

创造性与道德的正向关联： 来自认知神经科学的研究证据

刘 昌 沈汪兵 罗 劲*

【摘 要】 创造性与道德的关系问题不仅是心理学中尚未解决的基本问题,而且是现代社会需要面对的现实难题。研究首次采用认知神经科学方法对创造性与道德的关系问题进行了实证研究,采用道德词汇分类任务将被试分为高道德组(高德组)和低道德组(低德组),并在控制智力、自尊以及记忆等干扰效应的基础上,借助脑事件相关电位技术记录了被试在解决顿悟字谜任务时的脑电活动。结果发现,高、低道德组被试在解决表征创造性思维的字谜任务时均表现出相似的脑电波形,但高德组被试较之低德组被试采用顿悟方式解决的字谜在 200 ~ 360ms 在额叶的广泛区域诱发了更低的脑电波幅。根据创造性的前额叶低激活理论,研究结果表明高德组在解决创造性思维任务时表现出更高的创造性,也就是说,高德意味着高创造性。

【关键词】 创造性;道德;认知神经科学;脑事件相关电位

一、问题提出

创造性是指人们根据一定的目的,应用新颖的方式解决问题,并能产生新的、有社会价值的心理品质和能力(Sternberg & Lubart, 1996, pp. 677 - 688)。社会的发展呼唤创造性(创新性),然而,创造性的匮乏在某些社会已经成为顽疾,这其中的内在机制如何? 与社会道德水平相关吗? 或者说,一个道德水平低下的社会具有科学和文化的创造活力吗? 为什么富有科学和文化生机活力的社会,其成员大都拥有强烈的社会责任感? 作为人们共同生活及其行为的准则与规范,道德往往代表着社会的正面价值取向,它通过社会舆论、习俗和内心信念的力量,以“应当”如何的方式调节人的行为。心理学对道德的探讨主要涉及人们对道德规范的认知、情感态度以及相应的行为和意志等方面,亦即

* 刘昌,心理学博士,南京师范大学心理学院教授、博士生导师,210097; 沈汪兵,南京师范大学心理学院博士生,210097; 罗劲,心理学博士,首都师范大学教育学院心理系教授、博士生导师,100048。南京师范大学心理学院副教授王云强博士参与了本研究的部分内容,特此致谢。本文系江苏省第四期“333 高层次人才培养工程”科研项目资助研究成果。

道德认知、道德情感、道德行为、道德意志以及道德品格(简称品德),这其中,品德是人类社会道德原则和规范在个体身上的典型体现。

从以往的某些研究观点来看,创造性和道德可能存在正相关。早期有关“美德即知识(virtue is knowledge)”的论述也支持该观点(Fries, 1941, pp. 89 - 99)。苏格拉底认为,从伦理道德本身来说,“无人故意为恶”,人们之所以为“恶”是由于其不具备“善”的知识。该观点认为人的行为之善恶,主要取决于他是否具有有关的知识。虽然人们知道什么是“善”不一定会行“善”,但只有人们知道什么是善与什么是恶,人们才能趋善避恶。弗洛伊德的某些理论观点支持个体品德对创造性的促进作用。这典型地体现在,弗洛伊德认为人类的人格结构是由本我、自我和超我组成的,本我遵从快乐原则,超我遵循至善原则(以致有学者将超我视为所谓的“良心”)。人们在现实生活中,虽然存在许多无法满足本我情况,但这时超我会借助自我防御机制促使本我无法发泄的本能经过升华后产生创造性的产品。就此而言,个体品德及其道德管理机制有助于其创造性的发展或发挥。

早期许多关于伟人的个案研究和传记分析显示,个体品德与创造性有着显著的正相关。其中,最典型的就是对爱因斯坦和甘地的分析(Runco & Nemiro, 2003, pp. 91 - 105)。现实生活中有着形形色色的与社会道德规范相悖的诱惑。在面临各种诱惑时,个体能否很好地按照已有的道德规范行事,自古以来就是评价个体品德高尚与否的一个重要标准。当人们像甘地和爱因斯坦这些人一样充分秉承内心道德规范和抑制外在诱惑行事时,长此以往就具备了高尚的道德品质。高尚的个体至少需要具有足够的抑制力,使得他们可以很好地抵制外界的各种干扰和诱惑,保障他们按照自己一贯遵守的道德规范行事。就此而言,个体品德越高尚,其抑制能力可能越强。研究显示(Runco, 2004, pp. 657 - 687; Benedek et al., 2012, pp. 480 - 485; 刘昌、李植霖, 2007, p. 114),创造性过程主要是个体抑制旧的联结保证新的联结接通的过程,且高创造性的人为保证创造性产品的顺利生成需要更强的对干扰物的抑制能力。这意味着,个体品德越高,其创造性也可能更高。

从道德情感层面而言,个体品德也能促进个体创造性的发展和发挥。现实生活中的道德或者个体的品德可在一定程度上视为一种积极情感或正性情绪。有关情绪或情感对创造性影响的研究显示,积极情绪和情感会促进认知和创造性(Subramaniam et al., 2009, pp. 415 - 432)。由此似可推知,个体品德可能会促进创造性的表达或发挥,意味着个体品德与创造性间可能存在正向关联。Silverman(1994, pp. 110 - 116)对天才儿童道德品质的调查就曾发现天才儿童比一般儿童有更多道德行为或亲社会行为(如更愿意帮助和保护残疾儿童)。

然而,也存在另外两种观点:认为创造性与道德没有任何关联,或认为创造性与道德存在负相关。主张创造性与道德无关的研究者认为,道德是价值负载的系统,属于“应当”的内容,而创造性与作为其核心要素的知识则属于事实知识系统,表征“是”的内容,故两者属于不同的类别,亦即个体品德高尚与否与其创造性高低无关(Greene, 2003, pp. 847 - 850)。这集中体现在休谟的“‘是’不能推出‘应当’”(one can't derive an 'ought' from an 'is')的命题上。该观点的问题在于强调道德的伦理价值时脱离了现实生活中的具体的人。有研究表明(Valdesolo & DeSteno, 2007, pp. 689 - 690),当个体在对自己和他人行为作道德评价时,若个体只是专心致力于该活动,则其倾向对自己的行为作道德上宽容的评价,对他人行为作了更苛责的道德评价;若个体在行为评价的同时完成一项简单的记忆活动,个体对自己和他人同样的行为作出的道德评价并无差异。这说明,个体的道德评价标准在一定程度上会受到记忆等认知活动的影响。创造性作为认知活动,自然也可能影响个体的道德评价标准以及以此为依据的道德评价或行为。显然,个体品德与创造性并非全无联系。

主张创造性与道德存在负相关的研究者认为,个体品德越高尚,其创造性会越低。目前相当多的人认为品德会阻碍个体创造性的发展和发挥。他们认为,道德的本质在于要求个体遵从已有规

范,按照习俗或规范来约束自己的行为;但创造性则需要个体突破已有规范,利用已有知识产生新颖独特的联结,进而产生新颖独特的观点和产品。因此,作为“遵守规范或规则”的道德与“打破规则或规范”的创造性自然是负向关联的。例如,Dollinger 等(2007, pp. 91 - 103)发现个体创造性与“传统(tradition)”和“从众”(conformity)的相关系数分别为 -0.15 和 -0.12;且当按产品取向对创造性评定时,创造性与“传统”相关度更高(约 -0.26)。但应该注意的是,一方面,习俗规范并非都是道德。尽管个体可能需要遵守某些习俗规范,但它不一定与创造过程冲突,因为创造性的实现和发挥需要符合社会价值标准(Niu & Sternberg, 2006, pp. 1001 - 1021)。社会价值标准自然包含道德的考量,品德高尚的人并不一定会因遵守道德规范而表现出较低的创造性。另一方面,作为规则打破的创造性并不一定是要打破道德规则,科学创造性或艺术创造性相对较少涉及道德规则打破,虽然道德难题的破解所需的创造性可能会涉及更多道德规范的打破过程(Runco & Nemiro, 2003, pp. 91 - 105)。因此,作为规则打破过程的所有创造性活动并非都与品德是负相关的。

综上所述,关于创造性与道德关系的一些争论显然需要给出明确的实证检验。但实证检验所面临的一个主要难题是如何评估个体的品德。考虑到道德在现实中多是知情交互的综合体,而非单纯的道德认知或道德情感。因此,不管是着眼现实还是保证研究的信效度都应从知情交互层面来探讨道德与创造性的关联性。

近年迅速兴起的道德人格(moral personality)研究巧妙解决了先前研究中知情统合的难题,成功克服了道德的评估过分屈从道德认知取向或道德情感取向的弊端(王云强、郭本禹, 2009, pp. 784 - 787;沈汪兵, 2009, pp. 98 - 101)。更重要的是,这种知情交互的品德评估方式不仅提升了品德评估的有效性和生态性,而且在一定程度上保证了研究结论的可靠性。我们在充分吸收当代道德人格研究成果的基础上,积极借鉴人格和个体差异心理学中的心理词汇学评估法(Cawley III et al., 2000, pp. 997 - 1013),设计了基于道德词汇分类的个体品德评估方法,以便评估个体的品德。

对于创造性的考察,考虑到目前在行为领域上缺乏相对成熟且大家普遍认同的行为实验测评任务,可借助近年认知神经科学领域顿悟研究中发展起来的能够较好表征创造性的顿悟字谜来测评。之所以认为该任务能够表征研究所测的创造性,一方面是由于以往研究证实该任务可以在一定程度上表征顿悟过程。顿悟不仅是创造性最关键的认知过程之一,而且它还是创造性思维的一个重要的心理基础(罗劲, 2004, pp. 219 - 234; Luo & Niki, 2003, pp. 274 - 281)。另一方面是由于确实是很难寻找到相对客观的创造性评估任务。该任务不但能在一定程度上解决创造性评估的难题,而且还可以通过认知神经科学技术满足创造性评估的客观性标准。

考虑品德发展的阶段性,为控制诸如年龄和道德标准等诸多变量的交互影响,主要探讨品德发展相对成熟的成年个体的品德与创造性的关联性。研究借助高密度的脑电技术记录道德水平高低两组被试在解决顿悟字谜任务过程的脑电,以便通过两组被试在表征创造性的顿悟任务上的电生理活动差异来考察道德与创造性的关系。以电生理活动差异来考察道德与创造性的关系主要基于创造性的前额叶低激活理论(low arousal theory of creativity)(参见 Martindale, 1999, pp. 137 - 152)。该理论认为,个体创造性可通过前额叶的激活程度来表征,若个体创造性越高,那么在解决创造性任务时其额叶激活程度相对越低;若个体创造性越低,那么在解决创造性任务时其额叶激活程度相对越高。据此可推测,若高德组被试较之对照组被试在解决创造性任务时前额叶的脑电波幅相对要小,那么就可认为创造性与道德是正向关联的;相反,若研究观察到高德组被试较之对照组被试前额叶的脑电波幅相对较大,即可认为创造性与道德是负向关联的。

二、方法

(一) 被试

国内某高校 61 名本科生或研究生,选取高德组 and 低德组被试各 12 名。全部 24 名被试完成了顿悟字谜任务并同时记录其脑电活动。在脑电分析中由于可叠加试次较少以及脑电伪迹过多等原因剔除了 4 名被试,保留 20 名被试(4 男,16 女,平均年龄 24.50 ± 1.61 岁,每组 10 人)的数据纳入正式的脑电分析。所有被试皆为右利手,视力或矫正视力正常,无神经系统疾病。

(二) 实验任务设计

1. 道德词汇分类(品德评估)

从以往道德人格的研究和文献(王云强、郭本禹,2009, pp. 784 - 787; Cawley III et al., 2000, pp. 997 - 1013; Lapsley & Lasky, 2001, pp. 345 - 363)中选取 50 个与大学生道德人格或品德有关的词汇,然后邀请 6 名未参加正式实验的被试对所选择的这些道德词汇进行等级评定,以剔除其中不符合研究目的的词汇。研究将最终选取的 25 个道德形容词(含 3 个侦测词)呈现给被试,要求被试对这些形容词作“适合描述自己”或“适合描述别人”的分类。在该任务中,为了避免社会赞许性的干扰,实验前告知被试此任务只是一个“词汇分类任务”。根据“自利人”假说(self-interested man hypothesis),可以认为,若个体品德越低,其应越倾向将消极词汇归到“他人”类别中,而将积极词汇归到“自己”类别中;相反,若个体品德越高,其应越倾向将积极词汇归到“他人”类别中,而将消极词汇归到“自己”类别中。实验将所有的消极形容词归到“他人”类别中且将所有积极形容词归到“自己”类别情形下的正确率预设为 100%,而将把所有积极词归为“他人”类别而把所有消极词归到“自己”类别情形下的正确率设为 0。对于后一情况,主要会有两类人做如此判断:一类是“沽名钓誉者”,他们也许知道实验目的,得知该任务是对个体的品德进行评估,因而在受社会赞许性因素影响下作掩饰性回答;另一类则是过于自谦者,这些人倾向使用贬斥性词语来描述自己,而倾向于褒扬性词语来评价别人。为了排除这种可能,在实验操作过程中,各被试实验结束后都会有一个约 5 分钟的访谈,主要测查被试是否清楚实验目的和排查掩饰性的作答。

另外,为了避免社会赞许性以及过分自谦倾向(over-self-abasement),剔除正确率低于 40% 的被试(即过分自谦被试),而选择正确率接近 50% (即将一半“好”的形容词和一半“坏”的形容词用来描述自己,并相应将另一半“好”的形容词和一半“坏”的形容词用来描述他人)的被试作为高德组被试。这样与低品德组被试(正确率更接近 100%)构成高德组和低德组两组被试。此外,为了避免被试作答的随机性,研究在实验过程中设置了不纳入成绩的侦测词汇。侦测词汇带有强烈和鲜明的褒贬感情色彩(如,淫荡),被试需将其归到合理的类别中(“淫荡”需归到“他人”类别中)。最终从 61 名测试对象中选出了高、低道德组被试各 12 人。

2. 记忆测验

为避免个体记忆能力的干扰,保证所选被试认知加工能力的同质性,研究对被试进行了记忆测验。记忆测验主要是由道德人格形容词分类任务和随后的再认任务构成的,着重考察了被试道德人格词汇的加工偏好和外显再认能力。再认任务材料主要由部分道德人格形容词分类任务材料和部分新选取的道德人格形容词组成。其中,道德人格形容词分类任务的 25 个词汇作为再认任务的旧刺激,新增的 25 个词作为再认任务的新刺激(如虚伪、好色和狡诈等,新旧词各有 5 个作练习)。为

避免词汇的范畴差异及其干扰效应,再认记忆测验的新词与前述道德人格形容词一样,也来自道德词汇分类任务中道德词汇的文献。

3. 自尊测验

以往研究显示,个体自尊与道德(例如, Meriwether, 2003, pp. 167 - 181)以及创造性(例如, Rank et al., 2009, pp. 465 - 489)均有着较密切的关系。为保证选取正式测验被试的同质性以及研究结果的有效性,研究采用具有较好信效度且在一定程度上又能避免社会赞许性的内隐自尊测验对被试的自尊水平进行了测量。内隐自尊测验考察了高低德组被试的自尊效应。该程序中设置了8个分别指向自己和他人的人称代词(各4个)以及20个从以往同类研究中选取的自尊形容词(正负性词各10个)。通过自判和他判的反应时与正确率等多个指标来对内隐自尊进行评估。根据以往内隐联想测验的分析策略,研究进一步将自判与他判反应时之差作自尊联结强度,而将两者正确率之差作为自尊的指标。

4. 智力测验

由于创造性和智力也存在一定关系(例如, Benedek et al., 2012, pp. 480 - 485),为保证高德组被试和低德组被试的等质性,研究者对被试的智力水平进行了测量。主要采用张厚粲和王晓平主修的《瑞文标准推理测验(中国城市版)》(Raven's Standard Progressive Matrices, SPM)来测量个体智力。该测验是英国心理学家瑞文在1938年设计的一种非文字智力测验,具有良好的信效度,为智力测量中最常用的文化公平测验。测验主要由60个矩阵组成,被试需从预选答案中选出一个备选项作为答案。整个测试由研究者依照测验指导语和手册组织实施,约25分钟。

5. 创造性思维测验

采用以往研究广泛使用的顿悟字谜任务来检测创造性。顿悟字谜任务的设计与测验过程参见我们以往的研究(沈汪兵、刘昌、张小将等, 2011, pp. 229 - 240)。

(三) 实验程序

除智力测量任务外的其他所有任务均在计算机上进行,其中道德词汇分类(品德评估)、再认记忆任务和自尊测量同时进行,三任务的测试顺序相对固定,各任务内的项目完全随机,组间方式平衡顺序效应,共持续约20分钟。计算机上操作的实验任务都是借助 Eprime 1.1 程序将刺激呈现在 CRT 显示屏上,然后要求被试根据相应指导语完成操作。所有刺激字体均为宋体,字号为28号,均以白色背景黑色字体的模式呈现。另外,智力测量(瑞文标准推理测验)和创造性思维测验(顿悟字谜任务)均单独施测。

顿悟字谜任务在施测的同时还记录被试完成该任务时的脑电活动,脑电记录过程与我们以往的研究相同(沈汪兵、刘昌、张小将等, 2011, pp. 229 - 240)。脑电分析主要针对创造性顿悟试次的脑电波,且所分析的时程为“催化解”呈现后的-100~900 ms,以100~0ms为基线。参照同类研究,并结合ERP总平均图主要选定前后左右四个位置的14个电极点:前部或额叶(Fz、FC3、FC4和Cz),左侧(FT7、TP7和C3),右侧(FT8、TP8和C4)以及后部或顶枕部(PZ、PO5、PO6和OZ)进行分析。采用4(电极位置:前部,左侧,右侧,后部)×2(组别:高德组,低德组)的两因素混合实验设计的重复测量方法分析来进行差异检验,并在此基础上着重观测额叶电极点的波幅变化情况。p值皆经Greenhouse-Geisser法校正,地形图则由64导总平均图给出。

三、实验结果

(一) 行为结果

为控制个体差异,被试除完成了品德评估任务外,还参与了多项控制任务。两组被试各任务成绩的分析显示,两组被试除了品德水平(道德词汇分类的正确率; $M_{\text{高德组}} \pm SD_{\text{高德组}}$ vs. $M_{\text{低德组}} \pm SD_{\text{低德组}}$)有差异外($86.40\% \pm 7.94\%$ vs. $95.50\% \pm 9.08\%$), $t(18) = -2.39, p < 0.05$,其他方面均无显著差异。两组被试($M_{\text{高德组}} \pm SD_{\text{高德组}}$ vs. $M_{\text{低德组}} \pm SD_{\text{低德组}}$)年龄相当(24.2 ± 2.04 vs. 24.80 ± 1.03),道德词汇分类反应时无差异(855.37 ± 190.81 vs. 818.53 ± 200.09),记忆正确率无差异($80.00\% \pm 8.22\%$ vs. $82.22\% \pm 6.76\%$),记忆反应时无差异(920.28 ± 107.18 vs. 944.25 ± 152.22),自尊联结强度无差异(248.66 ± 344.70 vs. 247.63 ± 274.64),自尊效应无差异(-0.04 ± 0.11 vs. -0.02 ± 0.05),智力无差异(54.80 ± 2.97 vs. 55.80 ± 3.01), $ps > 0.05$ 。如上所述,两组被试除道德水平有差异外,其他方面均具有较好的同质性。

行为记录显示在所有正确匹配的字谜中,高德组的无顿悟和有顿悟评定的可叠加试次分别为(31 ± 11)和(46 ± 8),而低德组的无顿悟和有顿悟评定的可叠加试次则分别为(33 ± 12)和(40 ± 9)。2(组别:高德组,低德组) \times 2(创造性类型:无,有)的二因素混合设计的重复测量方差分析显示,创造性评定的类型主效应显著, $F(1,18) = 9.77, p < 0.01$,有顿悟字谜的数量显著多于无顿悟字谜。这表明该材料可以激发足够的顿悟反应,也就是说该材料适用于开展创造性研究。组别主效应不显著, $F(1,18) = 0.77, p > 0.05, \eta_p^2 = 0.04$,且组别与字谜类型的交互效应也不显著, $F(1,18) = 1.43, p > 0.05$ 。这些表明两组被试评定的两类字谜的数量无显著差异。此外,对高低道德组被试的两类字谜解题时间的方差分析显示,字谜类型主效应极显著, $F(1,18) = 210.24, p < 0.001$ 。高德组无顿悟与有顿悟字谜的解题时间为(1311.30 ± 445.13) ms 和(2334.27 ± 393.80) ms,低德组无顿悟与有顿悟字谜的解题时间为(1220.13 ± 348.57) ms 和(2366.02 ± 304.20) ms。但组别主效应[$F(1,18) = 0.04, p > 0.05$]以及组别与字谜类型的交互效应[$F(1,18) = 0.68, p > 0.05$]均不显著,意味着,两组被试解决有顿悟和无顿悟字谜的认知过程总体相似,但在准确猜出简单字谜答案时能较快反应,而较难的有顿悟字谜的解决则耗时较长。这可能是由于有顿悟字谜包含了思维僵局,被试需突破僵局后才能顺利解决问题所致。

(二) ERP 结果

先前研究表明,采用三字字谜不仅可以较好避免工作记忆负荷对顿悟问题解决的干扰效应,而且基于猜谜范式(Luo & Niki, 2003, pp. 274 - 281)改进而来的三字字谜任务能有效表征创造性思维过程。因此,研究在此基础上将着重分析两组被试创造性顿悟(creative insight)过程的脑电效应,以便深入考察两组被试创造性解决问题过程的认知神经差异。

由图 1 可知,高、低道德组被试在使用创造性策略解决三字字谜时诱发了相似的脑电波形。额区主要诱发了 N1 (60 ~ 120ms),而在顶枕部则主要诱发了 P1 (60 ~ 120ms)。对早期成分波幅进行检验,发现电极位置主效应显著, $F(3,54) = 9.15, p < 0.01$ 。多重比较结果显示,顶枕部电压与其他三个区域有显著差异, $ps < 0.05$;但其他三个区域之间的平均波幅无差异, $ps > 0.05$ 。结合总平均图可知,顶枕部诱发了较其他三个区域不一致的早期 P1 成分,而其他位置则主要诱发了早期 N1。方差分析结果显示,组别主效应不显著, $F(1,18) = 0.18, p > 0.05$;组别与电极位置的交互效应接近边缘显

著, $F(3,54) = 2.60, p = 0.09$ 。根据平均电压值以及总平均图,高德组较低德组被试虽在额叶广泛电极点诱发的 N1 更负,在顶枕部诱发的 P1 有更正趋势,但简单效应分析显示这些均不显著。

潜伏期分析显示,两组被试总体解题进程无显著差异,但中期正成分(120 ~ 360ms)的潜伏期存在组别差异。由于该成分主要见于前部脑区,故选取 Cz 和 Fz 两个电极点的波幅峰值的时间点来计算该成分的潜伏期。结果显示,高德组该成分的潜伏期为 (218 ± 44.50) ms,而低德组则主要位于 (263.1 ± 41.70) ms,两组差异显著, $t(18) = -2.33, p < 0.05$,表明高德组该时程内脑电成分的潜伏期显著早于低德组。总平均图(图 1)同时显示,在中晚期,额叶电极点和顶枕部电极点的 ERP 波形仍呈现出大体相反的趋势。重要的是,从图 1 可知,在 200 ~ 360ms,低德组较之高德组诱发了一个更正的偏移。采用差异波分析策略对该时程内的脑电平均波幅作进一步分析,将高德组的 ERP 波形减去低德组的 ERP 波形得到了一个差异波(图 2)。在差异波中这个负成分的峰潜伏期约在 270ms 左右(N270,峰值为 $-1.94\mu V$)。此外,从总平均图似乎还观察到不同道德组在不同电极点还诱发了并非全然一致的 ERP 波形,为了进一步检测他们究竟是否存在组别主效应和电极位置主效应,研究采用平均波幅法对各时程的 ERP 成分进行了显著性分析。

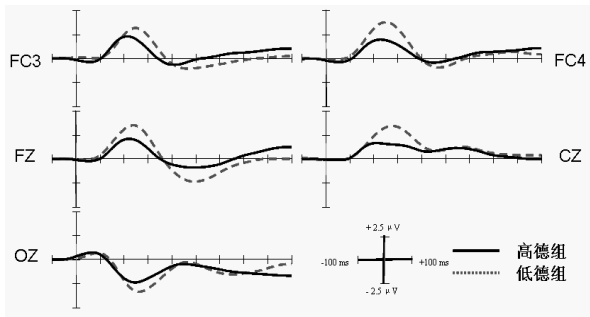


图 1 不同道德组被试解决创造性字谜的 ERP 总平均图

早期脑电(120 ~ 200ms)平均波幅的二因素重复测量方差分析显示,电极位置主效应极其显著, $F(3,54) = 7.29, p < 0.001$;其他效应均不显著, $ps > 0.05$ 。电极位置的多重比较结果显示,前部各电极点的平均电压显著高于其他位置的各电极点, $ps < 0.01$;而其他位置各电极点间的平均电压无显著差异, $ps > 0.05$ 。以 200 ~ 360ms 时间窗的平均波幅作为测量指标,进行组别(高德组,低德组)与电极位置(前部,左侧,右侧,后部)的二因素重复测量方差分析。电极位置主效应极其显著, $F(3,54) = 44.67, p < 0.001$;组别主效应仍不显著, $F(1,18) = 2.32, p > 0.05$;但组别与电极位置的交互效应显著, $F(3,54) = 4.43, p < 0.05$ 。多重比较结果显示,前部的额区电极的脑电平均波幅显著高于其他位置电极, $ps < 0.01$;左侧电极的平均电压值显著高于后部的顶枕区电极, $MD = 1.70, p < 0.01$;右侧电极的平均波幅也显著高于后部电极, $MD = 2.23, p < 0.001$;但左右两侧电极点所诱发脑电的平均波幅并无显著差异, $MD = -0.53, p > 0.05$ 。

为探讨是否存在组别主效应,研究在上述分析基础上进一步将 200 ~ 360ms 细分为两个时间窗,并分别以 200 ~ 280ms 以及 280 ~ 360ms 这两个时间窗的平均波幅为测量指标来进行组别与电极位置的重复测量方差分析。结果显示,在 200 ~ 280ms,组别主效应不显著, $F(1,18) = 2.49, p > 0.05$;但电极位置主效应极其显著, $F(3,54) = 53.53, p < 0.001$;位置与组别交互效应也显著, $F(3,54) = 3.49, p < 0.05$ 。电极位置的主效应的多重比较显示,前部电极的平均电压显著高于其他位置, $ps < 0.001$ 。同时,左侧电极的电压显

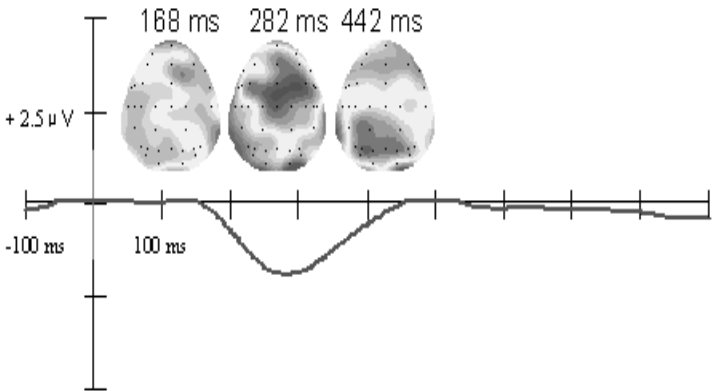


图 2 N270 差异波 Cz 电极点的 ERP 总平均图

著高于顶枕部, $MD = 2.37, p < 0.001$; 右侧电压也显著高于顶枕部, $MD = 2.40, p < 0.001$; 但左右两侧各电极间的电压无差异, $MD = -0.04, p > 0.05$ 。电极位置与组别交互效应的简单效应分析揭示, 高德组前部电极点所诱发脑电成分的平均值 [$(2.31 \pm 1.48) \mu V$] 显著低于低德组 [$M \pm SD, (3.99 \pm 1.66) \mu V$], $F(1, 18) = 5.73, p < 0.05$; 高德组右侧电极点所诱发成分的平均电压 [$M \pm SD, (-0.64 \pm 0.72) \mu V$] 显著低于低德组 [$M \pm SD, (0.44 \pm 1.12) \mu V$], $F(1, 18) = 6.55, p < 0.05$; 两组被试在解决三字字谜任务时, 其左侧电极点与顶枕电极并未诱发不同波幅的脑电成分, $ps > 0.05$ 。类似, 在 $280 \sim 360ms$, 组别主效应不显著, $F(1, 18) = 1.46, p > 0.05, 2p = 0.08$; 但电极位置主效应也极其显著, $F(3, 54) = 21.05, p < 0.001$; 电极位置与组别的交互效应显著, $F(3, 54) = 3.61, p < 0.05$ 。不同位置电极点平均电压值的多重比较结果显示, 前部电极点所诱发成分的平均电压极显著高于其他位置, $ps < 0.001$; 右侧电压显著高于左侧, $MD = 1.02, p < 0.05$; 右侧也显著高于后侧顶枕区, $MD = 2.06, p < 0.01$; 左侧电压稍高于顶枕部, 差异边缘显著, $MD = 1.04, p = 0.05$ 。重要的是, 研究观察到, 低德组被试 [$M \pm SD, (2.71 \pm 1.28) \mu V$] 较之高德组被试 [$M \pm SD, (0.91 \pm 0.64) \mu V$] 在解决三字字谜任务时, 其前额电极仍诱发了更明显的正成分, $F(1, 18) = 15.92, p < 0.001$; 两组被试在解决顿悟字谜任务时, 其他各位置的电极点诱发了相似的电生理效应, $ps > 0.05$ 。

以中晚期 ($360 \sim 900ms$) 脑电成分的平均波幅为测量指标, 进一步借助组别与电极位置的两因素重复测量方差分析分别对以下时间窗 ($360 \sim 440ms, 440 \sim 560ms, 560 \sim 730ms$ 以及 $730 \sim 900ms$) 的脑电波幅值进行差异检验。方差分析结果显示, 在 $360 \sim 440ms$ 的时间窗内, 电极位置主效应不显著, $F(3, 54) = 1.56, p > 0.05$; 组别主效应不显著, $F(1, 18) = 0.03, p > 0.05$; 电极位置与组别交互效应也不显著, $F(3, 54) = 0.54, p > 0.05$; 在 $440 \sim 560ms$ 的时间窗, 电极位置主效应也不显著, $F(3, 54) = 2.33, p > 0.05$; 组别主效应不显著, $F(1, 18) = 0.31, p > 0.05$; 电极位置与组别交互效应也不显著, $F(3, 54) = 1.34, p > 0.05$; 在 $560 \sim 730ms$ 内, 电极位置主效应边缘显著, $F(3, 54) = 3.33, p = 0.054$ 。多重比较结果显示, 左侧电极点的平均电压显著大于后部顶枕区电极, $MD = 0.86, p < 0.05$; 右侧电极点的平均电压也显著大于后部顶枕区电极, $MD = 0.97, p < 0.05$; 其他各位置的电极点所诱发的电压并无显著差异, $ps > 0.05$ 。此外, 组别主效应 [$F(1, 18) = 0.81, p > 0.05$] 以及电极位置与组别的交互效应 [$F(3, 54) = 0.18, p > 0.05$] 也均不显著。另对 $730 \sim 900ms$ 晚期成分的平均波幅进行组别与电极位置的二因素重复测量方差分析, 发现电极位置主效应显著, $F(3, 54) = 4.69, p < 0.05$; 电极位置与组别交互效应 [$F(3, 54) = 0.42, p > 0.05$] 与组别主效应 [$F(1, 18) = 0.02, p > 0.05$] 均不显著; 电极位置主效应的多重比较显示, 除左右两侧电极的平均电压差异不显著 [$MD = -0.34, p > 0.05$] 外, 其他各位置的激活均有显著差异, $ps < 0.05$ 。

四、讨论

研究首次采用实证方法从个体差异角度来探讨了创造性与道德的关系。研究根据伦理学中经典的“自利人”假说和对中国人有深远影响的中庸思想, 并结合道德人格和人格心理学中心理词汇假说的思路, 创造性地设计了道德词汇分类任务——要求被试将一系列含褒贬色彩的道德形容词进行自我定向 (self-orienting) 与他人定向 (other-orienting) 的归类。道德词汇分类任务考察个体对正负性道德词汇的分配行为, 在一定程度上整合了道德情感、道德认知和道德行为。依据被试道德词汇分类的成绩, 将他们分成高、低道德组。然后在进一步从电生理层面验证三字字谜有效表征创造性思维或顿悟过程的基础上, 运用高密度的脑事件相关电位记录了被试在解决表征创造性字谜任务过程

的脑电,并尝试借助相对于正确率和反应时等行为指标更敏感的脑电指标来探讨创造性与品德的关系。研究显示,高德组和低德组被试在解决顿悟字谜任务时诱发了总体类似的脑电效应,两组被试均诱发了散布在额区的 N1 以及顶枕区的 P1。以往研究显示,N1 和 P1 主要负责刺激早期的物理和感知加工。研究呈现的是一个常见高频字,故其所引发的视觉加工基本一致,体现为表征视觉加工的 N1 和 P1 等早期无差异。早期加工结束,个体将进一步对“催化”解进行深水平和更精细的加工。我们可从脑电图上观察到 120ms 以后产生了较明显的 ERP 成分。如图 1 和图 2 所示,高德组较之低德组在 120 ~ 440ms 诱发了一个更负的偏移。在差异波中(高德 - 低德),该负成分的峰潜伏期约为 270ms,广泛分布在头皮的中前部电极点。这表明不同道德组被试采用顿悟策略解决三字字谜的认知过程并不相同。然而,两组被试在解决顿悟字谜过程中,他们所诱发的晚期脑电成分并无显著差异,这意味着两组被试解决顿悟问题的晚期心理过程又逐渐趋同。

对两组被试在 120 ~ 440ms 时窗内的平均波幅进行方差分析的结果显示,被试在该时程内的脑电活动均无显著的组间差异,也就是高、低道德组被试在解决创造性字谜问题过程中并未在大脑头皮产生分离的电生理效应。电极位置主效应显著表明被试不同大脑头皮区参与了顿悟字谜不同时间进程以及认知阶段的心理加工过程。在 200 ~ 360ms 时程,电极位置与组别呈现出显著的交互效应,且简单效应分析显示高、低道德组被试借助创造性思维解决字谜问题时,其前额区脑电成分的平均波幅有显著差异。然而,研究另对借助非顿悟策略解决三字字谜过程脑电成分的考察揭示,高低道德组被试在使用常规思维或其他非创造性思维策略解决字谜问题时,他们的心理过程和脑活动状况都十分相似。这些意味着,额叶在创造性思维活动中具有独特的作用。高低道德组借助创造性思维策略解决顿悟字谜过程在额区出现的分离效应表明,他们解决创造性思维问题的过程不同或说是他们的创造性水平存在差异。

截至目前,已有许多研究者借助包括行为实验、电生理记录以及脑成像技术在内的众多研究技术来对额叶在创造性思维活动中的作用进行了探讨(例如,Goel & Vartanian,2005,pp. 1170 - 1177)。这些研究较一致地显示额叶(尤其是前额叶)在创造性思维活动中具有重要作用。一般地,前额叶的激活越低,其创造性相对越高。前额叶的激活可以直接用 EEG 的频率和波幅来测量。频率越低,其激活水平就越低;或者波幅绝对值越低,其激活水平相对就越低(参见 Martindale,1999,pp. 137 - 152; Fink & Benedek,2013)。Martindale 和 Hines(1975,pp. 71 - 80)利用 EEG 技术记录了被试完成操作转换测验(一种专门测量创造性的任务)、远距离联想测验(兼具创造性和智力双重评估效用的任务)和智力测验时的 α 波。他将 α 波的变化作为大脑皮层激活水平的一个指标,当 α 波活动增多时,表明大脑皮层激活水平在降低。研究发现,高创造性被试在转化操作任务上的激活水平最低,在远距离联想测验任务上次低,而在智力测验上最高;然而,中等创造性和低创造性被试并未出现这种任务间的差异。Barrett 和 Eysenck(1994,pp. 3 - 32)则进一步发现被试在刺激呈现后 250 ~ 500ms 内的 ERP 波幅与创造性指标间有约 -0.5 的相关。基于这些研究逐步形成和建构起了一个经典且颇具影响的创造性思维的低唤醒度理论。该理论主张个体创造性的高低可以通过额叶激活程度的高低来表征,创造性越高,在解决创造性思维任务时其额叶激活程度越低。研究发现高和低道德组被试解决创造性思维任务时在 200 ~ 360ms 时程内于前部额叶广泛区域产生了电生理效应的分离——高德组被试的脑电平均波幅显著低于低德组。更重要的是,在非创造性思维任务(“无顿悟”字谜任务)的比较中,高低道德组被试并未表现出这种差异。因此,依据该理论,我们的结果证实了创造性与道德的正向关联。

针对高低道德组在解决创造性思维任务中产生的电生理效应的分离,我们认为至少可从原始波形和差异波两个方面来解释。从平均 ERP 原始波形来看,高低道德组所发生分离的电生理效应主要

是 P2 成分。P2 多被视为负责刺激知觉加工的成分,但也有研究显示 P2(尤其是波幅)对情绪信息敏感(Vandoolaeghe et al., 1998, pp. 105 - 113)。针对此,我们认为本研究的 P2 主要反映的是催化解的有关情绪信息或所诱发情绪体验的加工。本研究所向被试呈现的是只有一个常见汉字的催化解。若 P2 反映的是对“催化解”的知觉加工的话,其峰潜伏期相对较早(一般在 100 ~ 200ms 间),同时其峰振幅相对较小。然而,本研究所观察到的 P2 的峰潜伏期不但很晚(约在 200ms 后),而且峰振幅也很大。因此,我们认为此处的 P2 可能并不是反映视觉刺激的知觉加工,而更倾向反映的是情绪信息的加工。情绪电生理研究(例如, Vandoolaeghe et al., 1998, pp. 105 - 113)揭示, P2 在情绪信息加工过程中主要与情绪唤醒有关。这也就是说,此处的 P2 可能反映的是被试在解决三字字谜过程中大脑皮层的激活度。这一解释恰好与上述创造性低唤醒度理论的观点吻合。其实,激活度多是指情绪唤醒,尤其与所欲操作任务相关动机的唤醒程度。情绪心理学的研究,尤其是 Yerks 和 Dodson 的经典研究表明,情绪或动机唤醒在一定范围内逐渐升高可以增强任务成绩水平,但若是超过该范围且继续增强则会降低任务的成绩。当然,这一范围会因任务性质和任务难度而变化。然而,正如许多顿悟的认知神经科学研究和本文的研究方法部分所交代的,顿悟问题相对较难。易言之,最佳唤醒范围相对偏低,很容易就超过该范围。因此,低唤醒的高德组被试解决创造性任务的成绩更好。

从差异波角度来看,高低道德组分离的电生理效应的最大峰潜伏期约为 270ms,且主要锁定于 Cz 点,分布在额区和中央区(图 2)。据此,研究认为该差异波可能是 N2。N2 主要是指在刺激呈现 200ms 以后在额 - 中央区广泛电极分布的负成分。已有研究发现许多认知任务(如 Stroop 任务和 Flanker 任务等)都会激活 N2,且它们还比较一致地揭示,N2 主要与认知控制(cognitive control)和抑制加工(inhibitory process)有关(Goel & Vartanian, 2005, pp. 1170 - 1177)。基于这些,N2 可能主要是表征个体的抑制能力。如前所述,在现实生活中社会上充斥着各种与社会道德规范相悖的诱惑,个体要在如此多的诱惑下表现出一贯而稳定的高尚道德品质和情操,这就需要个体充分地利用自己的抑制能力来屏蔽外在干扰,极力地创设和营造内心的纯净。这促使高道德个体需要发展出比普通人更强的抵制或抑制外在或潜在诱惑的能力。因此,本研究中高道德个体在解决创造性思维过程中伴随明显的抑制加工。何况,先前行为研究也显示,个体创造性越高,其抑制能力也越强(刘昌、李植霖, 2007, p. 114; Benedek et al., 2012, pp. 480 - 485),这就导致在解决创造性思维过程中,高创造性个体较之低创造性个体表现出更强的抑制——产生了标记认知控制和抑制加工的 N2。针对抑制能力在创造性中的作用,我们认为至少体现在以下两方面。一是个体可以主动利用抑制能力来抵制和克服外在的无关刺激或克服外在环境中的各种诱惑,保证任务在社会道德规范的框架中顺利地实施和执行。二是个体在解决创造性思维任务时,不仅需要散焦注意的参与,而且需要聚焦注意的参与。但这两种注意合理而恰当的征调则需要个体执行功能和抑制能力的充分协作。一般地,在个体创造性思维的初级加工环节更多需要散焦注意,也就是研究中字谜任务的顿悟过程,而在创造性思维的刺激加工过程则需要更多的聚焦注意。注意资源调节以及注意的有效切换则都需要个体抑制能力的积极参与。

我们积极借鉴人格和个体差异心理学中的心理词汇学评估法,设计了基于道德词汇分类的个体品德评估方法。但由于道德或品德的复杂性,加之本研究所用方法的探索性和开创性,这些使得此法的效度仍将是今后研究需深入探讨的问题。就品德评估而言,当前研究只采用了一种量化的评估方法,未来研究可在此基础上使用多种方法来进行综合验证。另外,对创造性的测量还可以设计多个不同任务进行综合评估,这些有待于今后进一步完善。

总体上,本研究首次通过实证方法观察到创造性与道德的正向关联,也就是说,高道德意味着高创造性。当然,这一结论是基于群体的统计分析得出的,它是否适用于每个个体还需要进一步研究。

至少在国家或社会的层面上,一个国家或社会的创造性总是与其整体的道德水准相联系。科学、文化作为社会创造性的产品,一定建立在良好的社会道德的基础上。难以想象一个道德水平低下的社会,其科学文化会有突出的表现。本研究主题和研究结论具有十分重要的价值和意义,它深化了我们对创造性和道德本质的认识。社会的发展有赖于个体创造性的发挥和培养,而本研究给我们的启示就是,对创造性的培养要以公民道德教育为基础,只有这样我们才能建立一个和谐而富有生机的社会。

参考文献:

- 刘昌、李植霖,2007:《创造性与抑制能力的关系研究》,《生物化学与生物物理进展》,第34卷第2期。
- 罗劲,2004:《顿悟的大脑机制》,《心理学报》,第36卷第3期。
- 沈汪兵,2009:《道德理论与测量的新进展》,《山东理工大学学报》(社会科学版),第3期。
- 沈汪兵、刘昌、张小将等,2011:《三字字谜顿悟的时间进程与半球效应:一项ERP研究》,《心理学报》第38卷第3期。
- 王云强、郭本禹,2009:《当代西方道德人格研究的两类取向》,《心理科学进展》,第17卷第4期。
- Barrett, P. T. & H. J. Eysenck,1994, "The relationship between evoked potential component amplitude, latency, contour length, variability, zero crossings, and psychometric intelligence", *Personality and Individual Differences*, vol. 16, pp. 3-32.
- Benedek, M., F. Franz, M. Heene & A. Neubauer,2012, "Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity", *Personality and Individual Differences*, vol. 53, pp. 480-485.
- Cawley III, M. J., J. E. Martin & J. A. Johnson,2000, "A virtues approach to personality", *Personality and Individual Differences*, vol. 28, pp. 997-1013.
- Dollinger, S. J., P. A. Burke & N. W. Gump,2007, "Creativity and values", *Creativity Research Journal*, vol. 19, pp. 91-103.
- Fink, A. & M. Benedek,2013, "EEG alpha power and creative ideation", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.12.002>.
- Fries, H. S.,1941, "Virtue is knowledge", *Philosophy of Science*, vol. 8, pp. 89-99.
- Goel, V. & O. Vartanian,2005, "Dissociating the roles of right ventral lateral and dorsal lateral prefrontal cortex in generation and maintenance of hypotheses in set-shift problems", *Cerebral Cortex*, vol. 15, pp. 1170-1177.
- Greene, J.,2003, "From neural 'is' to moral 'ought': What are the moral implications of neuroscientific moral psychology?", *Nature Review Neuroscience*, vol. 4, pp. 847-850.
- Lapsley, D. K. & B. Lasky,2001, "Prototypic moral character", *Identity*, vol. 1, pp. 345-363.
- Luo, J. & K. Niki,2003, "The function of hippocampus of 'insight' of problem solving", *Hippocampus*, vol. 13, pp. 274-281.
- Martindale, C.,1999, "Biological bases of creativity", in R. J. Sternberg (ed.), *Handbook of Creativity*, New York: Cambridge University Press, pp. 137-152.
- Martindale, C. & D. Hines,1975, "Creativity and cortical activation during creative intellectual, and EEG feedback tasks", *Biological Psychology*, vol. 3, pp. 71-80.
- Meriwether, N. K.,2003, "Can self-esteem sanction morality?", *Journal of Moral Education*, vol. 32, pp. 167-181.
- Niu, W. H. & R. J. Sternberg,2006, "The philosophical roots of western and eastern conceptions of creativity", *The Journal of Theoretical and Philosophical Psychology*, vol. 26, pp. 1001-1021.
- Rank, J., N. Nelson, T. Allen & X. Xu,2009, "Leadership predictors of innovation and task performance:

Subordinates' self-esteem and self-presentation as moderators", *Journal of Occupational & Organizational Psychology*, vol. 82, pp. 465 – 489.

Runco, M. A. ,2004, "Creativity", *Annual Review of Psychology*, vol. 55, pp. 657 – 687.

Runco, M A. & J. Nemiro,2003, "Creativity in the moral domain: Integration and implications", *Creativity Research Journal*, vol. 15, pp. 91 – 105.

Sternberg, R. J. & T. I. Lubart,1996, "Investing in creativity", *American Psychologist*, vol. 51, pp. 677 – 688.

Silverman, L. K. ,1994, "The moral sensitivity of gifted children and the evolution of sociality", *Roper Review*, vol. 17, pp. 110 – 116.

Subramaniam, K. , J. Kounios & E. M. Bowden, et al. ,2009, "Positive mood and anxiety modulate anterior cingulate activity and cognitive preparation for insight", *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 21, pp. 415 – 432.

Valdesolo, P. & D. A. DeSteno,2007, "Moral hypocrisy: Social groups and the flexibility of virtue", *Psychological Science*, vol. 18, pp. 689 – 690.

Vandoolaeghe, E, F. van Hunsel & D. Nuyten, et al. ,1998, "Auditory event related potentials in major depression: Prolonged P300 latency and increased P200 amplitude", *Journal of Affective Disorders*, vol. 48, pp. 105 – 113.

(责任编辑:蒋永华)

A Positive Association between Creativity and Morality: Evidence from Cognitive Neuroscience

LIU Chang, SHEN Wang-bing, LUO Jing

Abstract: The relationship between creativity and morality is an important pending issue not only for moral psychology and creative psychology but also for the whole modern society. For the first time, we conducted an empirical research on the relationship between creativity and morality by a cognitive neuroscience approach. Participants were divided randomly into two groups (high moral group vs. low moral group) according to their performances in moral vocabulary classification task, which was developed based on "self-interested man" hypothesis and psycholexical hypothesis. The study adopted high-density event-related brain potentials (ERPs) to record their brain activities as they were performing insight riddle solving tasks. After ruling out potential confoundings such as intellectual foundation, self-esteem and memory, the electrophysiological results showed some salient differences in the mean amplitudes of ERP components between the two groups in the time span of 200 ~ 360ms in a wide area of the frontal lobe, indicating that participants with relatively high morality exhibited smaller amplitudes in the frontal sites with a broad distribution than those with relatively low morality. According to the low prefrontal cortical arousal theory of creativity, we can say that high moral group showed higher creativity in insight riddle solving task, which strongly suggests that high morality means high creativity.

Key words: creativity; morality; cognitive neuroscience; ERPs