

## 脑功能可塑性与灾后心理功能康复\*

罗非<sup>1</sup> 罗劲<sup>1</sup> 吴一兵<sup>2</sup> 丁之光<sup>3</sup> 李佳音<sup>1</sup> 王锦琰<sup>1</sup> 郭建友<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所, 中国科学院心理健康重点实验室, 北京 100101)

(<sup>2</sup>北京易飞华通科技开发有限公司, 北京 100044) (<sup>3</sup>河北医科大学社会科学部, 石家庄 050017)

**摘要** 神经系统具有惊人的可塑性, 这种可塑性可以终生保留。大脑不仅可因个体的经验与行为而改变, 也可因内在思维、放松和注意的不同而发生改变。如汶川地震这样的大型自然灾害, 因其突发性和巨变性, 可使身临其境的人大脑功能状态在瞬间就发生持久的改变, 从而表现为认知、情感等心理功能的改变。反过来, 利用有关神经可塑性的认识, 同样可使受损的大脑得以修复, 使发育障碍的个体增强功能, 亦可使由各种内外因素导致的心灵扭曲重新舒展开来。利用放松、修复、重建的 3R 脑功能重塑技术, 可望解决包括地震灾后心理健康重建在内的各种神经和心理问题, 具有广泛的应用前景。

**关键词** 可塑性; 脑功能; 心理健康; 心理康复

**分类号** B849; R395

### 1 引言

汶川地震给心理学提出了许多挑战和思考。巨大的灾害给心理过程带来的巨大冲击, 如同神经系统的生理创伤一样, 必定导致脑功能的重大变化。在这足以导致心理过程异常的重大脑功能改变之后, 大脑还是否能够恢复正常工作状态, 从而使心理功能也恢复正常呢?

William James 在 1890 年就曾提出, 神经组织具有天然的可塑性。Cajal 也曾说, 成人的脑有可能形成新的神经回路(综述见 Johansson, 2006)。然而另一方面, Cajal 认为成年大脑已无法再生, 其神经组织在发育中形成的功能也无法改变(综述见 de Castro, 2007)。这使后世科学家认定, 与发展中的大脑相比, 成年神经系统是固定而无法改变的。近年来, 随着研究资料的不断积累, 这一传统观念才被神经可塑性观念所代替。这为利用认知和行为训练等方法解决包括地震灾后应激综合症在内的各种神经和心理问题提供了重要的依据。

### 2 神经可塑性概述

#### 2.1 大脑功能分区可以改变

20 世纪初, Brodmann (1909) 完成了大脑皮层的 52 个分区, 并给它们赋予了确定的功能意义。但 Sherrington 认为, 运动皮层定位存在细微的个体差异性 (Brown & Sherrington, 1912; Leyton & Sherrington, 1917), 提示这种功能分区反映了动物的运动经验。这一现象也得到同时代 (Franz, 1902) 以及后来 (Sanes et al, 1990) 诸多研究的证实。Lashley (1923) 持续观察灵长类运动皮层定位, 证明它在一周之内即可产生微小但可以不断积累的改变。但通常情况下, 这种改变并不容易看到 (Craggs & Rushton, 1976)。70 年代人们发现, 灵长类感觉皮层具有快速的可变性 (Paul et al, 1972b), 切断正中神经后, 相应的躯体感觉皮层开始接受周边其他区域的皮肤传入 (Paul et al, 1972a)。后来又发现, 只要经过持续的感觉辨别或行为训练, 相应感觉和运动皮层代表区均会显著扩大 (Jenkins et al, 1990; Nudo et al, 1996)。

这种皮层可塑性并不限于微小尺度。Pons 等人 (1991) 发现切断成年猕猴上肢传入神经 12 年后, 上肢感觉代表区完全改为支配面部区域。甚至只要部分切断躯干部感觉传入 22~23 个月, 即可诱发丘脑和皮层水平面部代表区向手部甚至腿部和足部扩

收稿日期: 2008-11-15

\* 科技部 863 探索导向性专题课题(2006AA02Z431)以及国家自然科学基金(30570577, 30770688, 30700223, 30800301)资助项目。

通讯作者: 罗非, E-mail: luof@psych.ac.cn

展 (Jain et al, 2008)。在切断一侧听神经后, 投射到听觉皮层的视觉传入信息可引发听觉定向反应 (Sharma et al, 2000; von Melchner et al, 2000); 这种经听皮层处理过的视觉信息更像声音信号的性质, 因为它能像声音一样快速引发条件性恐惧反应 (Newton et al, 2004)。这类现象被称为神经系统的使用依赖性 (use-dependent) 重组 (综述见 Sawaki, 2005)。

## 2.2 成年神经系统可以新生

Cajal 曾说过中枢神经系统不可能再生 (见 Cook et al, 2006), 但在他晚期的作品中又提出, 神经系统在修复当中可能再生 (Stahnisch & Nitsch, 2002)。上世纪 60 年代后期, Altman 实验室证明大鼠和豚鼠出生后可在海马、尾核、伏核中均仍然存在神经元再生现象 (Altman & Gas, 1965; 1966; 1967; Altman et al, 1968; Gas & Altman, 1970)。这些发现得到电子显微观察的证实 (Kaplan & Hinds, 1977)。Nottebohm (1981) 发现, 金丝雀每到秋季鸣叫脑区神经元就会大部凋亡, 到春天再生出新的神经回路。这种现象在灵长类一度难以观察到 (Rakic, 1985)。直至 20 世纪 90 年代才最终确认, 它最常见于海马、嗅球等部位, 可能与学习过程、新鲜的感觉刺激以及大脑的修复有关, 而且受应激等因素的调节 (Gould, 1994; 1999; 2007; Gould & Gross, 2002; Gould & McEwen, 1993; Gould & Tanapat, 1999; Kozorovitskiy & Gould, 2003; Mirescu & Gould, 2006)。

人们发现, 将大鼠置于丰富环境中饲养, 其皮层容积增加 5% (综述见 Rosenzweig & Bennett, 1996)。Comery 等 (1996) 发现, 丰富环境中的大鼠不仅皮质较厚, 突触密集、树突增生, 而且能更快地找到食物。Kempermann 等 (1997) 指出, 让成年大鼠置身类似野外的多元环境中 45 天, 其海马齿状回神经元增生 15%。这种现象也同样存在于老年大鼠 (Kempermann et al, 2002)。1998 年, Eriksson 等 (1998) 利用溴脱氧尿嘧啶标记观察老年肿瘤患者, 证明人的齿状回中也在新生神经元, 其速度约为每天 500~1000 个。

研究表明, 丰富环境中造成新生神经元增生最重要的因素是主动运动 (van Praag et al, 1999b)。动物在转轮上自由跑步即可增加海马齿状回的神经元增生 (Brown et al, 2003), 而且令神经元有更多的树突, 每支树突上有更多的小棘 (Eadie et al, 2005)。

在细胞分子水平上, 主动运动使齿状回神经元更容易产生 LTP, 并促使该区域 BDNF 以及 NR2B 基因表达增加 (Farmer et al, 2004); 同时细胞内线粒体解偶联蛋白 2 增加, 且与新树突突触增生及神经元内线粒体数目增加密切相关 (Dietrich et al, 2008)。因此, 运动促使神经干细胞形成新神经元, 并不迁移到齿状回区域; 而丰富的环境则促使这些新生神经元很快融入神经回路并获得功能意义, 从而得以保留 (综述见 Schinder & Gage, 2004; Zhao et al, 2008)。在老年动物, 运动促使大鼠海马神经细胞增生以及学习能力加强的现象仍然存在 (van Praag et al, 2005)。

神经元增生可能具有重要意义。例如, 主动运动大大提高了小鼠的学习能力 (van Praag et al, 1999a); 但强迫游泳不能促进海马神经元增生 (van Praag et al, 1999b), 这可能与应激因子的分泌有关 (Gould & Tanapat, 1999)。不过, 在跑步机上被动运动仍可显著促进成年大鼠海马神经细胞增殖 (Uda et al, 2006); 孕鼠被动跑步甚至可促进后代幼鼠脑内 BDNF 基因表达、海马神经细胞存活数目增加、以及短期记忆能力的提高 (Kim et al, 2007)。另一方面, 抑郁症患者齿状回发生萎缩; 若阻断神经元再生, 百忧解等抗抑郁药物无法发挥疗效 (综述见 Jacobs et al, 2000)。因此, 让抑郁症患者从事运动, 可能成为缓解抑郁的手段 (Gage, 2000; Schaffer & Gage, 2004; Zhao et al, 2008)。

## 2.3 脑功能始终保持动态可塑性

人们发现, 先天失聪者周边视野的视觉诱发电位幅度比听觉正常者增大 2~3 倍, 且在听觉皮层出现视觉诱发电位 (Neville et al, 1983; 1984); 他们对周边视野内物体移动方向的判断正确率也显著高于正常人 (Bavelier et al, 2000; Neville & Lawson, 1987); 但其颜色视觉等“物体辨别通路”功能则保持不变 (Armstrong, 2002)。类似地, 失明者的周边听觉辨别变得更为敏锐, 且他们的听觉诱发电位出现于视觉皮层 (Röder et al, 1999)。

Pascual-Leone 和 Torres (1993) 发现, 盲人使用布莱叶盲文后右手食指触觉诱发电位加强, 皮层代表区扩大; 而且盲人阅读盲文时视觉皮层激活 (Sadato et al, 1996), 利用 TMS 刺激视觉皮层可选择性地干扰盲人阅读盲文的能力 (Cohen, 1997)。盲人即使回忆默诵单词表, 其视皮层激活也远超正常人, 且与单词记忆成绩成正比; 在动词命名任务中,

盲人视皮层强烈激活，而正常人只激活语言区 (Amedi et al, 2003)；此时干预视皮层会使他们产生错误，而正常人则必须干预前额叶 (Amedi et al, 2004)。这表明，失明者皮层功能发生了彻底重组。

成年后失明者是否也能重组视觉皮层功能？

Pascual-Leone 实验室对成年人做连续 5 天 24 小时视觉剥夺，证实这些视力正常者的视觉皮层开始对触觉和听觉信号发生反应，并在阅读盲文时被激活 (Merabet et al, 2008)。这表明，感觉信息向皮层各部具有相当广泛的投射，这些投射在感觉忽然丧失时会被迅速激活，并可在长期使用后成为新的优势投射。

### 3 利用神经可塑性修复大脑与心灵

#### 3.1 修复生理与病理问题的要素

Recanzone 等 (1993) 曾发现，给猴听音乐会时出现最频繁的音律在脑中之代表区扩大。同样的，对特殊语言障碍儿童采用拉长某些困难音节的方法进行反复训练，可以大大提高这些儿童的语言水平 (Merzenich et al, 1996; Tallal et al, 1996)。经过 8 周训练后，他们在执行押韵判断任务时左颞顶皮层与左额下回的功能信号均恢复正常儿童的水平 (Temple et al, 2003)。另一方面，Taub 认为，中风患者运动功能未能康复，是因为他们相信自己无法使用患肢，因此放弃了功能开发的努力。他将该现象称为习得性失用 (learned nonuse, 见 Taub et al, 2006)。为此他开发了“强制诱发动作疗法” (constraint-induced movement therapy, CIMT)，迫使患者使用患侧肢体，发现一年以上的陈旧性中风患者亦可显著加快运动功能康复，且该效应在治疗之后两年仍然保持 (综述见 Mark et al, 2006)；经 CIMT 训练的中风患者，其运动皮层相应肢体代表区也会显著扩大 (Sawaki et al, 2008)。该疗法的应用范围已扩大到中风后失语症，称为强制诱发失语疗法 (Meinzer et al, 2007)。

#### 3.2 修复心理与精神疾患的要素

给猴同时听音乐和刺激手指，但训练它们只注意两种刺激之一，则只有所注意的刺激之功能代表区才会扩大 (Recanzone et al, 1993)。这表明，专注对脑功能重塑至关重要。让强迫症患者在平静中学习在出现强迫症状时不做情绪化反应，并了解这些症状只是神经系统中眶额皮质与纹状体活动异常增高的产物；经过 10 周训练，患者眶额皮质的过度活动明显缓解，证实坚定专注的意志力可以改变大能

的功能状态 (Baxter et al, 1996)。同样，引入专注与自觉 (mindfulness) 训练后，认知疗法显著改善抑郁症患者的负性想法 (William et al, 2000)，并使复发率降低 44%；尤其令人兴奋的是，它对反复发作的重度抑郁疗效尤佳 (Teasdale et al, 2000)。进一步的机制研究表明，与抗抑郁药相反，认知行为疗法可降低前额叶的过度活动并提高海马的神经活动 (Goldapple et al, 2004)。这表明，认知疗法可能是一种通过高级认知过程启动的自上而下重塑脑功能的治疗过程。

幼年期经历会塑造个体的人格或基本社会行为模式 (Francis et al, 1999)。然而研究表明，暂时启动依附安全感，即可增加互动意愿，减少负面和敌对反应；同时，被试的同情心更强，更乐于牺牲自己让他人从痛苦中解脱 (Mikulincer, 2005)。同样，对恶性疾病患者的照片主动发出善良的祝福与愿望，可显著降低被试的恐惧和厌恶，同时降低杏仁的活动；且祝愿时前额叶活动越强，杏仁活动的降低就越明显 (Lutz, 2008)。这些运用善良和同情训练内心的技术可能导致个体处于更好的情感状态，并改变他们的社会行为模式。

由此可见，采用专注、自觉、正直、利他等认知训练，有可能利用大脑的可塑性，彻底改变人们的认知、情绪等过程。

### 4 基于脑功能可塑性的汶川地震灾后心理康复

基于前文所述的神经可塑性原理及其应用原则，我们为汶川地震灾后心理康复设计了一系列生物心理调节方案。该方案以放松、专注的心态为基础，利用对他人境遇的同情、关怀等正性意念，利用提高自我觉察的技巧，训练参与者的健康用脑习惯，使之获得修复心理创伤，提高心理健康水平的效果。为了帮助参与者学会放松专注的用脑方式，并提高对自己状态的觉察能力，我们还开发了基于脑电信号的脑功能状态指标  $i_{35}$  与  $i_{22}$ 。前者与心理放松有密切关系，而后者则标志着专注的状态。因此，参与者如果能将两个指标同时降低，即表明他处于一个良好的用脑状态。

#### 4.1 生物心理调节的行为效应

我们利用反映心理放松状态的  $i_{35}$  作为实时生物反馈指标，并采用反映专注状态的  $i_{22}$  作为辅助指标，对汶川地震受灾地区被试进行为期 15 天的生物反馈下的放松训练。参与者反映，他们在训练中

学会了在紧张工作中保持放松的方法；并能够察觉自己的紧张，从而建立自我放松的自觉性。同时，参与者的 PTSD 量表评分显著降低（图 1）。

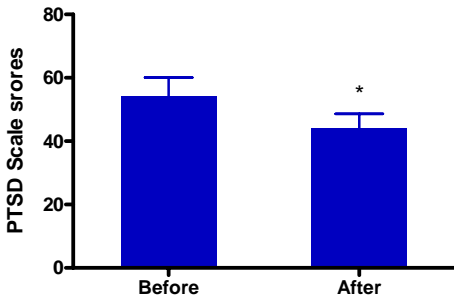


图 1 生物心理调节训练前后的 PTSD 量表评分

#### 4.2 生物心理调节的电生理效应

利用上述原则，将 i<sub>35</sub> 转化为背景音乐的音量作为反馈指标。结果表明，在放松开始后，i<sub>35</sub> 的数值逐渐降低，并在进入较好的放松之后可以在较低的水平上保持相当长时间的稳定；在放松训练结

束后，该指标才逐渐恢复基线水平（图 2）。

经过反复训练，参与者的静息态 i<sub>35</sub> 数值也逐渐有降低的趋势，表明他们平时也比较容易处于心理放松的状态。这与参与者的自我报告一致（图 3）。

#### 4.3 生物心理调节的生化效应

为了考察这种以降低 i<sub>35</sub> 为目标的生物反馈训练的生理意义，我们测定了参与者训练前后的唾液可的松含量。结果表明，训练前后唾液可的松分泌量的差值与基础 i<sub>35</sub> 的数值成正比（图 4）。这表明，通过反复训练，在改变了参与者脑电生理活动特征的同时，也提高了他们放松自己，控制焦虑程度的能力。

总之，我们的初步研究结果显示，这种训练不仅可以为参与者带来行为学的和主观的改善，而且他们反映应激状态的生理指标也得到明显改善。这表明，该方法有望成为灾后心理应激问题康复的有效手段。

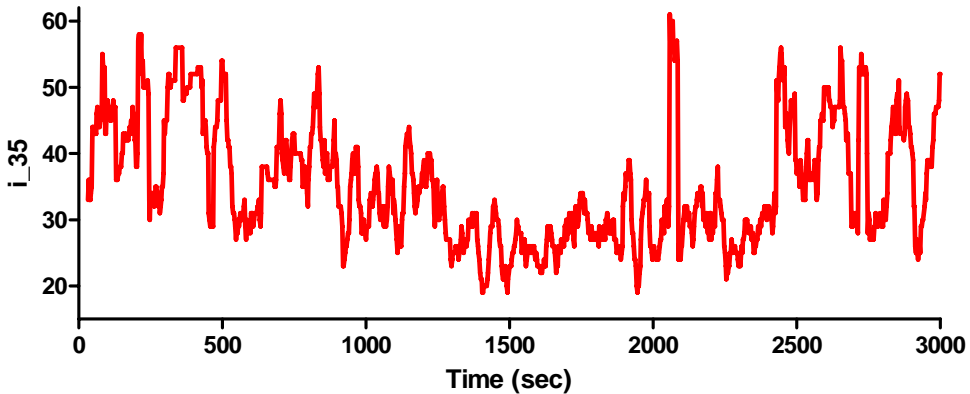


图 2 生物反馈训练中的脑电 i<sub>35</sub> 指标水平。放松从第 500 秒开始，可见 i<sub>35</sub> 数值逐渐降低；至 2500 秒停止反馈前保持降低的水平。

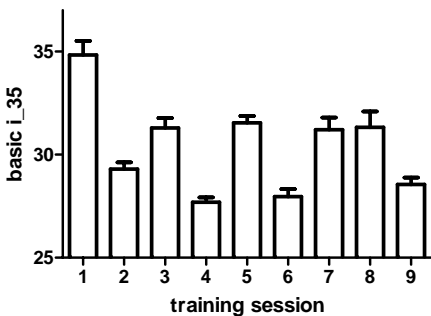


图 3 多次训练期间 i<sub>35</sub> 的基础水平。可见随着训练，该指标的基础值有逐渐降低的趋势

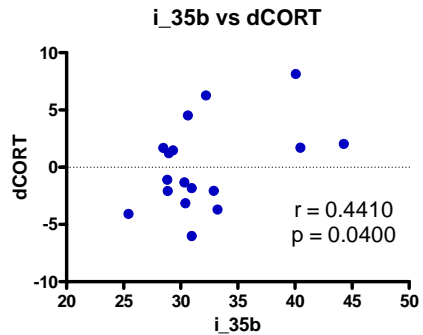


图 4 生物反馈放松训练前后唾液可的松含量的改变与基础 i<sub>35</sub> 水平的关系

## 5 结语与展望

近几十年来神经可塑性研究的进展证实, 大脑具有终生的近乎全能的可塑性。真正限制人类获得身心健康的人生之最主要因素, 是对这种可塑性及其应用方式的缺乏认识。如果能够解放思想, 并运用适当的技术诱导这种可塑性, 人们完全有可能按照自己的意愿重塑脑功能, 以更为健康的生理和心理状态面对人生。实现这一目标的关键条件, 是学会平静和专注的心理能力, 以及保持充满活力的生理状态。运动所带来的活力促使神经细胞再生增加, 而放松和专注可以使神经系统迅速对外界环境刺激或内部的思维活动作出适应性改变, 从而实现调整生理和心理活动模式, 重塑脑功能的目的。

这类主动利用脑功能可塑性的技术具有重要的应用意义。例如, 唐一源实验室发现, 经过仅仅 5 次的短暂放松专注训练, 就可以改变人们通常的注意分布习惯, 从而大幅度提高人们在注意资源冲突时的工作效率, 并减少焦虑、抑郁等负性情绪 (Tang et al, 2007)。这一现象伴随着的是对单个对象注意资源分配习惯的改变 (Slagter et al, 2007); 经过长期训练后, 这种资源重分配更显著的个体对注意对象拥有更稳定的 theta 反应相位 (Slagter et al, 2008), 提示大脑的运作方式已经发生了可塑性改变。这表明, 人们在日常生活中完全可以主动改变脑的使用习惯, 从而在处理感觉、认知、情绪等信息时具有更为健康的心理状态。

这种运用放松、专注训练 (Relax), 结合感觉、行为与认知调节技术, 激发神经可塑性潜力来重塑大脑的活动模式 (Rebuild), 从而修复正常神经和心理功能 (Recover) 的 3R 技术, 对于神经精神问题的康复具有重大的意义。人们在经历人生的灾难性事件后, 有时会因应对方式不当, 导致应激反应持续存在, 严重干扰了正常生活。我们的初步结果表明, 适当运用本文所介绍的原理和技术, 有可能促进这些个体的脑功能重塑, 从而缓解这些灾后应激症候群 (例如 Brown & Gerbarg, 2005)。因此, 正确运用这一 3R 技术 (relax, recover, rebuild) 对于各种灾难后正常心理功能的重建将具有重要的理论和实用意义。

### 参考文献

Altman, J., Anderson, W. J., & Wright, K. A. (1968). Differential radiosensitivity of stationary and migratory primitive cells in the brains of infant rats. *Exp Neurol*, 22, 52 - 74.

- Altman, J., & Das, G. D. (1965). Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats. *J Comp Neurol*, 124, 319 - 335.
- Altman, J., & Das, G. D. (1966). Autoradiographic and histological studies of postnatal neurogenesis. I. A longitudinal investigation of the kinetics, migration and transformation of cells incorporating tritiated thymidine in neonate rats, with special reference to postnatal neurogenesis in some brain regions. *J Comp Neurol*, 126, 337 - 389.
- Altman, J., & Das, G. D. (1967) Postnatal neurogenesis in the guinea-pig. *Nature*, 214, 1098 - 1101.
- Amedi, A., Floel, A., Knecht, S., Zohary, E., & Cohen, L. G. (2004). Transcranial magnetic stimulation of the occipital pole interferes with verbal processing in blind subjects. *Nat Neurosci*, 7, 1266 - 1270.
- Amedi, A., Raz, N., Pianka, P., Malach, R., & Zohary, E. (2003). Early 'visual' cortex activation correlates with superior verbal memory performance in the blind. *Nat Neurosci*, 6, 758 - 766.
- Armstrong, B. A., Neville, H. J., Hillyard, S. A., & Mitchell, T. V. (2002). Auditory deprivation affects processing of motion, but not color. *Cogn Brain Res*, 14, 422 - 434.
- Bavelier, D., Tomann, A., Hutton, C., Mitchell, T., Corina, D., Liu, G., & Neville, H. (2000). Visual attention to the periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *J Neurosci*, 20, RC93.
- Baxter, L. R. Jr., Saxena, S., Brody, A. L., Ackermann, R. F., Colgan, M., Schwartz, J. M., et al. (1996). Brain Mediation of Obsessive-Compulsive Disorder Symptoms: Evidence From Functional Brain Imaging Studies in the Human and Nonhuman Primate. *Semin Clin Neuropsychiatry*, 1, 32 - 47.
- Brodmann, K. (1909.) *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt aufgrund des Zellaufbaues*. Leipzig: J. A. Barth.
- Brown, J., Cooper-Kuhn, C. M., Kempermann, G., van Praag, H., Winkler, J., Gage, F. H., & Kuhn, H.G. (2003). Enriched environment and physical activity stimulate hippocampal but not olfactory bulb neurogenesis. *Eur J Neurosci*, 17, 2042 - 2046.
- Brown, R. P., & Gerbarg, P. L. (2005). Sudarshan Kriya Yogic breathing in the treatment of stress, anxiety, and depression. Part II--clinical applications and guidelines. *J Altern Complement Med*, 11, 711 - 717.
- Brown, T. G., & Sherrington, C. S. (1912). On the instability of a cortical point. *Proc R Soc London Ser B*, 8, 250 - 277.
- Cohen, L. G., Celnik, P., Pascual-Leone, A., Corwell, B., Falz, L., Dambrosia, J., et al. (1997). Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans. *Nature*, 389, 180 - 183.
- Comery, T. A., Stamoudis, C. X., Irwin, S. A., & Greenough, W. T. (1996). Increased density of multiple-head dendritic spines on medium-sized spiny neurons of the striatum in rats reared in a

- complex environment. *Neurobiol Learn Mem*, 66, 93 - 96.
- Cook, G., Fawcett, J., Keynes, R., & Tessier-Lavigne, M. (2006). Introduction. The regenerating brain. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 361, 1459 - 1461.
- Craggs, M. D., & Rushton, D.N. (1976). The stability of the electrical stimulation map of the motor cortex of the anaesthetized baboon. *Brain*, 99, 575 - 600.
- Das, G. D., & Altman, J. (1970). Postnatal neurogenesis in the caudate nucleus and nucleus accumbens septi in the rat. *Brain Res*, 21, 122 - 127.
- de Castro, F. (2007) Cajal: Lessons on brain development. *Brain Res Rev*, 55, 481 - 189.
- Dietrich, M. O., Andrews, Z. B., & Horvath, T. L. (2008). Exercise-induced synaptogenesis in the hippocampus is dependent on UCP2-regulated mitochondrial adaptation. *J Neurosci*, 28, 10766-10771.
- Eadie, B. D., Redila, V. A., & Christie, B. R. (2005). Voluntary exercise alters the cytoarchitecture of the adult dentate gyrus by increasing cellular proliferation, dendritic complexity, and spine density. *J Comp Neurol*, 486, 39 - 47.
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A., et al. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat Med*, 4, 1313 - 1317.
- Farmer, J., Zhao, X., van Praag, H., Wodtke, K., Gage, F. H., & Christie, B. R. (2004). Effects of voluntary exercise on synaptic plasticity and gene expression in the dentate gyrus of adult male Sprague-Dawley rats in vivo. *Neuroscience*, 124, 71 - 79.
- Francis, D., Diorio, J., Liu, D., & Meaney, M. J. (1999). Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat. *Science*, 286, 1155 - 1158.
- Franz, S. I. (1902). On the functions of the cerebrum: I. The frontal lobes in relation to the production and retention of simple sensory-motor habits. *American Journal of Physiology*, 8, 1-22.
- Gage, F. H. (2000). Structural plasticity: cause, result, or correlate of depression. *Biol Psychiatry*, 48, 713 - 714.
- Goldapple, K., Segal, Z., Garson, C., Lau, M., Bieling, P., Kennedy, S., et al. (2004). Modulation of cortical-limbic pathways in major depression: treatment-specific effects of cognitive behavior therapy. *Arch Gen Psychiatry*, 61, 34 - 41.
- Gould, E. (1994). The effects of adrenal steroids and excitatory input on neuronal birth and survival. *Ann N Y Acad Sci*, 743, 73 - 92.
- Gould, E. (1999). Serotonin and hippocampal neurogenesis. *Neuropsychopharmacology*, 21 (2 suppl), 46S - 51S.
- Gould, E. (2007). How widespread is adult neurogenesis in mammals? *Nat Rev Neurosci*, 8, 481 - 488.
- Gould, E., Gross, C. G. (2002). Neurogenesis in adult mammals: some progress and problems. *J Neurosci*, 22, 619 - 623.
- Gould, E., & McEwen, B. S. (1993). Neuronal birth and death. *Curr Opin Neurobiol*, 3, 676 - 682.
- Gould, E., & Tanapat, P. (1999). Stress and hippocampal neurogenesis. *Biol Psychiatry*, 46, 1472 - 1479.
- Hebb, D. (1949) *The Organization of Behavior*. New York: Wiley.
- Jacobs, B. L., Praag, H., & Gage, F. H. (2000). Adult brain neurogenesis and psychiatry: a novel theory of depression. *Mol Psychiatry*, 5, 262 - 269.
- Jain, N., Qi, H. X., Collins, C. E., & Kaas, J. H. (2008). Large-scale reorganization in the somatosensory cortex and thalamus after sensory loss in macaque monkeys. *J Neurosci*, 28, 11042 - 11060.
- Jenkins, W.M., Merzenich, M.M., Ochs, M.T., Allard, T., & Guic-Robles, E. (1990). Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *J Neurophysiol*, 63, 82 - 104.
- Johansson, B. B. (2006). Music and brain plasticity. *European Review*, 14, 49 - 64.
- Kaplan, M. S., & Hinds, J. W. (1977). Neurogenesis in the adult rat: electron microscopic analysis of light radioautographs. *Science*, 197, 1092 - 1094.
- Kempermann, G., Gast, D., & Gage, F. H. (2002). Neuroplasticity in old age: sustained fivefold induction of hippocampal neurogenesis by long-term environmental enrichment. *Ann Neurol*, 52, 135 - 143.
- Kempermann, G., Kuhn, H. G., & Gage, F. H. (1997). More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, 386, 493 - 495.
- Kim, H., Lee, S. H., Kim, S. S., Yoo, J. H., & Kim, C. J. (2007). The influence of maternal treadmill running during pregnancy on short-term memory and hippocampal cell survival in rat pups. *Int J Dev Neurosci*, 25, 243 - 249.
- Kozorovitskiy, Y., & Gould, E. (2003). Adult neurogenesis: a mechanism for brain repair? *J Clin Exp Neuropsychol*, 25, 721 - 732.
- Lashley, K. S. (1923). Temporal variation in the function of the gyrus precentralis in primates. *Am J Physiol*, 65, 585 - 602.
- Leuner, B., Gould, E., & Shors, T. J. (2006). Is there a link between adult neurogenesis and learning? *Hippocampus*, 16, 216 - 224.
- Leyton, A. S. F., & Sherrington, C. S. (1917). Observations on the excitable cortex of the chimpanzee, orang-utan and gorilla. *Q J Exp Physiol*, 11, 135 - 222.
- Lutz, A., Brefczynski-Lewis, J., Johnstone, T., & Davidson, R. J. (2008). Regulation of the neural circuitry of emotion by compassion meditation: effects of meditative expertise. *PLoS ONE*, 3, e1897.
- Mark, V. W., Taub, E., & Morris, D. M. (2006). Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Eura Medicophys*, 42, 269 - 284.

- Meinzer, M., Elbert, T., Djundja, D., Taub, E., & Rockstroh, B. (2007). Extending the Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) approach to cognitive functions: Constraint-Induced Aphasia Therapy (CIAT) of chronic aphasia. *NeuroRehabilitation*, 22, 311 - 318.
- Merabet, L. B., Hamilton, R., Schlaug, G., Swisher, J. D., Kiriakopoulos, E. T., Pitskel, N. B., et al. (2008). Rapid and reversible recruitment of early visual cortex for touch. *PLoS ONE*, 3, e3046.
- Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L., & Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271, 77 - 81.
- Mikulincer, M., Shaver, P. R., Gillath, O., & Nitzberg, R. A. (2005). Attachment, caregiving, and altruism: boosting attachment security increases compassion and helping. *J Pers Soc Psychol*, 89, 817 - 839.
- Mirescu, C., & Gould, E. (2006). Stress and adult neurogenesis. *Hippocampus*, 16, 233 - 238.
- Neville, H. J., Kutas, M., & Schmidt, A. (1984). Event-related potential studies of cerebral specialization during reading. A comparison of normally hearing and congenitally deaf adults. *Ann NY Acad Sci*, 425, 370 - 376.
- Neville, H. J., & Lawson, D. (1987). Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: an event-related potential and behavioral study. II. Congenitally deaf adults. *Brain Res*, 405, 268 - 283.
- Neville, H. J., Schmidt, A., & Kutas, M. (1983). Altered visual-evoked potentials in congenitally deaf adults. *Brain Res*, 266, 127 - 132.
- Newton, J. R., Ellsworth, C., Miyakawa, T., Tonegawa, S., & Sur, M. (2004). Acceleration of visually cued conditioned fear through the auditory pathway. *Nat Neurosci*, 7, 968 - 973.
- Nottebohm, F. (1981). A brain for all seasons: cyclical anatomical changes in song control nuclei of the canary brain. *Science*, 214, 1368 - 1370.
- Nudo, R. J., Milliken, G. W., Jenkins, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *J Neurosci*, 16, 785 - 807.
- Pascual-Leone, A., & Torres, F. (1993). Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. *Brain*, 116 (Pt 1), 39 - 52.
- Paul, R. L., Goodman, H., & Merzenich, M. (1972a). Alterations in mechanoreceptor input to Brodmann's areas 1 and 3 of the postcentral hand area of *Macaca mulatta* after nerve section and regeneration. *Brain Res*, 39, 1 - 19.
- Paul, R. L., Merzenich, M., & Goodman, H. (1972b). Representation of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors of the hand in Brodmann's areas 3 and 1 of *Macaca mulatta*. *Brain Res*, 36, 229 - 249.
- Pons, T. P., Garraghty, P. E., Ommaya, A. K., Kaas, J. H., Taub, E., & Mishkin, M. (1991). Massive cortical reorganization after sensory deafferentation in adult macaques. *Science*, 252, 1857 - 1860.
- Rakic, P. (1985). Limits of neurogenesis in primates. *Science*, 227, 1054 - 1056.
- Recanzone, G. H., Schreiner, C. E., & Merzenich, M. M. (1993). Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *J Neurosci*, 13, 87 - 103.
- Röder, B., Teder-Sälejärvi, W., Sterr, A., Röslér, F., Hillyard, S. A., & Neville, H. J. (1999). Improved auditory spatial tuning in blind humans. *Nature*, 400, 162 - 166.
- Rosenzweig, M. R., & Bennett, E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. *Behav Brain Res*, 78, 57 - 65.
- Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibañez, V., Deiber, M. P., Dold, G., et al. (1996). Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature*, 380, 526 - 528.
- Sanes, J. N., Suner, S., & Donoghue, J. P. (1990). Dynamic organization of primary motor cortex output to target muscles in adult rats I. Long-term patterns of reorganization following motor or mixed peripheral nerve lesions. *Exp Brain Res*, 79, 479 - 491.
- Sawaki, L. (2005). Use-dependent plasticity of the human motor cortex in health and disease. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 24, 36 - 39.
- Sawaki, L., Butler, A. J., Leng, X. Y., Wassenaar, P. A., Mohammad, Y. M., Blanton, S., et al. (2008). Constraint-induced movement therapy results in increased motor map area in subjects 3 to 9 months after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 22, 505 - 513.
- Schaffer, D. V., & Gage, F. H. (2004). Neurogenesis and neuroadaptation. *Neuromolecular Med*, 5, 1 - 9.
- Schinder, A. F., & Gage, F. H. (2004). A hypothesis about the role of adult neurogenesis in hippocampal function. *Physiology (Bethesda)*, 19, 253 - 261.
- Sharma, J., Angelucci, A., & Sur, M. (2000). Induction of visual orientation modules in auditory cortex. *Nature*, 404, 841 - 847.
- Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar, L. L., Francis, A. D., Nieuwenhuis, S., Davis, J. M., et al. (2007). Mental training affects distribution of limited brain resources. *PLoS Biol*, 5, e138.
- Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar, L. L., Nieuwenhuis, S., & Davidson, R. J. (2008). Theta Phase Synchrony and Conscious Target Perception: Impact of Intensive Mental Training. *J Cogn Neurosci*, Sep 29, Epub ahead of print.
- Stahnisch, F. W., & Nitsch, R. (2002). Santiago Ramón y Cajal's

- concept of neuronal plasticity: the ambiguity lives on. *Trends Neurosci*, 25, 589-591.
- Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., et al. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271, 81 - 84.
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., et al. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 104, 17152 - 17156.
- Taub, E., Uswatte, G., Mark, V. W., & Morris, D. M. (2006). The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. *Eura Medicophys*, 42, 241 - 256.
- Teasdale, J. D., Segal, Z. V., Williams, J. M., Ridgeway, V. A., Soulsby, J. M., & Lau, M. A. (2000). Prevention of relapse/recurrence in major depression by mindfulness-based cognitive therapy. *J Consult Clin Psychol*, 68, 615 - 623.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., et al. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 100, 2860 - 2865.
- Uda, M., Ishidob, M., Kamib, K., & Masuhara, M. (2006). Effects of chronic treadmill running on neurogenesis in the dentate gyrus of the hippocampus of adult rat. *Brain Res*, 1104, 64-72.
- van Praag, H., Christie, B. R., Sejnowski, T. J., & Gage, F. H. (1999a). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 96, 13427 - 13431.
- van Praag, H., Kempermann, G., & Gage, F. H. (1999b). Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus.
- van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C., & Gage, F. H. (2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci*, 25, 8680 - 8685.
- van Melchner, L., Pallas, S. L., & Sur, M. (2000). Visual behaviour mediated by retinal projections directed to the auditory pathway. *Nature*, 404, 871 - 876.
- Williams, J. M., Teasdale, J. D., Segal, Z. V., & Soulsby, J. (2000). Mindfulness-based cognitive therapy reduces overgeneral autobiographical memory in formerly depressed patients. *J Abnorm Psychol*, 109, 150 - 155.
- Zhao, C., Deng, W., & Gage, F. H. (2008). Mechanisms and functional implications of adult neurogenesis. *Cell*, 132, 645 - 660.

## Psychosomatic Recovery by Relaxing and Rebuilding the Brain: Possible Application in Post Traumatic Psychological Recovery

LUO Fei<sup>1</sup>, LUO Jing<sup>1</sup>, WU Yi-Bing<sup>2</sup>, LI Jia-Yin<sup>1</sup>, WANG Jin-Yan<sup>1</sup>, GUO Jian-You<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

<sup>2</sup> Easy Monitor Scientific and Technological Development, Co., Ltd., Beijing 100044, China)

<sup>3</sup> Section of Social Science, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China)

**Abstract:** It has been gradually revealed that the nervous system has excellent rebuilding capacity throughout the entire life. The brain can be changed by either external factors such as sensory or behavioral experiences, or by internal factors like cognition, relax, and attention. A large-scale natural disaster like Wenchuan earthquake may initiate persistent brain functional changes by a brief exposure. Conversely, application of this principle of plasticity may lead to successful recovery of a damaged brain, repair of a mal-developed function, or reshaping of a deformed mind. The 3R (relax, recover, rebuild) technique may be employed in the treatment of various neural or mental problems with a variety of nature, including post traumatic psychological syndromes following Wenchuan earthquake.

**Key words:** plasticity; brain function; mental health; psychological recovery