

# Effects of Spatial Relationship of Facial Features on Real and Cartoon Facial Attractiveness: An Event-Related Potential Study

Chenye Zheng, Jingmei Wang, Jia Hu, Yiyi Wang, Xian Zheng, Ying Zhang, Yingjun Lu

Lab of Developmental Cognitive Neuroscience, College of Early Childhood Education, Zhejiang Normal University, Hangzhou Zhejiang  
Email: luyingjun@zjnu.cn

Received: Dec. 7<sup>th</sup>, 2015; accepted: Dec. 22<sup>nd</sup>, 2015; published: Dec. 29<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

---

## Abstract

With 25 children and 24 college students as subjects, this study explored the brain mechanisms of impact of spatial relationship of facial features on both real and cartoon facial attractiveness evaluation by ERP technique. The children's experiment results demonstrated that the N170 amplitude was significantly higher for real than cartoon faces. The VPP latency was significantly shorter for cartoon than real faces. The mean LPC amplitude was significantly higher for cartoon than real faces. Both the N170 and LPC amplitudes of the best ratio face had advantages over compression and tensile faces. The adults' experiment results demonstrated that the mean LPC amplitude was significantly higher for cartoon than real faces. LPC was higher in compression and tensile faces than the best ratio face. In addition, LPC amplitude of females was significantly higher than that of males. In short, at the early face processing stage of children, cartoon face has the advantage of speed while real face has the advantage of intensity. But adult brain did not show this difference. While at the late processing stage, both adults and children put more mental resources in cartoon face. The spatial relationship of facial features not only has a significant impact on cartoon and real face attractiveness for aesthetic evaluation of children and adults, but also influences the brain activities.

## Keywords

Spatial Relationship of Facial Features, Facial Attractiveness, Real Face, Cartoon Face, ERP

---

# 面部空间特征关系对真人与卡通面孔吸引力影响的ERP发展性研究

郑晨辉, 王静梅, 胡佳, 王一逸, 郑 嫻, 张 莹, 卢英俊

浙江师范大学杭州幼儿师范学院发展认知神经科学实验室, 浙江 杭州

Email: luyingjun@zjnu.cn

收稿日期: 2015年12月7日; 录用日期: 2015年12月22日; 发布日期: 2015年12月29日

## 摘 要

选取25名大班幼儿及24名大学生被试, 运用ERP技术探究面部空间特征关系对真人与卡通面孔吸引力影响的脑机制。幼儿结果: 1) 真人诱发N170波幅显著高于卡通面孔; 2) 卡通VPP潜伏期显著短于真人面孔; 3) 卡通LPC平均波幅显著高于真人面孔; 4) 最佳比例面孔诱发N170和LPC波幅存在优势。成人结果: 1) 女性LPC平均波幅显著大于男性; 2) 压缩与拉伸比最佳比例面孔诱发出更大LPC, 且卡通显著高于真人。结论: 在幼儿面孔早期加工阶段, 卡通面孔具速度优势, 真实面孔具强度优势, 成人脑未表现出此差异; 晚期加工阶段, 幼儿与成人对卡通面孔均投入更多心理资源。面部空间特征关系对卡通与真人面孔审美评价具有显著影响, 在脑机制上也得到一定体现。

## 关键词

空间特征关系, 面孔吸引力, 真人面孔, 卡通面孔, ERP

## 1. 引言

面孔是个体在日常生活中接触最频繁的一种视觉刺激, 是人类认知和表达情绪的重要依托, 对个体传递信息和人际交往发挥重要作用。而面孔吸引力是指目标人物面孔诱发的一种积极愉悦的情绪体验并驱使他人产生接近意愿的程度(史新广, 2007)。大量研究表明, 人与生俱来就有偏好吸引力较高的面孔, 并且这种偏好存在跨种族、性别、年龄上的一致性。研究显示, 具有较高面孔吸引力的人能够为自己带来更多的利益, 称为“美丽的褒奖”。此外, 个体择偶(Johnston, 2006)、视觉健康(Fink, Grammer, & Matts, 2006)、个体决策(梁静, 2010)及面孔记忆(张妍, 孔繁昌, 陈红, 2010)均受面孔吸引力影响。面孔吸引力评判是人类一项重要的面孔识别能力。目前有关研究可分为两类: 一是从认知角度, 研究面孔需具备哪些条件才更具吸引力, 以探讨面孔吸引力的影响因素; 二是从社会心理学角度, 探究面孔吸引力对人类行为的影响, 如择偶、决策、合作等(梁静, 2010)。影响面孔吸引力的三大因素是平均化(Baudouin & Tiberghien, 2004)、对称性(李鸥, 陈红, 2010)和性别二态性(Rhodes, 2006)。近年来, 研究者还发现, 面部空间特征值、肤色亮度、绘图方式及脸型等对卡通面孔吸引力也具有一定的影响(王静梅, 卢英俊, 2011)。

其次, 不同类型面孔之间吸引力加工差异研究有助于更深入理解人类面孔认知的脑机制。真人面孔吸引力的评价能力, 对个体社会性的发展起着重要的作用。而卡通面孔在生活中的渗透性也不亚于真人面孔, 尤其对于儿童。长时间浸染于卡通世界, 极大扩展了儿童的想象力和创造力, 对个体个性及社会

性发展影响深远。如 Chen 等(2010)发现, 被试在适应日本动画中大眼睛的卡通面孔后, 偏好会显著转向具有更大眼睛的人脸, 这表明卡通面孔与真人面孔具有一定的共性。此外, 卡通面孔吸引力的研究对动漫形象设计具有促进作用。面孔是卡通人物造型的关键, 也是动画中特写最多、最吸引注意力的部分, 也是审美体验的重要部分。而成人与幼儿对不同类型面吸引力加工是否存在差异, 目前尚未有研究报道。如 Rosset, Santos 和 Da (2010)采用倒置效应范式考察不同类型面孔的加工差异, 发现正常儿童对真人面孔的识别存在倒置效应, 而卡通面孔不存在, 提示对真人与卡通面孔的加工机制存在差异。王玲、王静梅、王军利和卢英俊(2012)在不同类型面孔知觉加工的 ERP 比较研究中发现, 卡通与真人面孔在早期加工过程中可能具有共同的神经通路, 但在后期深入的脑内加工则存在显著差异。

尽管面孔吸引力研究已经引起了广泛的关注, 但目前研究对象基本以成人真人面孔为主, 以儿童及卡通面孔为研究对象的甚少。且大部分卡通研究都针对整体形象而非聚焦面部特征, 所采用的材料还存在许多不足。如 Frank 和 Ken (2000)所采用的卡通面孔非正面, 且色彩为黑白, 使得面孔吸引力程度降低。本研究为卡通面孔吸引力开辟了新的研究路径。

近年来, 面孔内部特征越来越引起研究者关注。如 Rumsey 和 Harcourt (2005)研究发现, 人们更喜欢具有精巧下巴和大眼睛的女性面孔。此外, 也有学者针对面孔皮肤、嘴唇等特征进行研究。针对面孔空间特征关系, Pallett 等(2010)发现女性成人面孔存在黄金比例: 当眼嘴间距离占面孔纵向长度的 0.36, 两眼间的距离占面孔横向长度的 0.46 时, 面孔最具有吸引力。这种黄金比例是否也适用于儿童面孔? 陈溢智等(2013)证实真人与卡通女童面孔也均存在“黄金比例”, 其中卡通面孔最佳纵向比例(0.24)与真人面孔最佳纵向比例(0.37)差异较大; 而真人女童面孔最佳纵向比例(0.37)与成年女性面孔最佳比例(0.36)非常接近, 具有跨年龄的一致性, 提示女童面部吸引力的特征参数在发展过程中具有相当的稳定性。而男童真人及卡通面孔不存在黄金比例, 提示受众对男性面孔面部空间特征关系的审美宽容性较大。目前, 关于空间特征关系对面孔吸引力影响的研究, 主要采取的研究方法以行为学评分为主, 而未深入探究其影响面孔吸引力评判背后的神经机制。此外, 上述研究提示年幼儿童与成人对不同类型面孔的空间特征关系的审美标准存在一定差异, 但造成这种差异的脑机制尚未可知, 本研究试图利用事件相关脑电位(ERP)技术对此进行探究。

ERP 技术, 由于具有高时间分辨率和非侵入性等优点, 已被广泛应用于发展认知神经科学研究, 被誉为“观察儿童脑认知活动的窗口”。N170 是在颞枕部发现的负波, 与面孔特征的结构分析有关, 与年龄、种族、熟悉度等因素无关。N170 反映面孔识别的特异性, 与 Bruce 和 Young 的面孔识别认知模型的结构编码过程相关。VPP (vertex positive potential)是面孔刺激在头颅前部诱发的正波, 也代表面孔结构编码阶段, 与 N170 相似, 是面孔特异性指标。LPC (late positive component)是 ERP 晚正成分, LPC 平均波幅的变化与大脑感知容颜相关, 是与吸引力评判相关的主要成份。由此, 本研究采用 ERP 技术对行为学得出的真人与卡通面孔最佳比例进行验证, 探究成人与幼儿在面孔审美脑机制上的差异, 以更深入认识儿童面孔吸引力评价发展的基本规律, 并提出了以下假设: 1) 最佳纵向比例面孔所诱发的 LPC 平均波幅显著高于其它两种比例面孔; 2) 面孔吸引力评价任务下, 不同年龄被试(幼儿与成人)间的 ERP 反应差异显著; 3) 面孔空间特征关系影响面孔吸引力评价的过程中, 存在性别差异; 4) 面孔吸引力评价中的 ERP 反应存在大脑半球差异及脑区差异; 5) 面孔吸引力评价的 ERP 反应, 存在面孔类型差异(卡通面孔与真人面孔)。

## 2. 方法

### 2.1. 被试

选取杭州市某幼儿园大班幼儿 25 名(平均年龄  $72 \pm 6$  个月), 其中男童 13 名, 女童 12 名。选取杭州

市某高校在校大学生 24 名, 男女各半。所有被试均为右利手, 身体健康, 视力及矫正视力正常, 无色盲, 无精神史, 从未参加过心理学实验。

## 2.2. 刺激材料

基于前期的实验结果, 控制图片性别均为女性, 采用 6 种图片刺激材料, 真人最佳纵向比例、真人拉伸比例, 真人压缩比例, 卡通最佳纵向比例, 卡通拉伸比例与卡通压缩比例, 各 40 张。该实验材料比例的选取, 源于空间特征关系对面孔吸引力影响的幼儿行为学实验结果(陈溢智等, 2013)。卡通面孔选取最佳、拉伸、压缩分别是纵向最佳、纵向最佳+40%, 纵向最佳-30%, 真人面孔选取为纵向最佳、纵向最佳+15%、纵向最佳-15%。这些比例使得最佳、拉伸与压缩三种类型的面孔差异明显, 且在幼儿吸引力评价实验中有显著差异。其中, 真人面孔调节范围较窄, 卡通面孔由于本身具有夸张性, 所以调节范围较宽。而卡通纵向拉伸比例略高于压缩, 也是基于儿童对卡通面部空间特征关系进行拉伸的审美宽容性高于压缩。

真人儿童面孔采集来自幼儿园大班女童, 选取其中面部表情中性的正面照片, 利用 Photoshop 软件去除头发、脖子、耳朵等外部特征元素, 只保留眼、口、鼻、面颊等内部特征及原肤色, 以减少干扰。再利用 Abrosoft FantaMorph 5 软件合成实验用人脸图片: 先将两张照片中面孔特征分别标记, 包括脸廓、眉形、眼廓、瞳孔、鼻尖、鼻孔、嘴唇等多点标记, 后根据标记点将两面孔重叠平均, 形成一张新的人脸。实验用的每张面孔均采用 16 张不同儿童照片合成。最后用 Photoshop 软件处理合成后的人脸, 在控制面孔的眼-眼距离即横向比例最佳基础上, 调整眼-嘴距离的纵向比例(图 1)。

原创性卡通面孔采集自相关图库, 选取表情近似中性、五官清晰的正面面孔图片。利用 Photoshop 软件处理, 去除外部特征。由于卡通面孔的发线有补充脸型的作用, 最内侧予以保留, 且在面孔比例调整时, 最大宽度包括脸颊两侧发线。利用 Photoshop 软件调整面孔比例时, 保持面孔横向比例最佳, 调整纵向比例。此外, 为保持刺激图片一致性, 所有生成图片高度均控制为 400 像素; 而面孔宽度存在差异, 故不统一控制; 亮度和清晰度保持一致, 面孔均占图片的 90% 以上(图 2)。

正式实验材料 80 (真人 40 张, 卡通 40 张)  $\times$  3 (纵向空间比例) = 240 张; 预实验材料 10 (真人 5 张, 卡通 5 张)  $\times$  3 (纵向空间比例) = 30 张。

## 2.3. 实验任务

实验要求对屏幕上呈现的面孔图片进行吸引力评判(是否具有吸引力)。实验分为两部分, 分别对真人和卡通儿童面孔进行评价, 2 个 block 各包含 120 张图片, block 内不同比例面孔图片呈现顺序随机。正式实验前先进行练习实验。每个被试完成测试平均时间约为 45 分钟。刺激图片呈现 1000 ms, 若被试在 1000 ms 内做出判断, 图片消失, 呈现白屏直至下一张图片出现; 若被试未能及时做出判断, 图片也在 1000 ms 后消失呈现白屏直至下一张图片出现。

## 2.4. ERPs 记录与获得

实验在光线较暗, 隔音效果较好的室内进行, 被试坐在舒适靠背椅上, 心情放松。图片呈现在屏幕(白色背景)中央, 要求被试平视屏幕中间, 垂直视角为 10.68°, 水平视角为 6.3°~22.7°。实验设备采用 Neuroscan 公司生产的 SCAN-40 导脑电记录分析系统, QuickCap 电极帽记录脑电, 导联为国际 10-20 系统。双侧乳突平均参考(其中 N170 通过离线转换为平均参考后再分析), 前额接地, 另外在两眼外侧记录水平眼电(HEOG)和左眼上下记录垂直眼电(VEOG)。脑电信号采样率为 1000 Hz, 带通为 0~70 Hz, 头皮电阻小于 5 K $\Omega$ 。使用 Scan 4.3 软件对 EEG 数据进行离线分析, EOG 信号相关法去除眼电伪迹。分析时段(Epoch)为刺激呈现后 1000 ms, 基线为刺激前 200 ms。伪迹剔除标准: 成人波幅大于  $\pm 100 \mu\text{V}$ , 儿童波幅大于  $\pm 150 \mu\text{V}$ 。



Figure 1. Real child face vertical scale diagram, from left to right in the order: compression, best, tensile

图 1. 真人儿童面孔纵向比例示例图, 从左往右依次为: 压缩比例, 最佳比例, 拉伸比例



Figure 2. Cartoon child face vertical scale diagram, from left to right in the order: compression, best, tensile

图 2. 卡通儿童面孔纵向比例示例图, 从左往右依次为: 拉伸比例, 最佳比例, 压缩比例

## 2.5. 数据分析

根据先前研究范式(Lu, Wang, Wang, Wang, & Qin, 2014), 对成分波幅和潜伏期进行重复测量方差分析。为考察 N170 成分, 采用 2 (图片类型: 真实, 卡通) × 3 (纵向比例: 拉伸, 最佳, 压缩) × 2 (半球: 左, 右) × 2 (被试性别: 男, 女) 的实验设计; 为考察 VPP 成分, 采用 2 (图片类型: 真实, 卡通) × 3 (纵向比例: 拉伸, 最佳, 压缩) × 2 (被试性别: 男, 女) 的实验设计; 考察 LPC 成分, 采用 2 (图片类型: 真实, 卡通) × 3 (纵向比例: 拉伸, 最佳, 压缩) × 3 (偏侧化: 左侧, 中央, 右侧) × 3 (脑区: 中央区, 顶区, 枕区) × 2 (被试性别: 男, 女) 的实验设计。组间变量为被试性别, 组内变量为面孔类型和纵向比例, 偏侧化(半球)及脑区等, 因变量为反应时, N170 与 VPP 的波幅、潜伏期及 LPC 平均波幅。参考以往研究(王军利, 王静梅, 任静婷, 卢英俊, 2013), 32 导脑电记录选取颞枕区的 T5, T6 电极分析 N170; 选取中央区 CZ 电极分析 VPP; 选取 P3, PZ, P4, CP3, CPZ, CP4, C3, CZ, C4 等电极分析成人 LPC, 选取 P3, PZ, P4, CP3, CPZ, CP4 等电极分析儿童 LPC; 根据 ERP 波形图, 同时参考平均反应时, 选取 450~650 ms 为 LPC 分析时段。重复测量方差分析使用 SPSS21.0 软件包进行, 方差分析的 *P* 值采用 Greenhouse Geisser 法校正。

## 3. 结果

### 3.1. 行为数据

以先前标准化评价结果作为标准, 最佳比例面孔吸引力高, 拉伸或压缩比例的吸引力低。以吸引力评价正确率及反应时为因变量, 面孔比例、面孔类型和性别为自变量, 进行重复测量方差分析。

### 3.1.1. 幼儿结果

反应时在面孔比例、面孔类型、性别上均不存在显著差异。在正确率上，面孔比例主效应显著， $F(2, 40) = 6.90$ ,  $p < 0.05$ 。事后检验表明，拉伸面孔( $0.62 \pm 0.03$ )及压缩面孔( $0.61 \pm 0.04$ )均显著高于最佳比例面孔( $0.43 \pm 0.04$ )。面孔类型与面孔比例交互作用显著， $F(2, 40) = 3.64$ ,  $p < 0.05$ 。简单效应分析显示，对于卡通面孔，压缩比例面孔准确率显著高于最佳比例和拉伸比例；而对真人面孔，拉伸比例与压缩比例准确率均显著高于最佳比例。

### 3.1.2. 成人结果

反应时在面孔比例、面孔类型、性别上均不存在显著差异。在正确率上，面孔比例主效应显著， $F(2, 44) = 25.37$ ,  $p < 0.001$ ，事后检验表明，最佳比例面孔( $0.62 \pm 0.04$ )显著高于拉伸( $0.37 \pm 0.03$ )及压缩面孔( $0.32 \pm 0.04$ )。面孔类型与面孔比例交互作用显著， $F(2, 44) = 8.72$ ,  $p < 0.001$ 。简单效应分析显示，无论真人或卡通面孔，吸引力受面孔比例影响显著。对于卡通面孔，最佳比例面孔准确率显著高于拉伸和压缩比例；而在真人面孔，最佳比例与拉伸比例面孔均显著高于压缩比例面孔。

## 3.2. N170

### 3.2.1. 幼儿结果

在 N170 潜伏期上，卡通、真人面孔的各种主效应与交互作用均不显著。在 N170 波幅上，面孔类型主效应显著，卡通与真人面孔存在显著差异， $F(1, 23) = 15.20$ ,  $p < 0.001$ 。事后检验表明，真人( $6.33 \pm 0.92 \mu\text{V}$ )比卡通( $3.83 \pm 0.54 \mu\text{V}$ )诱发更大的负波(见图 3)。面孔类型与半球交互作用显著， $F(1, 23) = 5.96$ ,  $p < 0.05$ 。简单效应分析显示，在左半球，面孔类型差异不显著；在右半球，真人面孔比卡通面孔诱发更大的波幅。此外，最佳比例面孔诱发的 N170 波幅( $5.24 \pm 0.70 \mu\text{V}$ )均大于拉伸( $4.82 \pm 0.86 \mu\text{V}$ )与压缩( $5.18 \pm 0.59 \mu\text{V}$ )面孔，存在优势但未达显著。其它主效应及交互效应不显著。

### 3.2.2. 成人结果

N170 潜伏期上，卡通、真人面孔的主效应与交互作用均不显著。N170 波幅上，半球主效应显著，左右半球存在显著差异， $F(1, 22) = 30.47$ ,  $p < 0.001$ ，右半球比左半球诱发更高的负波。其他主效应及交互效应均不显著。

## 3.3. VPP

### 3.3.1. 幼儿结果

在 VPP 潜伏期上，面孔类型主效应显著，真人面孔潜伏期显著长于卡通面孔， $F(1, 23) = 5.02$ ,  $P = 0.035$  (见图 4)。最佳比例面孔的 VPP 潜伏期短于压缩与拉伸的面孔，但差异未达显著。其它效应均不显著。在 VPP 波幅上，面孔类型、空间比例、性别均不存在显著差异。

### 3.3.2. 成人结果

在 VPP 潜伏期和波幅上，面孔类型、空间比例、性别均不存在显著差异。

## 3.4. LPC

### 3.4.1. 幼儿结果

LPC 波形总平均图见图 5。在 LPC 平均波幅上，面孔类型主效应显著， $F(1, 23) = 6.65$ ,  $p < 0.01$ ，事后检验表明，卡通面孔( $9.75 \pm 1.72 \mu\text{V}$ )比真人面孔( $7.03 \pm 1.26 \mu\text{V}$ )诱发更大的正波。LPC 平均波幅半球效应显著， $F(2, 46) = 5.35$ ,  $p < 0.01$ ，右半球( $9.79 \pm 1.75 \mu\text{V}$ )和中央区( $9.02 \pm 1.55 \mu\text{V}$ )显著高于左半球( $6.36 \pm$

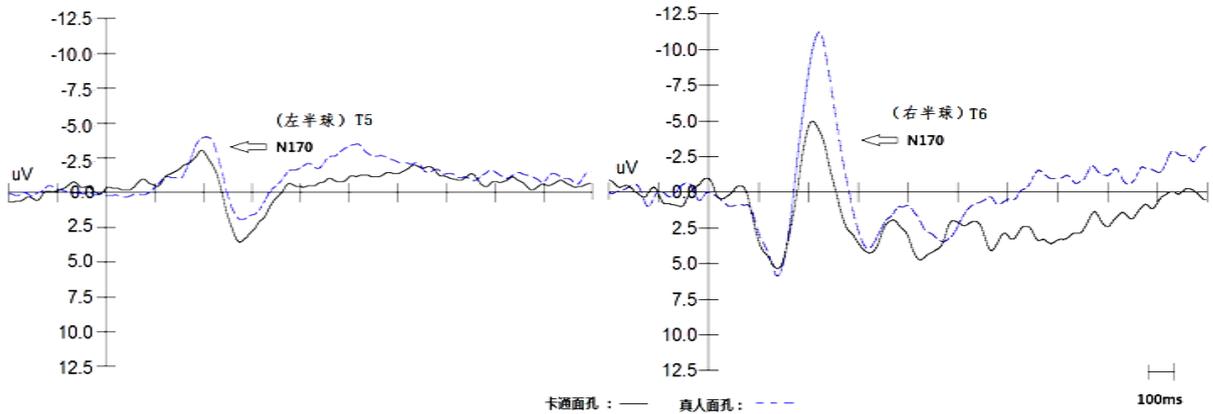


Figure 3. Different types of face evoked child N170 waveform

图 3. 不同类型面孔诱发的幼儿 N170 波形图

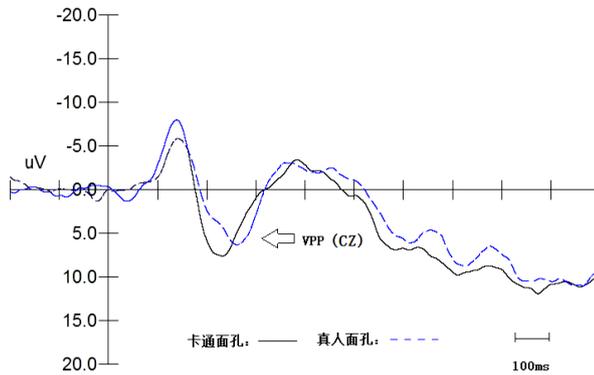


Figure 4. Different types of face evoked child VPP waveform

图 4. 不同类型面孔诱发的幼儿 VPP 波形图

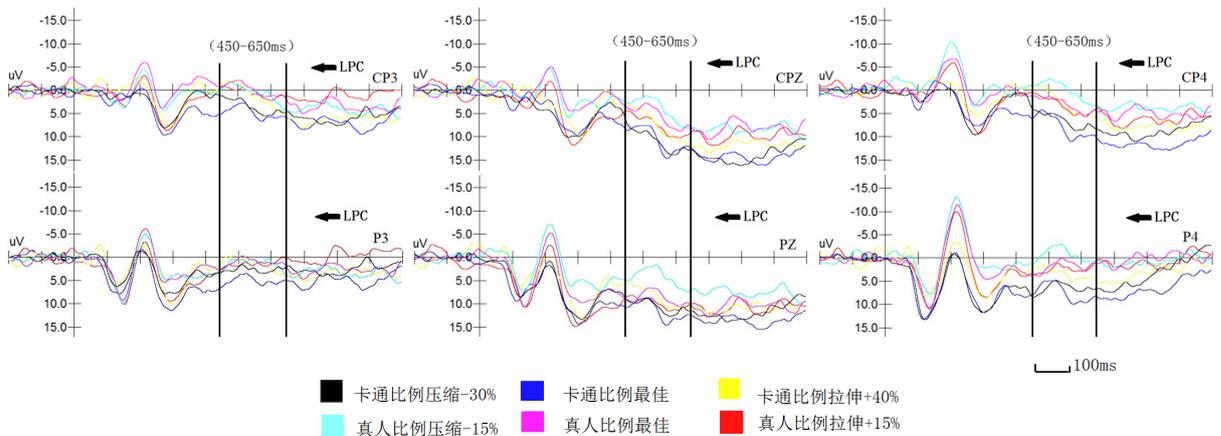


Figure 5. Different Vertical of scales and types of face evoked child LPC total average figure

图 5. 不同纵向比例与类型面孔诱发幼儿的 LPC 总平均图

1.32  $\mu$ V)。半球与面孔类型交互作用显著,  $F(1.59, 36.49) = 4.70, p < 0.05$ , 简单效应分析显示, 对卡通面孔, 右半球诱发的 LPC ( $12.46 \pm 2.37 \mu$ V) 显著高于左半球 ( $7.04 \pm 1.41 \mu$ V), 且与中央区 ( $9.75 \pm 1.92 \mu$ V) 存在边缘显著。最佳比例面孔诱发的 LPC 波幅 ( $9.02 \pm 1.54 \mu$ V) 高于压缩面孔 ( $8.51 \pm 1.45 \mu$ V) 与拉伸面孔 ( $7.65 \pm 1.48 \mu$ V), 存在优势但未达统计显著(见图 6)。其它效应均不显著。

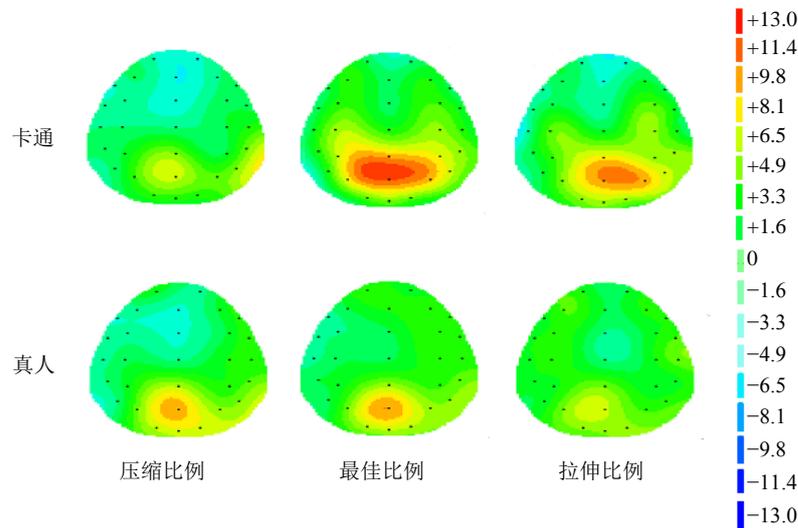


Figure 6. Different Vertical of scales for cartoon and real face evoked child BEAM (450 - 650 ms)

图 6. 不同纵向比例的卡通与真人面孔诱发的幼儿脑电地形图(450~650 ms)

### 3.4.2. 成人结果

LPC 波形总平均图见图 7。在 LPC 平均波幅上，面孔类型主效应显著， $F(1, 22) = 19.80$ ， $p < 0.001$ ，卡通面孔( $9.22 \pm 0.74 \mu\text{V}$ )比真人面孔( $7.08 \pm 0.90 \mu\text{V}$ )诱发了更大的正波。LPC 平均波幅的半球主效应显著， $F(2, 44) = 7.06$ ， $p < 0.01$ ，中央区( $8.22 \pm 1.38 \mu\text{V}$ )与右半球( $7.67 \pm 0.80 \mu\text{V}$ )显著高于左半球( $7.72 \pm 0.66 \mu\text{V}$ )。脑区主效应显著， $F(1.21, 66) = 7.91$ ， $p < 0.01$ ，额中央区( $6.99 \pm 0.89 \mu\text{V}$ )诱发的 LPC 显著小于中央区( $8.00 \pm 0.86 \mu\text{V}$ )、中央顶区( $8.95 \pm 0.83 \mu\text{V}$ )与顶区( $8.65 \pm 0.75 \mu\text{V}$ )；且中央顶区显著高于中央区，提示面孔吸引力评判的晚期主要加工脑区可能位于中央顶区和顶区。面孔比例主效应显著， $F(2, 44) = 4.86$ ， $p < 0.05$ ，压缩面孔诱发的 LPC ( $8.80 \pm 0.80 \mu\text{V}$ )显著高于最佳面孔( $7.64 \pm 0.83 \mu\text{V}$ )，拉伸面孔( $8.00 \pm 0.80 \mu\text{V}$ )也比最佳面孔诱发更正的 LPC， $p = 0.07$ ，边缘显著(见图 8)。性别主效应显著， $F(1, 22) = 4.67$ ， $p < 0.05$ ，女性( $9.85 \pm 1.12 \mu\text{V}$ )比男性( $6.44 \pm 1.12 \mu\text{V}$ )诱发更正的 LPC。提示在晚期加工阶段，女性比男性对面孔投入了更多的心理资源。脑区与半球交互作用显著， $F(6, 132) = 26.41$ ， $p < 0.001$ 。简单效应分析显示，在额中央区，半球间差异不显著；在中央区和中央顶区，左右半球诱发的 LPC 均显著低于中央部位；在顶区，左右半球诱发的 LPC 均显著低于中央部位，且左半球 LPC 显著高于右半球。面孔类型与半球交互作用显著， $F(2, 44) = 5.01$ ， $p < 0.05$ 。简单效应分析显示，在各个脑区，卡通面孔诱发的 LPC 波幅均显著高于真人。

## 4. 讨论

### 4.1. 面孔类型对面孔吸引力评价的脑活动具显著影响

本实验显示，在面孔吸引力加工的早期阶段，幼儿的脑活动受面孔类型显著影响，而成人脑活动未受面孔类型影响。真人面孔与卡通面孔诱发成人的 N170 波幅不存在显著差异，推测可能由于对成人而言早期加工任务主要为面部结构性编码，而真人与卡通面孔的面部整体结构相似，故不存在加工强度差异，与王玲(2012)等研究结果一致。但对于幼儿，真人面孔诱发的 N170 波幅显著高于卡通面孔，提示幼儿在早期对真人面孔加工强度更大，推测可能是由于相比符号化很强的卡通面孔，真人面孔的结构相对更复杂，故编码需要幼儿投入更多的心理资源。此外，卡通面孔诱发的 VPP 潜伏期显著早于真人面孔，

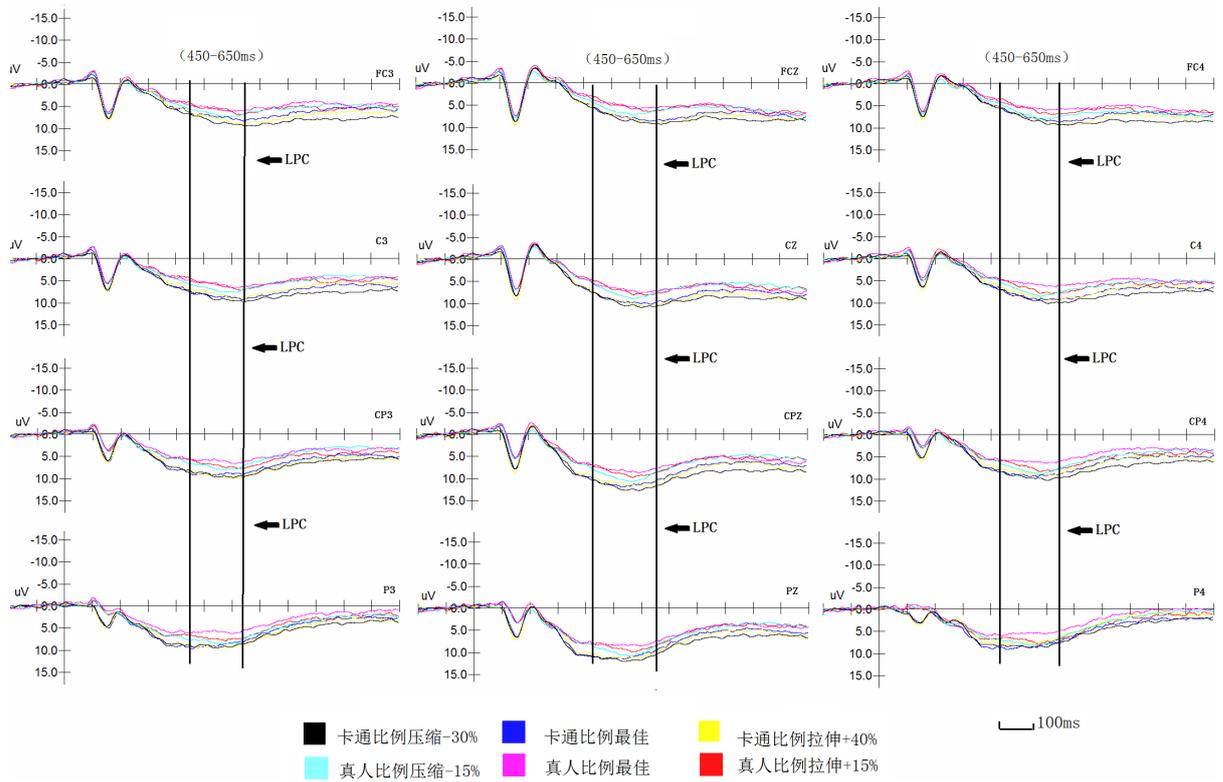


Figure 7. Different vertical of scales and types of face evoked adult LPC total average figure  
图 7. 不同纵向比例与类型面孔诱发成人的 LPC 总平均图

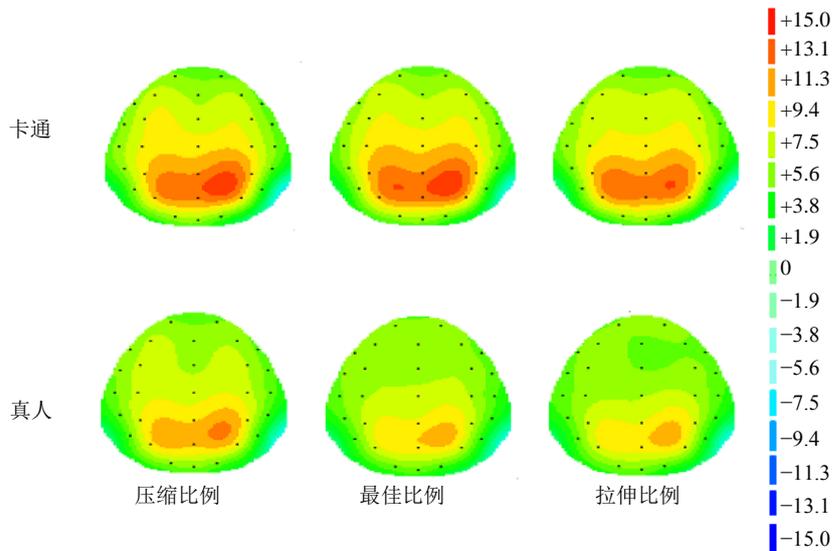


Figure 8. Different Vertical of scales for cartoon and real face evoked adult BEAM (450 - 650 ms)  
图 8. 不同纵向比例的卡通与真人面孔诱发的成人脑电地形图(450~650 ms)

表明幼儿对卡通面孔的早期加工存在一定速度优势，即其对于虚拟现实的卡通面孔更感兴趣，具有加工启动优势。而与成人相比，幼儿面孔结构编码相关的 N170 潜伏期更迟，也反映了幼儿面孔视觉加工能力尚未完全成熟。

在面孔吸引力加工的晚期阶段，幼儿与成人的脑活动均受面孔类型显著影响，体现在晚期成分 LPC 平均波幅上。韩世辉、蒋毅和许晓婧(2007)采用 fMRI 技术研究发现，儿童在观看虚拟现实中的卡通角色时，与观看真人角色一样会激活内侧前额叶皮层(MPFC)，而成人只在观看真人角色时才会激活该区域，表明成人脑偏爱真人角色。MPFC 脑区的主要功能是理解与推测他人当下情境中的心理活动。这提示儿童对卡通与真实人物进行了相似的脑加工，但成人的大脑却对真实与卡通人物进行了显著区分。在本研究中，发现幼儿与成人脑均对真人与卡通面孔进行了区分，且卡通比真人面孔诱发更大的晚正成分，表明卡通面孔吸引力更高，幼儿与成人的脑在加工晚期均对卡通面孔投入了更多的注意与心理资源。这与韩世辉等(2007)及王玲等(2012)的结果存在差异，究其原因可能是由于实验任务及刺激材料不同所致。首先，王玲等研究采用面孔知觉任务，不同于本研究的面孔吸引力评价任务。此外，本实验选用的卡通面孔刺激材料在设计上具有夸张的艺术表现性，五官普遍比真人面孔大，也更为精致美观。故推测成人对卡通面孔晚期加工的强度更大，可能源自被试对实验中面孔图片审美性评价的差异，更精美的卡通面孔诱发了大脑更深度地加工，吸引了更多注意资源。此外，实验材料中去除了外部因素如头发、耳朵等，使真人面孔之间的差异性降低、社会性意义下降，也可能导致成人心理资源投入的下降。

#### 4.2. 面孔空间特征关系对面孔吸引力评价中脑活动的影响

ERP 实验结果显示，在面孔吸引力加工的早期阶段，幼儿与成人的脑活动均未受面孔空间特征关系显著影响。虽然幼儿对最佳比例面孔，N170 波幅显示存在一定加工强度优势，VPP 潜伏期也显示存在一定加工速度优势，但均未达统计显著。不同纵向比例面孔所诱发的 N170 与 VPP 潜伏期和波幅均不存在显著差异，表明具有高吸引力的最佳比例面孔在进行结构编码时的速度和强度优势不明显。根据 Bruce-Young 模型，面孔加工起始阶段是面孔结构编码阶段，而后才进行表情分析、面孔视觉特征分析、面孔语言分析与面孔身份识别等(王玲，王静梅，王军利，卢英俊，2012)。而 VPP 和 N170 等早期成分是面部结构性指标，故未受吸引力因素显著地影响。

而在面孔吸引力加工的晚期阶段，幼儿与成人的脑活动受面孔空间特征关系的影响更突出，体现在晚期成分 LPC 平均波幅上。幼儿结果显示，最佳纵向比例面孔诱发的 LPC 存在优势但未达统计显著，可能与幼儿脑电的变异性较大有关；而对于成人，压缩面孔与拉伸面孔比最佳比例面孔显著诱发了更正的 LPC。LPC 是与面孔吸引力评价或注意募集相关联的成分，压缩比例和拉伸比例面孔从整体上看较为古怪，推测这两种比例更加能引起成人被试的注意。此外，由于该实验材料最佳比例的选取是源于幼儿行为学结果，因此更加贴近幼儿的审美，而实验中幼儿在最佳纵向比例面孔上诱发的 LPC 也最高，该结果进一步提示成人与幼儿的面孔审美存在一定差异。

#### 4.3. 面孔吸引力加工具有右半球优势

面孔的早期与晚期加工均表现出显著的脑偏侧化现象。在面孔加工早期阶段，幼儿脑活动的半球主效应虽不显著，但交互作用显示加工真人面孔时右半球优势显著；成人脑活动的半球主效应显著，右半球诱发的 N170 波幅显著高于左半球。在晚期的面孔吸引力加工阶段，幼儿与成人的脑活动也均表现出显著的右侧化现象：幼儿右半球诱发的 LPC 波幅最高，其次中央区，最低为左半球，且中央和右半球均显著高于左半球，成人结果类似，表明幼儿与成人面孔吸引力加工主要集中在右半球和中央区。此外，由脑电地形图也可见，无论幼儿或成人，面孔吸引力评价的主要加工脑区均为顶区和中央顶区，且具有明显的右半球优势。

大量研究表明，两半球在功能上的不对称性使得大脑在认知加工上存在着偏侧化现象。如左半球是语言优势半球，右半球是图像优势半球。左半球则在处理局部性质时占优势，右半球在处理整体性质时

占优势(兰哲, 陈霖, 1997)。右半球的功能主要涉及想象、空间感知、图像加工、音乐认知与情绪等, 被称之为“艺术脑”。前人研究也提示大脑右半球在面孔吸引力评价任务中激活程度更高(王军利, 王静梅, 任静婷, 卢英俊, 2013; 王玲, 王静梅, 王军利, 卢英俊, 2012), 与本研究结果相符。而幼儿的脑功能偏侧化还未完全成熟, 可能是导致面孔加工时右半球优势不及成人稳定的原因。此外, 幼儿对卡通面孔的加工偏侧化比真人面孔更为显著。推测卡通面孔相对于真人面孔更具有艺术性, 故脑对其加工更具有右半球优势。

#### 4.4. 面孔吸引力评价中女性脑更为活跃

ERP 实验结果显示, 成人女性诱发的 LPC 平均波幅显著高于男性, 但幼儿不存在此性别差异。这表明成人女性在晚期加工阶段对面孔投入了更多的心理资源, 与前人报导一致(Lu, Wang, Wang, Wang, & Qin, 2014)。有研究者指出, 女性在观看动画片时, 主要聚焦在卡通形象的外貌衣着与心理行为上, 而成年男性则更加关注人物形象的成长经历, 女性的感性思维明显优于男性(刘瑶, 2010)。推测 LPC 的差异是由于女性对面孔吸引力的加工细致程度高于男性, 故此投入了更多的心理资源所致。

#### 4.5. 面孔吸引力加工的发展性差异

在早期面孔结构编码阶段, 成人 N170、VPP 的潜伏期均早于幼儿数十毫秒, 且面孔加工的强度也相对较大, 表明成人相比幼儿的面孔结构性加工具有速度和强度优势。成人能够更迅速、更深入地进行面孔知觉编码; 即随着年龄增长, 面孔整体结构性加工能力显著提高。但在晚期的面孔吸引力加工过程中, 幼儿脑与成人脑的加工强度接近, 且卡通面孔诱发幼儿的 LPC 平均波幅( $9.75 \pm 1.72 \mu\text{V}$ )略高于成人( $9.22 \pm 0.74 \mu\text{V}$ ), 提示幼儿的脑在进行面孔吸引力评价时投入了与成人类似的心理资源。本实验与前人研究(陈溢智等, 2013)提示, 幼儿与成人对面孔空间特征关系的审美评价存在差异, 既体现在行为评价层面, 也表现在脑活动层面。

#### 4.6. 展望

动漫产业极具发展的潜力, 其受众具有从学龄前幼儿到成人的极大年龄跨度。而卡通形象的设计需根据儿童认知发展的特征来指导。面部空间特征关系对面孔吸引力的影响存在一定的年龄差异和面孔类型差异, 提示在创作卡通形象时, 不宜简单套用成人或真人面部特征比例, 而应充分考虑儿童的艺术审美特征。在形象设计上, 还需综合考虑五官大小, 身形比例等因素, 期望能通过深入全面研究, 构建起面孔设计参数库, 促进动漫产业的科学发展。

在刺激材料方面, 本研究主要以真人与卡通儿童面孔进行实验。而在动漫作品中还存在大量的动物面孔, 因此可以进一步对动物面孔开展研究, 探索面部空间特征关系对其吸引力的影响, 并比较拟人化动物面孔与较真实动物面孔之间的差异。此外, 还可以结合眼动、近红外脑成像等多种技术手段来进行相关研究。

### 5. 结论

- 1) 幼儿脑的活动受面孔类型(卡通 vs 真人)影响显著, 体现于早期与晚期加工阶段; 而成人只在晚期加工阶段受其影响。
- 2) 空间特征关系对面孔吸引力加工相关的 ERP 成分存在影响, 主要体现于成人的晚期加工阶段。幼儿脑对最佳比例面孔具有一定的加工优势。
- 3) 面孔吸引力加工具有显著的右半球优势。

- 4) 成人女性面孔吸引力晚期加工强度显著高于男性；而幼儿不存在此性别差异。
- 5) 面孔吸引力晚期加工的主要脑区为顶区和中央顶区。

## 基金项目

浙江省哲学社会科学培育基地(浙江师范大学儿童研究院)规划课题“儿童对卡通面孔与真人面孔认知的神经机制研究(15JDET02YB)”；浙江省新苗人才计划创新项目(2013R404046)；教育部人文社会科学研究一般项目(14YJA890021)；浙江师范大学教育学基地青年骨干教师项目。

## 参考文献 (References)

- 陈溢智, 方慧, 沈楠, 吴美如, 郑丽燕, 王静梅, 卢英俊(2013). 面部特征空间关系、肤色亮度对卡通面孔吸引力的影响. *心理发展与教育*, 29(6), 561-570.
- 韩世辉, 蒋毅, 许晓婧, Humphreys, G. W. (2007). 儿童观看卡通片激活内侧前额皮层. *科学通报*, 52(19), 2283-2286.
- 兰哲, 陈霖(1997). 拓扑性质知觉的大脑半球功能不对称性研究. *心理科学*, 5, 205-208.
- 李鸥, 陈红(2010). 面孔吸引力的回顾与前瞻. *心理科学进展*, 18(3), 472-479.
- 梁静(2010). 博弈任务中面孔吸引力对个体决策及公平感的影响. 硕士学位论文, 西南大学, 重庆.
- 刘瑶(2010). 动画片对受众卡通化心理行为影响研究. 硕士学位论文, 河北大学, 保定.
- 史新广(2007). 女性容貌吸引力及其人格和心理健康的关系研究. 硕士学位论文, 苏州大学, 苏州.
- 王静梅, 卢英俊(2011). 绘图方式与脸型对卡通面孔吸引力的影响. *幼儿教育(教育科学版)*, 6, 6-11.
- 王军利, 王静梅, 任静婷, 卢英俊(2013). 卡通面孔分类与知觉加工的 ERP 比较研究. *心理科学*, 36(2), 320-327.
- 王玲, 王静梅, 王军利, 卢英俊(2012). 卡通面孔与真实面孔识别的 ERP 比较研究. *心理研究*, 5(5), 19-28.
- 张妍, 孔繁昌, 陈红, 向燕辉, 高笑, 陈敏燕(2010). 男性对女性面孔吸引力的认知偏好: 来自 ERP 的证据. *心理学报*, 42(11), 1060-1072.
- Baudouin, J. K., & Tiberghien, G. (2004). Symmetry, Averageness and Feature Size in the Facial Attractiveness of Women. *Acta Psychologica*, 117, 313-332. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.07.002>
- Chen, H., Russell, R., Nakayama, K., & Livingstone, M. (2010). Crossing the “Uncanny Valley”: Adaptation to Cartoon Faces Can Influence Perception of Human Faces. *Perception*, 39, 378-386. <http://dx.doi.org/10.1068/p6492>
- Fink, B., Grammer, K., & Madsen, P. J. (2006). Visible Skin Color Distribution Play a Role in the Perception of Age, Attractiveness, and Health in Female Faces. *Evolution and Human Behavior*, 27, 433-442. <http://dx.doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2006.08.007>
- Frank, T., Ken, N., Oren, W., & Nancy, K. (2000). Response Properties of the Human Fusiform Face Area. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 257-279.
- Johnston, B. S. (2006). Mate choice Decisions: The Role of Facial Beauty. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 9-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2005.11.003>
- Lu, Y. J., Wang, J. M., Wang, L., Wang, J. L., & Qing, J. L. (2014). Neural Responses to Cartoon Facial Attractiveness: An Event-Related Potential Study. *Neuroscience Bulletin*, 1, 1-10.
- Pallett, P. M., Link, S., & Lee, K. (2010). New “Golden” Ratios for Facial Beauty. *Vision Research*, 50(2), 149-154. <http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2009.11.003>
- Rhodes, G. (2006). The Evolutionary Psychology of Facial Beauty. *Annual Review of Psychology*, 57, 199-226. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190208>
- Rosset, D. B., Santos, A., & Da, F. D. (2010). Do Children Perceive Features of Real and Cartoon Faces in the Same Way? Evidence from Typical Development and Autism. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(2), 212-218. <http://dx.doi.org/10.1080/13803390902971123>
- Rumsey, N., & Harcourt, D. (2005). *The Psychology of Appearance (Health Psychology)*. Berkshire, UK: McGraw-Hill Press.