

舞蹈美学神经机制的研究综述

蔡雨萌^{1,2}

1. 广西师范大学教育学部, 桂林;

2. 广西高校认知神经科学与应用心理重点实验室, 桂林

摘要 | 认知神经科学技术的应用促进了神经美学的进一步发展。在舞蹈作为活动审美对象, 而不是祭祀等功利目的的行为时, 其创作和欣赏的过程就成了一种审美活动。对于舞蹈这一艺术形式的审美神经机制的探索, 也是近年来神经美学的重要领域之一。从认知神经科学的角度介绍了人类观察和感知舞蹈的神经机制, 回顾了与观看舞蹈相关的审美欣赏的神经基础, 最后对舞蹈神经科学工作的未来方向进行了一些展望。

关键词 | 舞蹈审美; 神经美学; 动作观察网络; 功能磁共振成像; 事件相关电位; 经颅磁刺激

Copyright © 2023 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

近年来, 随着认知神经科学技术的应用, 例如, 功能磁共振成像 (fMRI)、经颅磁刺激 (TMS)、事件相关电位 (ERP) 等, 促进了神经美学研究的进一步发展。在这些研究中, 关注的大多是与不太漂亮的艺术品相比, 人们对美丽的艺术品的感知, 从而揭示愉悦刺激的视觉感知或审美判断本身的一些神经机制^[1, 2]。除了对绘画, 雕塑, 文学作品这些形式的艺术进行研究之外^[3-5], 还有一部分学者研究了音乐的审美感知和神经基础^[6, 7]。

认知神经科学也在不断地探索躯体运动处理的神经基础, 因此神经美学开始探索另一种艺术形式的加工: 舞蹈。舞蹈是人类最古老的艺术形态之一, 在人类文化中一直是重要的存在。虽然舞蹈与其他的艺术形式有一些共同的特点, 但它的独特之处在于, 它是通过人体的运动来表达。到目前为止, 已经有一些学者研究了在观看和欣赏舞蹈时产生的神经基础^[8]。因此本文对舞蹈美学的神经基础的实证研究进行了简洁的回顾。这篇综述并不旨在涵盖所有关于舞蹈的研究, 而是首先回顾动作观察网络在舞蹈中的作用, 其次回顾了舞蹈审美的神经机制的研究, 最后对舞蹈神经科学工作的未来方向进行了一些展望。

作者简介: 蔡雨萌, 广西师范大学学生, 研究方向: 社会认知。

文章引用: 蔡雨萌. 舞蹈美学神经机制的研究综述 [J]. 中国心理学前沿, 2023, 5 (2): 92-98.

<https://doi.org/10.35534/pc.0502011>

2 舞蹈动作观察的神经基础

舞蹈能够区别于其他类型的艺术作品就在于在舞蹈中，艺术家和艺术作品是作为一个整体呈现在观众的面前。舞者的身体可以作为一种动态画布，舞蹈的动作在动态的画布中呈现，观众在视觉上被舞蹈表演者相互交织的身体动作所吸引。从神经科学的角度来看，对这样一个场景的观察就涉及处理身体运动信息的特定大脑机制。处理动态信息的大脑区域与处理静态视觉刺激（如绘画）或听觉信息（如音乐）的区域有显著的不同。过去运动研究关注的是运动执行和运动控制，我们习得的动作都会在神经和认知系统中以运动的形式表现出来。现在的研究更多是集中于这种表征的内部组成部分，而不是我们可以观察到的运动。这些表象不仅在运动执行中有着重要的作用，在动作观察中也扮演着重要的角色。

迄今为止，越来越多的研究调查了动作观察的神经机制，这些研究表明我们在观察他人的行为动作时，会激活自己的部分运动表征^[9]。这一结论的直接证据来自里佐拉蒂（Rizzolatti）等人的一项研究，他们记录了灵长类动物大脑的前运动皮层和顶叶皮层神经元的活动，这些动物在观察别的动物或人做出的动作时，这些神经元是如何以类似的方式做出反应，这些神经元被称为“镜像神经元”，因为它们像镜子一样将观察到的动作反映到观察者的运动表现上^[10]。研究者对人类的神经营像进行研究，结果证明人类具有与非人灵长类动物相似的“镜像系统”（或动作观察网络）^[11]。人类动作观察网络被认为涉及前运动皮层和顶叶皮层，它们可能与辅助运动区、颞上沟和初级运动皮层一起参与动作观察。因此，研究人员使用了功能性神经成像技术，包括功能性磁共振成像（fMRI）、脑电图（EEG）方法，以及经颅磁刺激（TMS），以进一步描述大脑如何将动作与感知联系起来，以及镜像系统如何参与学习和观察舞蹈典型的全身协调运动。功能磁共振成像可以提供精细的空间分辨率，脑电图则提供精细的时间分辨率，而TMS为动作观察网络的研究提供了生态效度。

2.1 来自 fMRI 研究的证据

卡尔沃等人（Calvo-Merino et al., 2005）是最早使用功能性磁共振成像（fMRI）来探索运动专业知识是如何在动作观察中引起大脑活动的研究者，他们利用功能性核磁共振成像技术研究当观看他人表演舞蹈时，舞蹈熟练程度是如何影响动作观察网络（AON）的大脑功能，在专业的卡波伊拉舞者的小样本（ $N=9$ ）中，当观察熟悉的动作时，这些专业舞者的AON内的大脑激活程度显著大于观察不熟悉的动作时的激活程度。具体来说，当专业舞者观察他们经过训练的动作与他们没有进行训练的动作相比时，他们的运动前皮层、顶叶内皮层、后颞叶上皮层和顶叶皮层，以及内侧前额叶、扣带回和海马旁回的双侧激活程度更高^[12]。克洛斯（Cross）等人的研究让新舞者在舞蹈视频游戏环境中通过身体练习或被动观察学习简单的舞蹈序列，他们在动作观察网络中（运动前皮层和顶下小叶）发现了与观察动作相关的大脑活动，这些活动与被试对舞步的体验程度和他们对舞步表演能力的评价有关^[13]。在后来的一项功能磁共振成像研究中，皮尔格林（Pilgramm）等人发现，在观察交际舞视频时，交际舞者的运动前皮层比不跳舞的人更为活跃^[14]。这些功能磁共振成像研究指出了运动前皮层在舞蹈观察中的关键作用和可塑性。

2.2 来自 EEG 研究的证据

在舞蹈观察的脑电图研究中，奥加斯（Orgs）等人向专业舞者和非舞者展示了两种动作风格的视

频,舞蹈动作和日常动作,被试的任务是通过按钮对运动进行分类,他们计算了相对于视觉基线条件在7.5 ~ 25 Hz之间的alpha和beta频段中的事件相关区同步(ERD)。在舞者观看舞蹈动作时,他们的alpha和较低beta频段的功率显著降低,表现出更大的事件相关去同步化,这表明他们的动作观察系统更活跃^[15]。阿莫鲁索(Amoruso)等人使用EEG来测量专业探戈舞者,初学探戈舞者和非舞者在观看正确或错误的探戈舞步视频时的事件相关电位(P300, N400和SW)。他们发现额叶、顶叶和枕叶的大脑区域产生的预期活动会根据不同群体的专业水平而产生差异,并且会预测运动区和颞叶区的后期活动^[16]。保拉(Paula M. Di Nota)等人使用EEG来测量熟悉度在动作观察过程中对脑电图活动的影响,结果发现对实验刺激类型非常熟悉的芭蕾舞者在动作观察期间表现出更高的个体alpha峰值频率、更大的alpha去同步和更大的任务相关的beta功率,这表明对实验刺激类型非常熟悉的芭蕾舞者在动作观察期间他们的动作观察系统更为活跃^[17]。上述EEG研究对舞者动作观察网络的脑功能差异的fMRI证据进行了一个补充,特别是在运动和时间区域的时间脑动力学方面。

2.3 来自TMS研究的证据

上述对于舞蹈观察的研究有一个局限,即所使用的舞蹈刺激缺乏生态效度。舞蹈刺激通常由简单舞蹈动作图片或是简短的舞蹈动作片段组成,没有任何的社会背景。为了检验舞蹈演员和观众的共同存在是否对运动共振有影响,乔拉(Jola)等人在现场舞蹈表演的背景下进行了一系列关于舞蹈动作观察研究。乔拉等人利用格拉斯哥皇家剧院的《睡美人》彩排为整场演出创造一个实验环境。他们使用经颅磁刺激(TMS)和肌电图(EMG)来刺激并验证观众的运动皮层兴奋性反应。结果显示皮质反应随时间的推移而减少,即时间长短会影响观看舞蹈时的皮层兴奋性和动作观察反应^[18]。之后,乔拉等人在一项对舞蹈观察的后续研究中再次选择了现场表演,他们使用经颅磁刺激,通过测量被试的皮质脊髓兴奋性的变化,来测试舞蹈的视觉体验对运动模拟的影响。他们发现,与不经常看舞蹈表演的观众相比,观看舞蹈经验丰富的观众的皮质脊髓兴奋性增强。乔拉和格罗斯布拉斯(Grosbras)使用单脉冲经颅磁刺激(TMS)来测量观众在观看现场舞蹈表演和录像舞蹈表演时的手指和手臂的运动皮质脊髓兴奋性,他们发现与视频条件相比,在现场测量的手臂肌肉的运动皮质脊髓兴奋性显著强于视频条件下的运动皮质脊髓兴奋性^[19]。乔拉等人的发现表明,对观察舞蹈做出反应的皮质脊髓兴奋性不仅受表演是现场还是录制的影响,也受被试视觉体验的影响。

综上所述,对舞蹈动作观察的神经影像学研究表明:舞者在观察舞蹈时会引起动作观察和模拟网络的激活,特别是运动前皮层的激活;舞者动作观察系统的功能差异与舞蹈训练的程度有关;短期舞蹈训练与非舞者大脑功能可塑性相关;录制的舞蹈表演与现场的舞蹈表演会导致不同的大脑活动。然而,在这一部分回顾的研究是有限的,因为它们只涉及舞蹈的观察。舞蹈美学的神经科学领域有一个关键问题,当一个人在欣赏舞蹈艺术时,舞蹈是如何引起人们的审美反应的。

3 不同舞蹈审美加工活动的神经基础

作为一种艺术形式,舞蹈与审美有着内在联系,但是大脑是如何意识到舞蹈可以引起人们的审美反应的呢?每当我们欣赏舞蹈表演时,是否会有和欣赏其他形式艺术作品时同样的审美反应?在观察舞蹈进而

调整我们的审美感官时,是否只有一种特定的反应?当研究与美学相关的问题时,这些问题也会随之而来。

已有的研究主要采用两种任务范式,即外显的和内隐的审美加工任务。前者通常给被试呈现标准化处理后的舞蹈动作图片,要求被试根据对舞蹈动作的喜爱程度进行评定。这一范式的优点在于能够确保被试对舞蹈动作进行审美加工。而内隐的舞蹈审美加工范式通常给被试呈现一系列舞蹈动作图片,但要求被试操作非审美加工的任务。由于没有外在的审美加工要求,它主要反映了对舞蹈审美的自动加工。

3.1 舞蹈的内隐神经美学

卡尔沃(Calvo-Merino)是第一个使用内隐研究范式来研究舞蹈审美的神经联结。他们的实验分为两个部分。第一部分测量没有舞蹈经验的被试在观看一系列包含各种运动属性(速度,舞蹈风格)的舞蹈动作并执行无关任务时的大脑反应,特别需要注意的是,在进行功能磁共振成像扫描的过程中,被试没有被问到明确的审美问题。更具体地说,非舞者的被试在观看两个不同舞种的舞蹈动作时,指出他们认为每个动作有多累。在第二部分,被试被明确要求使用五种二分量表:喜欢—不喜欢,简单—复杂,有趣—沉闷,放松—紧张,弱—强来评价所有的舞蹈动作,这些舞蹈动作都与美学体验的几个维度相关联。从这组评分中,他们发现只有“喜欢—不喜欢”这一维度与大脑活动的变化有关。为了探究这些激活的意义,他们进一步分析这些数据,他根据舞蹈动作的得分将舞蹈动作分为两组,进而识别出对这种分类敏感的大脑区域。他们发现两侧枕叶皮层和右半球的运动前皮层对吸引人和受欢迎的舞蹈动作比较敏感。这一发现表明存在一种与观察舞蹈动作的积极欣赏有关的自动感觉运动大脑机制^[20]。

3.2 舞蹈的外显神经美学

克洛斯等人调查了对舞蹈动作做出明确审美判断时大脑活动的变化。在这项研究中,研究者测量了被试在观察一系列舞蹈动作时的大脑反应,并在每次观察之后,要求他们对每个舞蹈动作的喜爱程度进行评价。结果显示右顶叶(顶下小叶 IPL)和颞枕叶皮层(即运动区 V5、MT、颞中回、ITG、颞下回和 MTG)的激活与喜欢程度呈正相关。换句话说,对一个特定动作的喜爱程度越高,这些大脑区域的激活程度越高^[21]。

卡尔沃和他的同事使用经颅磁刺激研究了 vPMC 和 EBA 的因果关系或相关关系。他们向没有舞蹈经验的被试呈现了两组舞蹈姿势,要求他们指出自己更喜欢哪一种,身体姿势混乱的图片被用作控制刺激。结果表明,相对于同侧 vPMC 和对照部位的刺激,通过左和右 EBA 传递的 TMS 降低了对身体刺激的审美敏感性。这表明,EBA 早期对身体形态的知觉分析处理与身体刺激的审美价值有因果关系。

科什(Kirsch)等人研究了不同类型的感觉运动体验是如何影响舞蹈审美时的神经反应。研究人员要求被试接受为期4天的舞蹈训练,之后给被试呈现一系列的舞蹈动作要求他们根据对舞蹈的喜爱程度进行评价。他们发现被试最喜欢观看他们跳过或观察到的舞蹈动作。此外在获得这些舞蹈经验之后,参与调节审美反应的大脑区域从与多巴胺能奖赏处理相关的皮层下区域转移到与多感觉整合、情绪和生物运动处理相关的颞后区域^[22]。

综上所述,内隐和外显的舞蹈神经美学研究发现,大脑对舞蹈动作的审美感知包括了运动前皮层、顶叶皮层和枕颞区在内的一系列区域。

4 总结与展望

本文的主要目的是提供一个在舞蹈和大脑区域进行研究的综述。为了达到这个目的，研究的主题是从fMRI、EEG和TMS研究的角度来探讨舞蹈中的动作观察，从内隐和外显的角度来探讨舞蹈审美感知的神经基础。未来可以从以下方面推进舞蹈与大脑区域的研究。

舞蹈表演的特殊性如上所述，舞蹈涉及体育和艺术训练，因此不同于其他运动员群体。首先，迄今为止，只有两项研究比较了舞蹈演员和运动员的大脑特征，还没有研究考察舞蹈与另一种艺术形式的关系，例如音乐表演。与舞蹈类似，音乐训练需要强化感觉运动技能的练习，训练的类型和持续时间可以量化。音乐家和非音乐家在大脑结构、功能和行为表现方面有所不同，但是还没有研究检查音乐和舞蹈训练对大脑或行为的特异性。其次，以前的舞蹈研究都是在西方背景下进行研究设计的，被试与材料都具有西方文化特征，未来的研究可以比较不同文化背景下舞蹈审美感知的神经基础是否一致。最后，舞蹈训练和舞蹈运动治疗^[23]被发现与各种人群中的积极行为效果相关，包括帕金森病患者、自闭症患者和各种精神疾病患者^[24-26]。然而，很少有研究检查舞蹈干预的大脑功能相关性，没有研究调查基于舞蹈的大脑结构相关性。为了进一步理解和验证舞蹈疗法的真正前景，需要对舞蹈干预的大脑和行为相关因素进行进一步的研究。

参考文献

- [1] Kirk U, Skov M, Christensen M S, et al. Brain Correlates of Aesthetic Expertise: A Parametric Fmri Study [J]. *Brain and Cognition*, 2009, 69 (2) : 306-315.
- [2] Brattico E, Bogert B, Jacobsen T. Toward a Neural Chronometry for the Aesthetic Experience of Music [J]. *Frontiers in Psychology*, 2013 (4) .
- [3] Yang T, Silveira S, Formuli A, et al. Aesthetic Experiences Across Cultures: Neural Correlates When Viewing Traditional Eastern Or Western Landscape Paintings [J]. *Frontiers in Psychology*, 2019 (10) .
- [4] Jacobs A M. Neurocognitive Poetics: Methods and Models for Investigating the Neuronal and Cognitive-Affective Bases of Literature Reception [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2015 (9) .
- [5] Di Dio C, Macaluso E, Rizzolatti G, et al. The Golden Beauty: Brain Response to Classical and Renaissance Sculptures [J]. *PloS one*, 2007, 2 (11) : e1201.
- [6] Koelsch S. Investigating the Neural Encoding [J]. *Neuron*, 2018, 98 (6) : 1075-1079.
- [7] Nieminen S, Istók E, Brattico E, et al. The Development of Aesthetic Responses to Music and their Underlying Neural and Psychological Mechanisms [J]. *Cortex*, 2011, 47 (9) : 1138-1146.
- [8] Brown S, Martinez M J, Parsons L M. The Neural Basis of Human Dance [J]. *Cerebral Cortex*, 2006, 16 (8) : 1157-1167.
- [9] Calvo-Merino. Neural Signatures of the Aesthetic of Dance [J]. *Dance Dialogues: Conversations across cultures, artforms and practices*, 2009.
- [10] 叶浩生. 镜像神经元: 认知具身性的神经生物学证据 [J]. *心理学探新*, 2012, 32 (1) : 3-7.
- [11] Rizzolatti G, Craighero L. The Mirror-Neuron System [J]. *Annual Review of Neuroscience*, 2004, 27 (1) : 169-192.
- [12] Calvo-Merino B, Glaser D E, Grèzes J, et al. Action Observation and Acquired Motor Skills: An Fmri Study

- with Expert Dancers [J]. *Cerebral Cortex*, 2005, 15 (8) : 1243–1249.
- [13] Cross E S, Hamilton A F D C, Grafton S T. Building a Motor Simulation De Novo: Observation of Dance by Dancers [J]. *NeuroImage*, 2006, 31 (3) : 1257–1267.
- [14] Pilgramm S, Lorey B, Stark R, et al. Differential Activation of the Lateral Premotor Cortex During Action Observation [J]. *BMC neuroscience*, 2010, 11 (1) : 89.
- [15] Orgs G, Dombrowski J, Heil M, et al. Expertise in Dance Modulates Alpha-Beta Event-Related Desynchronization During Action Observation [J]. *European Journal of Neuroscience*, 2008, 27 (12) : 3380–3384.
- [16] Amoroso L, Sedeño L, Huepe D, et al. Time to Tango: Expertise and Contextual Anticipation During Action Observation [J]. *NeuroImage*, 2014 (98) : 366–385.
- [17] Di Nota P M, Chartrand J M, Levkov G R, et al. Experience-Dependent Modulation of Alpha and Beta During Action Observation and Motor Imagery [J]. *BMC Neuroscience*, 2017, 18 (1) .
- [18] Jola C, Pollick F E, Grosbras M H. Arousal Decrease Insleeping Beauty: Audiences' Neurophysiological Correlates to Watching a Narrative Dance Performance of Two-and-a-Half Hours [J]. *Dance Research*, 2011, 29 (supplement) : 378–403.
- [19] Corinne J, Grosbras M. In the Here and Now: Enhanced Motor Corticospinal Excitability in Novices When Watching Live Compared to Video Recorded Dance [J]. *Cogn Neurosci*, 2013, 4 (2) : 28–90.
- [20] Calvo-Merino B, Jola C, Glaser D E, et al. Towards a Sensorimotor Aesthetics of Performing Art [J]. *Consciousness and Cognition*, 2008, 17 (3) : 911–922.
- [21] Cross E. The Impact of Aesthetic Evaluation and Physical Ability On Dance Perception [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2011 (5) .
- [22] Kirsch L P, Dawson K, Cross E S. Dance Experience Sculpts Aesthetic Perception and Related Brain Circuits [J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2015, 1337 (1) : 130–139.
- [23] Karpati F J, Giacosa C, Foster N E V, et al. Dance and the Brain: A Review [J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2015, 1337 (1) : 140–146.
- [24] Houston S, Mc Gill A. A Mixed-Methods Study Into Ballet for People Living with Parkinson's [J]. *Arts & Health*, 2013, 5 (2) : 103–119.
- [25] Anderson A N, Kennedy H, DeWitt P, et al. Dance/Movement Therapy Impacts Mood States of Adolescents in a Psychiatric Hospital [J]. *The Arts in Psychotherapy*, 2014, 41 (3) : 257–262.
- [26] Koch S C, Mehl L, Sobanski E, et al. Fixing the Mirrors: A Feasibility Study of the Effects of Dance Movement Therapy On Young Adults with Autism Spectrum Disorder [J]. *Autism*, 2015, 19 (3) : 338–350.

A Review of the Research on the Neural Mechanism of Dance Aesthetics

Cai Yumeng^{1,2}

1. Faculty of Education, Guangxi Normal University, Guilin;

*2. Guangxi University and College Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Applied Psychology,
Guangxi Normal University, Guilin*

Abstract: The application of cognitive neuroscience technology has promoted the further development of neuro aesthetics. When dance is an aesthetic object of activity, rather than a utilitarian behavior such as sacrifice, the purpose of its creation and appreciation becomes an aesthetic activity. The exploration of the aesthetic neurological mechanism of the art form of dance is also one of the important fields of neuro aesthetics in recent years. From the perspective of cognitive neuroscience, we introduce the neural mechanism of human observing and perceiving dance, review the neural basis of aesthetic appreciation related to watching dance, and finally prospect some future directions of dance neuroscience work.

Key words: Dance aesthetics; Neuro aesthetics; Action observation network; Functional magnetic resonance imaging; Event-related potentials; Transcranial magnetic stimulation