

# 数字工作记忆广度的毕生发展及其作用因素\*

李德明<sup>1</sup> 刘 昌<sup>2</sup> 李贵芸<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所,北京 100101) (<sup>2</sup>南京师范大学教育科学研究院心理研究所,南京 210097)

**摘 要** 以 10~90 岁的 1993 名自愿者为被试完成该实验研究。结果表明:(1)在最简单的心算加工负荷下,数字工作记忆广度约为  $6 \pm 2$ ;(2)在 10 至 90 岁范围内,测验的最高成绩在 16~19 岁组(即高中生组),回归分析表明数字工作记忆广度随年龄的对数呈抛物线变化;(3)教育因素对成年人数字工作记忆广度的随龄化过程有重要作用;(4)与我们过去的研究结果相比较,发现数字工作记忆广度受心算加工负荷的影响显著。

**关键词** 数字工作记忆广度,年龄,教育,心算加工负荷。

**分类号** B844

## 1 前 言

工作记忆(working memory)是一种与经典的“短时记忆”相区别的概念。短时记忆是一种短时储存信息的能力,而工作记忆是一种对信息进行暂时性加工和储存的综合能力。在有关成年人认知发展的研究中,证明工作记忆能力随增龄明显减小,具有明显的年龄敏感性和个体差异性<sup>[1,2]</sup>。因此,已认为工作记忆是评价基本认知能力年龄和个体差异的一项重要而敏感的指标。近期有研究者进一步指出,工作记忆广度不仅是评价工作记忆能力的指标,而且,与常用的数字广度和词汇广度相比较,工作记忆广度对于认知能力的评价可能起到一种预报因子(predictor)的作用,因此,工作记忆广度还有可能是评价认知能力的一项预报指标<sup>[3,4]</sup>。

工作记忆同时又是一种对信息进行暂时性加工和储存的系统。Baddeley 在大量实验论证的基础上提出了工作记忆的认知结构模型,将工作记忆系统分为 3 个成分(或子系统),即“中央执行成分”(central executive)和两个缓冲区——“语音回路”(phonological loop)和“视觉空间模板”(visuospatial sketch pad)<sup>[5,6]</sup>。其中,中央执行成分主要负责信息加工、注意控制和认知活动的协调等,两个缓冲区分别用于维持语音信息和视觉空间信息。Baddeley 关于工作记忆系统三成分模型的观点已被认知心理学

家广泛接受;并且,有关工作记忆系统各个成分的心理功能及其神经生物学机制的研究非常活跃。大量研究证明,工作记忆系统对于完成学习、运算、推理、语言理解等复杂的认知活动起关键作用<sup>[5,6]</sup>。Salt-house 提出,作为加工资源(processing resource)的工作记忆能力的下降,可能是导致成人一般认知能力随年龄下降的主要原因<sup>[1]</sup>。

国外有关工作记忆年龄差异的报告很多<sup>[1,2,7]</sup>,但包括年龄跨度大的研究较少,并多着重于对中老年人的研究,尤其是包括儿童、少年、青年、中年和老年在内的毕生发展的较大样本的研究更少。Glin-sky 和 Judd(1994)报告了 278 名 19 至 96 岁成人 3 项工作记忆测验年龄差异的研究,发现工作记忆得分在 19~29 岁组最高,然后随增龄明显下降<sup>[8]</sup>。Swanson(1999)报告了 778 名 6 至 76 岁儿童到老年人视觉空间工作记忆和词语工作记忆毕生发展的研究,观察到视觉空间工作记忆得分年龄曲线的高峰在 19~30 岁组,而词语工作记忆得分年龄曲线的高峰在 30 岁以后<sup>[9]</sup>。国内有关工作记忆毕生发展的研究报告尚未见到。

由于工作记忆在评价认知能力方面的重要价值,以及工作记忆在复杂的认知活动中起关键作用,因此,关于工作记忆毕生发展的研究虽是一项基础性的工作,但应有重要意义。众所周知,衡量短时记忆能力的记忆广度约为  $7 \pm 2$ ,那么评价工作记忆能

收稿日期:2002-01-23

\*国家自然科学基金资助项目(批准号:30070265 和 30200082)。

力的工作记忆广度约为多少呢?迄今尚未见报告。基于上述的重要意义和理由,同时考虑数字工作记忆广度较易测定,因而确定本项工作的目的是:通过对广泛年龄范围的较大样本人群的实验,研究数字工作记忆广度的毕生发展规律及其作用因素;并由较大样本人群的实验数据计算出,在确定实验条件下的平均数字工作记忆广度,为评价工作记忆能力提供可操作性指标。研究结果将为进一步深入探讨工作记忆在认知功能毕生发展过程中的作用奠定基础。

## 2 方 法

### 2.1 被试

10~90岁身体基本健康的被试共1993名(男1004人,女989人),其中10~19岁儿童和青少年被试643名,20~90岁成年被试1350名。全部被试的教育程度在小学4年级以上,10~19岁被试为学生,20~90岁被试职业不限。共划分为10个年龄组,包括10~12岁组(小学生4~6年级)、13~15岁组(初中学生)、16~19岁组(高中学生)和7个成年组(20~90岁,以10岁段分组)。各成年组之间的教育程度匹配(平均教育年限=11.1±3.6),方差检验表明成年组被试之间的教育程度差异不显著( $p > 0.05$ ),被试者基本资料数据见表1。

### 2.2 任务设计

根据工作记忆对信息同时进行暂时性加工和储存的特点,参考Salthouse和Babcock的研究<sup>[10]</sup>,采用计算广度(computation span)作为评价工作记忆能力的指标。具体设计以随机的2个1位数的加减心算(答案为1位正数)作为工作记忆任务。要求被试者在完成心算任务的同时记住答案,在连续完成数题后将各题答案按顺序回忆出来。工作记忆任务从1道心算题开始,运算和回忆均正确,即开始第二组测验;第二组测验增加为2道题,运算和回忆均正

确,即开始第三组测验……;如此依次增加题目。当运算或回忆出现错误时,再重复一次,至连续出现二次运算或记忆错误时测验终止。被试者最后一次按顺序回忆的正确答案数字的个数,为该被试工作记忆的计算广度,即数字工作记忆广度。

### 2.3 测验程序

测验在计算机上进行。测验前指导语显示在屏幕上,主试者根据情况作适当讲解,让被试者明白测验要求和测验方法。然后,计算机按照上述任务设计方式呈现题目,要求被试者在小键盘上按数字键依此输入心算题的运算和回忆结果,进行2次练习后,开始实验。测验完毕,计算机记录被试者最后一次按顺序回忆的正确答案数,并将该被试者的数字工作记忆广度打印出来。

## 3 结 果

### 3.1 数字工作记忆广度

共测定1993人,全样本数字工作记忆广度的平均值为 $5.8 \pm 2.1$ 。

### 3.2 数字工作记忆广度的毕生发展

**3.2.1 各年龄组的测验结果** 各年龄组的测验结果见表1。青少年组数字工作记忆广度随增龄增加,成年组数字工作记忆广度随增龄减小,16~19岁组(即高中生组)数字工作记忆广度最大,平均值达到 $7.5 \pm 1.7$ 。全样本数字工作记忆广度无明显性别差异,方差分析(One - Way ANOVA)结果, $F(1,1991) = 0.22, p = 0.64$ 。

**3.2.2 数字工作记忆广度毕生发展规律的数学描述** 为了对数字工作记忆广度的毕生发展规律进行数学描述,对全样本数字工作记忆广度测验数据(Y)与年龄(X)之间做回归分析,结果Y是LogX的二次函数。这表明在10至90岁范围内,数字工作记忆广度随年龄的对数呈抛物线变化。其最优拟合方程如下,最优拟合曲线见图1。

表1 各年龄组被试基本资料和数字工作记忆广度测验结果

变量	10~12 (n=217)		13~15 (n=199)		16~19 (n=226)		20~29 (n=265)		30~39 (n=195)		40~49 (n=252)		50~59 (n=240)		60~69 (n=248)		70~79 (n=100)		80~90 (n=50)		均值	
	M	SD	M	SD	M	SD																
年龄(岁)	11.5	0.9	13.9	1.0	16.7	1.0	24.5	2.9	34.1	2.8	44.6	2.7	54.3	3.0	64.2	2.8	73.5	2.5	82.3	2.5	37.0	21.2
教育(年)	5.3	0.6	7.9	0.6	10.9	0.9	12.7	2.6	12.7	2.6	12.5	2.7	12.5	3.4	12.3	3.7	12.2	3.1	11.8	3.8	11.1	3.6
工作记忆 男	5.7	1.6	7.3	1.4	7.6	1.6	6.9	1.7	6.2	1.6	5.2	1.5	5.0	1.7	4.6	1.8	3.3	1.7	3.1	1.8	5.8	2.1
女	6.0	2.0	6.9	1.6	7.4	1.8	6.5	1.7	5.9	1.5	5.6	1.7	5.0	1.7	3.9	1.7	3.8	2.0	3.1	1.2	5.7	2.0
均值	5.9	1.8	7.1	1.5	7.5	1.7	6.7	1.7	6.0	1.6	5.4	1.6	5.0	1.7	4.3	1.8	3.5	1.8	3.1	1.7	5.8	2.1

注:(1)表中M为平均值,SD为标准差,下同;(2)7个成年组被试教育程度方差分析(One - Way ANOVA)结果, $F(6,1343) = 1.16, p = 0.33$ ,表明差异不显著。(3)数字工作记忆广度男女差异方差分析(One - Way ANOVA)结果, $F(1,1991) = 0.22, p = 0.64$ ,表明差异不显著。

$$Y = - 8.98 + 24.90 \text{Log}X - 9.75 (\text{Log}X)^2$$

$$[r^2 = 0.31, F(2, 1990) = 450.64, p < 0.001]$$

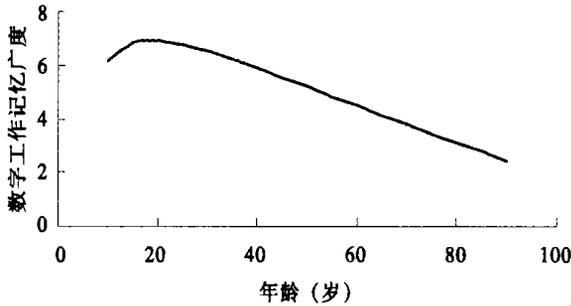


图1 数字工作记忆广度与年龄之间的最优拟合曲线

### 3.3 教育因素对成年人数字工作记忆广度随龄化过程的作用

为了考查教育因素对成年人数字工作记忆广度

随龄化过程的作用,将 20 至 90 成年被试根据受教育年限划分为两组:教育年限 > 12 年为高教育组(共 574 人,平均教育年限  $15.5 \pm 0.8$ ),教育年限 12 年为低教育组(共 776 人,平均教育年限  $10.3 \pm 2.1$ )。两组被试受教育年限和数字工作记忆广度测验数据列于表 2。由表 2 可以看出,高教育每个年龄组数字工作记忆广度平均值都明显高于低教育相应年龄组,高教育 50~59、60~69、70~79 和 80~90 岁组数字工作记忆广度成绩依次相当或高于低教育 30~39、40~49、50~59 和 60~69 岁龄组。高、低教育组数字工作记忆广度平均值分别为  $6.1 \pm 1.9$  和  $4.6 \pm 1.8$ , *t* 检验结果表明,两组数字工作记忆广度差异显著( $t = 14.39, p < 0.001$ )。上述结果说明教育因素对成年人数字工作记忆广度的随龄化过程有重要影响。

表 2 高、低教育各年龄组数字工作记忆广度测验结果

组别	20~29 岁		30~39 岁		40~49 岁		50~59 岁		60~69 岁		70~79 岁		80~90 岁		均值	
	<i>M</i>	<i>SD</i>														
高教育	7.6	1.6	6.6	1.4	6.2	1.5	5.9	1.4	5.3	1.7	4.3	2.1	4.3	1.7	6.1	1.9
低教育	6.0	1.4	5.6	1.4	5.0	1.5	4.3	1.6	3.4	1.4	3.0	1.4	2.4	1.2	4.6	1.8

注:*t* 检验两组数字工作记忆广度之间差异显著,  $t = 14.39, p < 0.001$ 。

### 3.4 心算加工负荷对数字工作记忆广度的影响

为了考查心算加工负荷(即心算任务难易)对数字工作记忆广度的影响,引用我们在 2000 年报告的一项研究的实验数据与本研究相应部分的实验数据进行比较。在前一项研究中:被试者是受教育年限 12 年以上的健康成人 172 人(20~80 岁),以 10 岁段划分为 6 个年龄组,组间教育年限匹配( $p > 0.05$ ),平均教育年限  $15.1 \pm 1.5$ ;心算任务是难度较大的 2 个 2 位数的减法运算(答案也为 1 位正数);观察到数字工作记忆广度的平均值为  $5.4 \pm 2.4$ <sup>[11]</sup>。取本研究中受教育年限 12 年以上的 20~80 岁被试者共 554 名(即上述高教育组的前 6 个年龄组),平均教育年限  $15.5 \pm 0.8$ ,组间教育年限匹

配( $p > 0.05$ ),计算得出数字工作记忆广度的平均值为  $6.2 \pm 1.8$ 。两项研究心算任务的难度不同,分别称为心算任务难组和心算任务易组,两组数字工作记忆广度平均值之间差异显著,  $t = 4.06, p < 0.001$ (实验数据见表 3)。上述两批健康被试者的年龄范围相同、教育年限相当,区别是数字工作记忆广度实验的心算加工负荷不同。前一项实验是难度较大的 2 个 2 位数的减法运算,心算加工的负荷较重;而本项实验的心算任务是最简单的 2 个 1 位数的加减运算,心算加工的负荷较轻。因此,两项研究所得到的数字工作记忆广度之间的差异显著,充分说明数字工作记忆广度受心算加工负荷的影响明显。

表 3 两种心算任务难度下各年龄组数字工作记忆广度测验结果

组别	20~29 岁		30~39 岁		40~49 岁		50~59 岁		60~69 岁		70~80 岁		均值	
	<i>M</i>	<i>SD</i>												
心算任务难组	7.0	2.2	5.0	2.2	5.0	2.3	5.6	2.7	5.1	2.3	4.1	1.7	5.4	2.4
心算任务易组	7.6	1.6	6.6	1.4	6.2	1.5	5.9	1.4	5.3	1.7	4.3	2.1	6.2	1.8

注:*t* 检验两组数字工作记忆广度之间差异显著,  $t = 4.06, p < 0.001$ 。

## 4 讨 论

工作记忆的概念是 Baddeley 和 Hitch (1974) 在模拟短时记忆障碍实验的基础上提出来的,因此,工作记忆与短时记忆是既类似而又有区别的两个概念。短时记忆仅强调暂时性的储存能力,而工作记忆同时强调暂时性的加工和储存能力。因此,工作记忆是较短时记忆更为复杂的结构和系统<sup>[12]</sup>。将已知的关于数字记忆广度的研究结果<sup>[13]</sup>与该项研究的结果相比较,可以发现,数字记忆广度和数字工作记忆广度与年龄的关系是很类似的。在毕生发展过程中,二者均随年龄呈抛物线变化,测验的最高成绩都在 16~19 岁左右。并且,已知数字记忆广度的均值为  $7 \pm 2$ ,在该心算加工负荷较轻的实验条件下观察到数字工作记忆广度的均值为  $6 \pm 2$ ,说明工作记忆容量是受短时记忆容量所制约的。最近有作者报告的实证性研究结果证明,在结构方程模型中,工作记忆与短时记忆是分开表现的,但有很高的结构相关;然而,明显的区别是工作记忆与液态智力或其他认知能力之间有很强的作用联系,而短时记忆与液态智力或其他认知能力之间则没有很强的作用联系<sup>[4]</sup>。同时,已有作者报告工作记忆是认知功能老龄化的中介因子<sup>[14,15]</sup>,作为加工资源的工作记忆能力的降低,可能是一般认知能力老龄化的决定和调节因素<sup>[16]</sup>。我们在关于工作记忆对心算加工老龄化过程中作用的实验研究中,观察到工作记忆能力对心算加工效率的影响明显,并通过层次回归分析方法计算出工作记忆对于心算老龄化的作用量为 30%~50%,进一步证明工作记忆在复杂的认知加工活动的老龄化过程中的确起一种非常重要的作用<sup>[11]</sup>。然而,短时记忆只是认知功能老龄化的外显因素之一,对于认知功能的老龄化过程不能起中介或调节的作用。Logie 关于工作记忆是脑的工作台 (desktop of the brain) 的观点十分精辟,他提出了一个工作记忆的理论模型,即工作记忆的基础是知识 (包括经验) 和知觉产物,先前储备的知识被当前的知觉产物所激活,然后进入工作记忆系统被保存,并在这里进行加工<sup>[6]</sup>。因而不难理解,工作记忆是较短时记忆更为复杂而重要的一种能力和系统,对于完成复杂的认知活动起非常重要的作用;以及工作记忆广度对于评价认知能力有重要价值。

我们曾报告过 20 余项认知测验受年龄和教育因素双重影响的实验工作,研究结果观察到教育因素对注意、知觉速度、记忆、思维、推理等多种认知能

力的老龄化过程有明显的影晌<sup>[17]</sup>。同时,我们又在实证性研究中证明,在认知功能老龄化结构方程模型中,教育因素同时通过速度和记忆两个潜在因子,分别对工作记忆、加工速度、思维效率、短时记忆及推理等多种认知能力的老龄化过程产生显著的正效应<sup>[18]</sup>。该项工作观察到教育因素对成年人数字工作记忆广度的随龄化过程有重要作用。上述研究结果有力地说明,包括工作记忆在内的认知功能的老龄减退过程中,教育因素是不可忽略的重要影响因素。我们所完成的一系列研究工作说明,工作记忆像多种认知能力一样,同时受年龄和教育的双重作用,教育因素对于包括工作记忆在内的认知功能的老龄化过程有明显影响,而在这种影响中工作记忆又扮演双重角色,即既受教育因素的影响,又在教育因素对其它认知能力的老龄化过程的影响中起一种非常关键而重要的中介和调节作用。

我们先后的研究发现,数字工作记忆广度受心算加工负荷的影响。由于工作记忆是一种对信息进行暂时性加工和储存的系统,因此,同时进行的加工和储存活动可能会相互影响,相互作用。加工任务的难度愈大,加工的负荷就愈重,耗费的心理资源就愈多;同时加工需要的时间就愈长,势必影响储存和保持,其结果工作记忆广度减少。上述的发现和解释除了得到加工资源理论的支持外;同时还得到 Towse 和 Hitch 等人研究的支持,他们在研究工作记忆的测验中发现,遗忘随加工任务需要花费时间的量而增加<sup>[19]</sup>。综合加工资源和加工时间两方面的考虑,可能对上述现象给予了较全面的解释。

关于成年人工作记忆随增龄减退机制的研究工作活跃多。概括起来,除了工作记忆系统的各子系统 (尤其是中央执行子系统) 本身的年老变化而外,老年人在心理资源、注意能力、加工速度和加工能力、抑制干扰的能力、协调能力等方面均不如青年人,以及青、老年人在策略应用上也有所不同,这些因素都可能与成年人工作记忆能力随增龄减退机制有关系<sup>[19~22]</sup>。由于人的各种认知能力,包括感知觉功能、注意能力、加工速度和加工能力、工作记忆能力、记忆能力等都不是独立的,而是相互影响的,因此为阐明工作记忆老龄减退机制带来很大困难。关于上述多种因素对工作记忆综合作用的阐明,将对于揭示工作记忆的年龄和个体差异以及工作记忆在认知功能毕生发展过程中的作用和机制有重要意义,尚待进一步深入探讨。

目前应用先进技术探讨工作记忆的脑活动机制

已出现热潮,但有关年龄差异的比较研究还不多。应用功能磁共振成像(fMRI, functional Magnetic Resonance Imaging)和正电子发射断层扫描(PET, Position Emission Tomography)技术,对不同年龄工作记忆脑活动的比较研究发现,背外侧前额皮层是工作记忆随龄变化较敏感的一个脑区<sup>[23]</sup>,并且老年人左右两半球彼此相对应的脑区趋向于同时参与工作记忆加工<sup>[24]</sup>,提示工作记忆能力随增龄减退可能与老年人脑功能一侧化程度的减弱有关。应用事件相关电位(ERP, Event - Related Brain Potentials)技术对不同年龄工作记忆脑活动的研究初步发现,年老导致顶区 P300 成分潜伏期延长,波幅减小,而额区 P200 成分波幅增大<sup>[25]</sup>。关于工作记忆毕生发展脑活动机制的探讨尚待今后进一步努力。

## 5 结 论

在最简单的心算加工负荷下,数字工作记忆广度约为  $6 \pm 2$ ;在 10 至 90 岁范围内,测验的最高成绩在 16~19 岁组(即高中生组),回归分析表明数字工作记忆广度随年龄的对数呈抛物线变化;教育因素对成年人数字工作记忆广度的随龄变化过程有重要作用;与过去的研究结果相比较,发现数字工作记忆广度受心算加工负荷的影响显著。

## 参 考 文 献

- Salthouse T A. The aging of working memory. *Neuropsychology*, 1994, 8:535~543
- Jenkins L, Myerson J, Hale S, Fry A F. Individual and developmental differences in working memory across the life span. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1999, 6:28~40
- Kyllonen P C, Christal R E. Reasoning ability is (little more than) working memory capacity?! *Intelligence*, 1991, 14:389~433
- Engle R W, Tuholski S W, Laughlin J E, Conway A R A. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128:309~331
- Baddeley A. Working memory. *Sciences*, 1992, 255:556~559
- Logie R H. Working memory. *Psychologist*, 1999, 12:174~178
- Dobbs A R, Rule B G. Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 1989, 4: 500~503
- Gilinsky A S, Judd B B. Working memory and bias in reasoning across the life span. *Psychology and Aging*, 1994, 9: 356~371
- Swanson H L. What develops in working memory? A life span perspective. *Developmental Psychology*, 1999, 15: 986~1000
- Salthouse T A, Babcock R L. Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, 1991, 27:763~776
- Liu C, Li D. The role of working memory in age differences in mental arithmetic (in Chinese). *Journal of Graduate School, Academia Sinica*, 2000, 17(1): 80~85  
(刘昌, 李德明. 工作记忆在心算加工年老化过程中的作用. 中国科学院研究生院学报, 2000, 17(1): 80~85)
- Kail R, Hall L K. Distinguishing short-term memory from working memory. *Memory & Cognition*, 2001, 29: 1~9
- Yang Z. The development of memory span. In: Zhu Z ed. *Dictionary of Psychology (in Chinese)*. Beijing: Beijing Normal University Publishing Company, 1989. 298  
(杨治良. 记忆广度的发展. 见:朱智贤主编. 心理学大词典. 北京:北京师范大学出版社, 1989. 298)
- Fisk J E, Warr P. Age and working memory: The role of perceptual speed, the central executive, and the phonological loop. *Psychology and Aging*, 1993, 84: 171~199
- Verhaeghen P, Salthouse T A. Meta-analyses of age-cognition relation in adulthood, estimates of linear and nonlinear age effects, and structural model. *Psychological Bulletin*, 1997, 122: 231~249
- Salthouse T A. Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 1990, 10: 101~124
- Li D, Liu C, Li G. Studies on cognitive aging and the effect of educational factor (in Chinese). *Chinese Journal of Gerontology*, 1999, 19(1): 1~3  
(李德明, 刘昌, 李贵芸. 认知老化及教育因素影响的研究. 中国老年学杂志, 1999, 19(1): 1~3)
- Li D, Liu C, Li G. A study on cognitive aging model (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 1999, 31(1): 98~103  
(李德明, 刘昌, 李贵芸. 认知老化模型的研究. 心理学报, 1999, 31(1): 98~103)
- Towse J, Hitch GJ, Hutton U. On the interpretation of working memory span in adults. *Memory & Cognition*, 2000, 28: 341~348
- Chiappe P, Hasher L, Siegel L S. Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory and Cognition*, 2000, 28: 8~17
- Tuholski S W, Engle R W, Baylis G C. Individual differences in working memory capacity and enumeration. *Memory and Cognition*, 2001, 29: 484~492
- McNamara D S, Scott J L. Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*, 2001, 29: 10~17
- Rypma B, D'Esposito M. Isolating the neural mechanisms of age-related changes in human working memory. *Nature Neuroscience*, 2000, 3: 509~515
- Reuter-Lorenz P A, Jonides J, Smith E E. Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12: 174~187
- McEvoy L K, Pellouchoud E, Smith M E. Neurophysiological signals of working memory in normal aging. *Cognitive Brain Research*, 2001, 11: 363~376

## DEVELOPMENT IN DIGIT WORKING MEMORY SPAN ACROSS THE LIFE SPAN AND ITS INFLUENTIAL FACTORS

Li Deming<sup>1</sup>, Liu Chang<sup>2</sup>, Li Guiyun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China 100101

<sup>2</sup> Department of Psychology, Nanjing Normal University, Nanjing, China 210097

### Abstract

The experimental studies on development of digit working memory span across the life span and its influential factors were accomplished in 1993 healthy participants aged 10 to 90 years with education of 4 ~ 17 years. The subjects were divided into 10 age groups including 3 student groups with 10 ~ 12, 13 ~ 15, 16 ~ 19 years of age and 7 adult groups with an interval of 10 years of age. The education of 3 student groups were separately 4 ~ 6 years (the students in 4 ~ 6 years of primary school), 7 ~ 9 years (the students in junior middle school) and 10 ~ 12 years (the students in senior middle school), and the years of education between the adult groups were matched (mean years of education = 11.1 ± 3.6). The results indicated: (1) The mean of digit working memory span was approximately 6 ± 2 in the processing load of the most simple mental - arithmetic. (2) The best performance of digit working memory span was in the group of 16 to 19 years of age (in the group of senior middle school students), and the regressive analyses indicated that digit working memory span changed in a parabola curve with the logarithm of age in ranging from 10 to 90 years of age. (3) There was significant difference in digit working memory span between the adults aged 20 ~ 90 years of age with high education (> 12 years of education) and low education (≤ 12 years of education). It showed that education played an important role in the changing process with age in adults for digit working memory span. (4) It was found that the processing load of mental arithmetic had an obvious effect on digit working memory span as compared with our previous result.

**Key words** digit working memory span, age, education, processing load of mental - arithmetic.