

神经退行性疾病对艺术创造性的影响及其脑机制

王 茜

西南大学心理学部, 重庆
Email: rachel199431@qq.com

收稿日期: 2021年1月2日; 录用日期: 2021年1月29日; 发布日期: 2021年2月9日

摘 要

神经退行性疾病是由大脑和脊髓神经元结构和功能的逐渐丧失导致的, 阿兹海默和帕金森是最常见的神经退行性疾病, 此外还包括癫痫以及额颞痴呆。有较多研究发现神经退行性疾病与艺术创造性之间存在一定联系, 表现为神经退行性疾病患者在患病后其艺术创造性出现了提高或降低。本文以四种常见的神经退行性疾病为例, 对神经退行性疾病影响艺术创造性的研究进行系统梳理和探讨, 有助于厘清艺术创造性过程背后的神经机制。未来研究可以采用神经刺激手段对神经疾病患者艺术创造性有关的脑区进行调控, 具体地考察大脑与艺术创造性之间的因果关系, 并对如何切实提高个体的艺术创造性进行探索。通过对神经退行性疾病与艺术创造性关系的研究有助于加深对艺术创造性的了解, 以期能够对未来有关艺术创造性的脑机制研究提供一些见解。

关键词

艺术创造性, 神经退行性疾病, 额叶, 颞叶

Artistic Creativity Influenced by Neurodegenerative Diseases and its Related Neural Underpinnings

Xi Wang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: rachel199431@qq.com

Received: Jan. 2nd, 2021; accepted: Jan. 29th, 2021; published: Feb. 9th, 2021

Abstract

Neurodegenerative diseases are mainly caused by progressive degeneration of nerve cells in the brain or peripheral nervous system of its function and structure. The most common ones are Alzheimer's disease and Parkinson's disease, epilepsy and frontotemporal dementia are also included. A large body of research provides evidence that there is association between neurodegenerative diseases and artistic creativity in which patients exhibit increased or decreased artistic creativity. The present review starts from the four common neurodegenerative diseases, systematically goes through the literatures of neurodegenerative diseases and artistic creativity and further determines the neurological substrates of artistic creativity. One area that would be interesting to explore in future work is to administrate neuromodulation approach on the known regions of patients to investigate the causal relationship between brain and artistic creativity, therefore enhancing individual's artistic creative ability. This study provides insight into the neural mechanisms underlying artistic creative performance and holds important implications for the research field of creativity.

Keywords

Artistic Creativity, Neurodegenerative Disease, Frontal Lobe, Temporal Lobe

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自 20 世纪 50 年代 Guilford 倡导创造性的研究以来(张庆林, 2002), 对于这一复杂认知过程的研究便得到了迅速发展。不同研究者对创造性的定义有着不同的见解。吉尔福特强调问题的解决, 认为创造性个体能够产生大量想法来解决特定的问题(Guilford, 1950)。Gruber and Wallace (1993)强调创造性个体的产出, 认为创造性是新颖和价值的统一体, 具有创造性的产品应该是既新奇, 而且从某种外在的标准来看又是有价值的。

艺术是创造性集中表现的领域之一, 艺术本质上就是一种具有创造性的活动, 涉及新设计和新思想的产生(Crutch, Isaacs, & Rossor, 2001)。同时艺术家也是一个具有高度创造性的群体, 他们创作出的艺术品兼具新颖性和价值性。因此对于探讨创造性背后神经机制, 可以从艺术创造性这一独特的角度着手。多项研究发现, 神经退行性疾病会带来创造性的变化, 而这种变化通常表现在艺术领域(如视觉艺术、文学艺术和音乐等)。因此, 通过研究神经系统疾病对患者艺术创造性的影响, 有助于探索艺术创造性思维的脑机制、脑区定位及其生物学过程。本文对四种常见的神经退行性疾病及其对患者艺术创造性的影响分别进行讨论, 基于此, 对艺术创造性有关的脑机制做了梳理和汇总, 并对未来研究做出了展望。

2. 额颞痴呆与艺术创造性

额颞叶痴呆(Frontotemporal Dementia, FTD)或额颞退化, 是指由于大脑额叶或颞叶的神经细胞逐渐丧失, 以及连接脑叶的通路发生变化时引起的一组疾病, 通常引起患者人格、行为和言语方面的变化(Hu et al., 2010; Neary, Snowden, & Mann, 2005; Snowden, Neary, & Mann, 2002)。

2.1. 额颞痴呆患者艺术创造性的提高

FTD 患者在患病后表现出艺术创造性的提高,这一现象在艺术家患者和非艺术家患者身上有一定表现。研究发现,一名艺术家在患上 FTD 后其绘画作品变得更富新颖性,磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)显示双侧前额叶萎缩(左侧略微更严重)以及左侧颞叶轻度萎缩,可能的原因是额叶的病变解除了对于言语有关的思维模式的抑制从而使患者的艺术创造性提高,同时右后顶叶和颞叶皮质的保留对于其正确复制或绘画出内在想象的图像来说也很重要(Mell, Howard, & Miller, 2003)。对于非艺术家患者来说,其艺术创造性也表现出了积极变化。Miller, Ponton, Benson, Cummings, & Mena (1996)报告了三名病人在患上 FTD (颞叶变异亚型)后表现出绘画方面的艺术创造性,单光子发射计算机断层扫描(Single-Photon Emission Computed Tomography, SPECT)显示双侧颞叶低灌注(右侧更严重),额叶的灌注正常,颞叶的损伤使个体能够接收未过滤的视觉经验,而完整的额叶和顶叶功能使患者能顺利进行计划和执行艺术创作过程。另外,还有研究发现 FTD 患者在病程早期表现出绘画创造性的提高,SPECT 显示额叶功能完整(Miller et al., 1998),因此进一步表明额叶对艺术创造性的重要作用。

Cruz de Souza et al. (2010)发现额颞叶变性(Frontotemporal lobar degeneration, FTLD)患者在托兰斯创造性思维测验(Torrance Tests of Creative Thinking, TTCT)所有维度(总分、言语、图画)上的表现都较差,SPECT 显示这种低创造性与额叶低灌注相关(尤其是额极区域),这表明额叶损伤与低创造性有关,进一步强调了额叶功能对于创造性的重要性。此外多项研究结果都支持额叶与创造性之间的关系(Bechtereva et al., 2004; Carlsson, Wendt, & Risberg, 2000; Dietrich, 2004; Fink et al., 2009; Kowatari et al., 2009; Seger, Desmond, Glover, & Gabrieli, 2000)。此外,有些 FTD 患者在表现出艺术创造性的同时还表现出了一定的社会能力障碍,如不遵守道德或社会规则等,但这种打破社会常规的行为或许能使艺术家更自由大胆地进行创造性创作(Miller et al., 1998)。

2.2. 小结

总的来说,多项研究都表明 FTD 患者出现艺术创造性的提高。Kapur (1996)提出矛盾功能促进理论来解释 FTD 患者艺术创造性的提高,认为特定脑区的损伤使得对其它脑区的去抑制,例如 FTD 患者的额叶损伤可能破坏了皮层异质网络,从而解除了额叶对其他脑区功能的抑制,抑或是颞叶受损加大了 FTD 患者的视觉刺激输入,额叶功能的完整性保证了艺术创造过程所需的基本认知功能(Miller et al., 1996)。然而,其他研究者则认为 FTD 患者表现出的去抑制行为和持续性行为会产生高新颖性或高流畅性,从而导致了一种伪创造性(Cruz de Souza et al., 2010)。鉴于本文中提到的 FTD 患者创作出的绘画作品具有较高质量或相较于病前取得艺术成就更高,因此可认为患者的艺术创造性确实得到了提高,并不是伪创造性。

3. 阿兹海默与艺术创造性

阿兹海默症(Alzheimer's Disease, AD)是一种退行性脑疾病,是痴呆症最常见的一种形式,其特征是认知功能的逐渐丧失,通常始于记忆力的衰退(Cummings & Cole, 2002; Reitz, Brayne, & Mayeux, 2011)。

3.1. 阿兹海默症患者艺术创造性的降低

对 AD 患者艺术创造性变化的研究主要体现在文学艺术创造性和视觉艺术创造性方面。在文学艺术创造性方面, Garrard, Maloney, Hodges, & Patterson (2005)曾报告一位获奖作家在患有 AD 后文学创造性降低。对该患者的著作进行词汇分析,发现,他的作品在整体结构和句法水平上差异不大,但在词汇多样性和词汇特征上却有显著的不同,最后一部作品与获奖作品的句法复杂程度差异最大。由此可见,AD

对患者认知功能的影响已表现在了其最后一部作品上,而患者在创作最后一部作品时还未出现 AD 症状(Garrard, Maloney, Hodges, & Patterson, 2005),这表明 AD 的大脑病变可能存在潜伏期,在症状被明确诊断的前几年,甚至前几十年大脑病变就已发生(Ohm, Müller, Braak, & Bohl, 1995)。除了表现在文学艺术创造性方面,AD 患者也存在言语障碍,患者在完成命名任务时表现出困难,通常反映了语义系统的破坏(Garrard, Ralph, Patterson, Pratt, & Hodges, 2005; Hodges, Salmon, & Butters, 1992);在进行口头和书面言语表达时,句法复杂性较低(Croisile et al., 1996)。

在视觉艺术领域方面 AD 患者也出现了同样的趋势。一名画家在患上 AD 后,其艺术作品的质量和创造性显著降低, MRI 显示其表现出广泛性的脑萎缩(Crutch et al., 2001)。研究者对一名患有 AD 的画家进行了为期 2 年半的追踪研究,也发现了艺术创造性的退化,然而相对于其他认知功能,该患者的视觉建构能力受疾病的影响更小,尽管其艺术风格也发生了极大变化(Cummings & Zarit, 1987)。AD 患者这种艺术风格的变化(如细节变少和抽象化)可能是顶叶退化导致的视觉空间功能的下降进一步造成的(Rankin et al., 2007)。在 AD 早期主要是单侧病理表现(Chase et al., 1984),但这种不对称性通常会随着病程发展至大脑两个半球。AD 早期的不对称性可能相对保存了视觉记忆,保存完好的视觉记忆功能可能是患者能够继续进行绘画的一个因素(Crutch et al., 2001),AD 患者大脑广泛性的萎缩使得艺术创造性逐渐丧失。

3.2. 阿兹海默患者艺术创造性的其它表现

以上研究报告了 AD 患者表现出艺术创造性降低的趋势,但也有特例显示 AD 对艺术创造性的积极影响。一名患者在 AD 症状出现后开始进行绘画创作,脑 CT 扫描显示弥漫性皮质萎缩,患者的绘画行为具有冲动性和刻板性的特征(Chakravarty, 2011)。艺术创造性与非优势半球的后顶叶区域(顶下小叶或脑沟区)密切相关(Miller & Hou, 2004; Seeley et al., 2007),该区域受损时艺术创造性会受到影响。此外,一名画家在 AD 晚期仍保持着艺术创造性,大脑表现出不对称的脑损伤,左半球功能受影响(Fornazzari, 2005)。患有 AD 的艺术家可能保留下来了一些对艺术创造很重要的能力,如视觉建构能力、视觉短时记忆、面孔短时再认(Fornazzari, 2005),以及音乐记忆(Crystal, Grober, & Masur, 1989; Fornazzari et al., 2006)和乐器演奏能力(Beatty, Zavadil, Bailly, Rixen et al., 1988; Cowles et al., 2003; Polk & Kertesz, 1993),但这些保留下来的能力在多大程度上导致了创造力的变化仍不清楚。

3.3. 小结

总的来说,无论是在文学领域还是视觉艺术领域,艺术家在患上 AD 后其与绘画能力有关的认知能力缓慢衰退,无论是画作品质还是绘画能力都表现出降低。而能够继续保持其艺术创造力的阿兹海默患者,可能是因为疾病早期的影响具有偏侧性,非优势半球负责理解视觉形状,优势半球负责处理细节(Gardner, 1982; Kaplan & Gardner, 1989),但这种不对称性很少会持续下去,随着病程的进行通常会涉及到两个半球的损伤,到 AD 后期,患者基本表现出艺术创作能力的严重退化。

4. 帕金森与艺术创造性

帕金森氏病(Parkinson's Disease, PD)是以黑质多巴胺(Dopamine)神经元缺失为本质的具有多种临床表现的疾病,会逐渐影响脑细胞产生神经递质多巴胺的能力,并随着脑损伤的扩散,导致运动控制能力和认知加工能力的降低(Lauring et al., 2019)。

4.1. 抗帕金森药物与艺术创造性的提高

研究表明,随着抗帕金森药物的治疗,患者出现了艺术创作的强烈动机,以及艺术风格或艺术品质的变化(Lauring et al., 2019)。PD 的典型特征是一定程度的运动能力和执行能力的丧失(Inzelberg, 2013),

许多对于艺术创作至关重要的能力(如运动控制和视觉空间加工)可能因此受到损伤, 但仍有研究表明 PD 患者经常从事具有创造性的活动(Inzelberg, 2013; McManus et al., 2010), 并且患者在进行艺术创作时动作流畅, 能够很好的控制其动作(Chatterjee, Hamilton, & Amorapanth, 2006; Shimura, Tanaka, Urabe, Tanaka, & Hattori, 2012), 甚至表现出艺术创造性提高的现象。

已有较多研究表明, 抗帕金森药物的服用对不同领域的艺术创造性具有影响, 主要体现在绘画(Chatterjee et al., 2006; Kulisevsky, Pagonabarraga, & Martinez-Corral, 2009; Pinker, 2002; Walker, Warwick, & Cercy, 2006; Witt, Krack, & Deuschl, 2006)和文学(Joutsa, Martikainen, & Kaasinen, 2012; Schrag & Trimble, 2001; Schwingenschuh, Katschnig, Saurugg, Ott, & Bhatia, 2010)领域。Schrag and Trimble (2001)的研究发现, 一名 PD 患者在接受了多巴胺激动剂麦角乙脲(dopamine agonist lisuride)和左旋多巴(levodopa)结合治疗后表现出了较高的文学创造性, 如诗歌创作。该患者服用的药物是一种强效的血清素激动剂(serotonin agonist), 在 60、70 年代, 一些艺术家也会使用血清素来提高他们的艺术感知能力, 因此这种血清素药物可能对于患者的文学创造性有着促进作用(Schrag & Trimble, 2001)。Chatterjee et al. (2006)的研究表明一名患者在接受多巴胺能(dopaminergic)治疗后也出现了绘画创作的动机, 尽管他右手出现了颤抖、僵硬、运动徐缓等症状, 但在绘画时右手动作是能完全控制的, 这可能是由于绘画涉及的运动和自发运动分属不同的运动系统(Chatterjee et al., 2006)。运动控制模型区分了远距离系统(书写和抓握)和近距离系统(伸出), 两个系统可能是独立的(Rizzolatti, Fogassi, & Gallese, 1997)。患者绘画时采用大量的近距离动作, 绘画创作的运动系统可能未受影响(Chatterjee et al., 2006)。总之, 这些研究似乎都表明多巴胺药物会使患者表现出艺术创造能力, 且创作出的作品具有较高的质量和创造性。

在使用药物治疗 PD 时, 药物的剂量也会对患者的艺术创作产生影响。研究者发现一名为业余画家的 PD 患者在接受多巴胺治疗后艺术创造性提高, 但其绘画创作逐渐发展为了强迫性行为(Kulisevsky et al., 2009)。对患者的抗帕金森药物(左旋多巴、卡麦角林和普拉克索)进行多次调整后, 最终确定了恰当剂量的多巴胺药物使患者能够停止强迫性的过度绘画行为(Kulisevsky et al., 2009)。因此, 只有服用了恰当剂量的抗帕金森药物, 才能使患者在艺术创作行为和强迫性行为之间保持一种平衡。多巴胺水平过高或过低时, 创造性可能会受损(Drago, Foster, Skidmore, & Heilman, 2009b)。

艺术创造性的提高与行为障碍也存在一定的联系。抗帕金森药物的服用可能使患者出现冲动控制障碍(Impulse control disorders, ICDs)和 punding 样行为(Avila et al., 2011)。ICDs 包括性欲亢进、强迫性赌博、强迫性购物和多巴胺能药物使用(Avila et al., 2011)。Punding 是一种刻板行为, 表现为强烈迷恋于重复、过度、非目标导向地摆弄某个事物, 一般由使用药物引发, 在减少或改变药物可以得到缓解(Miwa, 2007)。有研究者报告的一名帕金森患者在接受丙炔苯丙胺(selegiline)、卡麦角林(cabergoline)和左旋多巴的治疗后, 表现出诗歌创造性并伴有 ICDs 和 punding 样行为(Joutsa et al., 2012)。PET(Positron Emission Tomography)显示患者具有较高的腹侧纹状体和左侧尾状核氟多巴(fluorodopa)摄取, 表明高中脑边缘多巴胺功能, 因此推测其对创造力(Flaherty, 2005)和 ICDs (Evans, Strafella, Weintraub, & Stacy, 2009)有重要作用, 同时表明 ICDs 和艺术创造性之间的神经生物学机制存在重叠(Joutsa et al., 2012)。Joutsa et al. (2012)对 290 名帕金森患者进行问卷调查, 结果表明创造性提高的患者报告其 ICDs 更为频繁, 并且创造力或 ICDs 的出现率并不因运动症状发病侧或患者用药类型而异, 这为多巴胺能药物治疗和创造性提高之间的关系提供了新的证据, 并进一步表明创造性和 ICDs 在 PD 中同时出现的这一现象并不罕见。

4.2. 脑深部电刺激与艺术创造性的降低

脑深部电刺激(deep brain stimulation, DBS)是用于 PD 晚期、药物治疗无效时采用的一种技术(Kumar et al., 1998), 是由电刺激器刺激脑内核团以有效控制患者的症状。

多项研究发现 DBS 治疗与艺术创造性的变化有关。Drago et al. (2009a) 报告了一名发病前曾是艺术家的 PD 患者在患病后曾接受了左侧丘脑底核 DBS 手术以及多巴胺能药物治疗。在 DBS “关” 期间, 患者的艺术创造性高于平均水平, 而在 DBS “开” 期间则低于平均水平, 接受左侧丘脑底核 DBS 刺激后艺术创造性下降可能是由左半球激活导致右半球失活引起的(Drago et al., 2009a)。右脑是艺术的大脑(Bromberger, Sternschein, Widick, Smith 2nd, & Chatterjee, 2011; Kane & Kane, 1979; Zaidel, 2013), 一名为双利手的业余画家其左手创作的作品艺术品质更高, 这为右半球在艺术创作中的关键作用提供了一些支持(Magnus & Laeng, 2006)。此外电生理证据表明, 右半球参与了审美评定(Jacobsen & Hofel, 2002)。在左侧 DBS “开” 期间, PD 患者的艺术鉴赏力明显下降(Drago et al., 2009a)。这些结果都支持了研究者的假设, 即左侧 DBS 激活了左半球, 从而导致半球不平衡, 进而降低了右半球在视觉艺术创造性中的作用(Drago et al., 2009a)。

4.3. 小结

PD 患者艺术创造性的提高与患病过程中的多巴胺能治疗有关, 可能的原因是多巴胺能治疗提高了 PD 患者的认知功能, 进而导致创造性活动(Schrag & Trimble, 2001)。多巴胺是一种与动机和奖赏有关的神经递质(Wise, 2005), 其通过影响新颖寻求行为, 进而在艺术创造性中发挥作用(Reuter, Roth, Holve, & Hennig, 2006)。此外, 多巴胺还有可能与创造性动机有关(Walker et al., 2006)。多巴胺药物和创造性之间的关系可能是潜在抑制(即从意识中过滤掉无关刺激)的作用, Canesi, Rusconi, Isaias, & Pezzoli (2012) 认为潜在抑制的降低是创造性的生物基础, 能够促进重构新颖观念。总的来说, 患者接受药物治疗后可能会出现创造性动机或创造力的提高, 而且药物的剂量也对创造性的变化具有一定影响。

5. 癫痫与艺术创造性

癫痫(epilepsy)是一种由于大脑活动异常导致行为或感觉异常的中枢神经系统疾病, 某一处脑区的异常活动引发的癫痫称为局灶性癫痫(Focal Seizures), 涉及所有脑区的癫痫称为全面性癫痫(Generalized Seizure) (National Clinical Guideline Centre, 2012)。

5.1. 癫痫治疗手术对艺术创造性的影响

在癫痫的治疗方法中, 手术治疗主要分为切除手术和断连手术, 适用于药物难治性癫痫患者。切除手术主要是切除引起癫痫发作的部分大脑, 而断连手术是切断脑中与癫痫有关的神经之间的通路。

颞叶和额叶既是创造性的解剖基础, 也是致痫灶最常见的区域, 因而可以假设涉及这两个脑区的癫痫切除术可能会改变艺术创造性。研究发现, 后部右侧额叶切除术使一名音乐家癫痫患者的音乐表达能力受损(McChesney-Atkins, Davies, Montouris, Silver, & Menkes, 2003); 前部右侧颞叶切除术使患者在节奏、节拍等音乐韵律方面的表现要低于接受前部左侧颞叶切除术的患者(Kester et al., 1991); 前部右侧颞叶切除术患者在音调高低判断上的表现差于对照组或前部左侧颞叶切除术患者(Zatorre & Halpern, 1993)。Ghacibeh and Heilman (2013) 采用 TTCT 对右侧和左侧颞叶癫痫患者进行研究, 结果显示前部右侧颞叶切除术患者的图画分数显著高于言语分数, 这可能是右半球癫痫的反复发作导致了患者右半球网络的变化, 从而促进了视觉创造力。颞叶切除术后还有可能改变艺术偏好, 如 Sellal et al. (2003) 研究中的一名患者在左侧颞叶切除术后在音乐、文学和绘画方面出现了新的艺术偏好, 这可能是由于新皮层区域和内侧颞叶结构之间的联结断开导致的。总之, 颞叶手术切除的不同侧对艺术创造性的不同方面表现出不同的影响, 右侧额叶或右侧颞叶切除术表现出音乐能力下降, 右侧颞叶切除术表现出视觉创造力的提高。

胼胝体切开术是癫痫断连手术的一种。临床观察和综合实验研究表明, “裂脑” 患者缺乏创造性

(Hoppe, 1988)。皮层之间的相互作用对于看似无关的概念之间的关联很重要,因此,新想法的产生可能也在一定程度上依赖于大脑半球内部和半球之间的白质纤维束。当要求被试描述一部具有情绪唤醒的电影时,接受过胼胝体切开术的患者使用的缺乏情感和表现力,这种词汇述情障碍是缺乏创造性的一种表现,对于影片中的象征符号患者也不能进行想象和解释,两个半球连接的断开使得表征与想象不能正常开展(Hoppe, 1988)。研究者认为这些患者缺乏想象力的原因在于胼胝体切开使得大脑连通性更差(Zubkov & Friedman, 2016)。

5.2. 其他癫痫治疗手段对创造性的影响

除了手术治疗外,神经刺激和抗癫痫药物也是治疗癫痫的常见手段。研究表明,这些治疗手段对患者的创造性表现具有一定影响。

神经刺激适用于那些不适合进行手术治疗的癫痫患者,主要包括迷走神经刺激和反应性神经刺激(Bergey, 2013; Edwards, Kouzani, Lee, & Ross, 2017; Panebianco, Rigby, Weston, & Marson, 2015)。由于鲜有探索反应性神经刺激和创造性之间关系的研究,因此本节只对迷走神经刺激进行探讨。迷走神经刺激可能会对创造性产生消极影响。Ghacibeh, Shenker, Shenal, Uthman, & Heilman (2006a)对植入了迷走神经刺激器的癫痫患者进行研究,在真实和虚假刺激呈现期间,患者完成了认知灵活性测验(Word Anagram Test),创造性测验(the Abbreviated Torrance Test for Adults),记忆测验(the Hopkins Verbal Learning Test),结果显示在测验之前刺激迷走神经会破坏创造力和认知灵活性表现。但这些结果不能解释为大脑病变的结果,因为迷走神经刺激并未损害学习能力,反而提高了对新信息的记忆保持能力(Ghacibeh, Shenker, Shenal, Uthman, & Heilman, 2006b)。此外,长期追踪植入迷走神经刺激器的癫痫患者也没有发现有任何形式的认知退化的证据(Dodrill & Morris, 2001; Sackeim et al., 2001),因此创造性和认知灵活性的降低不能解释为认知功能的退化。迷走神经刺激导致了去甲肾上腺素释放的提高,使得患者对外部刺激的敏感性提高,但降低了对创造性过程至关重要的大脑内部网络连接(Ghacibeh et al., 2006a; Heilman, Nadeau, & Beversdorf, 2003; Snyder, 2009; Zubkov & Friedman, 2016)。此外,脑深部电刺激(DBS)也可以作为癫痫的一种治疗手段,研究发现以前内囊作为靶点的DBS会影响情绪(Flaherty, 2005, 2011)进而改变创造力。

一些抗癫痫药物会降低患者的唤醒程度,从而促进创造性行为(Beversdorf, Hughes, Steinberg, Lewis, & Heilman, 1999; Heilman et al., 2003)。在放松或抑郁状态下,大脑去甲肾上腺素会降低,而压力状态下大脑去甲肾上腺素会提高(Ghacibeh et al., 2006a)。一项研究表明,被试进行解字谜任务前服用麻黄碱(拟肾上腺素药,能兴奋交感神经)或心得安(一种 β 受体阻滞剂),结果显示服用后者的表现要优于前者(Beversdorf et al., 1999)。然而一些抗癫痫药物如苯二氮卓类和巴比妥类虽然会降低唤醒度,但也会降低动机,从而阻碍创造性过程(Zubkov & Friedman, 2016)。对癫痫并发症的某些药物治疗也有可能能够促进创造性。如焦虑、抑郁等精神疾病是癫痫的重要并发症(Verrotti, Carrozzino, Milioni, Minna, & Fulcheri, 2014),在并发症的治疗中,发现五羟色胺再摄取抑制剂(是一类抗抑郁药物)能够促进创造力(Bolling & Kohlenberg, 2004; Flaherty, 2011)。

5.3. 小结

胼胝体切开术和单侧颞叶切除术使患者出现艺术创造性的降低,右侧额叶或右侧颞叶切除术表现出音乐能力下降,左侧颞叶切除表现出艺术偏好的变化。迷走神经刺激的治疗也会使患者的创造性降低,这可能是神经刺激对脑网络的影响造成的。有趣的是,抗癫痫药物以及治疗精神类癫痫并发症的药物使患者的创造性表现出积极变化,这可能是药物降低了唤醒度产生的结果。

6. 艺术创造性的脑机制：基于神经退行性疾病的探讨

艺术创造性作为一种高级的认知活动,其神经机制非常复杂,涉及到众多脑区功能和神经化学作用。从临床神经科学的角度来看,通过对患有神经退行性疾病患者表现出的艺术创造性行为进行研究,可以观察到对艺术创造性过程至关重要的某些特征,有助于揭示艺术创造性的神经机制。

总的来说,通过对有关文献的梳理,发现神经退行性疾病对艺术创造性的影响主要是通过额叶和颞叶进行的。因此表明,额叶和颞叶是影响艺术创造性的两个关键脑区,这两个脑区的损伤会对艺术创造性产生一定影响。具体来说,额叶受损导致视觉艺术创造性提高(Mell et al., 2003; Miller et al., 1998)和音乐创造性降低(McChesney-Atkins et al., 2003);颞叶受损表现出视觉艺术创造性提高(Ghacibeh & Heilman, 2013; Miller et al., 1996),以及音乐创造性降低(Kester et al., 1991; Zatorre & Halpern, 1993),此外部分颞叶切除也使患者表现出艺术偏好的变化(Sellal et al., 2003)。其他脑损伤研究也表明,艺术创造性与右侧前额叶(Goel & Grafman, 2000)、双侧额颞叶、双侧颞极、颞下回以及颞中回有关(Rankin et al., 2007)。另外,背内侧前额叶与音乐创造性有关(Bashwiner, Wertz, Flores, & Jung, 2016),该脑区在认知控制和决策方面具有重要作用(Venkatraman, Rosati, Taren, & Huettel, 2009)。但是艺术创作是一种复杂的认知过程,涉及到众多基本认知过程的参与,如工作记忆、注意力、计划能力、认知灵活性、心理化、抽象化,以及打破常规思维规则或策略制定能力(Bogousslavsky, 2005; Carlsson et al., 2000; Changeux, 2005; Fink, Benedek, Grabner, Staudt, & Neubauer, 2007),而前额叶在这些认知功能中扮演着关键角色(Dietrich, 2004)。

另外,从不同脑半球损伤的作用和药物作用的角度来看,艺术创造性也表现出不同变化。首先,对于不同大脑半球损伤来说,接受左侧DBS手术的患者表现出艺术创造性的降低(Drago et al., 2009a),但也有左半球受损的患者艺术创造性并未受到影响(Fornazzari, 2005),前者可能是左半球功能的改变产生了降低了对右半球的影响,后者可能是由于患者的视觉运动和视觉空间能力的完好保存。而右半球受损的患者都表现出音乐能力和音乐创造性的降低,可能是音乐能力定位于右半球,右半球的受损使患者音乐加工能力降低进而影响了创造性。但也有患者表现出视觉创造性的提高,这可能是前部右侧颞叶的切除破坏了皮层抑制网络,导致对与其他视觉功能有关脑区的抑制解除,进而促进了患者的视觉创造性。另外,将连接两个半球的胼胝体切开后,患者表现出了想象力的降低,而这也可能会对创造力造成消极影响。然后,从药物作用的角度来看,无论是抗帕金森药物治疗还是抗癫痫药物治疗,都发现药物治疗后患者的艺术创造性或创造性表现出了提高。帕金森患者艺术创造性的提高可能与多巴胺能治疗产生的新颖寻求行为和创造性动机有关,抗癫痫药物和癫痫并发症药物带来的低唤醒状态可能与艺术创造性的提高有关。

综上所述,本文发现:1) 这几种常见的神经退行性疾病及其治疗,能够对特定领域的艺术创造性产生影响,患者可能出现艺术创造性的提高或是降低;2) 疾病患者除了出现艺术创造性的变化外,还有较多患者表现出了艺术偏好的变化;3) 通过探讨神经退行性疾病的治疗对艺术创造性的影响,对艺术创造性的脑机制及神经化学物质的作用也得到了初步的了解。创造力在日常生活中也是一种必不可少的能力,通过对艺术创造性机制的了解和对神经疾病患者艺术创造力或创造力的培养,对患者的康复和未来的正常生活也具有重要的意义。未来研究展望:1) 由于艺术创造性包括不同的领域,未来应对艺术创造性做出标准化的定义,并对不同领域的艺术创造性进行研究;2) 当前有关艺术创造性方面的研究多为个案研究,因此将来可增加被试量,对不同艺术创造性特征的被试进行比较,以不同的脑影像模态为手段,进一步确定与艺术创造性有关的大脑机制;3) 此外还可以采用经颅磁刺激术(Transcranial Magnetic Stimulation, TMS),经颅直流电刺激(transcranial Direct Current Stimulation, tDCS)等神经刺激手段,对与艺术创造性或创造性有关的脑区进行刺激,以期能够进一步确定创造性和大脑之间的确切关系,并对如何切实提高个体的创造能力进行研究。

参考文献

- 张庆林(2002). *创造性研究手册*. 成都: 四川教育出版社.
- Avila, A., Cardona, X., Bello, J., Maho, P., Sastre, F., & Martin-Baranera, M. (2011). Impulse Control Disorders and Punding in Parkinson's Disease: The Need for a Structured Interview. *Neurología*, *26*, 166-172. [https://doi.org/10.1016/S2173-5808\(11\)70033-5](https://doi.org/10.1016/S2173-5808(11)70033-5)
- Bashwiler, D. M., Wertz, C. J., Flores, R. A., & Jung, R. E. (2016). Musical Creativity "Revealed" in Brain Structure: Interplay Between Motor, Default Mode, and Limbic Networks. *Scientific Reports*, *6*, Article No. 20482. <https://doi.org/10.1038/srep20482>
- Beatty, W. W., Zavadil, K. D., Bailly, R. C., Rixen, G. J. et al. (1988). Preserved Musical Skill in a Severely Demented Patient. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, *10*, 158-164.
- Bechtereva, N. P., Korotkov, A. D., Pakhomov, S. V., Roudas, M. S., Starchenko, M. G., & Medvedev, S. V. (2004). PET Study of Brain Maintenance of Verbal Creative Activity. *International Journal of Psychophysiology*, *53*, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2004.01.001>
- Bergey, G. K. (2013). Neurostimulation in the Treatment of Epilepsy. *Experimental Neurology*, *244*, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2013.04.004>
- Beversdorf, D. Q., Hughes, J. D., Steinberg, B. A., Lewis, L. D., & Heilman, K. M. (1999). Noradrenergic Modulation of Cognitive Flexibility in Problem Solving. *NeuroReport*, *10*, 2763-2767. <https://doi.org/10.1097/00001756-199909090-00012>
- Bogousslavsky, J. (2005). Artistic Creativity, Style and Brain Disorders. *European Neurology*, *54*, 103-111. <https://doi.org/10.1159/000088645>
- Bolling, M. Y., & Kohlenberg, R. J. (2004). Reasons for Quitting Serotonin Reuptake Inhibitor Therapy: Paradoxical Psychological Side Effects and Patient Satisfaction. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *73*, 380-385. <https://doi.org/10.1159/000080392>
- Bromberger, B., Sternschein, R., Widick, P., Smith 2nd, W., & Chatterjee, A. (2011). The Right Hemisphere in Esthetic Perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, *5*, 109. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00109>
- Canesi, M., Rusconi, M. L., Isaias, I., & Pezzoli, G. (2012). Artistic Productivity and Creative Thinking in Parkinson's Disease. *European Journal of Neurology*, *19*, 468-472. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2011.03546.x>
- Carlsson, I., Wendt, P. E., & Risberg, J. (2000). On the Neurobiology of Creativity. Differences in Frontal Activity between High and Low Creative Subjects. *Neuropsychologia*, *38*, 873-885. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00128-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00128-1)
- Chakravarty, A. (2011). *De Novo* Development of Artistic Creativity in Alzheimer's Disease. *Annals of Indian Academy of Neurology*, *14*, 291-294. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.91953>
- Changeux, J.-P. (2005). Creation, Art, and the Brain. In J. P. Changeux, A. R. Damasio, W. Singer, & Y. Christen (Eds.), *Neurobiology of Human Values* (pp. 1-10). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-29803-7_1
- Chase, T. N., Fedio, P., Foster, N. L., Brooks, R., Di Chiro, G., & Mansi, L. (1984). Wechsler Adult Intelligence Scale Performance: Cortical Localization by Fluorodeoxyglucose F18-Positron Emission Tomography. *Archives of Neurology*, *41*, 1244-1247. <https://doi.org/10.1001/archneur.1984.04050230026012>
- Chatterjee, A., Hamilton, R. H., & Amorapant, P. X. (2006). Art Produced by a Patient with Parkinson's Disease. *Behavioural Neurology*, *17*, 105-108. <https://doi.org/10.1155/2006/901832>
- Cowles, A., Beatty, W. W., Nixon, S. J., Lutz, L. J., Paulk, J., Paulk, K., & Ross, E. D. (2003). Musical Skill in Dementia: A Violinist Presumed to Have Alzheimer's Disease Learns to Play a New Song. *Neurocase*, *9*, 493-503. <https://doi.org/10.1076/neur.9.6.493.29378>
- Croisile, B., Ska, B., Brabant, M. J., Duchene, A., Lepage, Y., Aimard, G., & Trillet, M. (1996). Comparative Study of Oral and Written Picture Description in Patients with Alzheimer's Disease. *Brain and Language*, *53*, 1-19. <https://doi.org/10.1006/brln.1996.0033>
- Crutch, S. J., Isaacs, R., & Rossor, M. N. (2001). Some Workmen Can Blame Their Tools: Artistic Change in an Individual with Alzheimer's Disease. *The Lancet*, *357*, 2129-2133. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)05187-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)05187-4)
- Cruz de Souza, L., Volle, E., Bertoux, M., Czernecki, V., Funkiewiez, A., Allali, G. et al. (2010). Poor Creativity in Frontotemporal Dementia: A Window into the Neural Bases of the Creative Mind. *Neuropsychologia*, *48*, 3733-3742. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.010>
- Crystal, H. A., Grober, E., & Masur, D. (1989). Preservation of Musical Memory in Alzheimer's Disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *52*, 1415-1416.
- Cummings, J. L., & Cole, G. (2002). Alzheimer Disease. *JAMA*, *287*, 2335-2338. <https://doi.org/10.1001/jama.287.18.2335>

- Cummings, J. L., & Zarit, J. M. (1987). Probable Alzheimer's Disease in an Artist. *JAMA*, 258, 2731-2734. <https://doi.org/10.1001/jama.1987.03400190113039>
- Dietrich, A. (2004). The Cognitive Neuroscience of Creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 1011-1026. <https://doi.org/10.3758/BF03196731>
- Dodrill, C. B., & Morris, G. L. (2001). Effects of Vagal Nerve Stimulation on Cognition and Quality of Life in Epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, 2, 46-53. <https://doi.org/10.1006/ebeh.2000.0148>
- Drago, Foster, P. S., Okun, M. S., Cosentino, F. I., Conigliaro, R., Haq, I. et al. (2009a). Turning off Artistic Ability: The Influence of Left DBS in Art Production. *Journal of the Neurological Sciences*, 281, 116-121. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2009.03.001>
- Drago, V., Foster, P., Skidmore, F., & Heilman, K. (2009b). Creativity in Parkinson's Disease as a Function of Right versus Left Hemibody Onset. *Journal of the Neurological Sciences*, 276, 179-183. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2008.09.026>
- Edwards, C. A., Kouzani, A., Lee, K. H., & Ross, E. K. (2017). Neurostimulation Devices for the Treatment of Neurologic Disorders. *Paper presented at the Mayo Clinic Proceedings*, 92, 1427-1444. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.05.005>
- Evans, A. H., Strafella, A. P., Weintraub, D., & Stacy, M. (2009). Impulsive and Compulsive Behaviors in Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 24, 1561-1570. <https://doi.org/10.1002/mds.22505>
- Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B., & Neubauer, A. C. (2007). Creativity Meets Neuroscience: Experimental Tasks for the Neuroscientific Study of Creative Thinking. *Methods*, 42, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.12.001>
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M. et al. (2009). The Creative Brain: Investigation of Brain Activity during Creative Problem Solving by Means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*, 30, 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>
- Flaherty, A. W. (2005). Frontotemporal and Dopaminergic Control of Idea Generation and Creative Drive. *Journal of Comparative Neurology*, 493, 147-153. <https://doi.org/10.1002/cne.20768>
- Flaherty, A. W. (2011). Brain Illness and Creativity: Mechanisms and Treatment Risks. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 56, 132-143. <https://doi.org/10.1177/070674371105600303>
- Fornazzari, L. R. (2005). Preserved Painting Creativity in an Artist with Alzheimer's Disease. *European Journal of Neurology*, 12, 419-424. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2005.01128.x>
- Fornazzari, L., Castle, T., Nadkarni, S., Ambrose, M., Miranda, D., Apanasiewicz, N., & Phillips, F. (2006). Preservation of Episodic Musical Memory in a Pianist with Alzheimer Disease. *Neurology*, 66, 610-611. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000198242.13411.FB>
- Gardner, H. (1982). Artistry after Brain Damage. In *Art, Mind, and Brain: A Cognitive Approach to Creativity* (pp. 318-335). New York: Basic Books.
- Garrard, P., Maloney, L. M., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2005). The Effects of Very Early Alzheimer's Disease on the Characteristics of Writing by a Renowned Author. *Brain*, 128, 250-260. <https://doi.org/10.1093/brain/awh341>
- Garrard, P., Ralph, M. A. L., Patterson, K., Pratt, K. H., & Hodges, J. R. (2005). Semantic Feature Knowledge and Picture Naming in Dementia of Alzheimer's Type: A New Approach. *Brain and Language*, 93, 79-94. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.08.003>
- Ghacibeh, G. A., & Heilman, K. M. (2013). Creative Innovation with Temporal Lobe Epilepsy and Lobectomy. *Journal of the Neurological Sciences*, 324, 45-48. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.09.029>
- Ghacibeh, G. A., Shenker, J. I., Shenal, B., Uthman, B. M., & Heilman, K. M. (2006a). Effect of Vagus Nerve Stimulation on Creativity and Cognitive Flexibility. *Epilepsy & Behavior*, 8, 720-725. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2006.03.008>
- Ghacibeh, G. A., Shenker, J. I., Shenal, B., Uthman, B. M., & Heilman, K. M. (2006b). The Influence of Vagus Nerve Stimulation on Memory. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19, 119-122. <https://doi.org/10.1097/01.wnn.0000213908.34278.7d>
- Goel, V., & Grafman, J. (2000). Role of the Right Prefrontal Cortex in Ill-Structured Planning. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 415-436. <https://doi.org/10.1080/026432900410775>
- Gruber, H. E., & Wallace, D. B. (1993). Introduction to Special Issue. *Creativity Research Journal*, 6, 1. <https://doi.org/10.1080/10400419309534461>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Heilman, K. M., Nadeau, S. E., & Beversdorf, D. O. (2003). Creative Innovation: Possible Brain Mechanisms. *Neurocase*, 9, 369-379. <https://doi.org/10.1076/neur.9.5.369.16553>
- Hodges, J. R., Salmon, D. P., & Butters, N. (1992). Semantic Memory Impairment in Alzheimer's Disease: Failure of Access or Degraded Knowledge? *Neuropsychologia*, 30, 301-314. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(92\)90104-T](https://doi.org/10.1016/0028-3932(92)90104-T)

- Hoppe, K. D. (1988). Hemispheric Specialization and Creativity. *Psychiatric Clinics of North America*, 11, 303-315. [https://doi.org/10.1016/S0193-953X\(18\)30482-9](https://doi.org/10.1016/S0193-953X(18)30482-9)
- Hu, B., Ross, L., Neuhaus, J., Knopman, D., Kramer, J., Boeve, B. et al. (2010). Off-Label Medication Use in Frontotemporal Dementia. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 25, 128-133. <https://doi.org/10.1177/1533317509356692>
- Inzelberg, R. (2013). The Awakening of Artistic Creativity and Parkinson's Disease. *Behavioral Neuroscience*, 127, 256-261. <https://doi.org/10.1037/a0031052>
- Jacobsen, T., & Hofel, L. (2002). Aesthetic Judgments of Novel Graphic Patterns: Analyses of Individual Judgments. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 755-766. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3.755>
- Joutsa, J., Martikainen, K., & Kaasinen, V. (2012). Parallel Appearance of Compulsive Behaviors and Artistic Creativity in Parkinson's Disease. *Case Reports in Neurology*, 4, 77-83. <https://doi.org/10.1159/000338759>
- Kane, N., & Kane, M. (1979). Comparison of Right & Left Hemisphere Functions. *Gifted Child Quarterly*, 23, 157-167. <https://doi.org/10.1177/001698627902300126>
- Kaplan, J. A., & Gardner, H. (1989). Artistry after Unilateral Brain Disease. In F. Boller (Ed.), *Handbook of Neuropsychology* (Vol. 2, pp. 141-155). Amsterdam: Elsevier.
- Kapur, N. (1996). Paradoxical Functional Facilitation in Brain-Behaviour Research. A Critical Review. *Brain*, 119, 1775-1790. <https://doi.org/10.1093/brain/119.5.1775>
- Kester, D. B., Saykin, A. J., Sperling, M. R., O'Connor, M. J., Robinson, L. J., & Gur, R. C. (1991). Acute Effect of Anterior Temporal Lobectomy on Musical Processing. *Neuropsychologia*, 29, 703-708. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(91\)90104-G](https://doi.org/10.1016/0028-3932(91)90104-G)
- Kowatari, Y., Lee, S. H., Yamamura, H., Nagamori, Y., Levy, P., Yamane, S., & Yamamoto, M. (2009). Neural Networks Involved in Artistic Creativity. *Human Brain Mapping*, 30, 1678-1690. <https://doi.org/10.1002/hbm.20633>
- Kulisevsky, J., Pagonabarraga, J., & Martinez-Corral, M. (2009). Changes in Artistic Style and Behaviour in Parkinson's Disease: Dopamine and Creativity. *Journal of Neurology*, 256, 816-819. <https://doi.org/10.1007/s00415-009-5001-1>
- Kumar, R., Lozano, A. M., Kim, Y. J., Hutchison, W. D., Sime, E., Halket, E., & Lang, A. E. (1998). Double-Blind Evaluation of Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation in Advanced Parkinson's Disease. *Neurology*, 51, 850-855.
- Lauring, J. O., Ishizu, T., Kutlikova, H. H., Dörflinger, F., Haugbøl, S., Leder, H. et al. (2019). Why Would Parkinson's Disease Lead to Sudden Changes in Creativity, Motivation, or Style with Visual Art?: A Review of Case Evidence and New, Contextual, and Genetic Hypotheses. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 100, 129-165. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.016>
- Magnus, R., & Laeng, B. (2006). Drawing on Either Side of the Brain. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 11, 71-89. <https://doi.org/10.1080/13576500500304395>
- McChesney-Atkins, S., Davies, K. G., Montouris, G. D., Silver, J. T., & Menkes, D. L. (2003). Amusia after Right Frontal Resection for Epilepsy with Singing Seizures: Case Report and Review of the Literature. *Epilepsy & Behavior*, 4, 343-347. [https://doi.org/10.1016/S1525-5050\(03\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S1525-5050(03)00079-9)
- McManus, I. C., Chamberlain, R., Loo, P.-W., Rankin, Q., Riley, H., & Brunswick, N. (2010). Art Students Who Cannot Draw: Exploring the Relations between Drawing Ability, Visual Memory, Accuracy of Copying, and Dyslexia. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4, 18-30. <https://doi.org/10.1037/a0017335>
- Mell, J. C., Howard, S. M., & Miller, B. L. (2003). Art and the Brain: The Influence of Frontotemporal Dementia on an Accomplished Artist. *Neurology*, 60, 1707-1710. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000064164.02891.12>
- Miller, B. L., & Hou, C. E. (2004). Portraits of Artists: Emergence of Visual Creativity in Dementia. *Archives of Neurology*, 61, 842-844. <https://doi.org/10.1001/archneur.61.6.842>
- Miller, B. L., Cummings, J., Mishkin, F., Boone, K., Prince, F., Ponton, M., & Cotman, C. (1998). Emergence of Artistic Talent in Frontotemporal Dementia. *Neurology*, 51, 978-982. <https://doi.org/10.1212/WNL.51.4.978>
- Miller, B. L., Ponton, M., Benson, D. F., Cummings, J. L., & Mena, I. (1996). Enhanced Artistic Creativity with Temporal Lobe Degeneration. *The Lancet*, 348, 1744-1745. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)65881-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)65881-3)
- Miwa, H. (2007). Stereotyped Behavior or Punding in Parkinson's Disease. *Journal of Neurology*, 254, 61-67. <https://doi.org/10.1007/s00415-007-5010-x>
- National Clinical Guideline Centre (2012). *The Epilepsies: The Diagnosis and Management of the Epilepsies in Adults and Children in Primary and Secondary Care*. UK: National Clinical Guideline Centre.
- Neary, D., Snowden, J., & Mann, D. (2005). Frontotemporal Dementia. *The Lancet Neurology*, 4, 771-780. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(05\)70223-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(05)70223-4)
- Ohm, T., Müller, H., Braak, H., & Bohl, J. (1995). Close-Meshed Prevalence Rates of Different Stages as a Tool to Uncover

- the Rate of Alzheimer's Disease-Related Neurofibrillary Changes. *Neuroscience*, 64, 209-217.
[https://doi.org/10.1016/0306-4522\(95\)90397-P](https://doi.org/10.1016/0306-4522(95)90397-P)
- Panebianco, M., Rigby, A., Weston, J., & Marson, A. G. (2015). Vagus Nerve Stimulation for Partial Seizures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 4, CD002896. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002896.pub2>
- Pinker, S. (2002). Art Movements. *CMAJ*, 166, 224-224.
- Polk, M., & Kertesz, A. (1993). Music and Language in Degenerative Disease of the Brain. *Brain and Cognition*, 22, 98-117.
<https://doi.org/10.1006/brcg.1993.1027>
- Rankin, K. P., Liu, A. A., Howard, S., Slama, H., Hou, C. E., Shuster, K., & Miller, B. L. (2007). A Case-Controlled Study of Altered Visual Art Production in Alzheimer's and FTL. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 20, 48-61.
<https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e31803141dd>
- Reitz, C., Brayne, C., & Mayeux, R. (2011). Epidemiology of Alzheimer Disease. *Nature Reviews Neurology*, 7, 137-152.
<https://doi.org/10.1038/nrneurol.2011.2>
- Reuter, M., Roth, S., Holve, K., & Hennig, J. (2006). Identification of First Candidate Genes for Creativity: A Pilot Study. *Brain Research*, 1069, 190-197. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.11.046>
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (1997). Parietal Cortex: From Sight to Action. *Current Opinion in Neurobiology*, 7, 562-567. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(97\)80037-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(97)80037-2)
- Sackeim, H. A., Keilp, J. G., Rush, A. J., George, M. S., Marangell, L. B., Dormer, J. S. et al. (2001). The Effects of Vagus Nerve Stimulation on Cognitive Performance in Patients with Treatment-Resistant Depression. *Neuropsychiatry, Neuropsychology & Behavioral Neurology*, 14, 53-62.
- Schrag, A., & Trimble, M. (2001). Poetic Talent Unmasked by Treatment of Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 16, 1175-1176. <https://doi.org/10.1002/mds.1239>
- Schwingsenschuh, P., Katschnig, P., Saurugg, R., Ott, E., & Bhatia, K. P. (2010). Artistic Profession: A Potential Risk Factor for Dopamine Dysregulation Syndrome in Parkinson's Disease? *Movement Disorders*, 25, 493-496.
<https://doi.org/10.1002/mds.22936>
- Seeley, W. W., Matthews, B. R., Crawford, R. K., Gorno-Tempini, M. L., Foti, D., Mackenzie, I. R., & Miller, B. L. (2007). Unravelling Boléro: Progressive Aphasia, Transmodal Creativity and the Right Posterior Neocortex. *Brain*, 131, 39-49.
<https://doi.org/10.1093/brain/awm270>
- Seger, C. A., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2000). Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence for Right-Hemisphere Involvement in Processing Unusual Semantic Relationships. *Neuropsychology*, 14, 361-369.
<https://doi.org/10.1037/0894-4105.14.3.361>
- Sellal, F., Andriantseho, M., Vercueil, L., Hirsch, E., Kahane, P., & Pellat, J. (2003). Dramatic Changes in Artistic Preference after Left Temporal Lobectomy. *Epilepsy & Behavior*, 4, 449-450. [https://doi.org/10.1016/S1525-5050\(03\)00146-X](https://doi.org/10.1016/S1525-5050(03)00146-X)
- Shimura, H., Tanaka, R., Urabe, T., Tanaka, S., & Hattori, N. (2012). Art and Parkinson's Disease: A Dramatic Change in an Artist's Style as an Initial Symptom. *Journal of Neurology*, 259, 879-881. <https://doi.org/10.1007/s00415-011-6271-y>
- Snowden, J. S., Neary, D., & Mann, D. M. (2002). Frontotemporal Dementia. *The British Journal of Psychiatry*, 180, 140-143. <https://doi.org/10.1192/bjp.180.2.140>
- Snyder, A. (2009). Explaining and Inducing Savant Skills: Privileged Access to Lower Level, Less-Processed Information. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1399-1405.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0290>
- Venkatraman, V., Rosati, A. G., Taren, A. A., & Huettel, S. A. (2009). Resolving Response, Decision, and Strategic Control: Evidence for a Functional Topography in Dorsomedial Prefrontal Cortex. *Journal of Neuroscience*, 29, 13158-13164.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2708-09.2009>
- Verrotti, A., Carrozzino, D., Milioni, M., Minna, M., & Fulcheri, M. (2014). Epilepsy and Its Main Psychiatric Comorbidities in Adults and Children. *Journal of the Neurological Sciences*, 343, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.05.043>
- Walker, R. H., Warwick, R., & Cercy, S. P. (2006). Augmentation of Artistic Productivity in Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 21, 285-286. <https://doi.org/10.1002/mds.20758>
- Wise, R. A. (2005). Forebrain Substrates of Reward and Motivation. *Journal of Comparative Neurology*, 493, 115-121.
<https://doi.org/10.1002/cne.20689>
- Witt, K., Krack, P., & Deuschl, G. (2006). Change in Artistic Expression Related to Subthalamic Stimulation. *Journal of Neurology*, 253, 955-956. <https://doi.org/10.1007/s00415-006-0127-x>
- Zaidel, D. W. (2013). Split-Brain, the Right Hemisphere, and Art: Fact and Fiction. In *Progress in Brain Research* (Vol. 204, pp. 3-17). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63287-6.00001-4>
- Zatorre, R. J., & Halpern, A. R. (1993). Effect of Unilateral Temporal-Lobe Excision on Perception and Imagery of Songs.

Neuropsychologia, 31, 221-232. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(93\)90086-F](https://doi.org/10.1016/0028-3932(93)90086-F)

Zubkov, S., & Friedman, D. (2016). Epilepsy Treatment and Creativity. *Epilepsy & Behavior*, 57, 230-233.
<https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2015.12.048>