

預測运动行程的初步研究

曹日昌 荆其誠 林仲賢

(中国科学院心理研究所)

一、問 題

心理学者由于注意到似动現象和运动后象而引起对于运动知觉研究的兴趣，并进行了真实运动知觉的實驗研究。这方面的研究主要是在閾限的測量，积累了不少关于影响閾限条件的資料。一般地講，在这类研究中受試者的活动只限于观察报告，并不做任何結合客体运动的操作。但是日常生活的多数情境中，是要求人对客体的运动情况作出适应的动作用的，因之关于运动知觉閾限的研究是联系实际較少的。本世紀20年代出現了追随运动測量器(Pursuitmeter; Koerth, 1922)，在30、40年代关于追随运动的研究盛行一时。到了50年代，研究者喜欢用追踪运动(Tracking)一詞。其实追随与追踪是同样的动作，在實驗中是由受試者操縱一种机械，例如一枝鋼笔，或他种指示器(Cursor)使它經常地接触着一个規則或不規則运动着的目标，或使它沿着一条規則的或不規則的軌迹前进。在实际生活中是經常可以見到这类操作的，例如防空部队用探照灯光照射着飞机前进，引水員要引导着船只沿着一定的航道行駛。所以追随或追踪运动的研究成果具有一定的实践意义。

人在实际生活中处理运动着的客体时，更多的情况不是或不仅是追随客体的运动而是要預測它的运动行程，等它到达一定的位置时，作出适应的动作。例如火車轉轍員等待火車进行到一定距离时，搬动轉轍器使列車轉入另一軌道。高射炮部队等待飞机飞进一定的范围时發射炮火。在进行中的列車可能会暫時由房屋或其他列車遮蔽，飞行着的飞机也可能暫時进入云层，而轉轍員或高射炮手就要預測列車或飞机再度出現的时间与位置，作出适当的操作。正如有些研究者(Craik, 1947)所指出，人在做追随运动中也必須在一定范围内預測客体运动的行程，不然就不可能准确地追随客体。可是这种預測是在注視着目标的运动时来进行的，这和目标离开視野时所做的不同。在后者情况下的預測即是本文报告的實驗研究对象。

在这个研究中，我們使客体运动进行一段行程后在視野中消失，要求受試者預測該运动客体到达一定位置时作出适当的反应。我們初步推想，这种預測运动行程的活动

是受四类条件影响的。一是运动客体的运动情况(形式、速度等)和运动域(Field)的结构情况;二是受试者的主观条件,如经验、心理状态等;三是预测和反应的方法方式,即如何作预测,预测后如何作反应等;四是整个实验情况的条件,如诱因(Incentive)。在这个研究中我们就是要来研究这些影响人预测运动行程准确性的条件。在这个初步的实验中,我们要进行研究下列各种条件的影响:

1. 运动域结构——运动行程加设格线的影响。
2. 预测方法——口计数目和手伴随运动的影响。
3. 经验——练习的效果和学习迁移的影响。
4. 诱因——通知结果的影响。

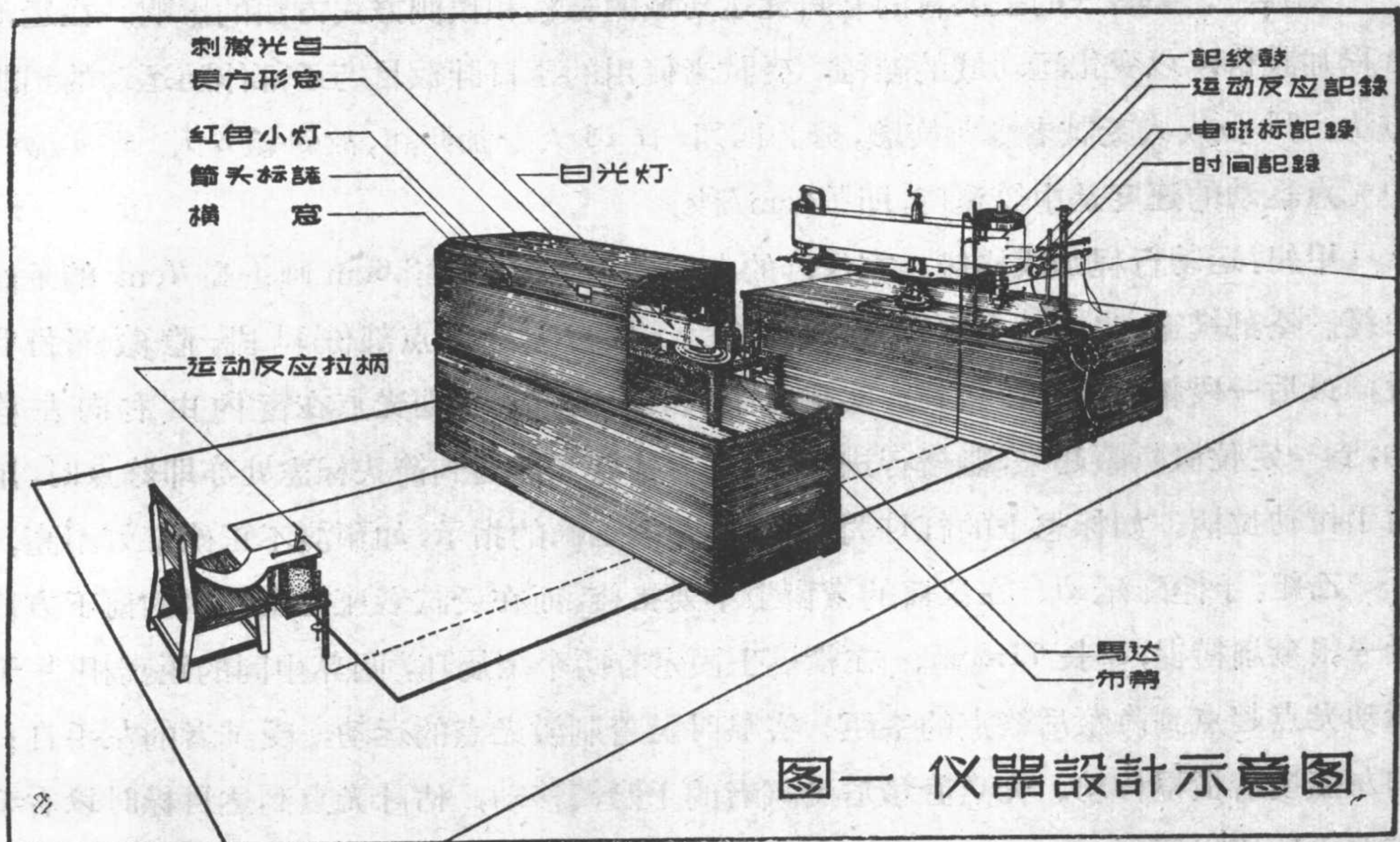
这四类条件当然不是孤立地起作用的。例如受试者所用的预测方法和它的效果是受运动域结构的影响的,一种预测方法在运动域某种结构的情况下效果不好,但在另一种结构的情况下效果可能就好。受试者的主观条件所起的作用,也是和其他条件分不开的,例如练习效果的大小是和运动域结构、预测方法以及整个情况的各种条件分不开的。学习迁移的效果也是要看运动域结构、预测方法、诱因诸条件如何而定。因之在这个研究中,一方面我们要区别这四类的条件,另一方面在实验中也要把不同的条件作适当的组合。具体的说,在研究运动域结构——运动行程上加设格线的影响时,也把预测方法——口计数目,和运动域结构的变化配合起来。在研究学习的迁移时,也就比较在不同条件下一——伴随静止刺激物和通知速度变化,迁移效果的差异。

我们在进行设计这个实验研究时,尚未能看到直接有关的文献,在准备进行实验的阶段时,我们看到高斯坦凯(Gottsdanker, 1952)的研究报告,他研究的问题和我们所提出的是很相似的。他所用的客体运动有三种:定速、加速和减速。结果表明受试者一般地对加速和减速的运动都不能预测准确,对加速的运动常估计过低,对减速的运动则估计过高,有把它们作为定速运动来估计的倾向。在我们的实验完成之后,我们又看到摩林、格兰和奈斯脱姆(Morin, Grant and Nystrom, 1956)三人的研究报告,他们用一系列的连续闪亮的灯光代表一个客体的运动,由与系列中其他灯光有较大距离的最末一个灯光代表运动的终点,要求受试者估计运动达到“终点”时作出反应动作。他们用了不同数目的灯光(2或4)、灯光间不同距离、灯光闪亮的不同时间间隔、和代表终点灯光的不同距离。所得的结果表明:多数的差误都是对于客体达到目的地的时间估计过低,即反应过早;在灯光闪亮时间间隔长和终点距离大时,差误更大。研究者们认为客体运动达到终点时所需要的时间(即 $\frac{\text{距离}}{\text{速度}}$)是决定预测准确性的最重要因素。研究者们并建议研究运动的不同形式(如旋转运动,直线运动等)、运动域的不同结构(如画出格线)、加速运动、用口头报告作估计、获知结果等条件对预测准确性的影响。我们可以说:摩林等三人提出的问题和我们所研究的是非常接近的,并且他们所建议的几项研究,

有的我們已經做了，有的也在計劃着进行。

二、方 法

1. 仪器 仪器的主要部份(見圖 1) 是一个定速馬达带动着两个轉动鼓，鼓上装有一个环形的黑布带，布带后面由一个 40W 的日光灯照明。布带上开了一个 0.6cm 直径的圓形小孔，布带轉动时就产生一个运动着的光点。在布带前面有一面黑色木壁，壁上



图一 仪器設計示意图

有一个 62.5×1.4 cm 的橫窗，窗的右端 40cm 长的一段是开着的，其余部分是关闭的。布带轉动时光点自右向左移动，运动 40cm 距离后便隐蔽起来。在隐蔽行程的 18cm 处的窗上有一箭头标志，表示应到达的目标。箭头上有一紅色小灯。另外距橫窗中部上方 12cm 处有一个 7×5 cm 的长方形的窗，窗上有毛玻璃，需用时可在窗中显示各种信号。

实验时受試者坐在距离木壁 150cm 处的一只椅子上，椅子的右侧扶手装有一个拉柄，实验时受試者預測隐蔽中的运动光点到达橫窗上箭形标志处时拉动拉柄。如預測正确，即光点确在箭头尖端左右共 1.6cm 范围内处，标志上的紅灯閃亮。

光点运动的速度有五种：(1) 4.9cm/秒，(2) 6.3cm/秒，(3) 7.3cm/秒，(4) 8.1cm/秒，(5) 9.5cm/秒。实验时选用一种速度或五种并用。

此外在木壁后面有一記紋鼓，光点在橫窗出現、隐蔽和經過箭形标志处，都用繼电器—电磁标系統記錄在記紋鼓上，受試者的反应和紅色小灯的閃亮也在記紋鼓上記錄

下来。另外鼓上还有 $\frac{1}{5}$ 秒的时间记录。

2. 受試者 受試者共 83 人, 其中成人 47 人, 都是中国科学院心理研究所的工作人员, 年龄多在 20—35 岁, 35 岁以上的一人。男 28 人女 19 人。其中除有 13 人参加实验一的两组的实验外, 都是第一次从事预测运动的实验。儿童 36 人都是小学 1—3 年級的学生, 年龄 8—12 岁。男女各 18 人。都做为“科学游戏”参加实验。

3. 步骤 实验分为三部份进行:

实验一。实验一的主要目的是研究运动域的结构和预测方式方法的影响。在运动行程加設格綫以变化运动域的结构, 受試者使用的是口計数目与手部伴随运动的预测方法。19 位成人受試者参加实验, 分为四組, 有 13 人参加两组, 故每組 8 人。在实验一中光点运动的速度是中等速度, 即 7.3cm/秒。

甲組: 运动行程加設格綫。在仪器的木壁横窗上面每隔 3.6cm 画上高 7cm 的垂直白綫。全部横窗, 也就是光点运动行程, 分为 17 段, 显露光点部份 11 段, 隐蔽部份 6 段, 最后一段較其余各段稍长。实验时主試者向受試者說明光点在窗内由右向左移动, 到一定位置隐蔽起来, 繼續行进, 要受試者估計光点达到箭头标志处亦即終点时, 用右手拉动拉柄。如标志上的紅灯閃亮, 就是预测正确的指示, 如预测不正确紅灯不亮。

乙組: 手伴随运动。在仪器的横窗上不要格綫, 而在受試者座位上拉柄的前下方装置一根金屬横棍, 全长 71.5cm。在横棍上固定有两个金屬环, 两环中間的距离相当于运动光点起点到隐蔽后終点的全距。实验时随着刺激光点的运动, 受試者的左手自右向左撫摸着横棍移动。光点隐蔽后受試者的手繼續移动, 估計光点到达目标时以右手拉动手柄作出反应。

丙組: 口計数目。仪器上不装置格綫与横棍, 实验时当运动光点出現时受試者口計数目。光点隐蔽后受試者仍以同样节律繼續計数, 估計运动光点到达目标时以右手反应。

丁組: 运动行程加設格綫与口計数目。在仪器的横窗加設格綫, 实验时由受試者随刺激光点的出現开始計数, 直到估計光点达到終点时作出动作反应。这一組的实验就是甲丙两组实验的結合。

在每組的实验中都有一半受試者即 4 人, 先用上述方法进行实验, 可称比較实验, 作判断 20 次; 隔一日再进行控制实验, 即仪器上不設格綫或横棍、受試者不用手做伴随运动或以口計数, 亦作判断 20 次。另一半受試者則先进行控制实验, 隔一日再进行比較实验, 均作判断 20 次。故在每組实验中每人在控制实验中做预测 20 次, 在附加条件或动作的比較实验中做 20 次, 共 40 次。每組实验中 8 人, 共做控制的预测 160 次, 附加条件或动作的预测 160 次, 共 320 次。全部实验一中, 4 組共做预测 1280 次。根据正确预测的次数比較不同条件的影响。

实验二。实验二的主要目的是研究一种诱因——获知结果，对于预测准确性的影响。实验时应用的刺激光点运动速度是 7.3cm/秒。参加实验的有成人 20 人，儿童 36 人。成人受试者分为甲、乙、丙、丁四组，每组 5 人。甲组实验时，仪器上不附加任何设备，并截断“目标”上方的红色小灯的电流，受试者对刺激光点运动行程的预测正确与否无任何标志，他对自己反应结果正确与否完全不知道。乙组实验时恢复红色小灯的作用，受试者反应正确时红色小灯闪亮，反应不正确时红灯不亮。丙组受试者反应正确时红灯闪亮，主试者并说“对了”；如反应不正确时主试者根据运动光点未达到目标或已超过目标（红灯不亮）告以“早了”或“晚了”。丁组受试者反应正确时和丙组同；反应不正确时得到更详细的关于结果的报导，主试者告以“早了××秒”或“晚了××秒”。所有成人受试者都是每隔一日进行一次实验，每次作预测 10 次，每人作实验 3 次，共预测 30 次。

儿童受试者中 24 名，按年龄分为 7—8 岁，9—10 岁，11—12 岁三组，每年龄组中又分为甲乙两小组。每人都做 6 次实验，每次实验作预测 10 次，共 60 次。甲组儿童在 1—3 次实验中和成人乙组的方法相同，即预测正确时有红色小灯闪亮，不正确时无红灯闪亮。4—6 次实验中和成人丙组的方法一样，预测正确时红灯闪亮，并告以“对了”，反应不正确时，红灯不亮，并告以“早了”或“晚了”。乙组儿童在 1—3 次实验中和甲组在 4—6 次实验中相同，在 4—6 次实验中和甲组 1—3 次实验中相同。

其余 12 名儿童受试者 7—8 岁，9—10 岁，11—12 岁各 4 名，都照上述儿童甲组 1—3 次实验中的方法连续进行实验。7—8 岁和 9—10 岁的儿童都做 10 次实验，每次实验中作预测 10 次，共 100 次预测。11—12 岁儿童中 3 人各作 9 次实验即 90 次预测，1 人作 8 次实验，80 次预测。

实验三。实验三的主要目的是研究不同条件下学习的迁移，伴随静止刺激物和预告速度变化对于学习迁移的影响。仪器转动的 5 种速度并用，依次由最低到最高称为速度 1, 2, 3, 4, 5。参加实验的受试者共 8 人都是成人，实验分训练和迁移检验两个阶段。在训练阶段应用速度 1 和速度 5，每人每次实验时对两种速度轮流预测，顺序是 1, 5, 5, 1, 1, 5, ……………; 5, 1, 1, 5, 5, 1, ……………。每次实验中，两种速度各进行 10 次预测，共 20 次预测。4 名受试者自速度 1 开始，4 名受试者自速度 5 开始。每次实验中首先用的速度轮流改换，实验隔一日进行一次，每位受试者作实验 14 次，共对速度 1 和速度 5 各预测 140 次，总共预测 280 次。在刺激光点以速度 1 运动时，在横窗中上方的长方形窗内显示一绿色灯光，当光点隐蔽时，绿色灯光亦熄灭。在光点以速度 5 运动时，长方形窗内显示一红色灯光，亦随光点隐蔽而消失。

在迁移检验阶段，每位受试者都对速度 2, 3, 4，各作 30 次预测。其中 10 次当运动光点出现时，在长方形窗内显示绿色灯光；10 次当运动光点出现时，在长方形窗内显示

紅色灯光, 对不同受試者应用速度 2, 3, 4, 先后次序不同。另外 10 次預測时, 主試先将五种速度的相互关系、实际的速度(cm/秒)和代表每种速度的数字号碼(1, 2, 3, 4, 5) 告訴受試者, 并在每次实验时, 告訴他要用那种速度, 同时, 当运动光点在横窗内出現时, 在长方形窗内即呈現光点运动速度的数字号碼, 2 或 3 或 4。

三、結果与討論

实验一。各組在控制情境和附加条件或动作时, 所作的正确預測的次数如表 1。

表 1 变更运动域結構与預測方法时正确預測次数

(表中每格数字除总数外均代表 8 受試者在 5 次預測中的正确預測次数, 最高可能数字为 40)

組 別		預 測 次 数				总 数
		1—5	6—10	11—15	16—20	
甲	控 制	20	22	18	13	73
	格 綫	19	16	16	18	69
乙	控 制	13	7	13	8	41
	手 运 动	12	8	20	18	58
丙	控 制	14	13	10	15	52
	計 数	16	11	12	16	55
丁	控 制	14	17	18	19	68
	格綫与計数	22	28	25	30	105
总 数	各 控 制 組	61	59	59	55	234
	各 比 較 組	69	63	73	82	287
	全 体 总 数	130	122	132	137	521

实验二。各組的正确估計的次数列入表 2—表 4。

表 2 成人受試者在不同程度的获知結果与控制情况下正确預測次数

(表中每格数字除总数及%外均代表 5 受試者在 10 次預測中的正确預測次数, 最高可能数字为 50)

組 別	实 驗 次 数			正确預測总数	正 确 預 測 %
	1	2	3		
甲	10	17	8	35	23.3
乙	29	29	21	79	52.7
丙	35	32	28	95	63.3
丁	42	38	35	115	76.7

表 3 兒童受試者在获知結果与控制情况下正确預測次數
(表中每格数字除总数及%外均代表 4 受試者在 10 次預測中的正确預測次數,最高可能数字为 40)

組別	實驗次數	1	2	3	4	5	6	正确預測总数		正确預測%	
								1-3次	4-6次	1-3次	4-6次
7-8 岁	甲	3	4	4	9	9	15	11	33	9.1	27.5
	乙	19	8	12	8	11	12	39	31	32.5	25.8
9-10 岁	甲	5	9	10	10	9	22	24	41	20.0	34.1
	乙	18	15	23	22	21	23	56	66	46.6	55.0
11-12 岁	甲	6	14	21	19	19	23	41	61	34.1	50.8
	乙	21	23	22	19	27	22	66	68	55.0	56.7

表 4 兒童受試者在获知結果情况下多次實驗中正确預測次數
(表中每格数字均代表 4 受試者在 10 次預測中的正确預測次數,最高可能数字为 40)

組別	實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7-8 岁		7	17	16	11	17	13	17	19	21	22
9-10 岁		17	18	12	10	15	16	18	21	21	26
11-12 岁		15	18	19	19	20	26	34	35	26*	

* 系 3 受試者的結果,此 3 受試者的結果与第 8 次實驗中的相同,如假定第 4 受試者的結果亦相同,可按 35 計,圖 2 中曲綫即按 35 画的。

實驗三。八名受試者在練習阶段所做正确判断次數列入表 5。迁移檢驗阶段的結果列入表 6。

表 5 对两种速度練習預測中正确預測次數
(表中每格数字均代表 8 受試者在 10 次預測中的正确預測次數,最高可能数字为 80)

速度	實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
速度 1		29	22	30	25	26	35	46	49	38	46	53	54	51	52
速度 5		22	23	28	33	36	33	43	54	45	48	52	62	66	60

表 6 在迁移檢驗中正确預測次數
(8 名受試者对每种速度作 10 次預測,共 80 次)

速度	条件反应	附加綠灯			附加紅灯			通知改变速度		
		过早	正确	过晚	过早	正确	过晚	过早	正确	过晚
速度 2		7	52	21	16	50	14	10	60	10
速度 3		6	34	40	32	37	11	11	60	9
速度 4		8	63	9	19	58	3	18	62	—

对以上列結果有下列各点值得我們注意。

1. 运动域結構——运动行程加設格綫的影响。 由表 1 甲組結果看出，在光点运动行程加設格綫时 8 名受試者在 20 次判断中預測正确 69 次，無格綫时（控制小組）73 次，加設格綫稍有不利于正确預測，但差別不大或無甚差別。因这个差异無統計意义，可以說加設格綫与否在 20 次預測中没有什么影响。这可能由于練習的次数太少，受試者对整个实验情境还没有适应，以致加設格綫的作用尚未显现出来。也可能由于格綫仅是一种空間标志，而在速度判断中，特别是預測在隱蔽中行进的运动客体的行程，如摩林等人所指出的，速度与空間的关系也就是時間 $\left(=\frac{\text{空距}}{\text{速度}}\right)$ ，是一个很重要的因素，加設格綫对于受試者預測時間帮助不大，所以对預測的准确性没有什么影响。据我們推測，前一种可能性較大，因为从勃倫(Brown, 1931)等人的研究，心理学界熟知运动域的結構对于速度的知觉有很大的影响。在我們的仪器上加設格綫，是运动域結構上相当重要的变化，应当对于运动的預測有一定的影响。

2. 預測方法(一)——手伴随运动的影响。 实验一乙組的結果表明以手伴随刺激光点的运动时比起無伴随运动时对光点运动行程預測的准确性較高。在 160 次預測中預測正确的次数前者为 58，后者为 41，前者較后者約多 40%。可以說手的伴随运动对于預測运动行程有着良好的影响。这可能是由于手伴随运动，使着运动分析器更多地参与了工作，而运动分析器和視分析器协同活动比仅靠或主要靠視分析器来預測运动行程要更为准确。不过因实验中受試者所作的預測次数不多，还需进一步的研究。

3. 預測方法(二)——口計数目的影响。 在实验一丙組的結果中，受試者口計数目时正确的預測为 55 次，不計数目时 52 次，两者几乎無差別。結果似乎指明，在預測刺激光点运动行程时，口計数目与否则是無多大关系的。这与一般人的推想不同，多数受試者認為口計数目是会对于判断速度很有帮助的。在我們的实验中許多受試者有采用口計数目的傾向，而在控制实验和其他的組中，主試則要特地告訴受試者不要口計数目。实验結果和一般的推想不一致，可能由于实验的次数太少，口計数目的效果还没有能充分表現出来，也可能由于口計数目虽能一般地有助于速度判断，但口計数目的节奏速度是不能很精确的。在本实验中，仪器上的光点隱蔽后，受試者口計数目是很难精确估計每念一数字刺激光点究竟移动了多少。口計数目是断續的，而光点的运动是連續的，口計一数，光点移动一定的距离，并不是在一定的位臵。即使口計到最后一数，光点也到了最后一段行程，也不能肯定它的确实位臵。有的受試者在口計最后一数的同时拉动手柄，有的受試者則在口計最后一数之后拉动手柄，都难以使反应准确。对于这問題以及口計数的节律速度精确度的特性等是尚需作进一步研究的。

4. 运动域結構与預測方法——格綫与計数的影响。 表 1 中丁組結果表明仪器上加設格綫同时受試者口計数目較之在控制情况下的正确預測为多。各在 160 次預

測中,前者正确預測为 105,后者为 68,相差 54%。我們觉得这种差异是合于規律的。在刺激光点运动行程上加設格綫,把运动行程分成了若干段,受試者随光点的运动口計数目,在光点显现行进时一格計一个数,光点隐蔽后仍照同样节奏速率計算,計至最末一格即作反应。如光点确在最后一段行程时作出反应“虽不中不远矣”,这时作出正确反应的可能性是很大的。口計数与加設格綫,較之仅計数目或加設格綫对于正确的預測是远为有利的。不过因受試人数实验次数都較少,还应繼續研究。

5. 誘因——获知結果的影响。由表 2 中可以看到四組成人受試者由不知自己的反应結果到知道結果的詳細情况,正确預測的次数由 23% 增到 76%,提高了三倍。在表 3 中可以看到在兒童受試者获知結果时(各年齡乙組 1—3 次实验)都比不知結果时(各年齡甲組 1—3 次实验)正确預測次数为多。在同一組中,由不知結果的情况改变到知道結果的情况(各年齡甲組 1—3 次实验和 4—6 次实验比較),正确預測的次数也有很显著的提高。

在四个成人組的結果中,丙、丁兩組和甲組的差异 t 值为 3.89 ($p < .01$) 和 5.68 ($p < .01$),乙組和甲組是 2.83 ($p < .05$)。这表示任何方式的获知結果都比不知結果的成績确为优良。在获知結果的三組中由乙到丁正确預測的次数遞增,这表示获知結果的情况越詳尽,对預測的指导作用越大。

兒童組的結果表現了一种現象,就是由知道結果改变到不知結果(各年齡乙組 1—3 次实验和 4—6 次实验結果比較)正确預測的次数仍有增加(9—10, 11—12 岁組)或仅稍有降低(7—8 岁組),这是和一般有关获知結果的实验所得的結果不同的。可能是由于經过了获知結果的三次实验,即 30 次練習之后,受試者已比較能掌握刺激光点运动的規律,靠紅灯閃亮与否的帮助已能察覺自己反应过早或过晚,这样就和由主試者告以“早了”或“晚了”的情境相类似了。如果确系这种情况,則获知結果对于正确預測的积极作用更显著了。这个問題还需要进一步的研究。

6. 經驗(一)——年齡和練習的效果。由表 3 和表 4 中的結果可以看出在相同的練習条件下,正确預測次数有随年齡增长而提高的趋向。再就实验条件相似情况下比較兒童和成人受試者的結果(实验二兒童受試者和成人受試者乙丙兩小組,即表 2 表 3 中結果),11—12 岁兒童的成績已接近成人。这或可指明,在这項研究的实验条件下,对于預測运动行程的工作,11—12 岁兒童即已接近成人的水平。当然由于受試者人数不多又沒有对成人和兒童进行严格的控制比較,这个問題还需进一步的研究。由表 1 和表 2 中的材料可以表示出来,受試者在 20—30 次的預測中进步是很小的或沒有什么进步。表 3 中的材料指明兒童受試者除了 7—8 岁乙組以外,在 60 次預測中都表現了进步。由表 4 中兒童受試者和表 5 中八名成人受試者在練習阶段的預測結果所制成的圖 2 圖 3 可以看出来,無論成人或兒童受試者在作了相当数量的練習之后就開始显现逐漸的进步了。这或可表明在这种实验情况下,作 20 次甚至 50—60 次的預測很难表

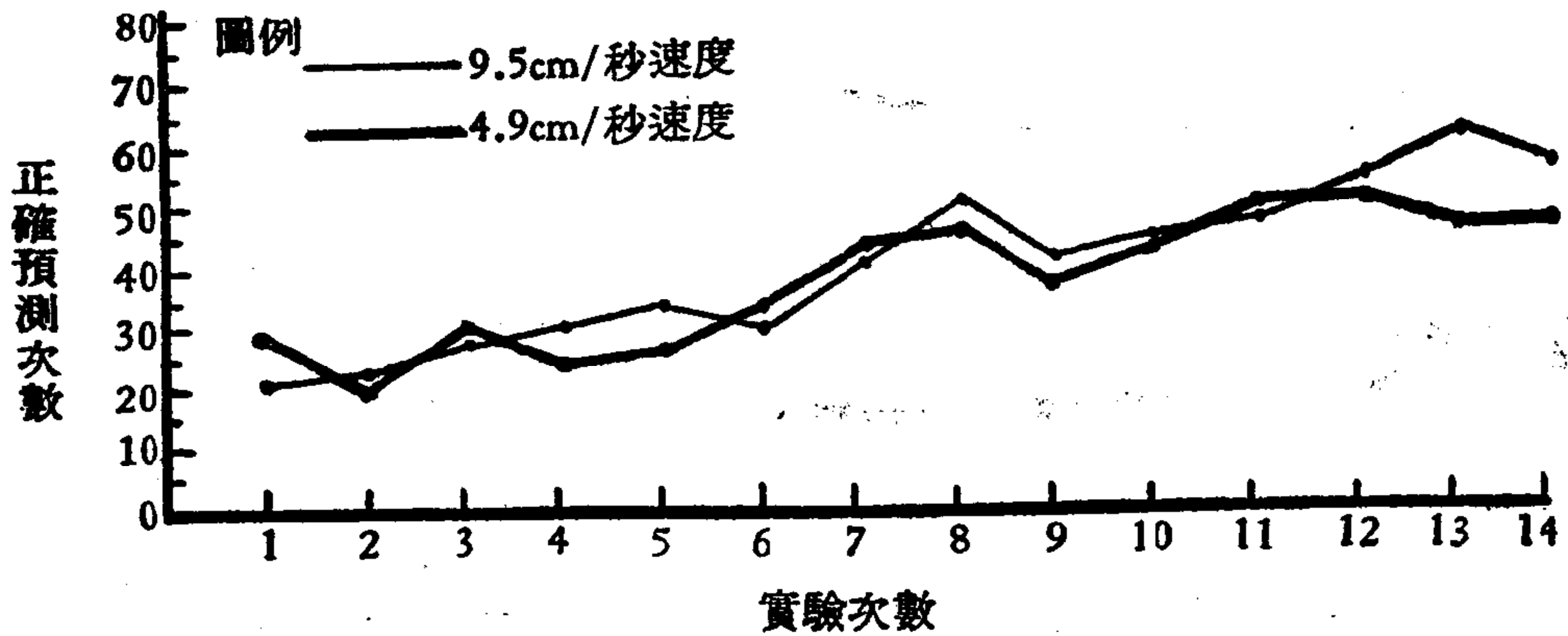


圖 2 8名成人受試者預測两种速度的运动行程的練習效果

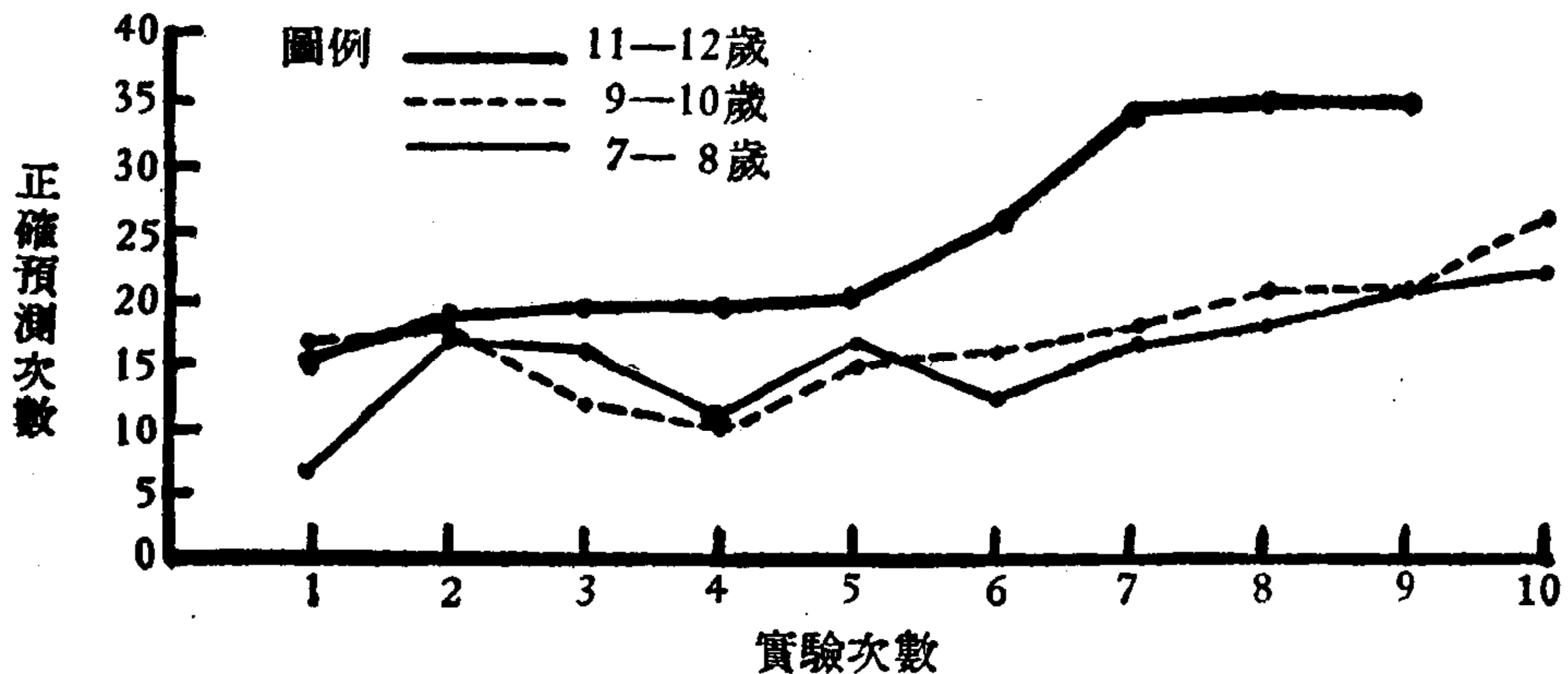


圖 3 三年齡組兒童預測运动行程的練習效果

現显著的进步,可是經過了 50—60 次的預測練習之后,对于实验的情况逐渐熟習了,对光点运动的速度开始能掌握了,預測的正确性开始提高,就表现出进步了。

7. 經驗 (二)——学习迁移 (1), 伴随靜止刺激物的影响。表 5 的結果表明: 在預測的練習过程中預測正确的数字, 速度 1 由 29/80, 36% 达到 52/80, 65%; 速度 5 由 22/80, 27% 达到 60/80, 75%。由表 6 中的結果看到, 在附加顏色灯光檢驗迁移效果时, 对速度 2 的正确預測次数是 52 和 50 (65%, 62%); 对速度 3 的正确預測次数是 34 和 37, (42%, 46%); 对速度 4 的正确預測次数是 63 和 58, (78%, 72%)。都較对一种新速度开始練習时所做的正确預測百分数为高, 可說都有正的迁移。如檢驗的速度与原来練習的速度較接近(速度 2 对 1, 速度 4 对 5), 迁移的效果較大; 对和原来速度差异較大的速度(速度 3), 迁移的效果較小。但表 6 中的結果也表明, 对不同的速度和在不同情况下进行檢驗, 迁移的情况还是不同的。在受試者对速度 1 进行練習时, 横窗上的长方形窗內附有綠灯, 在檢驗迁移效果时还附有綠灯, 对速度 2, 3, 4 的預測結果不同。如表 6 所表明, 对速度 2 和 4, 所作的正确預測都較速度 3 为多; 对速度 2 和 3 所做的錯誤

預測多数是反应过晚，对速度4的錯誤預測反应过早与过晚的次数大致相等。这种結果似乎指明，对和原来練習的速度1較接近的速度作預測时，在附有伴随原来練習速度的刺激物(綠灯)的情况下，有把它們和原来練習的速度混淆的趋向，即把速度2或3，当作还是速度1，对速度的加大估計不足，所以錯誤反应大多是过晚的。速度4和原来練習的速度1差异太显著了，这种錯誤就减少了。

对速度5練習时在长方形窗內附有紅灯，在檢驗迁移效果时速度2,3,4，也附有紅灯，和附綠灯时的結果相似，对速度2和4，所作的正确預測都較对速度3为多；但也和附綠灯时有所不同，对速度3和4所做的錯誤預測多数是反应过早，对速度2的錯誤預測过早与过晚相差不多。这和附綠灯时恰成对照。可能是因为对和原来練習速度(速度5)接近的速度4和3作預測时，又附有伴随原来練習速度的刺激物(紅灯)，难以把它們和原来練習的速度明确区别，对速度的减低估計不足，所以錯誤多是过早。至于速度2因和原来練習的速度5区别較大，不易混淆，这种錯誤就較少了。

概括地說，在对速度1和速度5做了多次練習之后，对和速度1接近的速度2，及和速度5接近的速度4，有較大的迁移，对和練習的速度差别較大的速度3，迁移的效果較小，这表明在速度預測中的迁移是和两种速度的接近的程度有关系的。就正确預測的次数說，附加綠灯和附加紅灯無大差异；但預測錯誤的方向在附加綠灯时和附加紅灯时大不相同。附加綠灯时对速度2和3的錯誤預測多数是反应过晚，对速度4的反应过早与过晚無大差异；附加紅灯时对速度4和3的預測，錯誤多是反应过早，而对速度2的反应过早与过晚無大差异。可以說伴随运动光点的靜止刺激物(顏色灯光)对于迁移的分量無大影响，但可促使受試者难于区别檢驗速度与練習速度而影响了錯誤反应的方向。

8. 經驗(二)——學習迁移(2)，預告速度变化的影响。表6中的結果表明通知受試者各种速度的实际数字和彼此間的关系，和檢驗的速度与練習的速度的实际数字和彼此間的关系，对于學習的迁移是有积极的影响的。檢驗的結果对速度2,3,4，的正确預測次数都在60或以上(75—77%)，达到甚或超过原来練習速度1和5时达到的水平。至于为什么通知速度变化对迁移就有这样大的影响，可能部分由于練習的效果，因为實驗中通知速度变化后檢查迁移是在附加顏色灯光的檢驗迁移之后进行的。也可能是通知速度变化使受試者对整个情况有了較清楚的了解，如嘉德(Judd, 1939)等人所主張的，这种对整个情况的較清楚的了解有利于學習的迁移。但是为什么对速度2,3,4，迁移分量一样多，和附加顏色灯光时不大相同，則还須进一步的研究。

通知速度变更，对于不正确預測的錯誤反应的方向也有影响。在速度2和3，过早和过晚略相等，在速度4則尽是錯在过早。对于速度4除在附加綠灯檢驗时以外，錯誤反应多是在过早，这可能是練習的速度5的影响(附加綠灯时加强了速度1的影响，消

弱了速度 5 的影响), 因为速度 4 相当于速度 5 的 85%, 即只相差 15%。根据我们的另一个实验研究(荆其诚、叶绚, 1957)在类似情况下速度的差异阈限约为 20%, 速度 4 与速度 5 的差别在阈限以下, 难以分辨, 受试者虽然知道速度改变了, 但事实上难于分辨, 所以仍有把速度 4 当作速度 5 的趋向, 因之错误反应多数或全部是失之过早。(速度 1 为速度 2 的 77%, 相差 23%, 在阈限以上)。关于迁移的全部结果都指明: 接近的速度间正迁移最大, 但也易引起定向的错误, 所以也有负迁移的因素, 这也是相似的矛盾(Similarity Paradox; Osgood, 1953)之一种。在预测运动中, 这个问题也需要进一步的实验研究。

四、总 结

47 个成人和 36 个儿童参加了预测刺激光点运动行程的实验, 光点显露着以一定速度运动 40cm 距离后, 隐蔽起来继续行进 18cm, 受试者预测光点达到目标时作出动作反应。实验的目的在研究运动域结构, 预测方式方法, 受试者的经验和诱因等各方面的条件对于预测运动行程的影响, 实验的结果表明:

(1) 运动域结构上的一种变化, 即刺激光点运动行程上加设格线, 对于预测运动行程的准确度没有什么影响。

(2) 在预测时受试者口计数目对于预测也没有什么影响。

(3) 在预测时受试者以手伴随刺激光点的运动对于预测有有利的影响, 效率提高 40% 左右。

(4) 运动行程增设格线同时受试者预测时口计数目, 对于预测也有有利的影响, 效率提高 50% 以上。

(5) 一种诱因, 即获知结果, 对于预测有有利的影响。

(6) 在儿童受试者中预测的准确性有随年龄增加的趋势, 11—12 岁儿童的成绩约达到成人的水平。

(7) 在预测运动行程实验的初期, 练习的效果不显著, 在作了相当数量的预测以后(50次以上), 才出现稳定的进步。

(8) 对一种速度的预测的练习对于相接近的速度有正的迁移作用, 伴随练习速度的静止的刺激物, 颜色灯光, 不影响迁移的分量, 但可影响错误反应的方向, 似乎使受试者混淆检验的速度与练习的速度, 因而发生定向地预测过早或过迟的误差。

(9) 在检验迁移效果时通知变更速度使受试者知悉各种速度间的关系, 对于迁移有有利的影响, 特别是对与练习速度有较大差别的速度, 影响更为显著。

这仅是一个初步研究, 全部实验中各组受试者人数很少(4—8人), 实验的次数也不多(20—140次预测), 对结果一般未作统计处理, 上述各点仅表示大致的趋向, 尚须进一步的实验研究。

参 考 文 献

- [1] 蔴其誠, 叶 綸. 1957. 运动知觉的閾限研究. 心理学报 1 卷 2 期. 158—164 頁.
- [2] Brown J. F. 1931. The visual perception of velocity. Psychol. Forsch., 14, 199-232.
- [3] Craik, K. J. W. 1947. Theory of the human operator in control systems. Brit. J. Psychol., 38, 56-61; 142-148.
- [4] Gottsdanker, R.M. 1952. The accuracy of prediction motion. J. exp. Psychol., 43, 26-36.
- [5] Judd, C.H. 1939. Educational psychology. Boston: Houghton Mifflin Co., P. 514.
- [6] Koerth, W. 1922. A pursuit apparatus: Eye-hand coordination. Psychol. Monogr., 31, 288-292.
- [7] Morin, R.E., Grant, D.A. and Nystrom, C.O. 1956. Temporal predictions of motion inferred from intermittently viewed light stimuli. J. gen. Psychol., 55, 59-71.
- [8] Osgood, C. E. 1953. Method and theory in experimental psychology. New York: Oxford Univ. Press, P. 530.

(1957 年 4 月 21 日收到)

ПЕРВИЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРЕДСКАЗАНИЮ ХОДОВ ДВИЖЕНИЙ

Цао Жи-чан, Цзин Ци-чэн и Линь Чжун-сянь

Институт психологии, АИ Китая

47 Взрослых и 36 детей принимали участие в качестве испытуемых в исследованиях по предсказанию ходов движений. Один зрительный раздражитель двигался с константной скоростью по одной прямой, которая была равна 40 см., затем он исчезал из поля зрения и уже продолжал свое движение за экраном. От испытуемых требовалось делать движения правой рукой тогда, когда ему казалось, что раздражитель находился на расстоянии 18 см. от точки исчезновения раздражителя.

Структура поля движения, разные методы предсказаний, упражнения, знание результатов, переноска обучения и другие условия были изучены с точки зрения их влияния на предсказания. Полученные результаты показали:

1) Изменения в структуре поля движения путем прибавления вертикальных линий на равных расстояниях на пути движения раздражителя оказали мало или вовсе не оказали никакого влияния на успешность предсказаний испытуемых.

2) Устный счёт, проделанный испытуемыми, показал, что он не имел никакого влияния на успешность предсказаний.

3) Предсказания, сопровождавшиеся движениями, производимые левой рукой испытуемыми вдоль одной металлической палочки в соответствии с движением зрительного раздражителя, показали положительные результаты, выразившиеся в повышенной точности предсказаний на 40 процентов.

4) Демаркационные интервалы на пути движения вместе с устным счётом испытуемых во время предсказаний оказали положительное влияние, улучшив результаты предсказаний на 50 процентов и даже больше.

5) Знание результатов играло роль побудителя и улучшало предсказания испытуемых.

6) Точность предсказаний среди детей показала, что с возрастом она увеличивалась, так например, дети 11-12 лет делали это почти как взрослые.

7) В первых стадиях предсказаний упражнения не показали никаких значительных результатов и только после определенного количества упражнений (после 50 раз), были заметны улучшения.

8) Влияния упражнений в предсказании об одной скорости на другую подобную скорость носили характер положительной переноски. Одновременно употребленный с упражняемой скоростью неподвижный раздражитель в виде цветового света не влиял на степень переноски, но влиял на направления неправильных реакций. Нам казалось, что испытуемые смешивали исследуемые скорости с обученными, что отклоняло их предсказания в сторону переоценки или недооценки.

9) Сообщение испытуемым о перемене скоростей, чтобы они знали соотношения скоростей, влияло положительно на переноску, и тем больше, если исследуемые скорости отличались в определенной степени от обученных.

Эти исследования первичные, испытуемые в каждой группе немногочисленные и число проб ограниченное. Полученные данные с редкими исключениями не были обработаны статистически. Вышеуказанные пункты показали только общую тенденцию и нуждаются в дальнейших экспериментальных исследованиях.

PRELIMINARY STUDIES ON PREDICTION OF MOTION

TSAO JIH-CHANG, CHING CHI-CHENG, AND LIN CHUNG-HSIEN

Institute of Psychology, Academia Sinica

Forty-seven adults and thirty-six children were used as Ss in an experiment in prediction of motion. A visual stimulus, after moving at constant speed in a linear course for 40 cm., passed out of sight and continued its movement behind a shutter. The Ss were required to make motor reactions with the right hand when the stimulus reached a target at a distance of 18 cm. from the point of concealment.

Structure of the movement field, methods of prediction, practice, knowledge of results, transfer of training and other conditions were investigated as to their effects on the prediction. The results show:

(1) Variation of the structure field by adding vertical lines at equal intervals on the path of movement exercised little or no influence on the Ss' prediction scores.

(2) Oral counting done by the Ss showed no influence on the prediction scores.

(3) Predictions accompanied with movements made by the Ss with the left hand along a metal bar in accordance with the visual moving stimulus showed positive results, effecting an increase in the accuracy of prediction up to 40 per cent.

(4) Demarkating intervals on the movement path accompanied by the Ss' oral counting during the prediction exercised positive influence, raising precision scores of 50 per cent or more.

(5) Knowledge of results as a kind of incentive promoted the Ss' predictions.

(6) Among children Ss, the accuracy of prediction manifested a tendency to increase with age, the 11-12-year-olds reaching almost the level of adults.

(7) In the preliminary stages of prediction, practice had no marked effect, only after a certain number of trials (after 50 trials) improvements occurred.

(8) Practice made with the prediction of one speed had an effect of positive transfer to another similar speed. A stationary stimulus in the form of a coloured light exposed simultaneously with the practice speed had no influence on the amount of transfer, but influenced the directions of erroneous responses. It seems that the Ss confused the tested speeds with the practiced speeds, thus affecting unilateral deviation in the direction of over-estimation or under-estimation.

(9) When the Ss were being informed about the order among the different speeds, marked positive transfer was observed. This is especially the case if the tested speeds were of considerable difference with the practiced speeds.

This investigation being a preliminary one was made with rather small groups of Ss and a limited number of trials, the results, with particular exceptions, were not statistically treated. The results indicated only a general trend and further study is required.