

# 非词语性认知作业速度年老衰减 规律的数学描述<sup>1)</sup>\*

李 德 明

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

孙福立 李贵芸\*\*

(中国中医研究院西苑医院, 北京, 100091)

## 摘 要

应用两维年龄多作业回归分析方法,研究了四项非词语性认知作业速度年老衰减规律的数学描述形式。被试共734名,46—75岁。结果表明:五个年老组与46—50岁组作业时间之间呈线性函数关系,其线性方程的斜率值随年老组的增龄而增大。

关键词 非词语性作业, 认知速度, 老年。

## 1 前 言

关于认知功能年老化的大量研究结果证实,行为速度随年老普遍减慢<sup>[1,2]</sup>,因而速度因素成为评价和确定认知功能年龄差异的一项重要指标<sup>[3]</sup>。在深入开展认知速度年老化衰减规律的研究中,近期国外一些作者应用了一种两维年龄多作业回归分析方法,为确切地描述认知速度年老衰减规律提供了一种崭新的思路和分析方法<sup>[4,5]</sup>。

我们在探讨认知功能年老化问题时,应用上述两维年龄多作业回归分析方法,着重研究了非词语性认知作业速度年老衰减规律。在分析350例被试的实验数据时观察到,四项非词语性认知作业速度随年老出现成比例减慢现象,各年老组与46—50岁组作业时间之间呈线性函数关系<sup>[6]</sup>。最近我们对所积累的734例被试者实验数据做了分析,再次验证了上述结果,并对作业速度年老衰减速率做了探讨。本文将总结性报告734例被试的结果,概括提出以46—50岁组作参照的非词语性认知作业速度年老衰减规律的数学描述形式,为今后进一步全面研究不同类型认知作业速度年老衰减规律及其理论奠定基础。

## 2 方 法

### 2.1 被 试

被试者共734人(男473人,女261人),46—75岁,平均受教育 $11.4 \pm 3.5$ 年,身体基本健康。以5岁为年龄段,共分6个年龄组;各年龄组文化水平基本匹配,不设性别分组和青年对照组。

1) 本文于1993年8月25日收到。

\* 国家自然科学基金(39170304)和国家中医局科研基金资助项目。

\*\* 北京气功研究会。本文作者还有焦艳和严亦嵩同志。

## 2.2 作业内容

2.2.1 心算 共 10 道 3 个 1 位数的加减运算题,答案均为 1 位数,要求被试尽快用键盘打出运算结果。

2.2.2 符号数字 在屏幕中央随机呈现一组(5 个)测试符号,要求被试者按屏幕上方显示的“符号—数字”对的提示,迅速用键盘给出每一符号所对应的数字。测试符号连续呈现 10 组,共 50 个符号。

2.2.3 数字鉴别 屏幕中央以随机时间间隔单个显示共 10 个随机数字,要求被试按每次呈现的刺激数字迅速正确选择之对应的数字反应键。

2.2.4 计数 相当于“划消”测验。计算被试迅速数出屏幕上每次显示 30 个随机数字中的“6”的个数,共 10 次。

## 2.3 测试系统和分析方法

测试装置为一台 z80 微型计算机,用 BASIC 语言编写测试程序。测试时,作业内容依次显示在计算机屏幕上。每项作业经指导语讲解和练习后,由被试者独自按测试内容在键盘上操作回答,测毕由微机自动统计并打印出结果。

应用两维年龄多作业回归方法分析实验数据。

## 3 结 果

### 3.1 四项作业时间实验数据

6 个年龄组四项作业时间数据列于表 1。从表 1 所列数据可以看出,四项作业速度均随年老而减慢。

表 1 6 个年龄组四项认知作业完成时间(秒)

年龄组(岁)	心 算	符号数字	数字鉴别	计 数	人数(N)
46—50	3.928 ± 1.306	17.657 ± 3.875	1.305 ± 0.292	7.193 ± 1.586	73
51—55	4.735 ± 1.790**	19.726 ± 4.701**	1.367 ± 0.294	7.597 ± 1.841	95
56—60	5.460 ± 2.543***	23.215 ± 8.670***	1.515 ± 0.388***	8.181 ± 1.874***	146
61—65	5.936 ± 2.699***	24.571 ± 9.380***	1.608 ± 0.412***	8.815 ± 2.407***	197
66—70	6.006 ± 2.462***	25.906 ± 8.659***	1.733 ± 0.544***	9.568 ± 2.664***	149
71—75	6.812 ± 2.791***	28.365 ± 9.900***	1.941 ± 0.549***	10.626 ± 2.972***	74

注: 1) 表内数据为平均值 ± 标准差;

2) 各项作业各年龄组与 46—50 岁组相比较 \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ 。

### 3.2 两维年龄多作业回归方法分析结果

令 46—50 岁组四项作业时间为 X 变量,以下 5 个年龄组依次为  $Y_1$  至  $Y_5$  变量,应用回归方法分析  $Y_1 - Y_5$  与 X 变量之间的关系,优选得出 5 个回归方程如下( $r$  为相关系数):

$$Y_1 = 1.114X - 0.020 \quad (r = 0.999)$$

$$Y_2 = 1.319X - 0.325 \quad (r = 0.997)$$

$$Y_3 = 1.392X - 0.233 \quad (r = 0.998)$$

$$Y_4 = 1.471X - 0.259 \quad (r = 0.999)$$

$$Y_5 = 1.603X - 0.120 \quad (r = 0.999)$$

上述方程均为线性函数形式,由图 1 可见: 5 条回归直线的截距在“0”附近,斜率均大于 1.0,且直线斜率随 Y 变量所代表年龄组的增龄而增大。结果表明,该四项作业速度随年老成比例减慢,各年老组与 46—50 岁组认知作业时间之间呈线性函数关系,可用  $Y = aX + b$  方程形式描述。

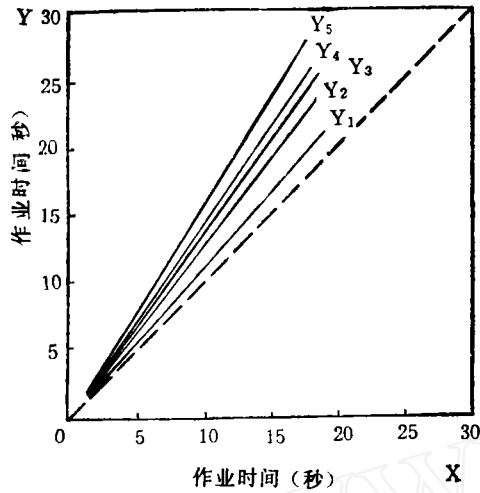


图 1 5 个回归方程在两维坐标平面上的图示  
46—50 岁组四项作业时间为 X 变量,其余 5 个年龄组四项作业时间依次为  $Y_1$  至  $Y_5$  变量。虚线是截距等于 0 和斜率等于 1.0 的直线

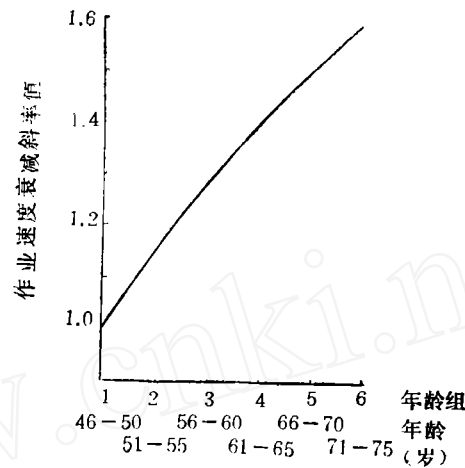


图 2 作业速度年老衰减斜率拟合曲线

### 3.3 作业速度年老衰减斜率拟合曲线

上述 5 个回归方程斜率值的最优拟合方程为  $Y = 0.415X^{1/2} + 0.567$  ( $r = 0.992$ )。

根据此方程绘出作业速度年老衰减拟合曲线(图 2)。由图 2 看出,该样本四项非词语性作业速度衰减速率不随年老加快。

## 4 讨 论

近期许多老年认知心理学家着重研究了青年(20 岁左右)与老年(65 或 75 岁左右)被试之间作业速度的函数关系。他们以 Y 和 O 分别代表青年人和老年人的作业潜伏期(或作业时间),迄今已报告以下 5 种函数形式:

- |            |                              |                          |        |
|------------|------------------------------|--------------------------|--------|
| 1) 比例函数形式  | $O = aY$                     | Cerella <sup>[7]</sup>   | (1980) |
| 2) 线性函数形式  | $O = aY + b$                 | Cerella <sup>[8]</sup>   | (1985) |
| 3) 平方函数形式  | $O = aY^2 + bY + c$          | Cerella <sup>[2]</sup>   | (1990) |
|            |                              | Hale <sup>[8]</sup>      | (1991) |
| 4) 简单幂函数形式 | $O = aY^b$                   | Botwinick <sup>[7]</sup> | (1984) |
|            |                              | Hale <sup>[9]</sup>      | (1987) |
| 5) 复杂幂函数形式 | $O = [(ay + 1)^{b/a} - 1]/b$ | Myerson <sup>[10]</sup>  | (1990) |

许多作者根据不同作业性质和实验条件概括出上述函数形式,并试图从理论上做出

解释,但所有这些数学模型都只是评价了老年人与青年人作业时间之间的关系,而没有描述其作业速度的年老衰减过程。我们在他人研究工作基础上,以46—50岁组作参照,研究了四项非词语性作业速度年老衰减规律。结果表明,各年老组与46—50岁组作业时间之间呈线性函数关系。若将46—50岁看作中年组,以M和O分别代表中年组和老年组的作业时间,则这种关系也可表示为:

$$O = aM + b$$

该结果与上述方程式(2)相一致,但区别是参照组分别为青年人和中年人。进一步分析观察到,各年老组与中年组作业时间之间呈线性函数关系,其线性方程的斜率值随年老组的增龄而增大,但总样本作业速度衰减速率不随年老加快。

该研究概括出四项非词语性作业各年老组与中年组作业时间之间呈线性函数关系,说明作业速度随年老衰减程度与作业所需时间有密切关系,提示年老过程中中枢信息加工过程速度和外周感觉—运动过程速度均成比例减慢。认知速度年老衰减速率可能与多种因素有关,除了作业的性质、时间和难度等因素外,被试样本条件(如文化程度、职业等因素)可能也很重要。本研究用横断法对总样本四项非词语性认知作业年老衰减速率做了分析,作者认为该问题值得进一步研究。

认知作业速度均随年老普遍减慢,但词语领域和非词语领域的情形可能有所不同。Lima等报告非词语领域认知速度年老减慢的程度较词语领域更为明显<sup>[10]</sup>。他们分析其最大区别是:词语领域必须涉及到背景知识,而非词语领域则不必。他们进而认为,认知速度年老减慢模式可能包括两个层次,一个层次与词语领域认知速度减慢较缓有关,另一个层次与非词语领域认知速度减慢更快有关。本研究四项作业均属于非词语领域,有关汉语领域认知速度年老衰减规律有待进一步研究。

认知速度年老衰减规律问题是认识和评价认知及智能老化问题的一个重要方面,研究这个问题显然具有重要的理论意义和应用价值。我们经过对四项非词语性认知作业速度年老衰减过程和规律的反复研究和验证,概括提出了其数学描述形式。今后将在此基础上,对汉语领域作业及非词语性领域其它作业做全面深入的研究,从而进一步探讨有关的机制及其理论解释。

### 参 考 文 献

- 1 Salthouse T A. Speed of behavior and its implications for cognition. In: Birren J E, Schaie K W eds, *Handbook of the psychology of aging*, 2nd Ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985, 400—426.
- 2 Cerella J. Aging and information-processing rate. In: Birren J E, Schaie K W eds, *Handbook of the psychology of aging* 3rd Ed, San Diego, CA: Academic Press, 1990, 201—221.
- 3 Salthouse T A, ed. *A theory of cognitive aging*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B V, 1985, 249—294.
- 4 Salthouse T A, Somberg B L. Isolating the age deficit in speeded performance. *Journal of Gerontology*, 1982;37, 59—63.
- 5 Cerella J. Information processing rates in the elderly. *Psychology Bulletin* 1985, 98 (1): 67—83.
- 6 Li D M, Sun F L et al. A study on speed changes of cognitive performances in aging. In: Wang Su ed. *Proceedings of the second Afro-Asian Psychological Congress*, Beijing, 1992, Beijing: Peking University Press, 1993, 298—302.

- 7 Hale S et al. General cognitive slowing in the nonlexical domain: An experimental validation. *Psychology and Aging*, 1991, 6(4): 512—521.
- 8 Hale S et al. General slowing of nonverbal information processing: Evidence for a power law. *Journal of Gerontology*, 1987, 42: 131—136.
- 9 Myerson J et al. The information-loss model: A mathematical theory of age-related cognitive slowing. *Psychological Review*, 1990, 97(2): 475—487.
- 10 Lima S D et al. How general is general slowing? Evidence from the lexical domain. *Psychology and Aging*, 1991, 6(3): 416—425.

## A MATHEMATICAL DESCRIPTION ON PATTERN OF COGNITIVE SLOWING IN NONLEXICAL TASKS IN AGING

Li Deming

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences*)

Sun Fuli Yan Yiai

(*Xiyuan Hospital, Chinese Academy of Traditional Medicine*)

### Abstract

A study on the mathematical pattern of cognitive slowing in 4 nonlexical tasks with age was accomplished by using the multitask regressive analyses of two age dimensions in 734 subjects of 46 to 75 years of age.

The results indicated there were linear functional relations between task time of the 5 groups of older adults and the group of 46—50 years of age, the slopes of the linear equations increased with advanced age of the group of older adults.

**Key words** nonlexical task, cognitive speed, aging.