

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：古典美还是表现美：摆盘美学影响健康饮食决策的计算与神经机制

作者：刘梦颖，蒋婧怡，杨依琳，江波，黄建平

### 第一轮

审稿人 1:

**意见 1:** 该研究采用 HDDM 和 ERP 技术来研究摆盘美学影响健康饮食决策的计算与神经机制，选题具有新意，研究发现对于助推健康饮食选择具有一定实际意义。但是，该研究在分析方法、结果描述和讨论等方面仍存在一些不足。

**回应:** 感谢审稿人的专业意见，我们已对您的意见做出了逐条回应，并在手稿相应位置进行了修订，修订部分均使用蓝色标定，以方便专家审阅。

**意见 2:** 摘要中一些表述不恰当，如“审美价值调节热量奖赏”“热量奖赏显著性高于审美”。在正文中也多次提到热量“奖赏”或“奖赏效应”，但是该研究并不涉及真正的“奖赏”，被试只是通过按键表达了“想要”或者“不想要”的意愿。作者用“显著性”这一说法也不恰当，不如“突显性”，或者直接描述为“热量信息的神经处理时间早于审美信息”。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

在本研究中，**热量“奖赏”指代与热量相关的食物内在奖赏特性**。进化塑造了人类对高热量食物迅速识别的能力和更高的主观偏好(Cornil et al., 2020)。由于高脂肪和高糖食物有助于存储维持生存所必需的热量，高热量食物往往相较于低热量食物包含更高的内在奖赏，更能诱发愉悦感、满足感，并提供更多的享乐体验(Berthoud et al., 2012; Cornil et al., 2020; Laran & Salerno, 2013)。换言之，热量与食物的固有奖赏价值和美味度，甚至是食物摄入预期所诱发的愉悦感有关(Weltens et al., 2014)。以往研究表明，人们能够自动、内隐的跟踪以视觉图像呈现的食物刺激的热量奖赏价值，表现为高、低热量食物诱发不同的与奖赏价值评估有关的前额叶皮层区域(prefrontal cortex, PFC)激活(Toepel et al., 2009)。同时，PFC 激活水平也受其他奖赏物(例如，次级强化物或货币强化物)的奖赏水平的调节(Cubillo et al., 2019; Rosell-Negre et al., 2017)。这意味着**食物热量所自动诱发的奖赏价值加工可能与其他次级强化物类似**。因此，我们使用热量“奖赏”/“奖赏效应”来代表热量所表征的主观奖赏价值。

然而，我们也同意专家的意见。由于热量本身的“奖赏效应”并非本研究关注的重点，因此，手稿中并未展开描述热量“奖赏”的相关内容。正如专家所提出的，未经阐释的专业名词可能会导致文章理解上的困难和表述歧义。所以，我们修改了摘要中的表述，**将“热量奖赏”调整为“热量价值”、“热量奖赏价值”**；同时，对文中涉及“奖赏”处均进行了上述修改。更新的手稿中，“热量价值”将对应于“审美价值”，共同影响“想要/不想要”的价值判断。

此外，我们也将“显著性”修改为“突显性”。请专家再审阅。

**意见 3:** 作者提供了预实验操纵检验的结果，但是并没有详细描述预实验是如何进行评估的，比如如何评估美感、古典美和表现美？如何评估热量高低？如何评估不同摆盘的同种食物可

被识别为相同食物？

回应：感谢审稿专家的意见。更新的手稿中补充了预实验的被试信息、评估程序和评估内容。

具体而言，预实验共招募被试 30 名(10 名男性，20 名女性)，所有被试平均年龄为  $21.27 \pm 2.34$ ，平均 BMI 为  $21.30 \pm 3.21$ ，平均饥饿度为  $3.83 \pm 0.69$ 。经独立样本  $t$  检验，预实验招募的被试特征(年龄、BMI、饥饿程度)与正式实验保留的有效被试特征无显著差异，所有  $t_s > 0.19$ ， $p_s > 0.16$ ，表明预实验和正式实验中的被试取样特征相似。

受疫情影响，预实验无法在实验室情境内完成，故预实验以问卷形式(Qualtrics)在线开展，问卷共包含两部分评价内容。首先，被试需要对以随机顺序呈现的 106 张食物图片(53 种食物  $\times$  2 种摆盘)进行 4 个项目的评价。其中，食物的主观热量使用“您认为这个食物的主观热量如何？”(1-非常低，7-非常高)单一项目测量；此外，食物摆盘的整体美感、古典美感和表现美感的测量借鉴 Hagen 等人 (2022)的研究以及 Lavie 和 Tractinsky (2004)对古典美和表现美的定义。具体而言，食物的美感评级使用“您觉得这个食物摆盘是美观的”、古典美感评级使用“您觉得这个食物摆盘看起来对称、比例平衡、整齐有序”、表现美感评级使用“您觉得这个食物摆盘看起来新颖、复杂、富有创意”7 点李克特测量。在预实验的第二个部分，同一食物两种版本的摆盘图片将同时呈现，被试被要求对“您认为以上两张图片中的食物是同一食物”单一 7 点李克特量表进行评级 (1-非常不同意；4-既不同意也不反对；7-非常同意)。

预实验整体耗时约 30 分钟，为尽可能实现标准化，被试使用电脑端腾讯会议共享屏幕，随后主试将问卷链接发至腾讯会议对话框，并指导被试将浏览器全屏后开始作答。预实验程序样例见 [https://oxfordxpsy.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV\\_1AB0SuVf1FghPLg](https://oxfordxpsy.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_1AB0SuVf1FghPLg)

意见 4：实验试次的描述前后不一致：前文说，该实验包含 216 个试次，后文说“整个实验分为 15 个 block，每个 block 包含 16 个试次”即  $15 \times 16 = 240$  个试次。

回应：感谢审稿专家认真、仔细地审阅。经过数据核对，本研究共包含 216 个试次，整个实验分为 15 个 block，每个 block 内包含 15 个试次，最后一个 block 内包含 9 个试次。我们对这一细节上的错误感到抱歉，请审稿专家再审阅。

意见 5：作者选择 N300 这一指标的理由和 N400 相似，但是在结果中发现 N300 受热量主效应影响，而 N400 受审美特征主效应影响。为何有这种差别？另外，对结果“相比于低热量食物，高热量食物诱发更大的 N300 振幅 ( $M_{高热量} = -0.91$  vs.  $M_{低热量} = -1.16$ )”的描述不当，从数值上看应为低热量食物诱发更大的 N300 振幅。

回应：感谢审稿专家的意见。

本研究的 ERP 分析表明，大脑对热量与美学的处理是时间分离的，热量信息的处理要早于美学。换言之，在基于价值的决策中，个体率先处理食物的热量信息，随后才开始进行审美特征的意义处理。其中，对热量差异的处理大约发生在 240-320ms 的时间窗内。这与以往的研究一致，即食物热量/脂肪差异处理晚期阶段负波(217-316ms)反映了个体对食物能量、营养价值及其奖赏特性的一般性评价(Toepel et al., 2009, 2010)。相比于热量信息处理，审美的意义评估更晚，反映为 380-460ms 时间窗内的负性诱发电位 N400。我们认为**热量处理的时间优势可能与其奖赏的突显性有关**，即无论是在能量含量还是内在奖赏方面，食物的热量总是比其视觉审美具有更高的奖赏价值。类似解释框架也已被用于情绪面孔的识别与处理中(Pourtois & Vuilleumier, 2006; Rellecke et al., 2012)。因此，对食物热量和视觉审美进行意义处理的相对时间差异可能反映了其内在奖赏价值的区别。

在本研究中，低热量诱发的 N300 振幅显著高于高热量食物，而表征美学处理差异的指

标 N400 对表现美的振幅要显著高于古典美。一般而言, N300/N400 是与物体识别/意义处理相关的大脑电位指标(Kutas & Federmeier, 2011; Truman & Mudrik, 2018), 高热量 (VS.低热量) 和古典美 (VS.表现美) 的较低振幅反映了被试对这些刺激的识别、价值评估和意义处理的流畅性。这与我们先前的假设一致, 即由于人们对古典美以及高热量食物具有内在的偏爱, 对这些属性的评估往往是流畅的, 而不需要付出较大的心理成本或认知资源。

最后, 感谢审稿专家对此处结果表述的纠正, 手稿中已对此错误进行了更正, 即“相比于高热量食物, 低热量食物诱发更大的 N300 振幅 ( $M_{\text{高热量}} = -0.91$  vs.  $M_{\text{低热量}} = -1.16$ )”。请审稿专家再审阅。

**意见 6:** 漂移率的后验估计结果中, 作者提到“具体而言, 被试稳定的选择以古典美摆盘的高热量食物 (拒绝率为 0%), 表现美则降低了对高热量食物的趋近反应, 导致 68.35%的拒绝率; 此外, 古典美几乎逆转被试对低热量食物的回避反应, 使低热量食物的接受率由 1.62% 上升到 96.86%”, 但不清楚这些具体数值如“68.35%”“96.86%”从何而来。在讨论部分, 作者又提到“而对于低热量食物, 古典美(vs. 表现美)则导致食物拒绝概率下降 95.24%”, 这一数字“95.24%”来源不明。该文章的主要结论依据此结果而来, 因此, 对这一结果应有详细的说明。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。我们在手稿的“2.5 统计方法”部分补充了贝叶斯后验概率的计算方式, 并修改了结果与讨论部分的相关表述。另外, 经过数据核对分析, 我们发现先前在“低热量”条件下的后验分布概率差异存在计算错误, 更新的手稿中已经修正了此项错误。我们同步检查了手稿中结果部分的所有数据, 确保没有类似计算错误, 并将 HDDM 分析的全部原始数据、分析数据、分析代码上传至 OSF(<https://osf.io/7vjfp/>), 以供同行检查。关于专家提出的贝叶斯后验分布概率计算问题, 回应如下:

为了评估各个自变量处理水平下证据积累的方向, 计算了漂移率后验分布大于 0 或小于 0 的概率(Wiecki et al., 2013)。由于设定“想要”(即接受)为决策上边界, “不想要”(即拒绝)为决策下边界。因此, 当漂移率为正时, 表明被试积累与“接受”决策相关的证据; 相反, 则积累与“拒绝”决策相关的证据(Ratcliff & McKoon, 2008)。如果后验分布不等于 0 的概率超过 95%, 则认为被试稳定的向某个决策方向积累证据。这种确定显著性的贝叶斯方法虽然有别于传统的频率主义  $p$  值, 但提供了一个可比的解释性框架(Harris et al., 2018; Wiecki et al., 2013)。

在本研究中, 我们计算了每个处理水平下漂移率后验分布的概率差异, 见表 2。从决策证据积累方向上来看, 无论高热量食物以何种方式摆盘, 被试均会稳定的积累与“接受”决策相关的证据,  $P(\text{HC} > 0) = 100\%$ ,  $P(\text{HE} > 0) = 98.88\%$ ; 然而, 相比于古典美, 表现美显著降低了被试对高热量食物向“接受”决策方向积累证据的速度,  $P(\text{HC} > \text{HE}) = 99.56\%$ 。同时, 审美价值对低热量食物证据积累方向的影响更大, 当低热量食物以表现美摆盘时, 被试稳定的向“拒绝”方向积累证据  $P(\text{LE} < 0) = 98.36\%$ ; 而当低热量食物以古典美摆盘时, 被试积累“拒绝”证据的概率不再显著  $P(\text{LC} < 0) = 65.66\%$ 。表明古典美对低热量食物的食欲价值具有一定的提升作用。

表 2 后验分布概率差异比较

	配对	P (%)
热量	P (HC > LC)	100
	P (HE > LE)	99.86
审美	P (HC > HE)	99.56
	P (LC > LE)	89.08
热量×审美	P (HC > LE)	100
	P (HE > LC)	97.28
	P (HE > 0)	98.88
方向	P (HC > 0)	100
	P (LE < 0)	98.36
	P (LC < 0)	65.66

注：HC 为高热量古典美摆盘；HE 为高热量表现美；LC 为低热量古典美；LE 为低热量表现美；P 为后验分布的概率差异，当 P > 95% 时，条件间差异显著。

**意见 7：**作者提出“热量差异所导致的食物选择率的变化显著大于审美差异”，这一结论是如何得到的？根据效应值？但是选择率这一结果中，交互效应是显著的，在这种情况下，只看主效应是否恰当？

**回应：**感谢审稿专家的意见。

如专家所言，仅根据热量和审美对食物选择率影响的主效应的效应量来得出“热量差异的影响高于审美差异”是不可靠的。因此，在手稿的“行为结果”部分，我们在总试次(所有被试的所有有效试次)数据基础上，进行了广义线性混合模型(**Generalized Linear Mixed Models, GLMM**)分析以确定热量价值和审美价值对食物决策的贡献量。其中，以热量和审美作为固定因子，以被试 ID 作为随机因子，以食物的二元选择(0,1)作为预测因子。结果表明，热量价值对食物选择的影响显著，低热量相比高热量显著降低了食物选择率， $\beta_{\text{热量}} = -0.68$ ,  $z(6755) = -13.11$ ,  $p < 0.001$ ; 95% CI = [-0.78, -0.58]; 此外，审美价值对食物选择的影响也显著，表现美相比于古典美显著降低了食物选择率， $\beta_{\text{审美}} = -0.32$ ,  $z(6755) = -6.27$ ,  $p < 0.001$ ; 95% CI = [-0.42, -0.22]。随后，使用 Wald 检验来进一步分析热量和审美价值的  $\beta$  系数差异，从而确定两者对食物选择贡献量差异的显著性。Wald 检验可以用于广义线性模型的系数差异检验(Wald, 1943)。因此，能够提供审美和热量价值贡献量大小差异的适宜度量。结果表明，热量价值对食物选择的影响显著高于审美价值， $\chi^2(1) = 24.27$ ,  $p < 0.001$

**意见 8：**CPP( centroparietal positivity) 翻译为“中央顶叶正波”更恰当。对于 CPP 结果，在低热量食物条件下，被试对古典美和表现美摆盘的信号积累率统计上差异并不显著 (M 古典 = 222.84; M 表现 = 120.66),  $t(30) = 1.73$ ,  $p = 0.09$ , Cohen's d = 0.31, 95% CI = [-0.05, 0.67], 作者的表述不当。

**回应：**感谢审稿专家的仔细审阅和建议。我们已修改了手稿中关于 CPP 的中文翻译，并修改了关于 CPP 结果的表述。我们还仔细审查了所有结果表述部分，确保当前手稿已没有其他笔误。请专家再审阅。

**意见 9：**作者在讨论中提到“当热量与审美价值方向冲突 (vs. 一致) 时，漂移率 ( $v$ ) 更小，决策神经信号积累 (CPP) 更大，即决策难度更高”，应结合该研究结果来论述这一结论，否则

难以理解。此外，也不清楚“热量价值与审美价值的协同与竞争效应”如何体现出来。

**回应：**感谢审稿专家的意见。我们在手稿的“讨论”部分做出了对应修改，以提高论文的可理解性。

如前所述，高热量(vs.低热量)以及古典美(vs.表现美)导致更高的食物选择率，相对而言，低热量(vs.高热量)和表现美 (vs.古典美)引起的食物拒绝率更高。而当热量价值和审美价值方向相同时(即高热量食物以古典美摆盘或低热量食物以表现美摆盘)，与方向不一致时相比(即高热量食物以表现美摆盘或低热量食物以古典美摆盘)，被试的漂移率( $v$ )更高，即证据积累速度更快；同时，决策神经信号积累(CPP)更大，即决策难度更低。这一结果模式可以用趋避冲突下的决策过程来解释。例如，Garcia-Guerrero 等人(2023)通过两项鼠标追踪实验发现，决策的趋避冲突越大，鼠标响应越慢、轨迹偏转越大、决策前动摇越多；此外，根据 Choi 等人(2022)的研究，决策冲突会导致更谨慎的应对策略，即通过牺牲决策速度来换取选择的安全性。因此，在饮食决策中，当热量价值和审美价值方向不一致(vs.一致)时，被试将体验到更高的趋避冲突，此时决策难度更高、证据积累速度更慢。换言之，审美/热量价值的高低均能诱发食物的接近与回避动机，两者价值方向的协同(一致)与竞争(不一致)反映了决策趋避冲突的强弱，并导致决策速度与决策难度的动态变化。

**意见 10：**被试大部分为女性(25/34)，女性被试为主的样本是否会对本研究结论有影响？至少作者应在局限性中提到这一不足。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

经文献查阅，虽然没有直接证据表明古典美和表现美对食欲偏好的影响存在性别差异，但有研究指出男性(vs.女性)对网页设计的感知可信度更容易受到古典美学的影响(Oyibo et al., 2018)；此外，热量对食物选择的影响也存在性别差异，女性的食物选择和感知更容易受到暴露的卡路里含量的影响(Heiman & Lowengart, 2014)；在神经反应层面，研究也发现女性在饥饿(vs.饱腹)状态下观看高热量图片时，上内侧额叶(superior medial frontal lobe)和梭状回(fusiform gyrus)表现出更显著的激活，即诱发更高的情绪处理和视觉注意力，但在男性中没有观察到这种效应(Frank et al., 2010)。因此，如专家所言，以女性被试为主的样本确实可能会对本研究结论产生一定的影响。我们在手稿的“局限性”部分提到了本研究在性别比例控制方面的不足，请专家再审阅。

**意见 11：**其它问题：(1) 脑电记录与处理部分对被试数目描述存在笔误：“剩余被试 30 名(8 名男性, 23 名女性...)”应为“剩余被试 31 名”。(2)“2.4 统计方法”编号不对，应为“2.5”；(3)图 4 的文字描述与图不相符，最明显的是文字中只描述了图 A、B，而图中有 A,B,C,D 子图。图 A 中纵坐标是食物选择模式的平均数吗？数值范围(0-1000)远远超过总试次数目。

**回应：**感谢审稿专家耐心和仔细地审阅。根据专家意见，我们已经修改了手稿中笔误及描述遗漏部分。对于问题(3)，图 A 是指在不同条件下不同选择模式的 trial 数量(总试次数为 6759，即所有被试的所有有效试次)。我们在图描述部分增加了此说明以降低可能的理解歧义。请专家再审阅。

## 参考文献

- Berthoud, H.-R., Zheng, H., & Shin, A. C. (2012). Food reward in the obese and after weight loss induced by calorie restriction and bariatric surgery. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1264(1), 36–48. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06573.x>

- Choi, E. A., Husic, M., Millan, E. Z., Gilchrist, S., Power, J. M., Bressel, P. J.-R. dit, & McNally, G. P. (2022). A Corticothalamic Circuit Trades off Speed for Safety during Decision-Making under Motivational Conflict. *Journal of Neuroscience*, *42*(16), 3473–3483. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0088-22.2022>
- Cornil, Y., Gomez, P., & Vasiljevic, D. (2020). Food as Fuel: Performance Goals Increase the Consumption of High-Calorie Foods at the Expense of Good Nutrition. *Journal of Consumer Research*, *47*(2), 147–166. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucaa012>
- Cubillo, A., Makwana, A. B., & Hare, T. A. (2019). Differential modulation of cognitive control networks by monetary reward and punishment. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *14*(3), 305–317. <https://doi.org/10.1093/scan/nsz006>
- Frank, S., Laharnar, N., Kullmann, S., Veit, R., Canova, C., Hegner, Y. L., Fritsche, A., & Preissl, H. (2010). Processing of food pictures: Influence of hunger, gender and calorie content. *Brain Research*, *1350*, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.04.030>
- Garcia-Guerrero, S., O’Hora, D., Zgonnikov, A., & Scherbaum, S. (2023). The action dynamics of approach-avoidance conflict during decision-making. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *76*(1), 160–179. <https://doi.org/10.1177/17470218221087625>
- Hagen, L. (2021). Pretty Healthy Food: How and When Aesthetics Enhance Perceived Healthiness. *Journal of Marketing*, *85*(2), 129–145. <https://doi.org/10.1177/0022242920944384>
- Harris, A., Clithero, J. A., & Hutcherson, C. A. (2018). Accounting for Taste: A Multi-Attribute Neurocomputational Model Explains the Neural Dynamics of Choices for Self and Others. *Journal of Neuroscience*, *38*(37), 7952–7968. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3327-17.2018>
- Heiman, A., & Lowengart, O. (2014). Calorie information effects on consumers’ food choices: Sources of observed gender heterogeneity. *Journal of Business Research*, *67*(5), 964–973. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.08.002>
- Kutas, M., & Federmeier, K. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, *62*, 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Laran, J., & Salerno, A. (2013). Life-History Strategy, Food Choice, and Caloric Consumption. *Psychological Science*, *24*(2), 167–173. <https://doi.org/10.1177/0956797612450033>
- Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human Computer Studies*, *60*(3), 269–298. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.09.002>
- Oyibo, K., Adaji, I., & Vassileva, J. (2018). What drives the perceived credibility of health apps: Classical or expressive aesthetics? *CEUR Workshop Proceedings*, *2216*, 30–35. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91244-8>
- Pourtois, G., & Vuilleumier, P. (2006). Dynamics of emotional effects on spatial attention in the human visual cortex. In S. Anders, G. Ende, M. Junghofer, J. Kissler, & D. Wildgruber (Eds.), *Progress in Brain Research* (Vol. 156, pp. 67–91). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)56004-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)56004-2)
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. *Neural Computation*, *20*(4), 873–922. <https://doi.org/10.1162/neco.2008.12-06-420>
- Rellecke, J., Sommer, W., & Schacht, A. (2012). Does processing of emotional facial expressions depend on intention? Time-resolved evidence from event-related brain potentials. *Biological Psychology*, *90*(1), 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.02.002>
- Rosell-Negre, P., Bustamante, J. C., Fuentes-Claramonte, P., Costumero, V., Benabarre, S., & Barros-Loscertales, A. (2017). Monetary reward magnitude effects on behavior and brain function during goal-directed behavior. *Brain Imaging and Behavior*, *11*(4), 1037–1049. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9577-7>

- Toepel, U., Knebel, J. F., Hudry, J., le Coutre, J., & Murray, M. M. (2009). The brain tracks the energetic value in food images. *NeuroImage*, *44*(3), 967–974. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.10.005>
- Toepel, U., Knebel, J.-F., Hudry, J., le Coutre, J., & Murray, M. M. (2010). Advantageous Object Recognition for High-Fat Food Images. In J.-P. Montmayeur & J. le Coutre (Eds.), *Fat Detection: Taste, Texture, and Post Ingestive Effects*. CRC Press/Taylor & Francis. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53534/>
- Truman, A., & Mudrik, L. (2018). Are incongruent objects harder to identify? The functional significance of the N300 component. *Neuropsychologia*, *117*, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.06.004>
- Wald, A. (1943). Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. *Transactions of the American Mathematical society*, *54*(3), 426–482.
- Weltens, N., Zhao, D., & Van Oudenhove, L. (2014). Where is the comfort in comfort foods? Mechanisms linking fat signaling, reward, and emotion. *Neurogastroenterology and Motility*, *26*(3), 303–315. <https://doi.org/10.1111/nmo.12309>
- Wiecki, T., Sofer, I., & Frank, M. (2013). HDDM: Hierarchical Bayesian estimation of the Drift-Diffusion Model in Python. *Frontiers in Neuroinformatics*, *7*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fninf.2013.00014>
- .....

## 审稿人 2:

**意见 1:** 本研究从摆盘的不同审美特征出发, 借助计算建模与脑电技术, 探讨了古典美与表现美对健康饮食的选择以及内在的计算与神经机制。研究发现古典美(vs 表现美)的审美价值更高, 而且调节热量奖赏。其中审美价值的调节效应发生在决策证据积累过程中, 影响漂移率( $v$ )以及中央顶叶阳性(CPP)。文章的结构清晰, 表述规范, 对于健康饮食的干预具有一定的现实意义。下面是该文章可进一步完善的地方:

**回应:** 感谢审稿人的专业意见, 我们已对您的意见做出了逐条回应, 并在手稿相应位置进行了修订, 修订部分均使用蓝色标定, 以方便专家审阅。

**意见 2:** 作者在引言古典美与表现美的各自的特征, 在方法上“古典美摆盘被操纵为摆盘平衡、对称、秩序; 表现美摆盘被操纵为摆盘创意、有趣、复杂”。但是从文章提供的图 1 可以看到表现美也有存在对称。建议作者对古典美与表现美古典美与表现美的关系, 例如两者的共性是什么, 最大的区别是什么呢? 将审美特征分为古典美与表现美的标准是什么等进行适当的解释或者补充。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。根据专家意见, 我们在手稿中引言部分对古典美和表现美的关系、主要区别以及划分标准进行了补充解释。

具体而言, 根据 Lavie 和 Tractinsky (2004)的审美维度理论, 视觉美学可以依据对象的设计特征和感知者的主观感知划分为两个维度——古典美和表现美。古典美由构成良好设计的许多一般性原则组成, 强调视觉元素组织的清晰、对称、平衡、秩序、统一、和谐, 与传统美学概念密切相关。而表现美代表设计的新颖性与复杂性, 强调创意、迷人、精致和独特, 着眼于设计的创造力与表现力。审美维度理论遵循互动主义美学概念, 即审美判断是客观属性和主观感受交互的结果(Venkatesh & Meamber, 2008)。因此, 古典美和表现美既涉及客观审美设计规则的操纵, 又需要结合个体的主观感知与评价(Liu et al., 2023)。

一般而言, 古典美和表现美是相互关联的。从设计的客观特征上来看, 一方面, 秩序和复杂性相互对立, 因为设计中的秩序会降低复杂性, 而复杂性也会降低秩序(Arnheim,

1968)。另一方面,秩序和复杂性相互依存(Arnheim, 1968)。个体需要一定程度的秩序来处理高复杂性,因为没有秩序的复杂性会导致混乱(Arnheim, 1968)。同时,从设计的主观感知上来看,需要一定程度的复杂性来引起人们对高秩序性的兴趣,即没有复杂性的秩序会导致无聊(Arnheim, 1968)。在环境设计中,复杂性和秩序性相互结合以形成审美表征,即复杂性提供视觉丰富度,而秩序的构建多样性刺激有助于减少不确定性并提高可理解性(Nasar, 2000)。而在审美设计中,当秩序性或复杂性的审美特征占据视觉主导,且整体上令人感到和谐统一或复杂新颖时,形成设计的古典美或表现美(Deng & Poole, 2012)。因此,古典美和表现美之间互相关联而非互相对抗。

**意见 2:** 作者在引言介绍了古典美与表现美对食物健康有关的决策是有好处的,但是对于古典美与表现美两者对健康饮食决策影响以及影响的原因是否相同或不同没有提供更多的解释。建议作者对此进行一定的补充并在此基础上提出研究假设。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们在引言部分介绍了食物的视觉美学对于提升健康食物进食体验的重要性,同时,我们也指出美不仅是单一连续体上的不同美感等级,即使是相同的美感,不同审美特征也会影响人们对视觉对象的感知与判断。例如,古典美与食物的感知健康、营养、安全性等食物功能特性的感知相关(Hagen, 2021; Liu et al., 2023); 而表现美则与食物的享乐体验有关(Liu et al., 2023; Michel et al., 2014, 2015)。然而,在饮食决策中,哪种审美设计具有更高的审美价值并引起更高的食欲偏好尚不清楚。因此,在引言部分,我们并未对哪种审美特征导致更高的食欲价值做出先验假设,而是以开放性和探索性的视角来检验食物的视觉审美偏好,并通过计算建模和 ERP 分析来探讨其审美价值的计算依据和加工机制。

在不改变视觉美感的前提下,辨别不同审美特征诱发的食欲价值是重要的。因为对于餐饮行业而言,虽然提高健康食物的视觉美感来提升其饮食体验是常用的健康饮食助推方式(Cadario & Chandon, 2020; Cornil & Chandon, 2016),但很少有餐厅使用低视觉美感呈现不健康食物来达到减少消费者不健康食物选择率的目的。由于视觉美感往往影响产品质量感知(Pombo & Velasco, 2021),低美感的食物呈现方式可能会对餐饮企业的品牌形象造成威胁(Jin et al., 2015)。然而,通过鉴别相同美感、不同审美价值的摆盘审美特征设计将有助于在不影响品牌形象和食物质量感知的前提下,为餐饮商提供助推消费者健康食物选择的两种并行路径——将健康食物以高食欲价值的审美特征摆盘,同时将不健康食物以低食欲价值的审美特征摆盘。我们在引言的问题提出部分增加了上述表述,以建立古典美、表现美与健康饮食决策之间的关联。请专家再审阅。

**意见 3:** 预实验中食物材料评定的问题都是什么呢,即如何询问食物的古典美与表现美? 正式实验中的被试是否有参与古典和表现美感评分环节呢?

**回应:** 感谢审稿专家的意见。更新的手稿中补充了预实验的被试信息、评估程序和评估内容。

首先,预实验和正式实验中招募的被试不重合,正式实验中,被试没有对食物的古典美和表现美感进行评分。然而,我们对预实验招募被试的人口统计学特征(年龄、BMI、饥饿程度)与正式实验保留的有效被试特征进行了独立样本 t 检验。结果表明,两个群体的取样特征无显著差异,所有  $t_s > 0.19$ ,  $p_s > 0.16$ 。具体而言,预实验共招募被试 30 名(10 名男性,20 名女性),所有被试平均年龄为  $21.27 \pm 2.34$ ,平均 BMI 为  $21.30 \pm 3.21$ ,平均饥饿度为  $3.83 \pm 0.69$ 。因此,基于预实验样本数据结果所进行的实验材料筛选和美感评定在一定程度上可以代表正式实验中被试对刺激的感知和评价。

受疫情影响，预实验无法在实验室情境内完成，故预实验以问卷形式(Qualtrics)在线开展，问卷共包含两部分评价内容。首先，被试需要对以随机顺序呈现的 106 张食物图片(53 种食物 ×2 种摆盘)进行 4 个项目的评价。其中，食物的主观热量使用“您认为这个食物的主观热量如何？”(1-非常低, 7-非常高)单一项目测量；此外，食物摆盘的整体美感、古典美感和表现美感的测量借鉴 Hagen 等人 (2022)的研究以及 Lavie 和 Tractinsky (2004)对古典美和表现美的定义。具体而言，食物的美感评级使用“您觉得这个食物摆盘是美观的”、古典美感评级使用“您觉得这个食物摆盘看起来对称、比例平衡、整齐有序”、表现美感评级使用“您觉得这个食物摆盘看起来新颖、复杂、富有创意”7 点李克特测量。在预实验的第二个部分，同一食物两种版本的摆盘图片将同时呈现，被试被要求对“您认为以上两张图片中的食物是同一食物”单一 7 点李克特量表进行评级 (1-非常不同意; 4-既不同意也不反对; 7-非常同意)。

预实验整体耗时约 30 分钟，为尽可能实现标准化，被试使用电脑端腾讯会议共享屏幕，随后主试将问卷链接发至腾讯会议对话框，并指导被试将浏览器全屏后开始作答。预实验程序样例见 [https://oxfordxpsy.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV\\_1AB0SuVf1FghPLg](https://oxfordxpsy.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_1AB0SuVf1FghPLg)

**意见 4：**鉴于被试绝大多数都为女性，作者需要对以往研究中食物美感对健康饮食决策是否存在性别差异，以及实验中的美感评分是否存在性别差异等需要提供更多的说明。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

经文献查阅，虽然没有直接证据表明古典美和表现美对食欲偏好的影响存在性别差异，但有研究指出男性(vs.女性)对网页设计的感知可信度更容易受到古典美学的影响(Oyibo et al., 2018); 此外，热量对食物选择的影响也存在性别差异，女性的食物选择和感知更容易受到暴露的卡路里含量的影响(Heiman & Lowengart, 2014); 在神经反应层面，研究也发现女性在饥饿(vs.饱腹)状态下观看高热量图片时，上内侧额叶(superior medial frontal lobe)和梭状回(fusiform gyrus)表现出更显著的激活，即诱发更高的情绪处理和视觉注意力，但在男性中没有观察到这种效应(Frank et al., 2010)。因此，如专家所言，以女性被试为主的样本确实可能会对本研究结论产生一定的影响。我们在手稿的“局限性”部分提到了本研究在性别比例控制方面的不足，请专家再审阅。

**意见 5：**作者选择 N400 电极团的文献依据以及 N300 选择的具体电极团没有提供具体信息，这里需要做些补充。

**回应：**感谢审稿专家的意见。我们已在手稿的“2.4.1 脑电记录与处理”部分补充了选择 N300 和 N400 电极团的文献依据。

根据以往研究，物体识别 N300 以及意义处理与整合 N400 具有较多的枕叶分布(Huang et al., 2010; Kutas & Federmeier, 2011; Truman & Mudrik, 2018)。因此，在现有文献基础上，根据广义平均波形图和全脑地形图分布，在刺激呈现后枕叶电极团 (PO3、PO4、POz、O1、O2、Oz) 380-500ms 间提取 N400 平均振幅；并在相同电极团的较早时间窗(240-320 ms)提取 N300 平均振幅进行分析。请专家再审阅。

**意见 6：**作者考察了古典美与表现美对健康饮食的选择的神经机制，那么脑电指标 N400、CPP 等等与被试的饮食选择率或者反应时等行为指标之间是否存在相关关系呢，建议作者进行补充分析。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

根据专家意见, 我们分别对脑电指标(N300、N400)与行为指标(食物想要程度评级, 即食欲价值)进行了相关分析。结果表明, 不同热量食物的食欲价值差异与其所诱发的脑电成分 N300 振幅差异之间的相关不显著,  $r = -0.32, p = 0.08$ ; 然而, 不同审美特征食物的食欲价值差异与其所诱发的脑电成分 N400 振幅差异之间的相关显著,  $r = 0.44, p = 0.01$ 。表明审美的食欲价值与 N400 振幅呈正相关, 即审美价值越小, N400 振幅越负(见图 B), 从而辅助验证了 N400 在反映食物视觉审美价值高低上的有效性。然而, 热量的食欲价值与 N300 振幅相关性并不显著。以往研究表明, 行为结果指标对神经信息处理过程的检测灵敏度较低, 因此, 刺激诱导的较早期电生理参数(如, P300)与行为参数之间往往会显示较差的相关性(Grane et al., 2016; Zsoldos et al., 2022)。虽然相关分析的结果进一步佐证了 N400 的有效性, 但该结果与本研究的主要结论关联不大, 受限于期刊篇幅要求, 此处分析未放进正文中, 请专家再审阅。

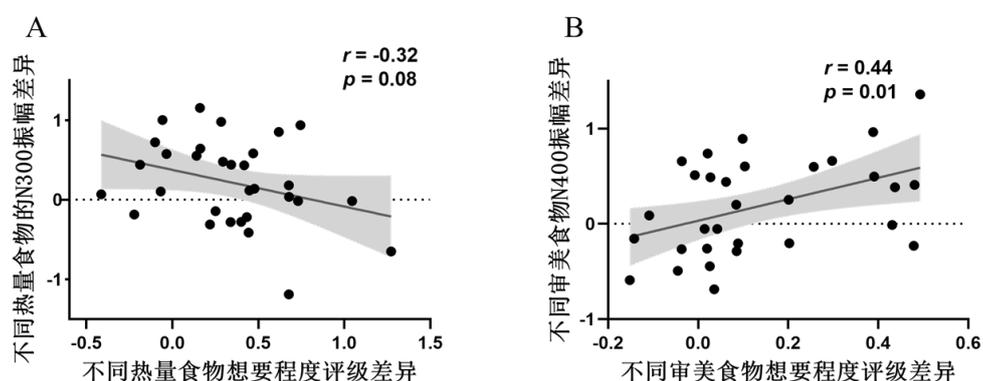


图2 食物想要程度评级差异与脑电指标振幅差异的相关。A) 热量价值差异与 N300 振幅差异; B) 审美价值差异与 N400 振幅差异

**意见 7:** 在讨论部分 4.1 的标题是“审美价值的计算依据与内在机制”。实验结果也发现了审美价值对漂移率的影响, 但是这部分内容没有讨论计算依据, 建议进行补充。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

根据专家意见, 我们在“4.1 审美价值的计算依据与内在机制”章节对审美价值的计算依据进行了补充讨论。具体而言, 模型参数分析表明, 古典美比表现美的漂移率更大。一般来说, 漂移率代表单位时间内累积的平均证据量, 是决策任务难度或个体信息处理能力的指标(Forstmann et al., 2016)。因此, 当前结果表明被试对古典美(vs.表现美)设计的决策证据积累速度更快, 即被试更容易从古典美的视觉摆盘中提取和处理食物的价值信息。这一参数结果与电生理指标 N400 的结果模式相对应, ERP 分析表明, 古典美诱发的 N400 振幅更低, 表明被试对古典美视觉摆盘食物的意义加工更流畅, 而表现美则诱发了更大的语义违规效应, 被试计算和处理表现美摆盘食物价值信息的难度更大。此外, 在手稿中, 我们继续讨论了出现上述结果的原因, 请专家再审阅。

**意见 8:** 文中有一些细节需要进一步修改或者完善。(1)图 6 的语言建议统一为中文或英文。建议作者通读全文, 对此类问题进行修改。(2)HDDM 工具包的版本号补充完整。(3)“图 2 实验单试次流程图”这里只需要呈现一个试次的内容即可。(4)“剩余 30 名(8 名男性, 23 名女性)”作者需要确定是最终的人数是 30 名还是 31 名。(5) 在模型结果部分中“具体而言, 被试稳定的选择以古典美摆盘的高热量食物 (拒绝率为 0%), 表现美则降低了对高热量食物的趋近反应, 导致 68.35%的拒绝率; 此外, 古典美几乎逆转被试对低热量食物的回避反应, 使低热量

食物的接受率由 1.62% 上升到 96.86%。”这里是接受率，拒绝率，讨论中措辞是“接受概率与拒绝概率”，两者是含义容易引起歧义，建议统一措辞。(6)有些标点的格式不统一，例如“ $F(1,30) = 6.37, p = 0.017, \eta^2 p = 0.18$ ”中既有中文也有英文输入法下的标点。建议作者通读全文，对上述问题进行修改。

回应：已全部修正。

**意见 9：**在研究局限中，作者提及到的决策激励兼容策略具体是什么？这个对被试食物选择的准确性的影响有多大呢？

回应：感谢审稿专家的意见。

决策激励兼容(Incentive Compatibility)策略是一种鼓励被试认真作答的方式，其基本思想是确保被试的个人利益与实验的整体目标一致，从而激励他们诚实地表达自己的偏好(Mishra, 2009)。在饮食决策中，激励兼容策略一般是在指导语中告诉被试“我们将在你的全部实验试次中随机挑选一个你有较高选择偏好的食物作为你的奖励”(eg., Harris et al., 2018; Köster et al., 2023)。这意味着如果被试在实验中不认真作答，那么他们可能在实验结束后收到一个他不那么喜欢的食物。当被试了解到自己在实验中的食物选择与自己最终可能获得的奖励有关时，可能会提高作答的认真程度。然而，激励兼容策略对饮食研究中食物选择准确性的改善效果尚未得到系统论证，且在许多有较高影响力的饮食决策 ERP 研究中，激励兼容性策略并不总是被实施(eg., Bielser et al., 2016; HajiHosseini & Hutcherson, 2021)。因此，我们认为这一策略可能会对选择结果的准确性有一定的改善作用，但并不会改变当前研究的结果模式。

## 参考文献

- Arnheim, R. (1968). *Order and complexity in landscape design*.
- Bielser, M.-L., Cr  c C., Murray, M. M., & Toepel, U. (2016). Does my brain want what my eyes like? – How food liking and choice influence spatio-temporal brain dynamics of food viewing. *Brain and Cognition*, *110*, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.10.005>
- Cadario, R., & Chandon, P. (2020). Which healthy eating nudges work best? A meta-analysis of field experiments. *Marketing Science*, *39*(3), 465–486. <https://doi.org/10.1287/mksc.2018.1128>
- Cornil, Y., & Chandon, P. (2016). Pleasure as an ally of healthy eating? Contrasting visceral and Epicurean eating pleasure and their association with portion size preferences and wellbeing. *Appetite*, *104*, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.045>
- Deng, L., & Poole, M. S. (2012). Aesthetic design of e-commerce web pages—Webpage Complexity, Order and preference. *Electronic Commerce Research and Applications*, *11*(4), 420–440. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2012.06.004>
- Forstmann, B. U., Ratcliff, R., & Wagenmakers, E.-J. (2016). Sequential Sampling Models in Cognitive Neuroscience: Advantages, Applications, and Extensions. *Annual Review of Psychology*, *67*(1), 641–666. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033645>
- Frank, S., Laharnar, N., Kullmann, S., Veit, R., Canova, C., Hegner, Y. L., Fritsche, A., & Preissl, H. (2010). Processing of food pictures: Influence of hunger, gender and calorie content. *Brain Research*, *1350*, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.04.030>
- Grane, V. A., Brunner, J. F., Endestad, T., Aasen, I. E. S., Kropotov, J., Knight, R. T., & Solbakk, A.-K. (2016). ERP Correlates of Proactive and Reactive Cognitive Control in Treatment-Naïve Adult ADHD. *PLOS ONE*, *11*(7), e0159833. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159833>

- Hagen, L. (2021). Pretty Healthy Food: How and When Aesthetics Enhance Perceived Healthiness. *Journal of Marketing*, 85(2), 129–145. <https://doi.org/10.1177/0022242920944384>
- HajiHosseini, A., & Hutcherson, C. A. (2021). Alpha oscillations and event-related potentials reflect distinct dynamics of attribute construction and evidence accumulation in dietary decision making. *eLife*, 10, e60874. <https://doi.org/10.7554/eLife.60874>
- Harris, A., Clithero, J. A., & Hutcherson, C. A. (2018). Accounting for Taste: A Multi-Attribute Neurocomputational Model Explains the Neural Dynamics of Choices for Self and Others. *Journal of Neuroscience*, 38(37), 7952–7968. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3327-17.2018>
- Heiman, A., & Lowengart, O. (2014). Calorie information effects on consumers' food choices: Sources of observed gender heterogeneity. *Journal of Business Research*, 67(5), 964–973. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.08.002>
- Huang, H.-W., Lee, C.-L., & Federmeier, K. D. (2010). Imagine that! ERPs provide evidence for distinct hemispheric contributions to the processing of concrete and abstract concepts. *NeuroImage*, 49(1), 1116–1123. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.07.031>
- Jin, N. (Paul), Goh, B., Huffman, L., & Yuan, J. J. (2015). Predictors and Outcomes of Perceived Image of Restaurant Innovativeness in Fine-Dining Restaurants. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 24(5), 457–485. <https://doi.org/10.1080/19368623.2014.915781>
- Köster, M., Buabang, E. K., Ivančir, T., & Moors, A. (2023). A value accumulation account of unhealthy food choices: Testing the influence of outcome salience under varying time constraints. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s41235-022-00459-6>
- Kutas, M., & Federmeier, K. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62, 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human Computer Studies*, 60(3), 269–298. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.09.002>
- Liu, M., Ji, S., Jiang, B., & Huang, J. (2023). Plating for health: A cross-cultural study of the influence of aesthetics characteristics on food evaluation. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 33, 100785. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100785>
- Michel, C., Velasco, C., Fraemohs, P., & Spence, C. (2015). Studying the impact of plating on ratings of the food served in a naturalistic dining context. *Appetite*, 90(Ii), 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.02.030>
- Michel, C., Velasco, C., Gatti, E., & Spence, C. (2014). A taste of Kandinsky: Assessing the influence of the artistic visual presentation of food on the dining experience. *Flavour*, 3(1), 7. <https://doi.org/10.1186/2044-7248-3-7>
- Mishra, D. (2009). Mechanism design and incentive compatibility. *Indian Growth and Development Review*, 2(2), 183–187. <https://doi.org/10.1108/17538250910992595>
- Nasar, J. L. (2000). The evaluative image of places. In *Person-environment psychology* (pp. 117-168). Psychology Press.
- Oyibo, K., Adaji, I., & Vassileva, J. (2018). What drives the perceived credibility of health apps: Classical or expressive aesthetics? *CEUR Workshop Proceedings*, 2216, 30–35. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91244-8>
- Pombo, M., & Velasco, C. (2021). How aesthetic features convey the concept of brand premiumness. *Psychology & Marketing*, 38(9), 1475–1497. <https://doi.org/10.1002/mar.21534>
- Truman, A., & Mudrik, L. (2018). Are incongruent objects harder to identify? The functional significance of the N300 component. *Neuropsychologia*, 117, 222–232.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.06.004>

Venkatesh, A., & Meamber, L. A. (2008). The aesthetics of consumption and the consumer as an aesthetic subject. *Consumption Markets & Culture*, 11(1), 45–7. <https://doi.org/1.1080/10253860701799983>

Zsoldos, I., Sinding, C., & Chambaron, S. (2022). Using event-related potentials to study food-related cognition: An overview of methods and perspectives for future research. *Brain and Cognition*, 159, 105864. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2022.105864>

---

## 第二轮

审稿人 1 意见：

作者已针对我上一轮提出的问题进行了修改，但仍有一个问题，如下：

**意见 1：** 实验试次数目仍然不对。按照作者在回复信中的描述“本研究共包含 216 个试次，整个实验分为 15 个 block，每个 block 内包含 15 个试次，最后一个 block 内包含 9 个试次”，应为： $15 \times 14 + 9 = 219$  试次，而不是 216 试次。在后文中，作者又提到“剩余有效试次量为 6759”，按照剩余有效被试为 31 人，216 个试次计算，总次数为 6696，低于“有效试次量为 6759”。建议作者仔细核对实验细节、数据分析过程、及正文表述。此外，为何最后一个 block 包含较少试次？

**回应：** 感谢审稿专家认真细致的审阅。

首先，我们很抱歉最后一个 block 中的试次数量存在笔误，实际上，最后一个 block 内试次数为 6： $15 \times 14 + 6 = 216$ 。之所以该 block 内含有较少试次，是因为我们在最初进行实验材料筛选时，使用了较为宽松的筛选标准(未考虑两种摆盘设计的同一食物能否被识别为相同食物)，当时共得到符合该标准的 40 种食物，每种食物包含 2 种摆盘方式、每张图片重复 3 次，因此共有 240 个试次。我们在这一试次数量的基础上设定了 16 个 block，每个 block 内包含 15 个试次： $16 \times 15 = 240$ 。随后在固定每组试次数量的基础上在 Matlab 的 Psychtoolbox 中编写了实验程序，并使用该程序开展了预实验。而在正式实验中，我们使用了更加严格的材料筛选标准(如论文中所报告的)，满足新标准的食物共 36 种，因此生成 216 个实验试次。正式实验的程序依旧沿用预实验中编写的程序，只是替换了程序中调用的图片文件集。因此，按原先每个 block 内有 15 个试次进行计算，程序最终生成了 15 个 block，最后一个 block 内包含 6 个试次(我们已将实验程序补充上传至 OSF 以供专家检查以及同行审阅)。我们承认这样的 block 设计存在一定的纰漏，该问题应当在程序编写时被避免。然而，由于本实验中所有试次内的食物图片调取均遵循随机原则，且所有同条件的试次数据均被平均，因此最后一个 block 内较低的数量对本实验结果可能只会产生非常微小的影响，而不改变当前的结果模式。其次，我们对总试次数量计算错误感到抱歉，总试次数量为 6696，而在经过行为数据预处理后，有效试次数量为 6657。此外，由于我们在第一轮审稿意见回复中使用了错误试次数量文件来计算 GLMM 中的系数值，对此，在新提交的手稿中我们对这一计算结果做出了更正。相比于先前结果，当前 GLMM 输出的结果模式并无变动，但在热量和审美变量的回归系数值上有微小的改变，见“3.1 行为结果”部分。我们再次对上述由于粗心导致的错误感到抱歉，当前实验中所有程序、数据均透明可审查，并已上传至开放科学框架 OSF(<https://osf.io/7vjfp/>，链接永久有效)，请审稿专家再审阅。

审稿人 2 意见：该文作者很好的回答了我对该研究的疑问。

---

### 第三轮

审稿人 1 意见：

作者已回答了我对该研究的疑问，没有进一步问题了。

**编委意见：**作者们好，感谢投稿学报。文章经过两轮修改，已经有了很大的提升。我读过现在的稿子，感觉虽然细节做的很好，对于只有一个研究的文章，篇幅有些冗长，建议对相对不重要的地方（尤其是方法部分）做适当的删减。文章现在是 15000 字多些，建议删到 13000 字左右，让最终的文章对读者更友好、更为直接的传达主要发现。祝好，责任编辑

**回应：**感谢编委专家的建议，为提高论文可读性，稿件已对前言与方法部分进行了适当删减。在方法章节，我们将预实验的操作程序转移到了附录处。此外，还重点删减了 HDDM 计算与拟合的方法介绍。目前全文字数(不包括参考文献)为 13837，正文稿件字数(不包括摘要与图表)为 12926。

---

**主编意见：**文章学术水平较高，修改满意，同意发表