青少年对抛体运动认知的特点*

赵军燕[1,2] 俞国良**[3]
([1]中国科学院心理研究所,北京,100101) ([2]中国科学院研究生院,北京,100049)
([3]中国人民大学心理研究所,北京,100872)

摘 要 利用抛体运动考查在判断和运动两种试验任务下,青少年概念知识和运动知识的分离及特点。被试为160名中学生,结果表明:(1)青少年的概念知识年级差异显著,在中、高目标水平,初二年级概念知识水平显著低于初一及高中年级。(2)青少年的运动知识没有显著的年级差异。(3)青少年的运动知识和概念知识发生了分离。

关键词:朴素物理 概念知识 运动知识

1 问题提出

人们依靠视觉信息来认识周围的环境,构建对世界的表征以及控制自己的运动。Goodale(1998)等人认为,视觉系统在加工视觉信息时有两个功能分离的通路:一个是腹侧通路(ventral stream),负责对物体和事件的认知;另一个是背侧通路(dorsal stream),负责对运动的知觉控制。也就是说知觉物体和控制物体运动是两个功能分离的过程。以上假设从灵长类动物和神经受损的病人那里得到了大量的证据[1]。

朴素物理的运动领域因其具有认知、知觉、运动的综合特点,是研究两种功能分离的丰富领域。Zagoa(2005)等人认为,视觉系统中的知觉、运动系统分别和朴素物理理论中的概念和运动两种知识表征系统相联系[2]。因此,研究者通常利用抛体运动探查儿童的两种知识表征系统,为验证两种功能分离的视觉系统提供进一步的证据。概念知识由判断任务来考查,运动知识则通过运动任务来考查[3,4]。Krist(1993)在抛体运动实验中,以5-6岁、10岁儿童和成人为被试,考察其概念知识和运动知识的关系[3]。研究发现,儿童对抛体运动的概念知识非常贫乏,但和运动物体发生作用时却显示了高度的精确性,其概念知识和运动知识发生了分离,而成人却没有出现分离现象[4]。然而研究中存在的问题是,成人的抛球经验要远比儿童丰富,采用对不同被试来说熟悉度不同的实验,来探查其知识的分离似乎不太合适。另外,在被试的选择中没有考虑正在接受科学教育的青少年,其概念知识和运动知识是否分离没有进行过系统研究。本研究试图在前人研究的基础上,考察青少年两种知识系统的发展特点,为科学教育提供参考,并进一步为两种视觉系统及两种知识表征系统分离的研究提供支持。

2 研究方法

2.1 被试 在一所普通中学随机选择初一、初二、高一、高二学生共160人,男女各半,每个年级40人,平均年龄分别为:13.6岁,14.8岁,16.6岁,17.6岁。

2.2 实验材料

为使实验任务符合青少年的认知特点并具备新颖性,本研究对Krist(1993)的定量评估范式进行了改进[3]:采用双线摆装置,A球摆动后打击B球,B球水平抛出,落在水平挡板上。挡板的高度可调***(图1)。

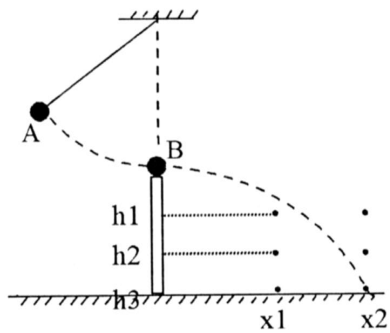

图1 实验装置图

2.3 实验设计

采用4×3×2×2(年级×高度×距离×任务)三因素混合设计,自变量为:年级、高度、距离;因变量是B球的判断速度和运动速度。

2.4 实验程序

(1)练习:主试指导被试练习击中不同目标三次,给予反馈。

* 本研究工作得到"国家自然科学基金项目(30570614)"资助。
** 通讯作者:俞国良。E-mail:yugllxl@sina.com.cn
*** 文中的高度h均指从B球抛出点到目标点的距离,h1<h2<h3,h1、h2、h3分别为低、中、高目标点。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(2)判断任务:有六个目标(图 1),主试要求被试判断:欲击中不同目标,A 球需摆动的角度,并根据相关公式将摆动角度换算成 B 球抛出的判断速度。

(3)运动任务:

要求被试摆动 A 球,使 B 球抛出以击中目标。主试记录小球 B 的落点,并计算 B 球抛出的实际运动速度。每个被试要单独进行六个目标的实验,时间大约为 20 分钟。

3 结果与分析

以年级、任务为自变量,分别将 B 球的判断速度、运动速度与理论最佳速度之差的绝对值为因变量,进行重复测量的方差分析。结果发现,任务主效应显著,$F(1,156)=107.54$,$p<0.001$,运动条件下被试的成绩显著好于判断条件下成绩;年级主效应显著,$F(3,156)=6.33$,$p<0.001$,初二年级在两种任务下的成绩显著比初一、高中年级差,而初一和高中年级两种任务的成绩没有显著差异;年级和任务的交互作用不显著,$F(3,156)=1.22$,$p<0.01$。

为进一步阐述两种任务的分离情况,对各年级的判断速度、运动速度分别和理论最佳速度进行比较(见图 2、图 3):

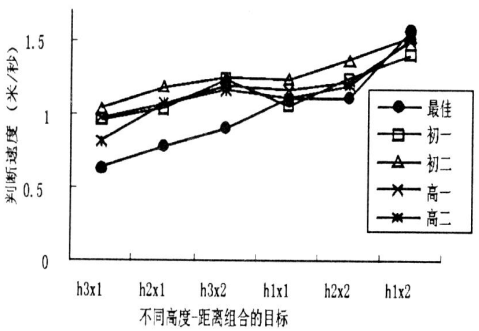

图 2 各年级的判断速度和最佳速度的比较

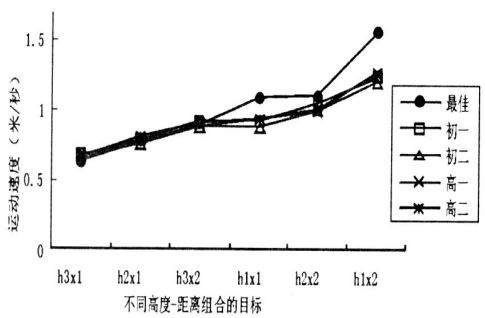

图 3 各年级的运动速度和最佳速度的比较

由图 2、图 3 可以看出,被试对每个目标点的判断速度和运动速度的准确程度是相反的,在判断任务中,被试对两个低目标(h1x1、h1x2)的判断速度比较准确,而对中、高目标点(h2x1、h2x2、h3x1、h3x2)的判断速度和最佳速度的差异较大。在运动任务中,被试对两个低目标的运动速度和最佳速度差异较大,而其他高目标点的运动速度则很准确。可见,运动速度和判断速度出现了分离。

尽管如此,各年级的运动、判断成绩随高度 - 距离变化的发展趋势和理论最佳值的变化趋势基本相符,说明大部分青少年在两种任务中,均能考虑到高度和距离两个维度,只是整体的准确程度存在差异,运动条件下的成绩更接近最佳速度。

4 讨论

4.1 青少年的概念知识特点和物理教育的影响

从实验结果可以看出,随着年级的增长,青少年对两维信息的认知加工水平提高了。但是在各目标水平,初一、高一和高二年级的判断成绩没有显著差异。可见,物理教育对于提高青少年的概念知识,消除错误的朴素信念并没有起到明显的促进作用。这个结论和 Krist(2000)落体实验的结论一致[5]。

研究中一个有趣的现象是,在中、高目标水平,初二的判断成绩显著低于初一和高中年级。在廖伯琴等人(1997)关于朴素物理表征的研究中,也出现了这种"初二现象"[6]。初一学生没有接受物理教育,他们判断更多是依靠生活中的经验和直觉,其概念知识更忠实于生活本身;初二年级刚刚接受物理基础知识教育,当科学理论和朴素理论发生冲突的时候,他们会部分修正自己的理论,形成综合心理模型。这种综合模型使学生在科学教育过程中再次形成错误概念[7]。可见,科学概念的建立是在朴素理论基础上再表征和重构的漫长过程。

高中学生已经系统学习了抛体运动知识,但是其判断成绩和初一学生相比并不存在显著差异。这说明,高中学生学的知识只是一种惰性知识(inert knowledge)[8],是任务和情境特殊化的[9]。因此,在科学教育中要注重培养学生灵活运用知识及知识迁移能力。

4.2 青少年的运动知识特点

青少年的运动知识发展良好,没有存在年级差异。从图 4 可以看出,在难度较大的高目标点(h2x1、h2x2、h3x1、h3x2)上,被试的运动速度和最佳速度非常相符,可是在简单的低目标点(h1x1、h1x2),成绩却不理想,或许是由于近距离需要更精细的运动技能。

4.3 青少年两种知识系统的分离特点

研究结果表明,青少年的概念知识和运动知识发生了分离,运动知识显著好于概念知识,为儿童两种视觉系统及两种知识表征系统分离的研究提供了

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进一步支持。和 Krist (2003) 的研究[4]相比,自儿童掌握了一定的运动知识之后,在对抛体运动认知发展的过程中,概念知识和运动知识分离有着不同的特点:

第一,一维对两维整合的分离。前人的研究表明,5、6 岁儿童就已经拥有了良好的运动知识,而在判断任务中,却只考虑距离维度[4]。可见,儿童对抛体运动的认知特点是符合皮亚杰的阶段理论的。皮亚杰在研究液体数量守恒任务时发现,处于前运算阶段的儿童,在判断任务中倾向于以将全部注意集中于他们感兴趣的单一特征,而忽视其他与任务有关的特征[10]。而在运动任务中,他们却能整合高度和距离两个维度,拥有了良好的运动知识。

第二,两维错误整合对两维正确整合的分离。在 Krist (1993,2003) 的研究中发现,7 - 10 岁儿童在判断中能够考虑两个维度,但是却存在着错误的高度信念即启发式思维,说明其概念知识是建立在对两维的错误整合基础上。而在运动中却能正确整合高度和距离两个维度。[3][4]

第三,两维正确整合对两维准确整合的分离。这是两种知识系统分离中青少年所特有的特点。在判断任务中,尽管青少年仍不可避免地存在着错误信念,但是就整体而言基本能够利用物理原则正确整合高度和距离维度。这说明青少年的概念知识随着年龄的增长,在不断对错误信念自我修订过程中得到进一步发展。而在运动任务中,青少年展示了发展良好的运动知识,能够准确地整合高度、距离两个维度的信息。

综上所述,青少年的概念知识和运动知识仍然存在着分离,是正确的知觉判断和准确运动之间的分离。这说明他们的两种知识系统有着不同的发展过程和发展速度。

5 结论

(1) 青少年的概念知识年级差异显著,在中、高目标水平,初二年级概念知识水平显著低于初一及高中年级,而其运动知识没有显著的年级差异。

(2) 青少年的运动知识和概念知识发生了分离,两种知识系统有着不同的发展速度。

6 参考文献

1 Goodale M A, Haffenden A. Frames of reference for perception and action in the human visual system. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 1998, 22 (2): 161 - 172

2 Zagoa M, Lacquanitia F. Cognitive, perceptual and action-oriented representations of falling objects. Neuropsychologia, 2005, 43: 178 - 188

3 Krist H, Fieberg E L, Wilkening F. Intuitive physics in action and judgment: the development of knowledge about projectile motion. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 1993, 19 (4): 952 - 966

4 Krist H. Knowing how to project objects: probing the generality of children's action knowledge. Journal of Cognition and Development, 2003, 4(4): 383 - 414

5 Krist H. Development of naive beliefs about moving objects: the straight - down belief in action. Cognitive Development, 2000, 15: 397 - 424

6 Liao B Q, Huang X T, Fan W. Experiments on effects of naive representation onto the physics problem solving (in chinese). Journal of southwest china normal university (natural science), 1997, 22(6): 704 - 712

7 Vosniadou S. Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In: Sinatra G M, Pintrich P R. (Eds). Intentional conceptual change. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2003: 377 - 405

8 Vosniadou S, Skopeliti I, Ikospentaki K. Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. Cognitive Development, 2004, 19: 203 - 222

9 Kikas E. University students' conceptions of different physical phenomena. Journal of Adult Development, 2003, 10(3): 139 - 150

10 Flavell J H, Miller P H, Miller S A. Cognitive development (in chinese). Fourth printing. East China Normal University Press, 2001: 186 - 211

Adolescents' Cognition Characteristics About Projectile Motion

Zhao Junyan[1,2], *Yu Guoliang*[3]

([1]Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101) ([2] Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

([3] Institute of Psychology, Renmin University of China, Beijing 100872)

Abstract A projectile motion was conducted to investigate the conceptual knowledge and motor knowledge of adolescents in the judgment condition and action condition. The participants were 160 middle school students. The results showed: (1) There were significant differences in conceptual knowledge in different grades: high school students' conceptual knowledge was better than that of middle school students in grade 2 at the medium and high target level. (2) No significant difference was found in motor knowledge in different grades. (3) There was a significant dissociation of motor knowledge and conceptual knowledge in adolescents.

Key words: naive physics, conceptual knowledge, motor knowledge

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net