

· 基础、实验与工效 ·

中国画审美一致性的专业知识效应： 一项 fNIRS 研究*

李杨卓¹ 丁雅娜¹ 刘梦蝶¹ 张卫东¹ 李宏祥² 李先春^{**3}

(¹华东师范大学心理与认知科学学院, 上海, 200062) (²华东师范大学国际汉语文化学院, 上海, 200062)

(³上海市心理健康与危机干预重点实验室, 华东师范大学附属精神卫生中心, 华东师范大学心理与认知科学学院, 上海, 200062)

摘要 本研究结合 fNIRS 技术, 考察了美术训练学生和普通学生在中国画审美一致性上的差异。行为上, 虽然两组被试在审美评分上没有显著差异, 但在评分一致性上, 美术训练学生相比普通学生在“好看”评分上更一致。脑活动上, 美术训练学生右侧颞顶联合区的 16 通道和 24 通道的神经活动一致性显著高于普通学生, 且美术训练学生的神经活动一致性与“好看”评分呈负相关。本研究揭示了艺术专业知识对中国画审美的重要性, 且神经活动一致性可作为中国画审美判断的一项潜在神经标记。

关键词 中国画 美术训练学生 审美一致性 神经活动一致性

1 前言

有无艺术专业知识是影响艺术审美的重要因素。大量研究已经发现, 艺术专业人士和普通人在艺术作品、音乐、电影、网页甚至软件代码等各个领域的审美都表现出差异性。相较于普通人, 艺术专业人士对绘画进行审美判断时表现出对艺术作品更高的评分 (van Paasschen et al., 2015); 艺术专业人士通常发现艺术作品更有趣, 并能从艺术作品中有效地寻找有创造性意义的内容 (Bauer & Schwan, 2018)。此外, 艺术专业知识对审美判断的影响也体现在脑活动上。研究者发现, 当评价图片中呈现的建筑物的美感时, 建筑师的海马、楔前叶、眶额叶皮质的激活程度比普通人更高 (Kirk et al., 2009)。Bölte 等 (2017) 采用事件相关电位技术 (ERPs) 考察了艺术专业知识对网页审美的影响, 发现艺术

专业人士在进行网页审美判断时表现出更大的脑电负波成分。

作为世界绘画艺术的重要组成部分, 传统中国画的审美是否也受到艺术专业知识水平的影响? 中国画通过塑造人物、花鸟、山水等形象, 在体现了人与自然关系的同时还蕴含了画家丰富的个人情感和意愿, 即所谓“缘物寄情、托物言志”。这就表明中国画的审美通常需要对作品相关历史背景和社会风尚等有一定了解。迄今为止, 艺术专业知识如何影响中国画审美的研究仍缺乏。我国研究者李苗利等 (2015) 探讨了美术专业学生和普通专业学生对中西方绘画作品的审美认知差异, 结果发现美术专业生和普通学生在审美评价上没有表现出差异, 但美术专业学生对绘画欣赏的反应时明显长于普通专业学生。研究者对此解释为美术训练学生的审美过程可能伴随更多更复杂的认知加工活动。但该发

* 本研究得到上海市卫计委重点专科项目 (ZK2015B01)、上海市卫计委项目 (201540114) 和华东师范大学跨学科工作坊项目 - 美感的心理与脑机制初步研究 (04-222049) 的资助。

** 通讯作者: 李先春, E-mail: xcli@psy.ecnu.edu.cn

DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.20220301

现局限于推论，仍缺乏神经层面的支持。总之，目前对艺术专业知识如何影响中国画的审美还需要更多的实证研究提供支持。

另一方面，虽然大量研究证实了审美能力因艺术专业知识水平而异，但确定用什么标准来衡量这种能力是困难的。早期的经验美学家认为，如果审美是纯粹的，那么就应该存在共识。鉴于此，一些研究者指出欣赏者之间是否存在审美共识（即审美一致性，aesthetic consistency）是衡量审美能力的一项重要指标（Kieran, 2011; Müller-Salo, 2019）。一些研究证实了这一观点。例如，Lundy 及其同事在电影以及音乐审美中均发现，艺术专业人士彼此间有更高的一致，整体评分也更接近正态分布。相比之下，普通人的评分差异更大，且彼此间的关联性更少（Lundy et al., 2016; Lundy & Smith, 2017）。

由于审美一致性涉及到不同个体间的一致性评价，而传统神经影像学研究中单个脑激活的分析方法不足以揭示审美一致性的神经基础，对审美一致性神经机制的探讨应当从欣赏者彼此之间神经活动一致性的角度给予解答。被试间相关分析（inter-subject correlation, ISC）是通过计算不同个体间在特定认知加工时 BOLD 信号在时间维度上连续变化规律的一种脑信号分析手段。其假设在自然情境下，如果多个被试在面对相同刺激时心理加工过程是相同的，相应功能脑区也应当具有相似的活动模式（刘梦醒等，2017）。同时，被试可以根据自己的理解自由地解释刺激物，使得研究者根据不同被试在接受完全相同的刺激时，通过神经活动一致性程度区分不同人群的认知和情感差异（Finn et al., 2018）。因此，本研究拟采用 ISC 分析揭示有无艺术专业知识在中国画审美过程中神经活动一致性的差异。

综上，本研究探讨了中国画的审美是否受到艺术专业知识的影响。同时结合近红外光谱成像技术（functional near-infrared spectroscopy, fNIRS），将前额叶（PFC）和右侧颞顶联合区（right-TPJ）作为主要研究脑区。这些脑区在以往研究中被证实是参与审美认知的重要脑区（Babiloni et al., 2013; Ferrari et al., 2017）。本研究将审美一致性作为衡量审美能力的指标，并从行为和神经活动上依次检验。

2 方法

2.1 被试

有艺术专业知识的被试为接受过绘画艺术训练

三年及以上的本科生或研究生，这些被试接受专业美术教育年限为 5~10 年，在校期间日常接受绘画艺术相关训练（构图、绘画技巧、用色等），欣赏和评价绘画作品已成为他们专业训练的重要部分。没有艺术专业知识的被试为非艺术专业且没有接受过艺术训练的本科生或研究生，在年龄和教育上与有艺术专业知识的被试匹配。由于本研究招募的被试均为在校生，我们使用“美术训练学生”和“普通学生”来指代实验中有艺术专业知识的被试和没有艺术专业知识的被试。共招募被试 36 名（ $M=24.3$ 岁， $SD=2.46$ 岁），美术训练学生 17 名（女 13 名），普通学生 19 名（女 11 名）。所有被试均为右利手，无精神或神经病史，视力或矫正视力正常。实验前采用色盲检查图谱检查，均无色盲，色弱。所有被试实验前签署了知情同意书，实验后获得一定的报酬。研究获得华东师范大学伦理委员会批准（伦理批准号：HR080-2018）。

2.2 实验材料

所有中国画取自“中华数字书苑—图片库—中国美术馆—花鸟画”。图片宽度固定为 476 像素，在保证图片变形可接受的原则下，高度根据原图等比例变化将长宽比例固定在 4:3 左右。本研究共选取了 24 幅中国画作为刺激材料，其中 4 幅用于练习阶段，20 幅用于正式实验阶段。

2.3 实验流程

实验在一个隔音良好，照明适度的房间内进行。被试端坐在距离电脑屏幕约 60cm 的位置，双眼与屏幕中心齐平。被试被告知将完成对一系列中国画的欣赏任务并对呈现的每幅中国画依次进行好看和喜欢程度评分。一个完整的试次见图 1。每个 trial 始于 500ms 的注视点，接着呈现图片材料 8~12s，然后依次呈现两个问题：“你认为这幅画的好看程度如何”，“你对这幅画的喜欢程度如何”。被试进行 5 级评分，1 级代表非常不好看或非常不喜欢，5 级代表非常好看或非常喜欢，3 代表一般。问题作答时间限定为 2s，目的在于避免被试过多思考产生的干扰。一段时间的空屏（4~6s）后进入下一个 trial。练习阶段共 4 个 trial 正式实验共 20 个 trial，每 10 个 trial 中间休息 3min。

2.4 数据收集

采用 E-Prime 2.0 软件呈现实验刺激并收集行为学数据。Hitachi（日立，日本）ETG-7100（采样频率为 10Hz）被用于记录神经信号。被试进入实验室

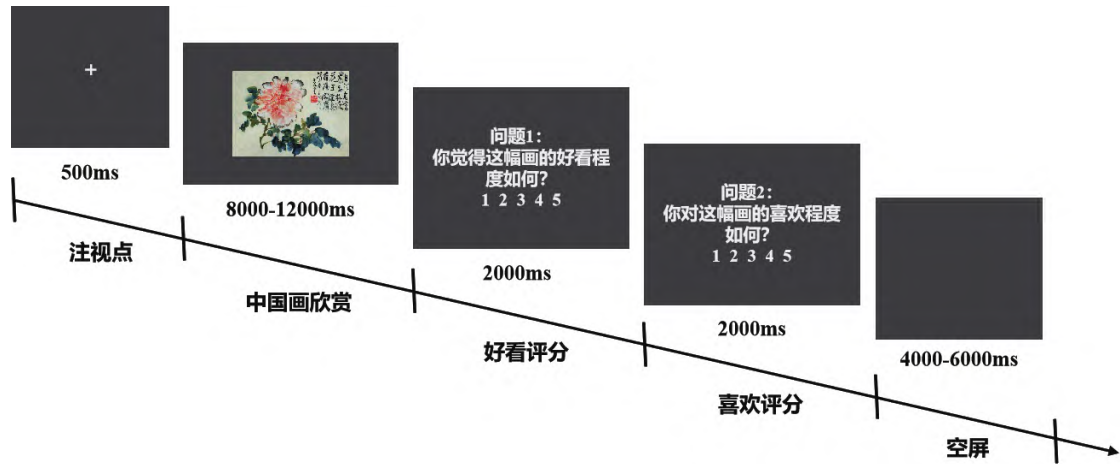


图1 实验流程

后头戴近红外设备，包含一块 3×5 探头板（由 8 个发射器和 7 个探测器组成，22 个通道）和一块 4×4 探头板（由 8 个发射器和 8 个探测器组成，24 个通道），共形成 46 个通道（见图 2），探头之间间隔约 3cm。正式记录前检测每个通道的信号质量并进行调整以确保可接受信噪比。记录任务结束后使用 3D 定位仪（EZT-DM401）确定通道和探头位置，通过虚拟注册方法对通道位置与 MNI 空间坐标进行配准（Reindl et al., 2018），以此获得所有通道与布鲁德曼分区之间的对应关系（见表 1）。

2.5 数据分析

2.5.1 行为数据

首先，采用 2（专业知识：美术训练学生 vs. 普通学生）× 2（评分维度：喜欢 vs. 好看）两因素方差分析对审美评分进行统计检验，比较两组被试在“好看”和“喜欢”审美评分上是否存在差异。其次，本研究感兴趣的是不同专业知识水平在审美一致性上是否表现出差异，因此分别计算了普通学生和美术训练学生在“好看”和“喜欢”审美判断的评分一致性。具体为，对单个被试的所有中国画

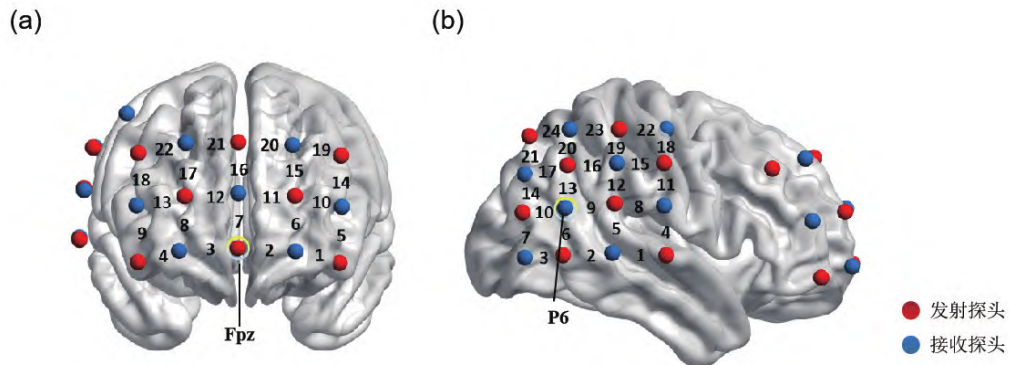


图2 fNIRS 探头以及通道头皮空间布局。(a) 前额叶 3×5 光极板；(b) 右侧颞顶 4×4 光极板

表1 通道 (CH) 布局与布鲁德曼分区的对应关系

布鲁德曼分区		对应的通道
前额叶 (PFC)	左侧前额叶	CH4, CH8, CH9, CH13, CH17, 18, CH22
	中部前额叶	CH2, CH3, CH7, CH11, CH12, CH16, CH20, CH21
	右侧前额叶	CH1, CH5, CH6, CH10, CH14, CH15, CH19
	顶上回	CH17, CH20, CH21, CH24
右侧颞顶联合区 (r-TPJ)	中央前回	CH18, CH19, CH22, CH23
	中央后回	CH4, CH8, CH11, CH15
	角回	CH10, CH13, CH14
	缘上回	CH12, CH16, CH19
	颞上回	CH1, CH5, CH6
	颞中回	CH2, CH3, CH7

的评分与剩余同组被试的评分依次进行 Pearson 相关分析（相关值 r 在 -1 到 1 之间，相关系数值越接近 1 代表审美评分越一致），对得到的 Pearson 相关系数 r 进行标准化（Fisher-Z 转换）后取平均，得到该被试与所在群体其他所有被试的评分上的一致性程度。重复上述过程以获得所有被试与同组被试的评分一致性系数（Hu et al., 2019）。对审美评分一致性系数进行两因素方差分析并对出现的显著交互作用做简单效应分析， p 值由 Bonferroni 校正法进行多重比较调整。Kolmogorov-Smirnov 法进行正态性检验，若符合正态分布且总体方差齐性采用两因素方差分析，否则采用 Kruskal-Wallis 检验。

2.5.2 fNIRS 数据

按照以下步骤对信号进行预处理：（1）排除探头与头皮接触不良的通道。具体的，如果在小波变换图中无法识别心跳或者在视觉检查中通道存在尖峰，则确定该通道有噪声。若存在噪声通道数量超过受试者通道总数 50% (>23) 则整个被试被排除在后续分析之外；（2）采用小波去除信号中的头动伪迹（Molavi & Dumont, 2012）；（3）采用 0.01~0.5Hz 带通滤波消除由于呼吸、心跳引起的生理噪音。接着，基于修正的 Beers-Lambert 定律从光密度信号解算出氧合血红蛋白，脱氧血红蛋白和总血红蛋白的浓度变化值（即 ΔHbo ， ΔHbr ，以及 $\Delta TotalHb$ ）。由于 Hbo 对局部脑血流变化敏感且具有更高的信噪比（Ding et al., 2014），因此仅将 ΔHbo 纳入后续数据分析。为排除按键这一动作对神经活动的影响，fNIRS 的分析仅限于欣赏中国画过程而不包括评分任务过程。

神经活动一致性分析。采用被试间相关（inter-subject correlation, ISC）分析方法，对预处理后的 ΔHbo 数据以每个通道为单位，计算中国画欣赏过程中 ΔHbo 时间序列的 Pearson 相关。具体来说，每个被试的每个通道都与其他被试在相同通道上得到相关系数 r ，对 r 进行标准化后（Fisher-Z 转换）并在被试水平上取平均，这样就得到了这个被试与其他所有被试在每个通道上神经活动信号平均相似性程度（Jimenez et al., 2020; Nastase et al., 2019）。对获得的标准化相关系数在所有通道上进行组水平独立样本 t 检验， p 值进行 FDR 校正以避免 Type I 错误（Benjamini & Yekutieli, 2001）。

任务相关通道选择。由于 fNIRS 时间序列存在长时程自相关导致的伪相关，我们采用了置换检

验法（permutation task）构建随机排列的 ISC 分布来获得显著高于随机水平的通道，从而排除对真实任务中神经活动一致性的潜在混淆（Nastase et al., 2019）。具体的，将打乱的 ΔHbo 时间序列与其余被试原始的 ΔHbo 时间序列重新计算 Pearson 相关系数。该过程执行 2000 次后得到每个通道 ISC 零分布区间，计算真实条件下 ISC 在该随机分布区间的显著性程度（ $p < .05$ ，单尾检验）。 p 值通过随机分布中大于真实 ISC 值的个数 n 除以 2000 计算获得（ $p=n/2000$ ）。

3 结果

将有效反应次数小于 30%（即没有在规定 2s 内做出评分反应）的被试和由于近红外信号质量问题的数据排除在外。最终美术训练学生 15 人（女生 8 人），普通学生 15 人（女生 10 人）的数据纳入分析。

3.1 行为结果

所有计量指标在被试间符合正态分布且总体方差检验齐性，因此后续分析采用两因素方差分析。首先在审美评分上，没有发现专业知识和评分维度的主效应，交互效应也不显著（all $F_s < 1.84$, $p_s > .05$ ）。但在审美评分一致性上，专业知识主效应显著（ $F(1, 14) = 5.35$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .28$ ），表现为美术训练学生的评分一致性显著高于普通学生。评分维度主效应不显著（ $F = 2.55$, $p > .05$, $\eta_p^2 = .15$ ）。交互效应显著（ $F(1, 14) = 5.71$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .29$ ）。对交互作用进行简单效应分析发现，在“好看”评分上，美术训练学生的评分一致性显著高于普通学生（ $p < .05$ ），但在“喜欢”评分上两组不存在显著差异（ $p > .05$ ）（见图 3）。

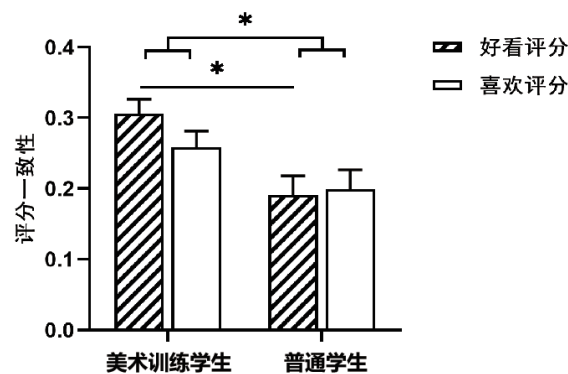


图3 审美评分一致性的行为学结果。图中误差线表示均值的标准误。

注：* $p < .05$

3.2 fNIRS 结果

将真实任务获得的 ISC 与随机打乱序列下的 ISC 零分布区间进行比较以识别与任务显著相关的通道，最后 12 个通道（简称 CH）被保留（PFC: CH01, CH05, CH12, CH14, CH17, CH22; r-TPJ: CH07, CH14, CH16, CH19, CH20, CH24）（如图 4 黑色框圈出）。对保留通道的 ISC 依次进行独立样本 *t* 检验，发现美术训练学生的右侧颞顶联合区的 16 通道（位于缘上回, supramarginal gyrus）和 24 通道（位于顶上回, superior parietal gyrus）的 ISC 显著高于普通学生。CH16: $t(28) = 2.92, p < .05$ (after FDR), Cohen's $d = 1.10$; CH24: $t(28) = 3.07,$

$p < .05$ (after FDR), Cohen's $d = 1.16$ 。见图 5 左侧直方图。表明在中国画审美过程中，美术训练学生的神经活动一致性更高。

为进一步检验美术训练学生的神经活动一致性能否预测中国画的好看或喜欢程度，本研究采用 Pearson 相关分析计算了 20 幅中国画的审美评分与神经活动一致性的关系。结果发现，在美术训练学生组，ISC 与“好看”评分呈显著负相关， $r(CH16) = -.54, p < .01, r(CH24) = -.69, p < .01$ ，表明美术训练学生在欣赏中国画时的神经活动一致性越高，对其评分就越低；而在普通学生组，

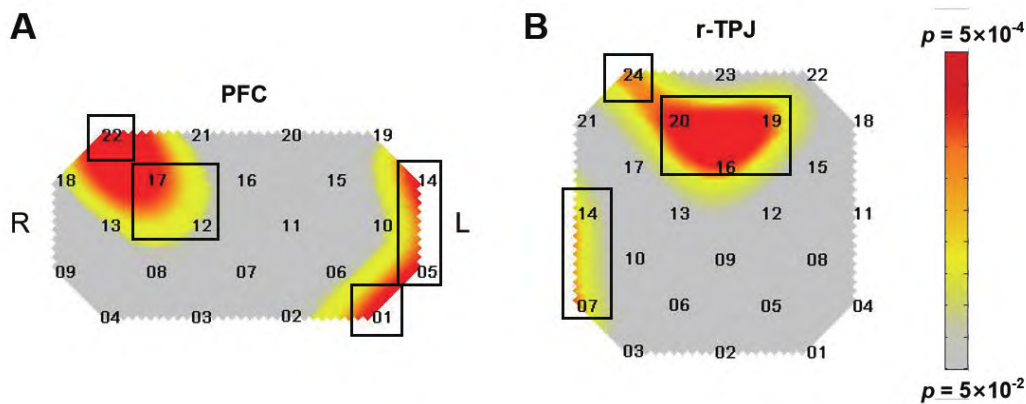


图 4 中国画审美相关通道

注：A：前额叶与任务相关通道：CH01, CH05, CH12, CH14, CH17, CH22; B：右侧颞顶联合区与任务相关通道：CH01, CH14, CH16, CH19, CH20, CH24。R：右侧，L：左侧。

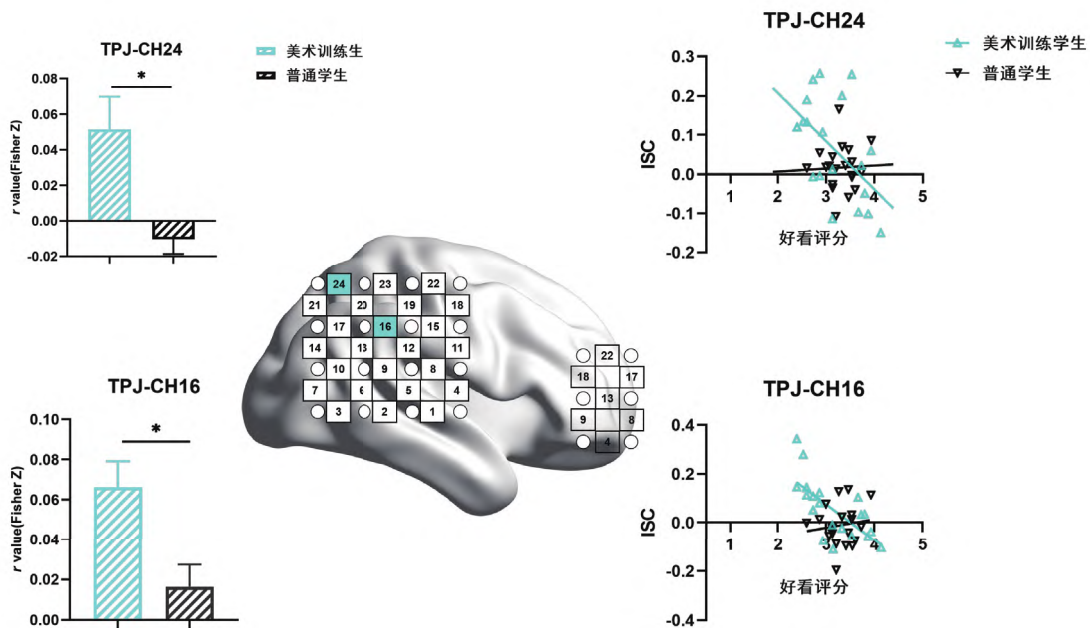


图 5 两组被试神经活动一致性比较。右侧 TPJ 的 CH16 和 CH24 组间主效应显著（左侧直方图）。美术训练学生的神经活动一致性与“好看”审美评分负相关，普通学生的神经活动一致性与审美评分不相关（右侧散点图）。图中 errorbar 表示均值的标准误。

注：* $p < .05$

ISC 与“好看”评分没有显著相关 ($p > .05$)。具体见图 5 右侧散点图。我们检验了两两相关系数之间差异, 统计比较基于 R 包 cocor 的 Silver's Z 程序 (Diedenhofen & Musch, 2015), 差异均有统计学意义 ($Z(\text{CH16}) = -2.04, p < .05, Z(\text{CH24}) = -2.30, p < .01$)。此外, 本研究还检验了神经活动一致性与“喜欢”评分的相关, 但在美术训练学生和普通学生中都没有发现二者之间的相关 ($p > .05$)。

4 讨论

为揭示艺术专业知识如何影响中国画审美判断, 本研究招募了美术训练学生和普通学生, 同时结合近红外光谱成像技术, 以审美一致性作为审美判断指标, 从行为和大脑活动上探讨了两类群体对中国画审美的差异。从行为上, 本研究发现相比普通学生, 美术训练学生在“好看”评分上更一致, 但在“喜欢”评分一致性上没有组间差异。从神经活动上, 本研究发现在右侧颞顶联合区的 16 通道和 24 通道中, 美术训练学生的神经活动一致性显著高于普通学生。并且, 美术训练学生的神经活动一致性与“好看”评分呈显著负相关。

首先从行为学上, 我们观察到美术训练学生和普通学生在评分一致性上存在可识别的差异, 即美术训练学生的评分一致性高于普通学生。这与以往在西方绘画中发现的艺术专业人士具有更高的审美一致性相一致 (Kaufman & Baer, 2012; Lundy et al., 2018; Müller et al., 2010)。但该发现仅局限于“好看”评分一致性上, 在“喜欢”评分一致性上没有发现明显的组间差异。我们认为, 由于美术训练学生具有领域特定知识, 对中国画的赏析有着较为固定的欣赏步骤和评判标准, 因此对作品做出美的程度的评分也较为一致。而普通学生在艺术作品欣赏过程中则更多地基于个人感受和体验, 进而导致了个体间差异较大。然而, 在喜欢评定上, 由于喜欢属于个人偏好, 不太可能受专业知识水平的影响, 因此美术训练学生和普通学生没有表现出显著的评分一致性差异。该推论从以往的研究中也得到了证实, Leder 等人 (2004) 指出, 偏好评定遵从个人喜好, 与情绪或奖励成分联系紧密, 而美的程度评定则遵从“形式美”的客观法则, 与认知成分联系更紧密。

从脑活动上, 我们发现, 与普通学生相比, 美术训练学生在中国画审美过程中神经活动一致性更

高, 该结果在右侧顶上回 (CH16) 和缘上回 (CH24) 都有观察到。顶叶在以往早期研究中就被证实是参与审美认知过程的重要脑区。例如, Cela-Conde 等 (2004) 在一项 MEG 研究中发现, 被试对判断为“美”的刺激的加工激活了顶叶, 男性被试主要在右侧顶叶观察到, 而女性被试则双侧顶叶都有观察到。Jacobsen 等 (2006) 的 fMRI 研究也观察到顶叶以及运动前回都参与了审美加工。Yang 等人 (2019) 近期的一项 fMRI 发现, 相较于西方山水画, 被试在观看东方山水画时内侧枕叶以及顶上小叶表现出更大的激活。缘上回 (supramarginal gyrus) 被认为是参与理解他人意图, 做出决策判断的关键脑区 (Silani et al., 2013; Vaccaro et al., 2021), 表明美术训练学生对中国画审美过程中可能涉及到对作品中所蕴涵的画家内在精神以及情感体验的理解, 并在此基础上做出审美评价。以往研究也发现, 审美判断的脑区与社会认知以及情感、道德判断相关的脑区如内侧额叶、扣带回皮层 (cingulate gyrus) 以及颞顶联合区 (the temporoparietal junction) 存在部分重叠 (Cela-Conde et al., 2004; Jacobsen et al., 2006)。因此, 本项研究从神经活动一致性这个指标进一步支持了艺术专业人士的审美更具有一致性的结论。并且, 右侧顶上回和缘上回可能在中国画审美认知中发挥着关键性的作用。

最后, 本研究还探讨了神经活动一致性与审美评分之间的关系。以往研究也揭示了群体间神经活动一致性对行为认知的预测作用。例如, Hou 等 (2020) 在研究中发现, 音乐欣赏时, 小提琴家与观众之间的神经活动一致性能够有效地预测表演曲目受欢迎的程度。Imhof 等 (2020) 发现, 观众之间更高的神经活动一致性能够有效地预测广告说服力。在本研究中, 我们发现, 美术训练学生的神经活动一致性与“好看”评分呈显著负相关, 即更一致的神经活动预示着对中国画更低的评分。但在普通学生组中, 我们没有发现神经活动一致性与审美评分的相关, 这进一步证实了不具备艺术相关专业知识的个体更难对中国画做出准确的审美判断。该发现表明, 美术训练学生的神经活动一致性能够有效的预测中国画的“美”的程度, 相反, 普通学生的神经活动一致性不能有效预测中国画“美”的程度。对于美术训练学生更高的神经活动一致性预测更低的“好看”评分, 究其原因, 我们解释为, 欣赏相对“不美”的中国画, 美术训练学生能准确

地指出其中的不足,即这幅画成败的关键(如线条流畅度,运墨的浓淡、构图的繁简等),因此在神经活动上表现出更高的一致性。这一推论也得到了以往部分研究的支持。研究发现,艺术专业人士在评价艺术作品“美”或“不美”时,对“不美”的反应更快,对“不美”作品的评价也更不容易受社会或非社会显著属性的影响(Ticini et al., 2012)。然而,在欣赏“美”的中国画时,不同的美术训练学生对其体会、解读并不完全一致,即所谓的“仁者见仁,智者见智”,因此神经活动一致性有所降低。

总之,本研究是采用基于近红外功能成像技术来探讨艺术专业知识如何影响中国画审美判断的一次积极尝试,揭示了艺术相关的专业知识对中国画审美的重要性。但仍存在一些不足之处。首先,专业组被试的选取标准较为宽松、来源相对较为局限。由于我们的样本选自艺术类的本科生或者研究生,这在一定程度上限制了我们的结论。因为我们不知道高级艺术家的审美判断是否与艺术学生有所不同。其次,在审美评分上我们没有发现组间差异,这与以往西方绘画研究中发现的艺术专业人士对艺术作品有更高的评分、也更喜欢(van Paasschen et al., 2015)的发现并不一致。我们认为这可能与本研究中选取的中国画题材单一有关。以往西方绘画研究发现,普通人的审美评分在具象绘画中最高、在抽象画中最低,而专家的评价则不受绘画的抽象水平所影响(Pihko et al., 2011)。而在本研究中,我们选取的中国画均为花鸟画,没有纳入人物画、山水画等其他类题材,导致可能弱化了两类学生的差异。未来研究可以进一步区分不同中国画题材进行考察,以丰富目前的研究结果。

5 结论

(1) 在行为评分上,美术训练学生对中国画“好看”评分一致性显著高于普通学生,但在“喜欢”评分一致性上没有组间差异;(2) 在神经活动一致性上,美术训练学生在中国画欣赏时右侧顶上回和缘上回的神经活动一致性显著高于普通学生;(3) 美术训练学生的神经活动一致性可以有效的预测中国画的“好看”程度,而普通学生的神经活动一致性则不能有效预测中国画好看与否。本研究揭示了美术训练学生相较于普通学生,更具有中国画审美能力的神经动力学基础。

参考文献

- 李苗利,陈晶,吴杨.(2015). 美术专业与普通专业学生对中西方绘画作品的审美认知差异. *心理科学*, 38(2), 366-372.
- 刘梦醒,杨剑峰,王小娟.(2017). 适于自然情境脑成像研究的分析方法: 被试间相关及其应用. *心理科学*, 40(3), 728-733.
- Babiloni, F., Cherubino, P., Graziani, I., Trettel, A., Infarinato, F., Picconi, D., & Vecchiato, G. (2013). *Neuroelectric brain imaging during a real visit of a fine arts gallery: A neuroaesthetic study of XVII century Dutch painters*. In 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Osaka, Japan.
- Bauer, D., & Schwan, S. (2018). Expertise influences meaning-making with Renaissance portraits: Evidence from gaze and thinking-aloud. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 12(2), 193-204.
- Benjamini, Y., & Yekutieli, D. (2001). The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency. *The Annals of Statistics*, 29(4), 1165-1188.
- Bölte, J., Hösker, T. M., Hirschfeld, G., & Thielsch, M. T. (2017). Electrophysiological correlates of aesthetic processing of webpages: A comparison of experts and laypersons. *PeerJ*, 5, Article e3440.
- Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., & Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(16), 6321-6325.
- Diedenhofen, B., & Musch, J. (2015). Cocor: A comprehensive solution for the statistical comparison of correlations. *PLoS ONE*, 10(3), Article e0121945.
- Ding, X. P., Fu, G. Y., & Lee, K. (2014). Neural correlates of own- and other-race face recognition in children: A functional near-infrared spectroscopy study. *NeuroImage*, 85, 335-344.
- Ferrari, C., Nadal, M., Schiavi, S., Vecchi, T., Cela-Conde, C. J., & Cattaneo, Z. (2017). The dorsomedial prefrontal cortex mediates the interaction between moral and aesthetic valuation: A TMS study on the beauty-is-good stereotype. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(5), 707-717.
- Finn, E. S., Corlett, P. R., Chen, G., Bandettini, P. A., & Constable, R. T. (2018). Trait paranoia shapes inter-subject synchrony in brain activity during an ambiguous social narrative. *Nature Communications*, 9(1), Article 2043.
- Hou, Y. Y., Song, B., Hu, Y. Y., Pan, Y. F., & Hu, Y. (2020). The averaged inter-brain coherence between the audience and a violinist predicts the popularity of violin performance. *NeuroImage*, 211, Article 116655.
- Hu, X., Zhuang, C., Wang, F., Liu, Y. J., Im, C. H., & Zhang, D. (2019). fNIRS evidence for recognizably different positive emotions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, Article 120.
- Imhof, M. A., Schmälzle, R., Renner, B., & Schupp, H. T. (2020). Strong health messages increase audience brain coupling. *NeuroImage*, 216, Article 116527.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Höfel, L., & Cramon, D. Y. V. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *NeuroImage*, 29(1), 276-285.
- Jimenez, K. C. B., Abdelgabar, A. R., De Angelis, L., McKay, L. S., Keyesers, C., & Gazzola, V. (2020). Changes in brain activity following the voluntary control of empathy. *NeuroImage*, 216, Article 116529.
- Kaufman, J. C., & Baer, J. (2012). Beyond new and appropriate: Who decides what

- is creative? *Creativity Research Journal*, 24(1), 83–91.
- Kieran, M. (2011). The fragility of aesthetic knowledge: Aesthetic psychology and appreciative virtues. In E. Schellekens & P. Goldie (Eds.), *The Aesthetic Mind: Philosophy and Psychology*. Oxford University Press.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: A parametric fMRI study. *Brain and Cognition*, 69(2), 306–315.
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, 95(4), 489–508.
- Lundy, D. E., & Smith, J. L. (2017). It's tough to be a critic: Professional versus nonprofessional music judgment. *Empirical Studies of the Arts*, 35(2), 139–168.
- Lundy, D. E., Crowe, A. C., & Turner, A. J. (2016). The shape of aesthetic quality: Professional film critics' rating distributions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(1), 72–81.
- Lundy, D. E., Stephens, L. A., Hinners, C. T., & Whitton, J. R. (2018). What it means to be (un)professional: The presence of nonaesthetic bias within differing levels of music and film expertise. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 12(2), 205–215.
- Molavi, B., & Dumont, G. A. (2012). Wavelet-based motion artifact removal for functional near-infrared spectroscopy. *Physiological Measurement*, 33(2), 259–270.
- Müller, M., Höfel, L., Brattico, E., & Jacobsen, T. (2010). Aesthetic judgments of music in experts and laypersons—An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 76(1), 40–51.
- Müller-Salo, J. (2019). Informed aesthetic consensus and the creation of urban environments. *Polish Journal of Landscape Studies*, 1(2–3), 117–132.
- Nastase, S. A., Gazzola, V., Hasson, U., & Keysers, C. (2019). Measuring shared responses across subjects using intersubject correlation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(6), 667–685.
- Pihko, E., Virtanen, A., Saarinen, V. M., Pannasch, S., Hirvenkari, L., Tossavainen, T., & Hari, R. (2011). Experiencing art: The influence of expertise and painting abstraction level. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 94.
- Reindl, V., Gerloff, C., Scharke, W., & Konrad, K. (2018). Brain-to-brain synchrony in parent-child dyads and the relationship with emotion regulation revealed by fNIRS-based hyperscanning. *NeuroImage*, 178, 493–502.
- Silani, G., Lamm, C., Ruff, C. C., & Singer, T. (2013). Right supramarginal gyrus is crucial to overcome emotional egocentricity bias in social judgments. *Journal of Neuroscience*, 33(39), 15466–15476.
- Ticini, L. F., Novembre, G., Waszak, F., Schuetz-Bosbach, S., & Keller, P. E. (2012). *Embodied aesthetics: Audiomotor representation of music in experts and laypersons*. Paper presented at 5th International Conference on Spatial Cognition: Space and Embodied Cognition, Rome, Italy.
- Vaccaro, A. G., Scott, B., Gimbel, S. I., & Kaplan, J. T. (2021). Functional brain connectivity during narrative processing relates to transportation and story influence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, Article 665319.
- van Paasschen, J., Bacci, F., & Melcher, D. P. (2015). The influence of art expertise and training on emotion and preference ratings for representational and abstract artworks. *PLoS ONE*, 10(8), Article e0134241.
- Yang, T. X., Silveira, S., Formuli, A., Paolini, M., Pöppel, E., Sander, T., & Bao, Y. (2019). Aesthetic experiences across cultures: Neural correlates when viewing traditional Eastern or Western landscape paintings. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 798.

Art Expertise Modulates Aesthetic Consistency of Chinese Paintings: A fNIRS Study

Li Yangzhuo¹, Ding Yana¹, Liu Mengdie¹, Zhang Weidong¹, Li Hongxiang², Li Xianchun³

⁽¹⁾ School of Psychology and Cognitive Science, East China Normal University, Shanghai, 200062)

⁽²⁾ School of International Chinese Studies, East China Normal University, Shanghai, 200062)

⁽³⁾ Shanghai Key Laboratory of Mental Health and Psychological Crisis Intervention, Affiliated Mental Health Center (ECNU), School of Psychology and Cognitive Science, East China Normal University, Shanghai, 200062)

Abstract During aesthetic of art paintings, art experts perceive more information from the painting than novices do base on their specific art experience and knowledge. Previous studies have already been demonstrated obvious differences between art experts and novices when it comes to appreciating artistic works. However, to date, there has not yet been systematic research on whether art expertise modulates aesthetic processing of traditional Chinese paintings, especially the neural mechanisms was lacking.

The current study set out to investigate whether the aesthetic evaluation of Chinese paintings was modulated by art expertise. The aesthetic consistency was used as a measure of aesthetic ability in the present study. To this end, thirty participants, 15 art major students and 15 non-art major students (mean age = 22.3 ± 2.46 years old) were enrolled in the experiment, to assess 20 Chinese paintings. The art major students were undergraduate or graduate students who receiving professional art education range from 5 to 10 years, appreciating and evaluating the art paintings is an important part of their professional training. In contrary, non-art major students were undergraduate or graduate students who were without any art training. The two groups were matched in age and education. Participants were asked to rate Chinese paintings on two dimensions of “Beauty” and “Liking”. Ratings were done on a 5-point Likert scale. The oxygenated hemoglobin concentration (HbO) responses were recorded in the prefrontal cortex (PFC) and right temporo-parietal junction (r-TPJ) by functional near-infrared spectroscopy(fNIRS). The aesthetic rating consistency on behavior ratings as well as neural activity consistency (the inter-subject correlation, ISC) were calculated in the art major students and non-art major students in free appreciating the paintings.

Behaviorally, although no significant differences on the evaluation of beauty and liking aesthetic ratings between the two groups, in aesthetic behavior rating consistency, the result showed the main effects of the level of expertise. Specially, the art major group showed significant higher rating consistency than non-art major students ($p < 0.05$). Furthermore, a significant interaction effect showed the higher rating consistency in the art major students group than non-art students group was only on the beauty rating ($p < .05$), but not on the liking rating ($p > .05$). In neural activity consistency, the art major group showed significant increased neural activity consistency than the non-art major group during the aesthetic processing of Chinese paintings, roughly in the right supramarginal gyrus (CH16) and right superior parietal gyrus (CH24) (all $ps < .05$). Notably, our results showed that the neural activity consistency negatively correlated with the art major group beauty ratings, however, this effect was not found in the non-art major group. These findings revealed that art major students' neural activity consistency allows to judged the Chinese paintings as more aesthetic nor or as unaesthetic, but non-art major students' neural activity consistency cannot.

Together, our results further extend the art expertise knowledge helps to aesthetic of Chinese paintings and this finding was confirmed by the aesthetic consensus from behavior and neural indices of aesthetic processing. The present study provides energetic support for the popularization of Chinese traditional art knowledge which was necessity for understanding and appreciating the Chinese paintings.

Key words Chinese painting, aesthetic consistency, art major students, neural activity consistency