



儿童和青少年信息加工速度发展函数的研究

<http://www.firstlight.cn> 2000-01-31

1 问题

从信息加工速度的发展特征来揭示儿童青少年信息加工的年龄差异机制是近十几年来发展心理学研究的重要课题。关于信息加工速度的年龄差异机制问题,不同的研究者作了不同的解释。概括起来有三种观点:整体机能说、经验说和元认知说。整体机能说认为,信息加工速度的变化呈现整体趋势,即随着年龄的增加,被试对不同任务的加工速度是同比率变化的,且指数函数能较好的描述这种整体的变化趋势[1-9]。整体机能说由此解释为:儿童与成人的信息加工速度差异是来自心理资源的有限性。也就是说,随着儿童的成熟、资源的丰富,其差异就缩小了,而且,这种变化是量的变化,而不是质的变化。经验说认为,信息加工速度随着年龄的变化而越来越快的事实并不是整体机能变化的结果,而是由于经验越来越丰富的结果[11-13]。例如, Spring, Davis 和 Wolf 等人研究认为,连续数字命名速度是自动化程度的一项指标,这种加工的自动化是某种高水平加工(如阅读等)、精确操作的先决条件。所以,他们的解释是数字命名快的儿童是由于经验的积累,接近于命名编码的自动化,使儿童较自动地去认知,去阅读。但 Kail 最近的研究发现[9],语义命名与加工速度、认知、阅读理解有关系,但与年龄没有关系,而年龄与信息加工速度有线性关系。这说明,加工速度反应了两种机制的作用,即经验和机能。元认知观点认为,无论是成人还是儿童对速度任务的操作,是一个选择有效策略、合理分配能量、监控任务操作的一系列过程,如 Sternberg 提出的9种指向任务操作的元成分[14-15](包括问题再认知、个体操作成分选择、监控操作、使用反馈等过程)影响了儿童的加工速度。

从上述三种观点可见,他们是用不同的材料和不同的方法来研究信息加工速度的年龄差异机制的,这样就难以说明哪一种观点的合理性,因此,本研究试图从被试对多种不同任务的加工速度的发展函数角度来初步探索信息加工速度的年龄差异机制。如果在相同任务的不同条件下,儿童反应时的变化是青年反应时变化的函数,且这种线性函数的斜率是随年龄的增加,而同比率的下降,那么,信息加工速度的年龄差异机制是整体机能决定的,否则是个体的经验或元认知决定的。

2 方法

2.1 被试共选取被试140名。具体从北京普通中小学中选取学生120名,年龄为7岁~7岁,每两岁为一年龄组,共6组;从大学中选取19岁学生20名,男女各半。被试智力正常(通过做瑞文推理获悉),无脑疾病和其它异常现象。

2.2 实验仪器

用DX486计算机来呈现刺激材料,记录反应时和采集数据。时间记录的精确度为1/1000毫秒。

2.3 操作任务

本研究要求被试完成三项操作任务。即:选择反应、字母匹配、句图匹配。根据Hale等人的研究,为克服被试的准备状态、练习和疲劳等因素影响,任务从易到难排列。其次序是,选择反应、字母匹配、句图匹配。每一种任务的条件是随机排列,但不同任务,每一种条件下的时间间隔机会均等。肯定反应用右手按键,否定反应用左手按键。

2.3.1 选择反应刺激呈现是两个箭头,一个朝左←,一个朝右→,要求被试对左箭头用左键反应,对右箭头用右键反应。练习后,被试要完成36次实验,左18次,右18次。呈现次序随机排列。

2.3.2 字母匹配此任务是根据Posner的实验材料制作的。在此任务中,要求被试来辨别5对字母是相同的还是不同的,任务是五个大写字母和五个小写字母,即:A,a,D,d,E,e,R,r,H,h。字母组合分四种条件:第一种是字母相同、书写相同,如AA;第二种是字母相同、书写不同,如Aa;第三种是字母不同,书写相同,如AD;第四种是字母不同、书写不同,如Ah;。呈现方式是每种条件下同时呈现18次,共72次。每对字母出现的时间间隔为1秒、1.5秒、2秒。要求被试对第一、二种条件作出肯定反应,对第三、四种作出否定反应。

2.3.3 句图匹配此任务是根据Clark和Chase的实验材料修改而成,要求被试判断语句是否表达了图形的意思。其材料从易到难排列的条件为:正方形,圆形,这是肯定反应;否定反应为:正方形,圆形;正方形在圆形之上、正方形在圆形之下、正方形不在圆形之上、正方形不在圆形之下的句子和图形进行不同的组合,组成8句。这样共组成6个条件,12个句子,其中6个是肯定回答,6个是否定回答。当句子、图形同时呈现时,若句子与图形相匹配,则被试按右键作肯定反应;若句子与图形不匹配,则被试按左键作否定反应。每一种条件下实验次数6次;时间间隔为1秒、1.5秒、2秒。

呈现次序随机排列。

2.4 实验程序

被试坐到计算机前,距计算机屏幕约50厘米,左右手分别放在鼠标上,要求被试注视屏幕中央的星点,如果他们准备好了,请

他们按键，计算机就会发出嘟嘟声，延时5秒，开始做第一个任务。正式实验前，主试给予示范、指导，然后让被试练习5次。选择反应和字母匹配任务完成后，各休息两分钟，最后完成句图匹配任务。

3 结果与分析

3.1 信息加工速度的年龄差异

从总体上看，选择反应、字母匹配和句图匹配的错误率分别为1.2%、3.3%、4.2%。对此进行了复方差分析（MANOVA），结果差异不显著（ $P > 0.1$ ）。这说明儿童和青少年对几项任务操作反应的正确率较高。因此，我们用反应时作为信息加工速度的指标。

3.1.1 选择反应

首先对三项任务的总体进行复方差分析（MANOVA），结果列于表1。

选择反应经7（年龄） \times 2（性别） \times 2（条件）的复方差分析（MANOVA），年龄和性别主效应差异非常显著（见表1），这里条件指的是左右手反应，其差异不显著。从年龄变化的趋势来看，9?1岁是一个转折期，11岁以后就处于相对平稳阶段（见图1）。

图1 被试对选择反应、字母匹配、句图匹配操作的年龄变化

3.1.2 字母匹配

在字母匹配任务中，肯定和否定反应经7（年龄） \times 2（性别） \times 2（条件）的复方差分析，性别、年龄和条件的主效应差异都非常显著。在肯定反应中，三者存在交互作用，而在否定反应中，只有性别和年龄存在交互作用（见表1）。进一步分析表明：首先，从年龄变化来看，7?9岁，11?13岁是两个转折期，下降的速度最快；13岁后基本处于平稳的趋势（见图1）；其次，从字母匹配的不同条件来看，在肯定反应中，每个年龄阶段差异都非常显著（ $F(1, 4564) = 6.94, P < 0.01$ ），这说明在不同的年龄阶段，被试对AA对的反应时始终快于对Aa的反应时；在否定反应中，只有在7岁、9岁年龄阶段差异显著（ $F(1, 4663) = 5.20, P < 0.05$ ），其余年龄阶段差异不显著，这说明被试对AD对的反应和对Ad对的反应之间没有差异。

3.1.3 句图匹配

在句图匹配任务中，不管肯定反应，还是否定反应，年龄、性别、条件的主效应差异都非常显著（见表1），说明被试对句图匹配任务的信息加工速度不仅是随着年龄变化逐步下降，而且在变化中表现出条件差异（这里条件是指句图匹配操作任务的不同难度水平）。从年龄变化的趋势来看，在17岁之前，加工速度几乎是直线下降（见图1），其中，7-9岁、15-17岁是两个转折期，下降速度最快。到了17岁以后，就处于相对平稳阶段。在两类反应中，年龄与条件之间都存在交互作用，通过效应检验发现，不同水平的加工任务在每个年龄阶段都具有差异性（ $F(5, 4193) = 17.6, P < 0.0001$ ），说明不同任务难度，其加工速度不同，不同的年龄表现出整体的趋势。

3.2 发展函数

在字母匹配和句图匹配任务中，儿童和青少年的反应时是随条件的变化而呈现线性增加。那么，青年反应时的变化和儿童反应时的变化之间是否具有线性关系呢？为此，我们以青年反应时的变化为自变量，儿童期反应时的变化为应变量，建立线性方程，同时，对方程进行了拟合优度检验，结果列于表2。

表2的结果表明，在字母匹配和句图匹配任务中，儿童反应时的变化是青年反应时变化的函数，这种线性函数较好地说明了儿童和青年反应时变化的关系。为了进一步探索信息加工速度随年龄增长而下降的机制，还必须考察线性函数的斜率变化特点。从表2可见，随着年龄的增长，其线性函数的斜率在下降。Kail 等人的研究表明[4, 7]，这种线性函数的斜率随年龄增长而下降，可用指数函数和双曲线函数来描述。为此，我们用C语言编程，采用最小二乘法来建立指数函数和双曲线函数的方程，结果列于表3。从表3中可见，指数函数和双曲线函数说明了斜率的真实变化。在字母匹配任务的斜率变化中，双曲线函数的拟合优度略优于指数函数；在句图匹配任务中，无论是肯定反应，还是否定反应，其指数函数的拟合优度优于双曲线函数的6%。这说明，在句图匹配任务中，其斜率变化用指数函数描述较好，在字母匹配任务中，用双曲线函数描述较好。Kail 等人认为，指数函数方程描述的关键是比较不同任务条件下反应时的斜率变化比例，如果加工速度的年龄差异是由整体机能决定，那么，字母匹配和句图匹配的斜率应该是同比例下降。从表3中可见，两种任务的下降比例（即衰减参数C）是不同的，这说明，年龄差异不完全是由整体机能决定。也就是说，在句图匹配任务中，可以从青年的反应变量来预测儿童组的反应变量，但在字母匹配任务中，这种预测性较差。图2、图3直观地表示了字母匹配和句图匹配斜率变化的趋势。

图2 字母匹配任务的斜率变化

注：实线是指数函数，虚线是双曲线函数，图3相同

4 讨论

本实验表明，不同年龄组儿童和青年在完成不同任务时，其加工速度表现出不同的趋

图3 句图匹配任务的斜率变化趋势，在选择反应时中，11岁是一个转折点；在字母匹配任务中，13岁是一个转折点；而在句图匹配任务中，17岁才是一个转折点。可见，不同的加工任务表现出来的年龄敏感期不同。这种趋势一方面说明了成熟机制的作用，另一方面说明了个体经验在加工速度中的作用。在本研究中，指数函数和双曲线函数较好地说明了这一点：其一，字母匹配和句图匹配任务的斜率参数能反应出信息加工速度的趋势；其二，在句图匹配任务中，指数函数的描述比双曲线函数优越，但在字母匹配任务中却相反。根据Kail 等人的研究，在指数函数方程中，衰减参数C的比例能说明整体机能的作用大小，在本研究的句图匹配任务中，肯定反应和否定反应的比例是相同的，这说明，整体机能在加工速度的发展中起一定的作用。字母匹配任务中的C比例和句图匹配任务中的C比例不同，且双曲线函数的描述优于指数函数，这说明经验或加工策略在起一定的作用，而整体机能说是不能完全解释这一结果的。按整体机能说的观点，无论是简单任务，还是复杂任务，不同年龄阶段的被试在完成相同的加工任务中，反应时

应该是随任务难度的变化而变化，而在本研究的字母匹配任务中，水平3和水平4是否定反应，7岁和9岁的被试反应时与任务难度之间线性关系较强，11岁以后的被试这种线性关系较弱，这说明，被试在判断AD对和Ah对时，不需要经过扫描和转换，但在7岁和9岁的被试中，还要经过扫描和转换，所以加工时间长。

5 结论

不同的加工任务，儿童反应变量与青年反应变量建立的函数关系是不同的。即在句图匹配任务中，儿童的反应时是青年反应时的函数，指数函数能较好的描述这种共同的发展变化趋势，但在字母匹配任务中，这种线性关系较差；随着年龄的变化，信息加工速度的下降速率是根据不同的加工任务而变化的，简单任务（指选择反应时和字母匹配）下降速度快，复杂任务（指句图匹配）下降速度慢。

6. 参考文献

- 1 Hale S. Global developmental trend in cognitive processing speed in children. *Child Development*,1990; 61: 653-63.
- 2 Kail R. The impact of extended practice on rate of mental rotation.*Journal of Experimental Child Psychology*, 1986a; 42:378-391.
- 3 Kail R. Sources of age differences in speed of processing.*Child Development*,1986b; 57:969-987.
- 4 Kail R. Developmental functions for speeds of cognitive processes.*Journal of Experimental Child Psychology*, 1988; 45: 339-364.
- 5 Kail R. Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin*, 1991; 109: 490-501.
- 6 Kail R. Evidence for Global Developmental Change Is Intact. *Journal of Experimental Child psychology*, 1992; 54: 308-314.
- 7 Kail R. Processing Time Decreases Globally at an Exponential Rate during Childhood and adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1993: 56: 254-265.
- 8 Kail R. Processing Time,Articulation Time, and Memory Span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1994: 57: 281-291.
- 9 Kail R, Hall L K.Processing Speed, Naming Speed, and Reading. *Developmental Psychology*, 1994; 30,No.6: 949-954.
- 10 Myerson J, Hale S, wagstaff D, Poon L W, &Smith G.The information-loss model: mathematical theory of age-related cognitive slowing. *Psychological Review*, 1990; 97: 475-487.
- 11 Spring C, Davis J M. Relations of digit naming speed with three components of reading. *Applied Psycholinguistics*, 1988; 9: 315-334.
- 12 Wolf M, Bally H, &morris R.Automaticity, retrieval processes, and reading: A longitudinal study in average and impaired readers. *Child Development*, 1986; 57: 988-1000.
- 13 Rabinowitz M, Ornstein P A, Folds-bennett T H, &schneider W .Age-related Differences in Speed of Processing: Unconfounding Age and Experience. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1994; 57: 449-459.
- 14 Sternberg R J, &Rifkin B. The development of analogical reasoning processes.*Journal of Experimental Child Psychology*, 1979; 27: 195-232.
- 15 Sternberg R J. Mechanisms of cognitive development: A componential approach. New York; W.H.Freeman, 1984: 163-186

[存档文本](#)