构建及实证研究[J].体育科学，36(7)：32-39.

王政淞，李红娟，张柳，2017.动作能力对儿童青少年体力活动与健康促进的重要意义：基于动作能力研究模型的综述分析[J].体育科学，37(11)：72-80.

吴明隆，2010.结构方程模型：AMOS的操作与应用[M].重庆：重庆大学出版社：208.

徐政，1997.儿童动作协调能力测量方法及指标体系的研究[J].西安体育学院学报，14(3)：16-21.

徐欣，2006.《国民体质测定标准》(幼儿部分)网球掷远和立定跳远的分析与研究[J].中国体育科技，42(2)：55-56.

严进洪，2001.反应时与动作速度精确度之关系[J].体育科学，21(1)：66-68.

杨锡让，傅浩坚，2007.人体运动科学经典研究方法的发展与应用[M].北京：人民体育出版社：216.

詹姆斯•O•卢格，1996.人生发展心理学[M].陈德民，译.上海：学林出版社：427.

张大超，李敏，2013.我国公共体育设施发展水平评价指标体系研究[J].体育科学，33(4)：3-23.

张柳，李红娟，王欢，等，2020.幼儿基本动作技能与身体素质的关联性[J].中国学校卫生，41(4)：554-557.

张云，2010. 3～6岁儿童动作协调能力测试方法与发展特征问题的探讨[J].西安体育学院学报，27(5)：603-606，626.

周嘉琳，罗冬梅，陈皆播，2017.幼儿灵敏协调能力评价方法的改良[J].中国体育科技，53(1)：83-89.

周亮，邱苗，杨斌，2020.我国幼儿体育发展的机遇、困境与对策研究[J].山东体育学院学报，36(1)：36-41.

BRUININKS R，BRUININKS B，2005. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency[M]. 2nd ed. Minneapolis NCS Pearson：57.

BURTON A W，MILLER D E，1998. Movement Skill Assessment[M]. Champaign IL：Human Kinetics：5.

CHOW S，HENDERSON S E，2003. Interrater and test-retest reliability of the Movement Assessment Battery for Chinese preschool children[J]. Am J Occup Ther，57(5)：574-577.

CLARK J E，1994. Motor development[M]//Encyclopedia of Human Behavior. NT：Academic Press：245.

CLARK J E，WHITALL J，1989. What is motor development？The lessons of history[J]. Quest，41(3)：183-202.

DEITZ J C，KARTIN D，KOPP K，et al，2007. Review of the Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency，second edition（BOT-2）[J]. Phys Occup Ther Pediatr，27(4)：87-102.

DESTEFANO L，2008. Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency（BOT-2）[M]//Encyclopedia of Special Education. Hoboken，New Jersey：John Wiley & Sons，Inc：259.

DIEM L，1991. The Important Early Years：Intelligence Through Movement Experiences [M]. Reston，VA：American Alliance for Health，Physical Education Recreation and Dance：21.

DOLL W J，XIA W，TORKZADEH G，1994. A confirmatory factor analysis of the end-user computing satisfaction instrument[J]. Mis Quart，18(4)：453-461.

ESTEVAN I，MOLINA-GARCIA J，QUERALT A，et al.，2017. Validity and reliability of the Spanish version of the test of gross motor development-3[J]. J Motor Learn Dev，5(1)：69-81.

FOLIO M R，FEWELL R R，2000. Peabody Developmental Motor Scales Examiner's Manual[M]. 2nd ed. Austin，TX：Pro-Ed：33-52.

FORNELL C，LARCKER D F，1981. Structural equation models with unobservable variables and measurement error[J]. J Marketing Res，18(1)：39-50.

HARTINGSVELDT M J，CUP E H，OOSTENDORP R A，et al.，2005. Reliability and validity of the fine motor scale of the Peabody Developmental Motor Scales-2[J]. Occup Ther Int，12(1)：1-13.

（下转第107页）