

# 学前儿童与成人的视觉-动作控制 及运动行距估计的研究

林仲贤 张增慧 孙秀如  
(中国科学院心理研究所)

武连江 张文欣  
(北京师院教科所)

## 一、前言

运动知觉是对物体在空间位移和对速度变化的一种知觉。一些研究者曾对运动知觉的阈限进行过测定<sup>(1、2、3)</sup>。在实际生活中,人们并不单纯地觉察一个物体是在运动还是静止,而是对一个运动着物体作出及时的动作反应(视觉-动作控制)。这种视觉-动作反应不同于一般简单的反应时的测定,它要求被试者对一个预定的目标作出反应时,需要掌握动作提前量的控制,否则就会出现超前反应或错后反应。同时,一个运动着的物体有时由于各种原因而在隐蔽中进行,此时就要求人们估计它的行进距离。R. M. Gottsdanker<sup>(4)</sup>曾对客体的三种不同运动速度(定速、加速、减速)的知觉判断进行过实验,发现被试者对加速与减速的运动速度的判断都不准确,对加速运动常产生低估,而对减速运动产生高估。R. E. Mori<sup>(5)</sup>等采用连续灯光闪亮代表一个客体的运动,要求被试者对运动行程进行预测,结果表明,多数的误差是反应低估(即提前反应)。曹日昌等<sup>(6)</sup>曾探讨过影响运动行距预测的一些有关因素,如运动域结构、预测方法、经验及诱因等。结果表明,让被试获知结果及以手伴随刺激光点的运动对于运动行程预测的准确性有着积极作用。近一、二十年来一些研究者曾对运动觉察器理论进行了探讨,发现视觉系统存在着专门感受运动的细胞,对不同的运动方向发生反应,如当刺激物按一定方向和一定速度在视野中移动时,细胞便发生反应,刺激物静止时便不发生反应<sup>(7、8)</sup>。

对运动知觉的研究,国内近一、二十年来研究很少。近年来有的研究者曾对儿童物体运动速度的认知发展进行过一些研究,主要是了解儿童对速度概念发展的水平<sup>(9、10)</sup>。我们这次研究是采用专门仪器呈现一个以一定速度运动着的物体,探讨学前儿童的视觉-动作控制能力及对运动物体的行距估计的能力发展情况,并与成人的结果进行比较,以进一步了解其不同年龄阶段的发展水平。

## 二、方法

实验一:视觉-动作控制实验

方法:实验系采用一台电动深度觉试验仪进行。此仪器大小为156cm×26cm。仪器箱内

---

\* 本实验研究得到中国科学院西郊第一幼儿园及北京师范大学幼儿园的大力协助,特此致谢。

有三根垂直的黑色杆（杆的直径为3mm），其中一根可以通过电钮控制前后移动。另外二根分别固定在箱内轨道上的左右侧。在本实验中，一根杆固定于从轨道中心O点处起朝向被试者的100mm处的左侧；另一根则背向被试者100mm处的右侧。移动的杆在轨道的正中，前后移动的范围为±200mm。杆的移动速度为25mm/sec。三根杆排成一水平时，相互间隔为30mm。箱内壁涂以白色，采用二只15W的日光荧光灯分别从箱内左右两侧照明。仪器的正前方有一观察窗，面积为105mm×45mm。观察窗可任意开关。仪器箱内的左右两侧各有一标尺，刻度以毫米为单位，误差可从标尺中读出。

112名3~6岁的学前儿童，其中男58人，女54人，分4个年龄组，每年龄组为28人，分别对水平运动物体（左↔右）进行视觉一动作控制及纵深运动物体（前↔后）进行视觉一动作控制。进行纵深视觉一动作反应实验时，被试正坐离观察窗40cm处的椅子上，手持一反应键。被试者的视线经观察窗可看到仪器箱子内的三根黑杆。可移动的杆由主试者将速度选择开关置于所需的速度位置，并将方向指示旋钮转至向前（F）或往后（B）的位置，此时移动杆可分别根据需要朝向被试者或背向被试者以25mm/sec速度移动。在本实验中，被试者以左右两侧固定的黑杆间的距离为全距（全长200mm），每个被试要求在运动着的杆由前往后移动到背向被试100mm处右侧的黑杆处时立即作按键动作反应，或由后往前移动，当移到朝向被试者100mm处左侧的黑杆处时立即作按键动作反应，使运动着的杆停止运动（在本仪器中，只要被试一按键，杆当即停止运动）。要求做得越准确越好。如果一点误差都没有，则此时二根杆是完全并排的。每个被试均分别对不同方向的运动作三次视觉一动作反应，求其平均误差值。为了避免距离因素的影响，在做由前往后（前→后）的方向视觉一动作控制时，将椅子往前移动200mm，以保持观察距离相等。

进行水平运动视觉一动作控制实验时，不是通过仪器正前方的观察窗来注视移动的刺激物（黑杆），而是在仪器的左侧通过注视一条长为410mm，宽为15mm的宽缝中的一根运动着的指针进行实验。在宽缝中标有刻度（以毫米为单位）。指针运动速度为25mm/sec（快速为50mm/sec）从左往右（左→右）或从右往左（右→左）移动。实验时，被试者坐在仪器的左侧的椅子上（与主试者对面），距离控制同上。用眼睛追随宽缝中以一定速度从左往右或从右往左运动着的指针，当指针从左至右或从右往左移动到所指定的标志时，立即作按键反应使指针停在所规定的刻度标记上，要求越准确越好。每个运动方向（左↔右）均作3次视觉一动作反应实验，计算其平均误差值。

另外，还有34名成人被试，其中男20人，女14人，年龄18~50岁，平均年龄31岁，也参与视觉一动作控制实验。除了采用儿童被试所用的慢速外（25mm/sec），还加上快速（50mm/sec）条件。成人被试只进行了从左到右的水平方向视觉一动作控制实验。每人作4次，求其平均误差值。

结果：实验结果见表1、表2、表3和表4。

从表1及表2可以看到，学前儿童的视觉一动作控制能力在3岁阶段很差，误差值很大，但到4岁阶段则有着十分明显的提高，误差值大大缩小，这种视觉一动作控制能力随着年龄的增长而逐步提高。水平运动视觉一动作控制，左右方向没有什么差别（ $P > 0.05$ ），而纵深运动视觉一动作控制，前后方向的结果有明显差别，由前→后方向运动的视觉一动作控制，误差值明显大于由后→前的误差值（ $P < 0.01$ ）。并且纵深视觉一动作控制要远较之水平视觉一动作控制更为困难，前者的误差值明显大于后者。

表 1

学前儿童视觉—动作控制实验结果

(单位: mm)

年 龄	条 件 结 果(误差)	水平运动视觉—动作控制		纵深运动视觉—动作控制	
		左→右	右→左	前→后	后→前
3 岁	平均值	21.53	21.36	35.20	34.97
	标准差	9.67	14.63	15.44	12.63
4 岁	平均值	8.30	8.07	19.50	15.76
	标准差	4.50	5.42	7.97	10.20
5 岁	平均值	4.47	4.83	11.75	11.20
	标准差	1.61	2.77	5.57	7.45
6 岁	平均值	3.52	3.32	8.26	6.40
	标准差	1.88	1.67	4.65	2.39
总平均	平均值	9.45	9.39	18.67	17.08
	标准差	4.41	6.12	8.40	8.18
差异性比较		t 值=1.131 P>0.05		t 值=2.833 P<0.01	

表 2

不同条件下各年龄组实验结果变异数分析

变 异 源	平方和	自 由 度	均 方	F 值	显 著 性
条件间 (A)	8170.63	3	511.30	7.746	P<0.01
年龄间 (B)	83483.26	3	27827.75	421.63	P<0.01
交互作用 A×B	1533.92	9	14263.46	216.11	
组内 (误差)	28514.27	432	66.00		
总 计	121702.08	447			

从表 3 可以看出,成人的视觉—动作控制误差值平均为 1.52 毫米,明显较之儿童的结果为优。与 6 岁儿童的结果比较,二者的差别是明显的 ( $t=0.321$ ,  $P<0.01$ )。同时,从表 3 中还可以看出,误差的大小与运动速度有关。快速条件下 (50mm/sec),误差值为 2.20mm,在时间上相当于 0.045 秒的误差;慢速时 (25mm/sec),误差值为 1.52mm,在时间上相当于 0.061 秒的误差。两者的差别是显著的 ( $P<0.01$ )。这表明,速度对视觉—动作控制的准确性有着明显的影响。

表 3

成人的视觉—动作控制实验结果

(单位: 毫米)

条 件	慢 速 ( 25mm/sec )	快 速 ( 50mm/sec )
结果(误差)		
平 均 值	1.52	2.20
标 准 差	0.82	1.25
差 数 值	0.68	
t 值	3.203	
P	<0.01	

表 4

儿童及成人水平运动视觉—动作控制误差偏向分析

误差偏向(%)	超前反应	错后反应	正确反应
年 龄			
3 岁	38.1	61.9	—
4 岁	39.2	59.5	1.3
5 岁	45.3	54.7	—
6 岁	35.7	52.3	12
成人	44.1	41.1	14.7

从表 4 的误差偏向的分析来看,在学前儿童中,无论哪一个年龄组均系错后反应多于超前反应,年龄愈小的儿童,错后反应的次数愈多。在成人中,错后反应与超前反应的差别不大,而正确反应的次数百分比则较之儿童为多。

实验二:物体运动行距估计实验

方法:实验仪器同实验一。在被试者所观察的宽缝中有一段距离用黑纸遮挡住,当移动

表 5

学前儿童及成人物体运动行距估计结果比较

实验结果(误差)	平 均 值 ( mm )	标 准 差
年 龄		
3 岁	36.15	18.05
4 岁	28.35	16.56
5 岁	26.77	13.20
6 岁	18.81	8.53
成人	16.80	12.18

着的指针从左往右移动至黑纸遮住的范围，被试者便看不见指针的移动情况。要求被试者根据原先所见到的指针移动的速度，估计在隐蔽中移动着的指针已到了所规定的箭头标记时（即目标），即作按键反应，运动的指针当即停止前进，要求愈准确愈好。主试者从另一侧的刻度上即可读出其误差值。在本实验中，指针运动的速度为25mm/sec。指针在公开暴露处移动的距离为198mm，在隐蔽中移动至箭头标记处的距离为102mm。参加这部分实验的被试人数，3~6岁的学前儿童112人，均参加过实验一的实验，成人44人，其中有34人曾参加过实验一的实验。每人判断3次，取其误差平均值。

结果：见表5、表6和表7。

表6 不同年龄儿童运动行距估计结果差异性比较（t值）

不同年龄	4岁	5岁	6岁
3岁	4.158**	4.227**	3.774**
4岁		3.873**	3.372**
5岁			2.971**

$t = 2.005 \quad P < 0.05$   
 $t = 2.668 \quad P < 0.01$   
 \*\*  $P < 0.01$

从表5与表6可见，学前儿童对物体运动行距的估计的准确度随着年龄的增长而逐步提高，各年龄间的结果差异均是十分显著的（ $P < 0.01$ ）。年龄愈小的儿童，准确性越差，到6岁的儿童阶段，平均误差值为18.8mm，已开始逐步接近成人的水平，但与成人的结果比较，两者仍然有着明显的差别（ $t = 2.463, P < 0.05$ ）。

表7 物体运动行距估计的误差偏向分析（次数%）

年 龄	误差偏向	低 估	超 估	正 确
	3岁		60.7	39.3
4岁		72.6	27.4	—
5岁		82.1	17.9	—
6岁		63.1	36.9	—
成人		65.9	31.8	2.3

表7的结果表明，无论哪个年龄组均以低估为多。在本实验中，由于目标物的宽度只有1mm，而运动着的刺激物的宽度也只有1mm，必需二者重叠在一起才算正确，故难度较大，成人也只有2.3%正确率。但可以从误差值的大小来了解不同年龄对运动行距估计能力的发展水平。

### 三、讨 论

一、在反应时的实验中，一般是先给被试者有关刺激（视觉的、听觉的或触觉的），被试者感知刺激后即作出动作反应，因此有一个反应潜伏期，这个潜伏期可因刺激性质而不同。但在本实验中，则是要求被试者用视觉追随一运动目标，而当在运动着的目标即将到达所规定的地点时，进行动作反应使其准确地停住在所规定的标记上，因此有一个动作量控制问题。如果反应十分准确，则时间可以为零（这可以从误差值偏向来推算出时间是超前、错后或是完全准确）。我们的实验结果表明，这种视觉一动作反应的准确性随着物体运动的速度而不同，在快速（50mm/sec）条件下较之慢速（25mm/sec）条件下的误差为大。这是可以理解的，因为在相同的单位时间下作出的反应，快速运动目标物要比慢速目标物的行程多一倍。从实验结果可以明显看出，不同年龄的儿童视觉一动作控制能力的发展水平是不同的，3岁儿童的这种视觉一动作控制能力是较差的（误差值很大），但到4岁阶段有着一个较大的明显的变化，无论是水平视觉一动作控制或是纵深视觉一动作控制，误差值开始明显下降，并且随着年龄的增长，误差值又进一步下降，到6岁阶段与成人在同样条件下所得的结果比较，仍然较之成人的结果为差（ $P < 0.01$ ）。在视觉一动作控制实验中，更多地是视觉与动作反应的相互配合，这与人的动作灵活性有关。有的被试知道该反应了，但就是反应不过来，或是过早地反应了。从表4的结果可以看出，在学前儿童中，错后反应多于超前反应，年龄愈小的儿童，错后反应愈多，也就是说反应“跟不上”。儿童随着年龄的增长这种视觉一动作控制的协调能力得到进一步改善。国外一些研究者 B. Carpenter 等<sup>(3)</sup>对幼儿（6~8岁）的视觉运动阈限的研究结果表明，儿童随着年龄的增长，运动知觉阈限会下降。在人的整个发育阶段直到25岁时，反应时间是逐渐缩短的，起初减得快，以后慢些。对3岁的儿童来说，要求具有视觉一动作高度的协调反应能力是困难的<sup>(11)</sup>。我们的结果也表明了同样的情况。但儿童从4岁开始便有着明显的变化，总的来看，儿童到6岁阶段仍然与成人有着明显的差距，落后于成人水平。

二、纵深视觉一动作控制的难度大于水平视觉一动作控制的难度，在前一种条件下，误差值明显大于后者，这是因为在前一种条件下，深度因素在起着作用，被试者不仅要用视觉追随运动物体，进行动作反应（提前量控制），并且还要根据视差进行深度判断。速度因素在视觉一动作控制中有着明显的影响。快速条件下（50mm/sec）较之慢速条件下（25mm/sec）的误差值为大，并且正确反应次数也明显减少（快速条件下正确反应次数为8，慢速为20）。这是因为在快速条件下，被试者更要求注意集中，视觉快速地追随运动刺激物，要及时作出相应动作反应，一有疏忽就出现较大误差，因为即使在相同的单位时间下作出的反应，快速运动的目标物要比慢速目标物的行程多一倍。

三、对运动物体行距的估计要比起对视觉一动作控制来得更为复杂与困难。对一个运动物体的行距估计或预测主要是根据对这个运动物体所给予视觉网膜上的连续刺激及空间移动的距离所形成的运动记忆表象来进行的，因此它是由三种知觉形式（运动、空间、时间）共同来完成的，其中时间知觉有着特殊意义。对儿童时间知觉的研究已有过一些报导。Д. Г. элькин<sup>(12)</sup>的研究表明，儿童对时间间隔的估计率是不准确的，但随着年龄的增长，准确性可以大大改善，平均误差减少30%。张增杰等<sup>(13)</sup>对5~8岁儿童时间知觉的研究表明，6岁儿童再现短时距离的准确度和稳定性高于5岁组，7岁儿童开始能使用时间标尺。

Paul Fraisse<sup>(14)</sup>指出,对持续时间的估计,成年人要比儿童更会利用多种估计系统。我们的实验结果表明,学前儿童对运动物体的行距的预测的准确度明显地受年龄的影响,准确度随着年龄的增长而提高,但与成人结果比较仍低于成人的结果。成人对运动物体行距的估计从运动表象转换为时间表象时比起儿童更善于利用多种估计系统来完成。成人被试能够利用计数、呼吸快慢、用手追随运动物体、利用眼睛及头部的转动幅度大小来帮助估计。可以设想,儿童一旦掌握了如何利用多种估计系统的标尺时,准确度还将会进一步提高。

## 结 论

1. 3~6岁儿童的视觉—动作控制实验的结果表明,刺激物从左→右或从右→左作水平方向运动时,视觉—动作控制所产生的误差值差别不大,但从前→后或从后→前作纵深运动时,误差值有着明显的差别。刺激物由前→后方向运动时的视觉—动作控制误差大于由后→前方向运动时的误差值。

2. 刺激物从前→后或从后→前作纵深运动时的视觉—动作控制误差大于从左→右或从右→左作水平运动时的视觉—动作控制的误差值。

3. 在学前儿童中,对视觉—动作控制的误差偏向分析表明,以错后反应为多。儿童随着年龄的增长,准确性逐步提高。在同样的条件下,成人的结果优于儿童的结果。在快速条件下(50mm/sec),视觉—动作控制的精确性低于慢速条件下(25mm/sec)的准确性。

4. 对运动物体运动行距的估计准确性,在学前儿童中是随着年龄的增长而提高的,在6岁阶段已开始向成人水平接近,但与成人结果比较二者的差别仍然是明显的。无论是儿童或是成人,其误差偏向均以低估为多。

## 参 考 文 献

- (1) Brown, J. F. Psychol. Forsch; 14. 249—268. 1931.
- (2) 荆其诚、叶绚: 心理学报, 第1卷, 第2期, 158—164, 1957.
- (3) Carpenter, B, and Janeth, T. Carpenter, J. Comp. Physiol. Psychol. 51. 782—784. 1958.
- (4) Gottsdanker, R. M. J. Exp psychol; 43. 26—36. 1952.
- (5) Morin, R. E. Grant, D. A. and Nystrom, C. O. J. Gen psychol; 55. 54—71. 1956.
- (6) 曹日昌、荆其诚、林仲贤: 心理学报, 第1卷, 第2期, 143—157, 1957.
- (7) Hubel D. H. Wiesel T. N. J. Physiol. 160:106. 1962.
- (8) Granz L. et al: Exp Neurology 22:641. 1968.
- (9) 方格、刘范: 心理学报, 第1期, 21—29页, 1981.
- (10) 方格、刘范: 心理学报, 第3期, 273—279, 1981.
- (11) Goodenough, F. L. J. Exp Psychol 18. 431—450. 1935.
- (12) Д. Г. 爱尔金: 时间知觉, 苏联心理科学, 第1卷, 科学出版社, 194—195页, 1962.
- (13) 黄希庭、张增杰: 心理学报, 第2期, 166—174, 1979.
- (14) Paul Fraisse: 心理学报, 第2期, 168—176, 1981.

*Remarks on the Objective Laws of*

*Human Psychology*

*Wang Weichao*

This paper holds that the essential idea of Liu Maozai's paper «A Tentative Study of the Objective Laws of Human Psychology» is wrong, especially with regard to the theory of "embodiment" to the extent that "general laws may be well applied to various psychological phenomena, and that they are embodied in specific laws of psychology. The present author has attempted to define what is meant by "law". He also stresses the importance for psychological workers to grasp theoretical thinking.

*A Cross-cultural Study of Children's*

*Cognitive Development*

*Zou Monlan*

(Kunming Teachers College)

The purpose of this experiment is to study the influence of culture, nationality and language on children's cognitive development. The subjects include 540 children from five different nationalities, residing in various parts of Yunnan province, their age ranging between 5 to 11. Seven items of "piagetain" concepts including conservation, class inclusion and seriation were experimented. The results show that children with different cultural backgrounds acquire the conservation concept at different ages due to the differences in their education and culture.

With children who come from different nationalities but have the similar cultural background, there is no significant difference in acquiring the conservation concept. And the difference in speech proficiency of children among the different nationalities has no marked influence on their acquiring the conservation concept.

*An Investigation of Visual-Motorial*

*Control and Motion Prediction Among*

*Preschool Children and Adults*

*Lin Zhongxian Zhang Zenghui et al*

An investigation was made of the ability of visuo-motorial control and motion prediction among 112 preschool children aging between 3 to 6 years old and 44 adults. The results indicate: (1) that when a visual moving stimulus moved horizontally from left to right ("L-R") or from right to left ("R-L"), there was no significant difference in the accuracy of visual-motorial control, and when the stimulus moved from forward to backward ("F-B") or from backward to forward ("B-F") in a longitudinal course, there was a significant difference in the accuracy of visual motorial control, with the stimulus moving from forward to backward ("F-B") resulting in bigger errors than the stimulus moving from backward to forward; (2) that the visual moving stimulus moved in longitudinal course gave rise to more errors than in a horizontal course; (3) that the accuracy of

visual-motorial control of preschool children tended to increase with age, and the accuracy of visual-motorial control of adults was much higher than that of the preschool children in the same condition; and (4) that the accuracy of motion prediction in preschool children increased with age, the 6-years-old almost reaching the level of adults. There were more deviations in the direction of underestimations in the preschool children as well as in the adults.

The formation and promotion of children's concept of number under 100

*Zhong Meilin et al*

The present experiment is a teaching and learning experiment aimed at checking the results of the authors previous experiments. It was carried out in the middle and upper classes of kindergarten by using the first book of the current arithmetic textbooks, reorganized by the authors on the basis of the principle of applying the knowledge of part-whole relationship with "1" as the underlying standard. The results obtained show that under such a knowledge structure, children of about 6 years old can grasp in general this part of knowledge within 23 lessons. This illustrates that children have a big learning potential and that once the

intrinsic relations and laws between the numbers are grasped, it will be easier for them to acquire and retain the knowledge.

*A Combination of Theoretical  
Approach with practical Research  
—A Summary of the Conference  
of DPRG in Colorado*

( June 2—5 1982 )

Meng Zhaolan

This paper outlines the Conference of the Developmental Psychological Research Group in Colorado centering on Continuities and Discontinuities in Development. The paper points out that the conference showed the research work in developmental psychology in Colorado as a good example to illustrate that the researchers paid much attention to both theoretical and practical sides, and that such style of academic study is worthy of esteem.

**编 者 的 话**

本刊由于人力有限,来稿一般不退,请自留底稿。稿件四个月不用者,可自行处理。请不要一稿两投。

五月十二日