

MD 儿童与正常儿童早期数学认知差异的研究

林泳海 金 莉

(华东师范大学 学前教育系,上海 200062)

摘 要: 该研究采用测验法,考察数学学习不良(MD)儿童的早期数学认知能力,包括计数、数守恒、时空概念、逻辑、计算和操作等方面。被试为城市幼儿园 34 名 MD 儿童和 30 名正常儿童,平均年龄约 6.0 岁。结果发现,学习不良儿童早期数学能力在逻辑、计算和空间保持上有缺陷,与 Johnson、Ginsburg 等人的研究结果一致。与以往研究有所不同的是:在计数能力上,MD 儿童与正常儿童间差异不明显;在数守恒能力上,MD 儿童明显低于正常儿童;空间保持缺陷表现突出,表现为书写数字时的镜像反应、图形的错误表征等。

关键词: 学习不良儿童;儿童早期;数学认知

中图分类号: B844.1

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2006)03-0074-05

1 前言

数学学习不良(mathematical learning disability,简称 MD),是学习不良(LD)的一种类型,不仅存在于成人中,在学龄儿童中也普遍存在。美国一些大规模研究发现:约有 5% 的儿童被诊断为有阅读困难(RD),而约有 6% 的儿童被诊断为 MD。但是,从 LD 的研究历史来看,MD 的研究还不够系统化。

MD 领域的传统研究主要集中在儿童的基本算术技能上。早些年,Johnson 等人^[1](1967)将数学学习不良分为算术障碍(arithmetic disturbances)和运算能力障碍(dyscalculia)。Ginsburg(1977)的研究表明,MD 儿童包含数学空间成分的先天策略的缺陷,如 $19 + 16 = 215$ 。van Sommers(1984)认为,MD 儿童在临摹图形时表现出想象过程和画策略之间的连结能力的丧失。Diggory(1992)则认为,数学学习不良与建构性动作障碍有关(constructional dyscalculia)。也有研究表明:数学学习不良表现为逻辑缺陷,如把 1029 写成 129,把 0 当成一个空隔,或者写成 100029,按照数字被说出的次序,而不管数字间关系的意义;也表现出简单的计算能力丧失,儿童缺少数字图式的结构,而不是对数字的简单遗忘。这些研究说明,儿童数学学习不良表现为逻辑、计算和空间保持等方面的缺陷。

也有研究者从认知心理学、神经心理学角度对 MD 的基本算术技能进行了研究^[2],取得了一些有价值的结果。David 关于 MD 的认知研究^[3]发现,MD 儿童至少存在两方面的缺陷:一是计算程序

(computational procedures)技能缺陷,表现为到了一定年龄仍使用数数策略等不成熟的程序技能和作业的低正确率;二是算术事实(arithmetic facts)提取缺陷,表现为提取算术事实不全面、提取错误率高以及提取速度不稳定。而从神经心理学角度对 MD 的临床和实验研究也发现了两种基本算术技能缺陷:事实提取和程序性缺陷,还新发现空间计算失能(spatial acalculia),表现为对数字信息的空间表征和一些概念性问题上的缺陷(如对位值的理解、列竖式等)。

近年来,MD 研究水平更高了,比如对数学问题解决中的两个信息加工过程:问题表征和问题解决的研究。Bryant 等人发现:MD 儿童最大的困难是数学应用题(word problem);其次是多步骤数学问题(multi-step problem);其三是数学语言(language of math)的理解困难。Geary 等人表明:MD 儿童解决加法运算问题中较少使用记忆提取,更多使用数数等策略。俞国良等(2003)对小学生研究发现^[4],MD 儿童的解题正确率以及使用图式表征策略的程度显著低于一般儿童,使用图像表征策略的程度则显著高于一般儿童。

这些研究都涉及大年龄 MD 儿童。Brewer 指出,早期数学认知能力包括数字以及计算、数学推理、概率与统计、测量、几何与模式认知能力,其中数字及计算是最为核心的能力。美国数学教师协会(National Council of Teacher Mathematics,1998)^[5]认为,早期数学能力包括对数和数量关系、形状、空间、对称以及模式等的认识能力。张华等人^[6]研究表

明 3 岁、4 岁儿童数学认知能力的结构具有稳定性,均由数、计算、测量、空间几何和模式五个维度共同解释儿童早期的数学认知能力。另外,有研究表明,从婴儿对不同数量的事物注视时间长短和眼动模式的变化看到数概念起始于 2 个月以内的婴儿。方格等(2001)研究 3 岁、5 岁和 6 岁儿童的数认知及其策略^[7]表明学前儿童具有了基数能力,而且解题中表现出一定的策略。林泳海等^[8]研究表明,学前儿童数学认知能力表现出多种特点。Mika Ndito & Hisayoshi Miura 研究^[9]日本学前儿童和一年级小学生,认为训练是发展儿童数概念能力的决定因素。

对于早期 MD 儿童数学认知方面的特点值得重视,如计算技能的缺失是否源于更早(如上幼儿园时)的前言语计算(preverbal calculation skills);MD 儿童在数认知及策略方面比正常儿童是否会有较差的表现等。研究在借鉴前人的基础上,探索 MD 早期儿童数学认知的特点,验证儿童早期数学学习不良的真实性,为训练和改善 MD 儿童的数学能力提供理论基础。

2 研究方法

2.1 被试

在本市随机抽取多所幼儿园,选取大班儿童作为测试对象,其中确认 MD 儿童 34 名,一般儿童 30 名。另外再随机抽取若干名儿童作为预试对象以检验材料的试用性。

MD 的操作定义是:儿童的数学成绩比根据其智力潜能期望达到的水平显著落后,而且他们可能同时在学习、品德和社会性上存在问题。据此确定 MD 的操作方法和程序如下:

1)与教师访谈,根据 MD 的操作定义和特点对儿童作出综合评价,指出班内哪些儿童数学学习日常表现较差;

2)教师填写评定表,对幼儿做出评价,初步确认为属于数学学习不良的儿童;

3)对儿童进行智力测验。采用适合儿童的 CRT 瑞文智力测验。要求满足两条排除性标准:排除智力落后($IQ < 70$)和智力超常($IQ > 130$);没有明显躯体和精神疾病。

2.2 研究材料

根据 Suwarsono 的个体视觉表象水平的工具(MPI, the Mathematical Processing Instrument)和幼儿数学认知能力结构模型(张华等,2003)编制儿童早期数学学习不良测验材料,作为对 MD 的儿童进行个别测查的工具。

儿童早期数学学习不良测验材料包括六方面问题:计数包括数数、序数;守恒方面是数守恒;计算包括实物呈现加减、半抽象加减、抽象加减;时间空间概念包括对时钟的认识;空间能力包括图形辨认、图形命名、图形表征、方位;操作包括对数字的书写、等分;逻辑包括对模式排序的推理、对图形的推理、分类,总共 18 题。

题目呈现方式,有些内容配以图片呈现,如小猫和小兔在房子前(令幼儿用左手指指小兔),有些内容以实物呈现如糖果,有些内容以数字或图形形式呈现。

2.3 研究程序

1)预试:随机抽取若干名大班儿童作为预试对象,使用编制的儿童早期数学学习不良测验材料进行测试,根据预试结果判断研究材料的适用性,并据此对材料的内容和难度做出调整。

2)选取测试对象:填写评定表,与教师访谈,并施测 CRT 瑞文智力测验,了解幼儿的情况,根据前述选择标准确定 MD 儿童。同时选取正常儿童若干名。

3)正式测验:测验以个别方式进行,主试坐在儿童旁边,呈现相关问题,令儿童回答和解题,观察儿童的行为表现如表情、手指动作、嘴唇动作等等,并记录儿童的答案和行为表现。对于有些问题,在儿童回答后,继续向儿童提问:“你是怎么知道的?”主试详细记录儿童的口头报告。每个儿童约需 20 分钟完成。

4)记分:测试中以儿童的行为表现、口头报告作为数学认知水平的指标,按照 1~5 分值划分。

5)数据处理:用 SPSS 12.0 将数据进行分析和统计。

3 结果分析

3.1 MD 儿童与正常儿童测验成绩的比较

表 1 两类儿童数学认知成绩的比较

| 统计项 | | 计数 | 数守恒 | 时空概念 | 逻辑 | 计算 | 操作 |
|-------|-----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MD 儿童 | \bar{x} | 0.663 | 0.118 | 0.576 | 0.146 | 0.63 | 0.606 |
| | s | 0.267 | 0.303 | 0.12 | 0.189 | 0.273 | 0.232 |
| 正常儿童 | \bar{x} | 0.75 | 0.7 | 0.789 | 0.422 | 0.878 | 0.808 |
| | s | 0.254 | 0.466 | 0.102 | 0.239 | 0.144 | 0.151 |
| t | | -1.072 | -4.852** | -9.569** | -4.956** | -4.154** | -4.182** |

由表 1 可知 :1)MD 儿童在空间、逻辑、计算、操作方面的得分与正常儿童的得分存在显著性差异 ,说明在数守恒、空间、逻辑、计算、操作方面的能力比较低 ,存在缺陷。2)在计数方面 ,儿童与正常儿童差异不明显 ,基本不存在数数困难。

3.2 关于 MD 儿童行为的具体分析

查看每一个 MD 幼儿的测试卷和作业 ,从中发现 MD 幼儿数学学习存在的困难主要是 :

1)数守恒概念 ,MD 幼儿基本没有守恒概念 ,当呈现两行相同数目(每行约 8 颗)的钮扣 ,一行排得间距大些 ,另一行排得紧些 ,他们往往仅从视觉上断定 ,说这两行纽扣是不一样多的并且认为排得松的一排钮扣要多于排列紧密的一排。

2)数字的书写 ,34 名 MD 幼儿中有 2 名幼儿还不会书写数字 ;有的 MD 幼儿在书写数字上出现镜像 ,如将“ 3 ”写成“ ε ”、将“ 7 ”写成“ ”、将“ 9 ”写成“ ”或将“ 10 ”写成“ 01 ”等 ;有的 MD 幼儿在书写数字时 ,书写顺序不正确 ,如“ 5 ”、“ 8 ” ;不能辨认“ 21 ”和“ 12 ” ,认为两者是一样的 ;这些表现体现出 MD 儿童的空间组织困难。

3)计算缺陷 ,口算和心算的速度很慢 ;有些 MD 幼儿缺少数学的抽象和概括能力 ,倾向于用形象的东西进行计算 ,比如使用手指数数的策略进行计算

等 ;有的 MD 幼儿不会简单的计算 ;有的 MD 幼儿只会做加法 ,不会做减法 ;有的 MD 幼儿计算大量出错如 $5 - 2 = 5$ 。

4)空间表征困难 ,在绘图或空间结构的理解方面存在缺陷。有的 MD 幼儿计算能力很强 ,但对图形的理解和定位有困难 ,当要求他们表征相切的图形时 ,他们往往不能找到其中外切和内切的关键特征 ,有的甚至只是画圆圈表示。

5)逻辑缺陷 ,MD 幼儿表现为不能理解题意 ,逻辑思维能力差 ,推理判断有困难 ,如 :数字模式的推理——5566778 ,幼儿不能做出判断。

6)数学语言障碍 ,是较高级水平数学技能上的缺陷 ,Bryant 等人的研究发现 :MD 儿童存在对数学语言(language of math)的理解困难。有些 MD 幼儿就不能分辨数符号 ,运算符号的认知有误 ,将“ - ”认作“ + ” ,比如 $6 - 2 = 8$ 、 $7 - 3 = 10$ 、 $16 - 7 = 23$ 。

3.3 对测验题目反应状况的分析

从儿童早期数学学习不良测验材料的题目中抽取 12 题进行 S - P 分析 :

图 1 中 S 曲线显示幼儿成绩成正态分布 ,P 曲线显示题目的难易是均衡的。S 曲线和 P 曲线近于重叠说明幼儿成绩与题目难易相关较高。

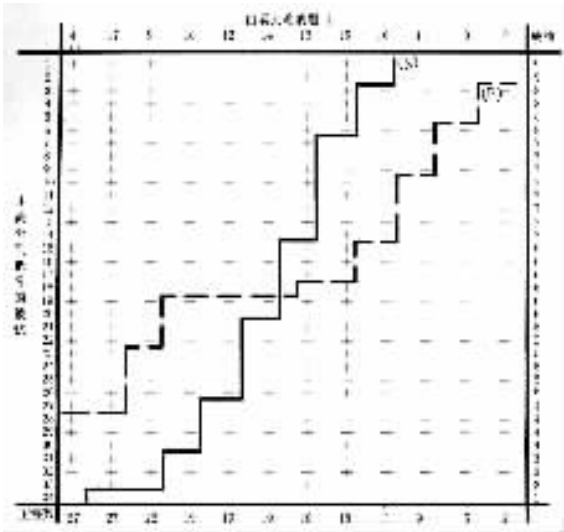


图 1 对 34 名 MD 儿童得分的 S = P 分析

从最难题目看,第3题 MD 儿童得分尤其低,8题和11题涉及逻辑,3题是数守恒概念,说明 MD 儿童在逻辑方面,尤其是数守恒方面都存在缺陷。

3.4 MD 儿童的测验成绩与教师评定分数的相关

教师评定 MD 儿童,涉及幼儿数学能力、注意力、行为、情绪、运动、兴趣、语言等方面。MD 儿童的测验成绩与教师的问卷分数成负相关($r = -0.375, p < 0.05$),即教师评定的分数越高,幼儿的测验分数越低,幼儿的表现越符合 MD 儿童的外在表现。可见教师对 MD 儿童的评定比较客观,作为筛选 MD 儿童的方法之一,能比较准确地选取 MD。

4 讨论

4.1 MD 儿童与正常儿童的早期数学认知能力的比较

儿童早期数学认知能力的结构由数、计算、测量、空间几何和模式五个维度^[6],但其能力水平和个体差异情况较复杂。MD 儿童的早期数学认知能力与正常儿童的结构相似。MD 儿童在计算、空间、和模式推理上都存在困难;书写方面的反转书写也表现出 MD 儿童空间方面缺陷;在数概念方面,其计数能力不存在困难,而数守恒能力明显低于正常儿童的发展水平,存在困难。这一点也说明,早期 MD 儿童的心理结构或内在机制有别于正常儿童,并且不同的年龄阶段 MD 儿童的内在机制可能也有所不同。

4.2 MD 儿童的一般认知特点的分析

MD 儿童表现很复杂,个体之间存在着差异。研究与前人研究的结果一致,即儿童数学学习不良与逻辑缺陷、计算缺陷和空间保持缺陷有关^[7]。有逻辑缺陷的儿童在模式推理中(5566778),不能发现双数匹配关系,只按照相邻数关系或自己的想法解决问题,给出错误答案如59或5678,也不能将图形的规律找出进行推理。有计算缺陷的儿童对简单的十以内加减不会计算,或计算发生错误如 $2+2=2$,或只会做加法,遇到减法就不会做;有的 MD 儿童甚至在减法中表现出位值的错误,比如: $16-7=11$,就是将数7减去6后等于1后得出的答案,显现出了空间计算失能(spatial acalculia)的表现特征。空间保持缺陷的儿童外在表现比较明显,van Sommers (1984)的研究表明,MD 儿童在临摹图形时表现出想象过程和画策略之间的连结能力的丧失。研究中有些儿童在临摹相切图形时,就不能准确地画出相切

的关系,有的仅以圆圈表示;在书写数字时,将数字反转书写;在辨认图形和给图形命名时,通常形体不分,或不能辨认正方形和长方形、圆形和椭圆形。

认知心理学和神经心理学的研究把数学学习不良儿童分为三种数学技能障碍:语义记忆型 MD、程序型 MD、视觉空间型 MD。其中程序型 MD 会频繁地使用不成熟的计算程序。在研究中有不少 MD 儿童,在做加法题时,就会使用手指策略进行运算,最终答案也正确,在实物呈现的加减题目中,他们也将糖拿去两颗,直接数数得到答案。这和 Geary 等人的研究中 MD 儿童解决加法运算问题较少使用记忆提取,更多使用数数等策略的结论是一致的。

一些新的发现是:与大年龄 MD 儿童相比,MD 幼儿主要表现出准备技能的缺陷。MD 儿童早期的数守恒概念发展比较差。一般,儿童数守恒概念的发展在6岁左右开始,其稳定性较差,而 MD 儿童早期的数守恒概念发展却更迟缓,仅凭视觉感官、外在形状来判断多少,认为长的一排钮扣多于短的一排,基本不具备数守恒概念。而在计数能力上,MD 儿童与正常儿童间差异不明显,不表现出数数困难,通过点数、逢双数数等策略能准确数数。只有个别幼儿在数15粒钮扣时发生错误,有的幼儿在数第二遍时,就数对了。

4.3 关于 MD 儿童特点的机制分析

起先理论界一直认为学习不良的最初原因是个体自身的某种认知缺陷,而不是动机等非智力因素及教育条件缺乏造成的。其实数学学习不良产生的原因复杂,可能是先天数学能力或心理结构的不足,也可能是家庭或教师对幼儿的数学教育的缺乏和不正确。通过查看教师填写的评定表,可发现一些非智力因素如动机、兴趣、情感、毅力、意志、性格等也会导致学习不良。比如:有的 MD 儿童常常注意力不集中,容易开小差;有的 MD 幼儿性格比较内向,语言发育迟缓,不擅与人交往;有的 MD 儿童表现拘谨、不自信,反应惶恐;有的 MD 儿童做题时较紧张,速度慢;有的 MD 幼儿运动发育迟缓,在日常生活中表现为不灵巧,如走路姿势笨拙;有的 MD 幼儿多动,注意力不集中,易冲动,情绪不安定等;有的 MD 幼儿由于家庭教育和其他原因对数学学习不感兴趣,这些非智力因素都会影响到儿童的学习,导致 MD 的产生。

另外,以往的研究比较注重研究 MD 与 RD 的

关系,比如语义记忆型 MD 常与 RD 共存,程序型 MD 与 RD 的关系也不清楚;视觉空间型 MD 则至少与语音缺陷型 RD 无关。确实阅读障碍会对数学学习造成影响,有时 MD 与 RD 共存。但是研究对其他学科的涉及比较少。评定表上反映出一些 MD 儿童虽然在数学方面能力较弱,对其他科目如语言、运动、画画、音乐等兴趣浓厚,发展得也较好。Gardener 的多元智能理论认为,每个儿童都有智能的强项和弱项,或许在弄清楚 MD 与其他学科的关系后,可以为训练 MD 儿童找到一个更有效的方法。

4.4 关于 S-P 分析及教师评定的情况

MD 儿童在逻辑方面,尤其是数守恒方面的得分较低。有研究表明^[9]对正常幼儿而言,难度较大的多属空间、推理范畴。看来原因可能是题目的难度较高,也可能是儿童的推理能力发展水平较低,或是平时这方面的训练较少。

从表 2 中看出 S、P 曲线的相关较高,题目的难度对 MD 儿童是适宜的,反应出测验具有一定的信度。

非正式评价有教师评定及访谈等。考虑到幼儿对数学的感悟和理解有很大的差异性,除了测试幼儿个人的能力水平作为标准之外,还与教师进行访谈,让教师填写评定表对幼儿进行综合评价,以准确判断其“差异性”,排除其中非数学学习不良的幼儿。研究中 MD 儿童的测验成绩与教师的评定分数比较一致,说明教师的评价比较准确,具有效度,对 MD 确定很有意义。

4.5 教育启示

俞国良(1995)认为,只以儿童个人的能力水平、学业成就水平做标准,尚不足以从临床水平上确定学习不良现象的存在,确定学习不良现象的方法中“差异性”的操作定义是关键。在确定 MD 儿童的方法上应更准确,可以使用反应时作为标准。

数学学习不良产生的原因复杂,可能是先天数学能力或心理结构的不足,也可能是家庭或教师对幼儿的数学教育的缺乏和不正确,而相关的归因研究过分强调学生的个人品质、智力等原因,而忽视后天因素和外部原因的研究,或许以后研究者也可以从师生、家长与幼儿之间的互动关系角度进行研究,挖掘数学学习不良儿童的基本情况。

关于 MD 幼儿与其他方面如语言、美术、音乐、

运动等的关系如何,不得而知,或许以后研究者可以作进一步的研究。

另外,传统领域的研究对数学学习不良生的学习习惯、学习方式方法的研究较为薄弱,许多 MD 儿童在学龄前期的学习方式已表现出不良,比如书写数字的顺序错误,握笔姿势错误等,很可能影响儿童持续发展的能力。

5 结论

5.1 与正常儿童相比,学习不良儿童的早期数学认知是存在缺陷的。

5.2 MD 儿童早期数学认知缺陷表现在逻辑、计算和空间保持等方面。

5.3 与以往研究结果有所不同的是:在计数能力上,MD 儿童与正常儿童间差异不明显,在数守恒能力上,MD 儿童明显低于正常儿童;空间保持缺陷的情况突出,表现出书写数字时的镜像反应,图形的不正确表征。

参考文献

- 1 吴增强.学习心理辅导.上海:上海教育出版社,2000.
- 2 俞国良,曾盼盼.数学学习不良的研究及趋势.心理科学进展,2002,10(1):48-56.
- 3 David C G, Sam C B. Cognitive Addition: A Short Longitudinal Study of Strategy Choice and Speed - of - Processing Differences in Normal and Mathematical disabled children, Mathematical Cognition, 1991, 2(5): 787-797.
- 4 俞国良,曾盼盼.数学学习不良儿童视觉—空间表征与数学问题解决.心理学报,2003,35(5):643-648.
- 5 郑君文,张恩华.数学学习论.南宁:广西教育出版社,1996.
- 6 张华,庞丽娟,等.儿童早期数学认知能力的结构及其特点.心理学报,2003,35(6):810-817.
- 7 方格,田学红,毕鸿燕.幼儿对数的认知及其策略.心理学报,2001,33(1):30-36.
- 8 林泳海,赵春梅.学前班数学教学实验研究报告.中国学前教育研究会.共创辉煌,继往开来.北京:北京师范大学出版社,1995.
- 9 Mika Naito, Hisayoshi Miura. Japanese Children's Numerical Competencies: Age - and Schooling - Related Influences on the Development of Number Concepts and Addition Skills. Developmental Psychology, 2001, 37(2): 217-230.

(下转第 92 页)

10 王登峰,崔红.中国人人格量表(QZPS)的编制过程与初步结果.心理学报 2003 35(1):127 - 136.

11 崔红,王登峰.中国人人格形容词评定量表(QZPAS)的信度、效度与常模.心理科学 2004 27(1) 31 - 33.

12 杨国枢,王登峰.中国人的人格维度.北京:第三届华人心理学大会论文,1999.

13 黄希庭.人格心理学.杭州:浙江教育出版社,2002.

14 韩劭,张积家.汉语亲属词概念结构的研究.广州大学学报(社会科学版) 2003 2(9) 55 - 62.

15 张积家,陈俊.汉语亲属词概念结构再探.语言科学, 2004 2(1) 77 - 86.

16 张积家,和秀梅.纳西族亲属词的概念结构.心理学报, 2004 36(6) 663 - 670.

17 许思安.汉族、壮族、蒙族、纳西族人格结构的比较研究.华南师范大学心理学系博士学位论文,2006.

18 崔红.中国人人格的词汇学研究 with 形容词评定量表的建立.北京大学心理学系博士学位论文,2002.

19 张智勇,王垒,漆鸣.中文人格特质词的基本维度研究:大学生自我评定的因素分析.心理学报,1998 30(1) :80 - 92.

20 岑贤安,徐荪铭,蔡方鹿,等.性.北京:中国人民大学出版社,1996.

21 张积家.我国古代心理教育思想论要.教育研究,2000, 4 :70 - 75.

Study of Personality Structure in Han on Using the Methods of Natural Classifying

Xu Sian Zheng Xue Zhang Jijia
(Department of Psychology ,South China Normal University ,Guangzhou 510631)

Abstracts : Using the methods of natural classifying and multi - dimensional scaling ,the study investigated the personality structure on 582 Han. The results showed that Han had three personality structure dimensions , namely "aggressive/ negative ", "character/ temperamental " and "introversion - extroversion ".
Key words : natural classifying ; multi - dimensional scaling ; personality structure ; han

(上接第 78 页)

The Research on Cognitive Differences in Normal
and Mathematical Disabled Children

Lin Yonghai Jin li
(Preschool Education Department , East China Normal University , Shanghai 200062)

Abstract : This study is on the mathematical cognition of MD , that includes count , quantity conservation , space - time conception , logic conception , calculation and manipulation. The subjects (ages averaged 6) consists of 34 children with MD and 30 normal children , that were randomly choose from the Kindergartens in Shanghai. The tests were carried out individually. Results suggest that MD exists in early childhood with logic deficiency , calculative deficiency or space deficiency , the view of that is consistent with the prime study of Johnson , Ginsburg , et al. However , between the normal and MD children , there 's no difference in count , but quantity conservation of MD is underrate , and MD children are more serious than normal children on space deficiency , usually they writes the opposite number such as 3 , 4 , 7 , 9 , 10 and describes the wrong figure.
Key Words : learning disability ; early childhood ; mathematical cognition