

# 中德学龄儿童数学能力发展水平跨文化研究

吴汉荣<sup>1</sup>, 李丽<sup>1</sup>, 约翰·哈夫勒<sup>2</sup>

(1.华中科技大学同济医学院公共卫生学院, 儿少卫生与妇幼保健学系, 湖北 武汉 430030;

2.德国海德堡大学儿童青少年心理卫生研究中心)

【摘要】 目的: 开展中德儿童基本数学能力跨文化比较, 探讨我国数学基础教育的不足, 为改善教育质量提供决策依据。方法: 采用多阶段分层整群抽样, 抽取普通小学 1 年级末至 4 年级末的学生为研究样本。中国在大陆 31 个省、自治区、直辖市取样, 共抽取样本 7827 例, 其中男生 3985 人, 女生 3842 人。德国样本 3354 人, 来自不同的州, 其中男生 1731 人, 女生 1623 人。结果: 在数学运算领域的分测试, 即加法、减法、乘法、除法、比较大小 5 个分测试, 中国儿童的得分显著高于德国儿童 ( $P < 0.01$ ); 但在逻辑思维与空间-视觉功能领域的分测试, 如续写数字、目测长度、方块计数、数字连接等分测试中, 中国儿童无明显优势, 有些分测试甚至低于德国儿童。结论: 我国的数学基础教育应加强逻辑思维、空间概念等思维的培养。

【关键词】 小学生; 数学能力; 跨文化研究

中图分类号: B844.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2006)03-0321-03

## Cross Cultural Study on Mathematical Competencies between Chinese and German Primary Students

WU Han-rong, LI Li, John Haffner

Department of Child and Adolescent Health, Maternity and Child Health Care, School of Public Health,  
Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To compare differences between Chinese and German students in basic mathematical competencies. Methods: Students from grade 1 to 4 in urban and rural schools respectively were selected randomly by the multi-phase-stratified-cluster sampling method. According to the nominal criteria, in China 7827 subjects, 3985 boys and 3842 girls were recruited, and in Germany 3354 students, 1731 boys and 1623 girls, were drawn to participate in the present study. Results: In the field of mathematical operation ability, namely addition, subtraction, multiplication, division and size comparison subtests, scores of Chinese students were more than those of German. There was significant difference ( $P < 0.01$ ). As for logical thinking and spatial-visual functions, for example number composition, length eye-measurement, mass count and number linkage subtests, Germanic children were much better in part subtests. Conclusion: Not only mathematical operation ability but also logical thinking and spatial-visual competencies should be strengthened in our basic mathematical education.

【Key words】 Primary students; Mathematical competencies; Cross cultural study

跨文化的数学教育研究, 就是对不同文化背景下数学教育的特点和规律的研究, 对具有不同文化背景的儿童及青少年接受数学教育时所表现出来的不同思维、行为的研究, 它将研究不同的文化背景对儿童及青少年认知发展的影响<sup>[1]</sup>。本研究由华中科技大学同济医学院与德国海德堡大学协作, 开展中德儿童基本数学能力跨文化研究, 旨在探讨文化背景对数学教育的正面影响与负面干扰, 发现基础教育存在的问题, 为提高我国数学教育质量提供可靠的资料和决策依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 对象

【基金项目】 中德跨文化合作项目

中国样本取自全国七大区 (中国大陆 31 个省、自治区、直辖市抽样), 包括北京、河北、黑龙江、江苏、安徽、湖北、湖南、广东、海南、四川、贵州、甘肃、山东等 13 个省/直辖市, 取样原则是按分层比率随机方式, 覆盖普通小学一至四年级的学生, 共 4 个年级组。按年级、性别、地域、城乡等变量分层。参加取样的人员, 是经过统一培训, 并经确认完全掌握了抽样方案后才正式取样。取样时间统一为 2003 年 6 月中旬至 7 月中旬 (即学年结束前 1 个月内完成取样) 或 2003 年 9 月 1 日至 30 日 (即新学期开学 1 个月内)。共获得 7827 份有效测试卷, 其中男生 3985 人, 女生 3842 人。

德国样本取自德国不同的州, 代表德国小学生的整体数学能力发展水平。覆盖普通小学一至四年

级的学生,共4个年级组,共获得3354份有效测试卷,其中男生1731人,女生1623人。取样时间为2004年6月-7月。

## 1.2 调查方法

中国学生的数学能力测量工具:引进、修订《德国海德堡大学小学生数学基本能力测试量表》,经信、效度检验符合测量学要求,并经专家认证适合中国儿童的《中国小学生数学基本能力测试量表》<sup>[2]</sup>,进行团体测试。该量表由数学运算、空间-视觉与逻辑思维两个领域构成,数学运算包括加法、减法、乘法、除法、填空、比较大小6个项目,空间-视觉与逻辑思维领域包括目测长度、图形计数、方块计数、续写数字、数字连接5个项目。德国学生的数学能力测量工具采用《德国海德堡大学小学生数学基本能力测试量表》,进行团体测试。

《中国小学生数学基本能力测试量表》与《德国海德堡大学小学生数学基本能力测试量表》的区别在于,前者将后者的加、减、乘、除法,比较大小5个分测试项目,每一项目的限定时间由原来的2分钟缩短为1分钟,其它项目与原量表一致,量表构架不

变。为了便于中德比较,中国学生的数学能力测试数据既收集了缩短了限制时间的数据,也收集了与德国学生的限定时间相一致的数据。

## 1.3 资料收集与统计分析方法

数据录入采用统一的Visual FoxPro 6.0数据库结构,双份录入,并经唯一性检验和双份核对检验后,两国数据进行交换。统计分析采用SAS 8.1进行。计量资料的均值、标准差计算,t检验,方差分析;计数资料的率、频数分布描述,<sup>2</sup>检验。

## 2 结 果

### 2.1 各分测试原始得分的中德比较

为了能进行中德比较,将各分测试的限定时间中、德一致的数据进行比较,各分测试的得分见表1。表1显示,在数学运算领域的分测试,即加、减、乘、除法,比较大小5个分测试,中国儿童的得分显著高于德国儿童( $P<0.01$ );但在逻辑思维与空间-视觉功能领域的分测试,如续写数字、目测长度、方块计数、数字连接等分测试中,则无明显优势,有些分测试甚至低于德国儿童。

表1 小学生数学能力测试得分的中德比较( $\bar{x} \pm s$ )

分测试项目	中国				德国			
	1 年级	2 年级	3 年级	4 年级	1 年级	2 年级	3 年级	4 年级
SG	28.54 $\pm$ 3.95	30.02 $\pm$ 1.84	34.56 $\pm$ 4.12	39.99 $\pm$ 2.87	17.96 $\pm$ 4.85*	22.94 $\pm$ 5.63*	27.95 $\pm$ 6.52*	31.54 $\pm$ 6.76*
RA	25.07 $\pm$ 5.82	29.22 $\pm$ 5.67	33.05 $\pm$ 5.03	35.84 $\pm$ 4.00	15.22 $\pm$ 4.51*	20.80 $\pm$ 5.11*	26.22 $\pm$ 5.18*	29.32 $\pm$ 4.90*
RS	24.26 $\pm$ 6.06	28.54 $\pm$ 5.85	32.45 $\pm$ 5.02	34.82 $\pm$ 4.39	13.51 $\pm$ 4.75*	19.30 $\pm$ 5.82*	24.27 $\pm$ 6.10*	27.67 $\pm$ 5.98*
ZF	9.03 $\pm$ 4.22	10.69 $\pm$ 4.16	11.72 $\pm$ 4.45	12.07 $\pm$ 4.62	7.08 $\pm$ 3.59*	10.18 $\pm$ 3.74*	12.14 $\pm$ 3.51*	13.41 $\pm$ 3.22*
RM	未测	24.63 $\pm$ 9.46	32.28 $\pm$ 3.99	34.22 $\pm$ 3.89	未测	15.07 $\pm$ 4.48*	20.88 $\pm$ 6.02*	26.66 $\pm$ 5.69*
RD	未测	19.38 $\pm$ 9.82	30.99 $\pm$ 6.57	34.53 $\pm$ 5.64	未测	12.88 $\pm$ 6.29*	20.02 $\pm$ 7.64*	25.55 $\pm$ 7.37*
EG	11.86 $\pm$ 5.85	16.15 $\pm$ 6.78	19.84 $\pm$ 7.25	24.05 $\pm$ 7.04	6.22 $\pm$ 3.17*	9.24 $\pm$ 3.99*	12.96 $\pm$ 4.97*	16.17 $\pm$ 5.80*
GK	20.61 $\pm$ 6.61	25.67 $\pm$ 7.17	30.31 $\pm$ 6.66	34.15 $\pm$ 5.88	11.03 $\pm$ 5.88*	17.31 $\pm$ 6.41*	22.47 $\pm$ 6.86*	26.03 $\pm$ 7.09*
LS	5.86 $\pm$ 4.20	7.88 $\pm$ 5.11	10.55 $\pm$ 5.69	12.51 $\pm$ 5.60	5.64 $\pm$ 3.96*	8.74 $\pm$ 4.64*	10.74 $\pm$ 5.17	13.00 $\pm$ 5.62*
MZ	8.92 $\pm$ 2.93	10.25 $\pm$ 3.29	11.66 $\pm$ 3.58	12.91 $\pm$ 3.62	6.56 $\pm$ 2.02*	7.87 $\pm$ 2.18*	9.06 $\pm$ 2.29*	10.29 $\pm$ 2.38*
Wü	12.48 $\pm$ 4.84	13.4 $\pm$ 5.19	14.06 $\pm$ 5.49	14.98 $\pm$ 5.70	9.82 $\pm$ 4.41*	12.10 $\pm$ 4.67*	14.16 $\pm$ 4.76	16.14 $\pm$ 4.61*
ZV	59.51 $\pm$ 26.88	72.22 $\pm$ 29.44	89.41 $\pm$ 38.17	98.87 $\pm$ 37.70	68.22 $\pm$ 20.95*	86.33 $\pm$ 21.20*	101.53 $\pm$ 23.25*	116.30 $\pm$ 24.75*

注: \* 表示中德比较差异有统计学意义。表中代码 SG 即抄写数字、RA 即加法、RS 即减法、ZF 即续写数字、RM 即乘法、RD 即除法、EG 即填空、GK 即比较大小、LS 即目测长度、MZ 即图形计数、Wü 即方块计数、ZV 即数字连接。

### 2.2 数学运算能力领域分测试得分中德比较

表2列出了数学运算能力领域分测试,中国儿童在限制时间分别为1分钟与2分钟的测试得分、德国儿童在限制时间为2分钟的得分。

由表2显示,中国儿童在2分钟的测试得分明显高于1分钟的得分( $P<0.01$ );德国儿童在这些分测试中,2分钟的得分显著低于中国儿童2分钟的得分;部分分测试甚至中国儿童1分钟的得分也高

于德国儿童 2 分钟的得分。

表 2 修改的部分分测试得分中德比较

分测试 项 目	年 级	中国			德国 (2 分钟)	P**
		1 分钟	2 分钟	P*		
加 法	1	18.88	25.07	<0.0001	15.22	<0.0001 (<0.0001)
	2	21.35	29.22	<0.0001	20.80	<0.0001 (0.006)
	3	24.85	33.05	<0.0001	26.22	<0.0001 (<0.0001)
	4	28.15	35.84	<0.0001	29.32	<0.0001 (<0.0001)
减 法	1	17.86	24.26	<0.0001	13.51	<0.0001 (<0.0001)
	2	20.95	28.54	<0.0001	19.30	<0.0001 (<0.0001)
	3	24.19	32.45	<0.0001	24.27	<0.0001 (0.706)
	4	27.06	34.82	<0.0001	27.67	<0.0001 (0.006)
乘 法	2	20.41	24.63	<0.0001	15.07	<0.0001 (<0.0001)
	3	27.15	32.28	<0.0001	20.88	<0.0001 (<0.0001)
	4	29.72	34.22	<0.0001	26.66	<0.0001 (<0.0001)
除 法	2	12.87	19.38	<0.0001	12.88	<0.0001 (0.977)
	3	22.33	30.99	<0.0001	20.02	<0.0001 (<0.0001)
	4	26.85	34.53	<0.0001	25.55	<0.0001 (<0.0001)
比较大小	1	14.20	20.61	<0.0001	11.03	<0.0001 (<0.0001)
	2	17.09	25.67	<0.0001	17.31	<0.0001 (0.325)
	3	20.05	30.31	<0.0001	22.47	<0.0001 (<0.0001)
	4	23.33	34.15	<0.0001	26.03	<0.0001 (<0.0001)

注: \* 中国儿童 1 分钟与 2 分钟数学能力测试得分的比较; \*\* 括号外为中国 2 分钟测试成绩与德国的比较; 括号内为中国 1 分钟测试成绩与德国的比较。

3 讨 论

国际范围内的教育特别是基础教育中的数学教学内容的相对一致性, 为数学教育的跨文化研究提供了客观基础<sup>[3]</sup>。教学内容的相对一致性与教学效果的差异性为数学教育从文化背景角度审视文化缘由给予了可能性, 奠定了有效性。

数学教育是传播数学文化的社会活动, 直接受数学文化的制约是显然的。由于不同传统文化, 特别是不同数学文化的差异, 致使不同文化体系 (背景) 下的数学教育思想、内容、方式产生差异<sup>[4,5]</sup>。古希腊以《几何原本》作为数学教育的基本教材, 形成理论型的教育模式; 古代中国以《九章算术》作为数学教育的基本教材, 形成应用型的教育模式。这种差异在初等教育阶段尤为明显, 如在计数、运算法则、空间几何概念上都不同程度、不同方式地表现出来。

本研究在比较中德儿童数学能力的差异时发现, 在数学运算领域, 中国学生明显优于德国学生, 而在空间- 视觉功能领域, 则没有优势可言, 甚至在部分分测试得分还低于德国学生。主要是因为我国传统的数学课程大都是计算, 忽视猜想和推理能力、观察和抽象能力、空间想象能力的培养有关。

中国孩子从幼儿园开始, 就接受数的认识、简单

计算等教育, 入学, 运算能力就一直贯穿于数学能力培养的始终。运算能力在小学阶段主要表现为具体运算水平, 各组学生在运算能力上的高分, 说明在我国的基础教育中, 计算能力的培养被放置首位。古往今来, 中国就是一个长于计算和算法的国度。中世纪的中国数学, 从《九章算术》到《辑古算经》, 无不以算法为重<sup>[6]</sup>。然而, 数学的涵义比计算要广得多, 它不仅包括计算能力、逻辑思维能力和空间观念, 还应包括数学交流的能力、数学意识、模式探索 (作猜想, 找规律, 建模式)、问题解决、实际应用等<sup>[7]</sup>。

数学的基本能力所要求的不仅是只通晓算术。为了有信心地应对现代社会的需要, 人们必须能够领会许多数学概念—例如, 机会、逻辑、图像等所包含的意思。而要了解这些数学概念, 就必须具备数学逻辑思维、空间想象及数学的实际应用能力。数学的一个显著特点就是它的抽象性, 学生的抽象能力不高, 自然无法抽象出问题中最本质的东西, 在一定程度上就会影响到数学概括能力。这都说明这部分内容在新课程改进的过程中需要加大力度, 应加入反映逻辑思维、空间概念的课程内容, 要求体现逻辑思维、空间概念的内容附以恰当的题材和呈现方式, 采取有助于学生形成逻辑思维、空间概念的教学策略。

参 考 文 献

1 汪秉彝, 吕传汉. 再论跨文化数学教育. 数学教育学报, 1999, 8(2):16- 20

2 吴汉荣, 李丽. 中国小学生数学能力测试量表的编制及信效度检验. 中国公共卫生, 2005, 4:473

3 朱维宗, 杨承纶, 赵萍, 等. 云南省少数民族地区初中学生数学能力的跨文化研究报告. 数学教育学报, 2000, 9(2): 49- 53

4 Bronfenbrenner U. Environments in developmental perspective: Theoretical and operational models. In SL Friedman and TD Wachs, Measuring Environment Across the Life Span. Washington, DC: American Psychological Association, 1999.3- 38

5 Olivier Simon, Jean- Francois Mangin, Laurent, et al. Topographical Layout of Hand, Eye, Calculation, and Language-Related Areas in the Human Parietal Lobe. Neuron, January 31, 2002, 33: 475- 487

6 张维忠. 数学文化与数学课程. 上海: 上海教育出版社, 1999. 139- 140

7 NCTM. Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: NCTM, 2000

(收稿日期: 2005- 10- 22)