科学家揭示了珠心算教育

开发儿童智力潜能的脑机制奥秘

中国珠算教育届是一支富有创新精神的队伍。在珠算教育基础上创新发展起来的珠心算教育，使珠算教育由技能教育转变为能有效开发儿童智力潜能的特色教育。经过3年多的逐步深化探索和研究，取得了丰硕成果，充分证实珠心算教育能有效开发儿童智力潜能，特别是在珠心算教育脑机制研究方面取得突破性研究成果，基本上揭示了珠心算教育能有效开发儿童智力潜能的脑机制奥秘。

北京珠协秘书长左军同志，要求中珠协给他们介绍珠心算教育脑机制研究成果，中珠协秘书处将这个差事交给了我。我要把丑话说在前面，我不是学医的，我没有这方面的系统知识，只是认真阅读了中珠协组织的有关这个课题对比实验测试研究论文及有关著作，有些了解，只能起一个资料员的作用，将研究成果最核心、最关键内容搜集和集成起来，提供给关心珠心算教育的读者，参阅研究。

随着脑科学研究的发展，西方发达国家兴起神经教育学研究。尽管还有些争议，美国、欧盟和日本等许多研究机构都建立了“神经教育学或者神经科学与教育相结合的相关研究中心”，探索神经科学研究如何对教育有所贡献和教育工作应重视儿童大脑发育的敏感期和可塑性规律，为学习者提供适宜的刺激，促进他们的大脑发生可塑性变化。[1]从这个学术观点思考，珠心算教育是儿童教育与神经科学研究紧密结合的成功范例。珠心算教育在长期探索实践中，发现“珠心算教育有关键期”、“珠心算教育有开发儿童智力潜能的作用”和“珠心算能力好的学生文理各科成绩都好”等现象，但不能用有科学依据的方法解释这些现象。而神经科学研究成果可以科学地解释这些现象，为珠心算教育揭示了其脑机制奥秘，使人们对珠心算教育的认识由感性认识上升为理性认识，引导珠心算教育走上科学发展之路。

一、珠心算教育的脑机制研究取得突破性成果。《珠心算教育开发儿童智力潜能的脑机制研究》课题，经教育部、财政部批准立项，中珠协委托由唐孝威院士主持的浙江大学与中国科技大学联合实验组，用核磁共振脑成像等现代技术进行研究。在此之前，中珠协同山东省财政厅合作，在潍坊医学院商定了内容相同的研究项目。两个单位的研究课题，经过4年多的工作先后完成，取得一些重要研究成果。下面重点介绍了两项突破性研究成果。

一项是“珠心算的神经机制与普通心算有差别”。研究这个问题的有3篇研究报告。

第一篇是“浙江大学与中国科技大学联合实验组”的研究报告。研究报告结论是：1、珠心算的神经基础有别于普通心算。2、在珠心算数字加工过程中，采用了视觉空间表征（神经通路），经典的语言区域没有参与珠心算加工，而普通心算加工则更多采用语言表征（神经通路）。[2]

第二篇是山东潍坊医学院李秀艳教授的研究报告。研究报告的结论是：“在实验中发现，珠心算训练儿童在做简单的加减运算中，主要激活双枕区（楔叶），随着数字任务难度的增加，快速激活额顶区与语言活动相关区域。因此说珠心算训练组在简单运算时主要采用视觉空间策略（神经通路），在完成复杂和难度加大的心算任务时，采用语言加工策略和视觉空间综合策略；而未练习珠心算儿童，主要采用语言策略（神经通路）。” [3]

第三篇是潍坊医学院副院长、影像学专家王滨博士等人的研究报告。其结论是：珠心算“训练组主要激活枕叶及顶叶，而未训练组以额叶及顶叶激活为主，表明前者主要依赖于视觉空间策略；后者更依赖于语言策略。” [4]

以上三篇实验研究报告关于珠心算数字加工过程激活的脑功能区是有差别的，中珠协秘书处的同志在阅读学习这些研究报告时对这种情况有些疑惑，多次请陈飞燕、李秀艳等研究人员讲解，他们给出一些专业性的解释。出现差别的原因：一是对激活脑功能区的表述，有的用大功能区表述，有的用具体功能区表述，两者都可以。如脑顶叶中包括顶上小叶、顶下小叶和楔前叶等，复杂的珠心算激活左右脑的顶上小叶后部，文字表述用“双侧顶叶”、“双侧顶上小叶”、“双侧顶上小叶后部”表述都可以，但后者较为精确。没有专业知识的读者对不同的表述会产生疑虑。二是“统计概率阈值（门槛高低值）设定”不同，有的设定为P<0.001,统计力度较为严格，激活程度低于这个标准的被筛除，因而激活的脑功能区较少；有的设定为P<0.01-0.001，一些激活强度高于0.01而低于0.001的脑功能区也进入统计范围。激活脑功能区相对较多。三个研究报告中，李秀艳教授的研究报告结论与其他两个报告结论略有不同，经过分析是统计概率阈值设定的标准不同引起的。总的看来三篇论文的结论，包括分歧点在内，均显示珠心算练习对儿童脑潜能开发产生了显著作用，珠心算练习者，数字加工由语言神经通路逐步过渡到视觉空间神经通路上，比语言神经通路有超强的计算能力，就是有力的证明。课题组由陈飞燕博士执笔的论文在荷兰《神经科学通讯》2006年第403期上发表。

第二项突破性成果是<珠心算儿童与普通儿童在大脑白质一致性上存在一定的差异>。理解这个研究成果对珠心算教育的重要性，要了解什么是脑白质。根据该论文作者胡玉正博士的多次讲解和相关学术著作的表述作些介绍。胡博士在论文中，介绍脑白质是“连接脑皮层之间的神经纤维”。《人体解剖图谱》中对脑白质表述为“白质，含有大脑皮质各部之间的联系纤维（回与回，叶与叶）以及大脑皮质与下级中枢之间的联系纤维（和）大脑两半球之间的联系纤维组成（的）胼胝体。”韩济生院士翻译的《神经科学》一书中表述为“白质由纤维束或神经通路组成。”“一些神经束在不同水平进入脑，包括上行的和下行的以及从脑的一个部位通向另一个部位的神经束，总起来构成白质。”根据以上表述我们可以理解为：脑白质由大脑皮层各部之间、大脑皮层与下级中枢之间和左右脑之间的联系纤维束组成，纤维束也称神经通路，各部位的神经束构成大脑的神经网络。人脑的神经网络是学习记忆储存和思维能力、认知能力、创新能力以及智慧的生成系统，发育得越丰满，认知能力越强，越聪明。由此可见脑白质在大脑功能中的重要作用。

胡玉正博士用核磁共振<弥散张量成像技术>研究“珠心算练习对儿童脑白质（发育）的影响”，对黑龙江省七台河市新兴区第一小学学习珠心算和未学习珠心算的两组儿童各25人，在心算过程中进行自动成像扫描，并对图像用计算机软件处理，得到量化的数据，对两组儿童作组间比较，发现“珠心算儿童与普通儿童在大脑白质一致性上存在(出现)一定的差异”。主要差异表现“在FA（各向异性分数）骨架的全脑均值上的差异”。“各项异性分数能反映（脑）白质密度和神经细胞的成熟以及髓鞘化的情况。”FA骨架的全脑均值，珠心算组为0.44（±0.009），对照组为0.42（±0.018）。珠心算组的FA骨架全脑均值显著高于对照组（P=0.001）。这组数据显示，珠心算练习促进了脑神经网络的发育，网络密度有所增加。不要看不上FA均值0.02的差别，它显示两组儿童脑白质密度相差4.5%（胡博士同意用百分比表示），对认知能力会产生重要影响。胡博士在实验中还观察了脑白质微观结构变化同工作记忆（又称短时记忆）容量的关系。珠心算组的数字记忆广度（数字串长度）为9.0±1.1，字母记忆广度（字母串长度）为4.8±0.5。而对照组分别为7.4±1.3和4.0±0.5。为使上述两组数据一目了然，便于分析，将其做成如下简表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 珠心算组 | 对照组 | 备注 |
| 被测学生人数 | 25 | 25 |  |
| 平均年龄 | 10.48岁 | 10.23岁 |  |
| 珠心算能力均值 | 4.04级 | 未学珠心算 |  |
| 全脑各向异性分数（FA）均值 | 0.44（±0.009） | 0.42（±0.018） | 珠心算组三项测试数据均显著高于对照组，P=0.00 |
| 数字记忆广度 | 9.0±1.1 | 7.4±1.3 |
| 字母记忆广度 | 4.8±0.5 | 4.0±0.5 |

论文作者对上述数据作了如下综合性分析：“珠心算组FA骨架全脑均值显著高于对照组。鉴于本实验中参与者都是10岁左右的儿童，这个年龄阶段是大脑发育的重要阶段，在珠心算练习（训练）的三年里（据核实为四年），他们的大脑为了适应珠心算操作的要求会逐渐发展成有别于对照组儿童的模式，脑的塑造是缓慢和微妙的，但随着练习时间（的积累）和强度的提高，这种微妙的改变也能积累到能够用核磁共振技术观察到的程度。珠心算组超常记忆广度很可能源于珠心算练习，而记忆广度与FA骨架全脑均值之间的（正相关）关系进一步证实了珠心算练习能够改变(影响)脑可塑性的假设[5]。”这段文字，根据我个人的理解，用生活语言讲，“珠心算组超常记忆广度可能是珠心算练习形成的；而记忆广度与脑白质密度（神经网络密度）之间正相关关系进一步证实了珠心算练习引起脑可塑性变化。”这段综合性分析讲得非常明白，是珠心算练习引起脑可塑性变化（脑白质密度增加）和超常记忆广度的形成。课题组由胡玉正博士执笔的论文，发表在美国《人脑成像》2011年第32期上。

我个人认为，上述数据“形成一个特定的珠心算能力与儿童智力潜能开发程度因果关系的数学模型”。所谓特定是指在珠心算能力达到四级水平的条件下，才能影响脑白质发生相应程度的可塑性变化和形成相应的超强工作记忆能力。该校珠心算实验班作脑机制测试是在四年级下学期期末作的，之前进行了珠心算能力测试。该校珠心算教学每周利用校本课5课时。全班25人不经考试都升入重点中学，初一期末考试，语、数、英、生物、地理5科人均总成绩340.8分，比经过考试录取的同年级学生人均总成绩还高18.38分。显示珠心算教育对学生课业成绩的显著影响。但是，上述考试成绩也暴露出一个重要问题。学过珠心算的学生，5科平均成绩只有68.16分。原因是这个年级学生普遍偏科，重语、数、英，忽视生物、地理。学过珠心算的学生，前3科成绩好，语文领先2.57分（90.84—88.27），数学领先7.5分（84.64—77.14），英语领先8.76分（99.72-90.96），其余2科均不及格，拉低了总成绩，显示出应试教育的不良后果。我强调珠心算能力问题，是为了防止发生误解，以为学二、三年珠心算就能收到显著开发智力潜能效果，关键要看珠心算能力提高的程度。无论教师、学生与学生家长，都要重视培养学生的珠心算能力，这是衡量珠心算教育开发智力潜能效果的重要尺度。

二、脑科学中关于儿童脑可塑性理论，为珠心算教育提供了系统的理论根据。珠心算教育的脑机制研究成果，同脑科学中关于儿童脑可塑性理论相一致，相互印证其科学性。脑科学中关于儿童脑可塑性有一系列理论，下面引一些最直接相关、最重要的理论供研究参考。

1、“人类大脑最终的形态构造和化学构造是由先天（基因）和后天（经验）共同决定的，后天的经验更是决定性的。” [6]

2、“在胎儿发育过程中，几十亿神经元分化成不同表型构成适当的联系，组成不同水平的神经网络，从而奠定了大脑的神经基础。这是遗传物质决定的框架，而发育的完成和质量，完全依赖于神经系统的后天活动和环境刺激。” [7]

3、“早期的适宜教育，是利用（儿童）脑的可塑性，开发大脑皮层智力，建立茂密的神经网络。” [8]

4、“突触部位的经常使用，类似肌肉锻练那样，可引起生长作用，从而使神经元之间连接部位的功能得到加强。” [9]

5、“复杂环境和学习训练诱发的神经系统形态结构变化，是经验依赖性的神经可塑性，是智力开发的理论根据。” [10]

6、“丰富多变的生活环境（包括学习、特殊技能练习训练等）是诱发脑内产生经验依赖性神经可塑性的重要因素，环境丰富达到一定的刺激量就可以产生影响。”“各种类型学习记忆可诱发与学习记忆相关脑区产生明显的结构可塑性变化。”“因时施教是将大脑发育的内在规律与外部环境人为刺激和学习结合起来，用后天的经验去促进脑发育。” [11]

7、“在生理刺激范围以内，刺激量大和接收的信息量多对脑结构与脑功能发展有益，可以促进脑功能发展。” [12]

8、“各种突触（是相关神经元之间互相连接的部位）连接——不一定是串联——是神经网络的基础。记忆信息储存在神经网络系统中，不是储存在单个神经元上。” [13]

9、“大脑的发育依靠各种感官信息的输入，其中听、视觉（信息）的输入，对智力和大脑发育是最重要的。”“通过训练和实践（尤其是手的运作）促进神经网络的组建和突触（连接）的强化。”“多感官联合刺激会更有效。” [14]

10、“很多研究已经证明，特殊技能长期练习会引起脑神经结构的变化，并且这种变化和技能的特性是紧密相连的。” [15]

11、“人类的某种行为、技能和知识的掌握，在某个时期发展最快，最容易受影响。如果能在发展的关键期里进行适宜而有效的学习，将会极大地促进脑结构与功能发展，取得事半功倍的学习效果；如果错过这个时期，就要付出几倍的努力才能弥补，或者永远无法弥补。”“1920年一位英国牧师在印度发现由狼抚养的女孩，回到人类社会时根据发育情况判断约8岁左右，活到17岁。这期间牧师想方设法恢复她的人性和智力，经过4年才听懂几句简单的话，学会6个单词；经过7年，只学会45个词，会说几句不流利的话。直到死时，其智力只相当于4岁小孩的水平。到目前为止（各国）共发现30多例由动物抚养的野孩子，但是没有一个在回到人类社会后其智力能恢复到与其年龄相当的水平”。[16]

12、“尽管一般认为脑发育的关键期在5-6岁以前，而1-2岁最重要，但只是总体而言，事实上各种脑功能的发展并不同步进行。语言（母语）学习的关键期以及脑内突触连接（构建脑网络）大量形成的关键期可以说在5-6岁以前，而连接两半球的胼胝体神经纤维的发育持续到10岁左右，某些神经纤维的绝缘层——髓鞘的发育甚至延续到15岁左右。”“从脑的可塑性来看，成年期以前有很强的可塑性，可塑性一直保持到终生。相对而言，关键期的可塑性最强。” [17]

为了防止片面性，发生误导，此段引文多了一些。从这些理论看，珠心算学习和训练对儿童脑功能发展的重要性。

根据浙大和中科大联合课题组的脑机制研究成果和脑科学中关于儿童脑可塑性的理论，可以得出如下判断：较长期的珠心算练习训练，是对儿童的注意力、记忆力、思维能力和运算能力等认知能力的综合训练，是对脑神经网络的强刺激，能促进神经网络的构建、发育、脑功能发展和记忆功能增强。既然记忆储存在神经网络上，记忆是人认知能力的基础，是学习能力的前提，没有记忆能力就不能学习。神经网络即是知识的储存系统，也是智慧的生产系统。珠心算较长时间练习引起脑白质密度增加，工作记忆能力超强，对儿童的后期发展有重要意义。

以上讲的内容，仅供关注珠心算教育的读者参阅研究。可能有不对的地方，请批评指正。

注释：

[1] 详见《教育研究》2010年第11期《基于脑的教育：神经科学研究对教育的启示》一文

[2] 引自浙江大学与中国科技大学联合课题组论文《珠心算的神经基础及珠心算训练对儿童脑可塑性影响》。

[3] 引自潍坊医学院课题组论文《珠心算训练开发儿童智力潜能的脑机制研究》。

[4] 引自潍坊医学院课题组论文《儿童珠心算相关脑功能区fMRI研究》。

[5]、[15] 引自浙江大学与中国科技大学联合课题组结题论文《珠心算练习对儿童脑白质的影响》。

[6]、[7]、[8]、[11]、[13]、[14] 引自孙久荣教授编著《脑科学导论》。

[9]、[10] 引自韩太真、吴馥梅主编的《学习与记忆的神经生物学》。

[12]、[17] 引自吴馥梅编著《脑活动的内幕》。

[16] 引自唐孝威院士等编著《脑科学导论》。