

正立倒立面孔学习效应过程性对比研究

裴佩^{1*}, 石金富^{2#}, 高志华^{2#}

¹华北理工大学心理与精神卫生学院, 河北 唐山

²天津职业技术师范大学, 河北 唐山

收稿日期: 2022年5月12日; 录用日期: 2022年6月15日; 发布日期: 2022年6月27日

摘要

目的: 探讨面孔学习过程的学习效应。方法: 采用顺序匹配范式任务, 对34名大学生进行正立面孔与倒立面孔的行为学训练, 记录准确率和反应时。结果: 1) 正立面孔学习速度与倒立面孔之间有显著差异; 2) 正立面孔经训练后测反应时显著快于前测的反应时; 在第二次训练正立面孔准确率显著高于倒立面孔。结论: 反应时和准确率两方面都能体现出正立面孔学习相比倒立面孔来说是有优势的。

关键词

面孔识别, 面孔学习, 行为学研究

Comparative Study on the Process of Face Learning Effect of Upright and Handstand

Pei Pei^{1*}, Jinfu Shi^{2#}, Zhihua Gao^{2#}

¹College of Psychology and Mental Health, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

²Tianjin University of Technology and Education, Tangshan Hebei

Received: May 12th, 2022; accepted: Jun. 15th, 2022; published: Jun. 27th, 2022

Abstract

Purpose: To explore the learning effect of face learning process. **Methods:** Using the sequential Matching Paradigm Task, 34 college students were trained in the behavior of standing and upside-down faces, and the accuracy and reaction time were recorded. **Results:** 1) There was a significant difference in learning speed between the upright face and the inverting face; 2) The reaction time of the face after training was significantly faster than that of the face before training; And in the

*第一作者。

#通讯作者。

second training, the accuracy of upright face was significantly higher than that of handstand face. Conclusion: Both reaction time and accuracy rate show that the learning of standing face is superior to that of handstand face.

Keywords

Face Recognition, Face Learning, Behavioural Study

Copyright © 2022 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

面孔在我们的生活中占据重要地位，是一种信息非常丰富的视觉刺激。面孔相比于其它视觉刺激有一些独有的特征。首先面孔是一类包含相同的元素(如眼、嘴等)的整体(Holistic)性强的刺激，因此对面孔的识别主要体现在对个体的识别，面孔加工被认为是一种类别内的加工(Amihai, Deouell, & Bentin, 2011)。有研究者把面孔包含的信息分为两阶：一阶构形(Configural)是指面孔固定的简单空间关系，即嘴巴在鼻子下方、眼睛在鼻子上方；面孔的二阶构形是变化的，包括眼间距、鼻子长短及各个构成元素的特征等(Maurer, Grand, & Mondloch, 2002)。日常生活中我们可以从面孔刺激上得到非常丰富的信息，例如身份、性别、年龄、情感等。因为面孔信息的复杂性，所以可以从不同角度对面孔信息进行分类，即根据人们希望获得的关于个体的信息，对相应的面孔属性进行不同的处理和组合，进而从面孔中提取相关的有价值的信息，而普通物体没有这一特性(Sergent, Ohta, & MacDonald, 1992)。

面孔刺激具有的特征和面孔信息的社会重要性，Galton 在一百多年前就提出观点，面孔识别相比于面孔的特征信息更加依赖于整体信息。对面孔识别研究，早期一般通过横向研究(儿童、成人)对比观察面孔的不同年龄对面孔的方式，发现儿童和成人对面孔刺激加工方式是不同的，儿童更偏向特征加工，成人使用整体加工，10岁左右会转换面孔加工策略(Miki, Honda, Takeshima, Watanabe, & Kakigi, 2015)。Tanaka 等人采用部分-整体范式对以上结果进行检验，发现6岁的儿童在面孔整体条件下识别面孔元素比单独面孔元素更容易(Tanaka, Heptonstall, & Campbell, 2019; Tanaka, Kay, Grinnell, Stansfield, & Szechter, 1998)，这一结果与他在成人面孔加工研究一致(Tanaka & Farah, 1993)，之后他提出相对于其他非面孔刺激，面孔刺激是整体加工的假设预测。这一预测在随后的面孔研究中，得到各种研究范式支持，如面孔反转范式(Eng et al., 2017; Mazard, Schiltz, & Rossion, 2006)、合成范式(Murphy, Gray, & Cook, 2017)、部分-整体范式(Miki, Takeshima, Watanabe, Honda, & Kakigi, 2011)等。这些范式在面孔研究中经常使用，合成范式一般就是用非一个人的半张面孔合成一张新的面孔，在识别时比单独半张面孔反应时会加长、准确度降低(Jacques & Rossion, 2010; Murphy et al., 2017; Richler, Mack, Palmeri, & Gauthier, 2011; Yang et al., 2014)。部分-整体范式是指把面孔的单独元素拿出来和放在整体中进行识别，发现元素在整体更容易识别，准确度更高(Leder & Bruce, 2000)。

从面孔加工研究来看，主流提出两种面孔加工理论。一种是面孔特异假说，认为面孔加工相对物体加工是特殊的，这种特殊有着质的区别的，主要包含两个方面，其一是面孔加工和普通物体的加工过程不同，普通物体采用的主要是特征加工，而面孔采用的是整体加工。另一种是面孔专家说，最早 Carey 等人提出儿童面孔识别的发展是由于“面孔本身经验”的增加(Itier & Taylor, 2002)。Kerr 发现对面孔采

取精细化加工有助于面孔识别、记忆(Kerr & Winograd, 1982)。但直到 Diamond 等发现狗专家和面孔加工类似(Diamond & Carey, 1986)时,研究者才正式把“经验”应用到面孔加工机制研究。面孔和专家物体具有相同神经机制的研究正式起于 Gauthier 提出观点:面孔之所以与普通物体不同,是因为我们都是面孔专家。

面孔刺激加工受到其方向的影响非常大。虽然倒置的面孔照片仍然可识别,但它们失去了表现力特征,在年龄、情绪和吸引力方面变得难以或不可能分类。在倒置观看的照片中不能识别熟悉的人是一个众所周知的现象。以往研究也表明倒立面孔和普通物体的神经机制一致(Aguirre, Singh, & D'Esposito, 1999)。倒立面孔的几乎所有物理刺激参数(如空间频率、复杂度和元素间相似性)都等效于直立面孔(Tanaka, Kaiser, Hagen, & Pierce, 2014),所以倒立面孔的识别属于类别内。因此倒立面孔是检验面孔与非面孔加工机制是否相同的一种理想的非面部控制刺激。

以往绝大多数面孔研究都考察了直接感知面孔或在相对较短的时间内记住面孔时的整体加工。在倒立面孔学习研究方面更重视面孔(正立或倒立)学习后,面孔记忆长时间保持时间。虽然感知和短期识别研究对于理解整体面部过程很有价值,但是对面孔在学习过程中加工不同在很大程度上尚不清楚。本研究通过对正立与倒立面孔的学习和测试研究面孔在学习过程中学习效应变化。

2. 实验

2.1. 被试

在校大学生 34 名(其中男 14 名),年龄在 19~26 岁之间,平均年龄 22.94。所有被试都身体健康、右利手、视力或校正视力正常以及无神经系统疾病,没有进行过类似实验训练的个体。随机分配成两组,每组 17 人(其中男 7 人)。被试在实验前会签署知情同意书,试验结束后被试会获取相应报酬。其中正立组因一名被试在实验过程中脱落,最后有效被试 33 名(13 男)。

2.2. 实验材料

使两种材料,一种为面孔分别是正立面孔和倒立面孔各 20 张,一种是和面孔相匹配的名字材料。面孔材料来源是罗跃嘉等编制的中国人情绪面孔图片系统(Chinese Affective Face Picture System, CAFPS)中的灰度中性面孔图片中随机选取 20 张(10 男 10 女),分辨率是 260 × 300。把这 20 张面孔材料用 Photoshop 进一步处理,去掉一些明显瑕疵,去掉面孔周围多余的部分,比如脖子、耳朵等,统一以白色为背景,保存作为正立面孔材料,同时旋转 180 度作为倒立面孔材料,各类刺激照片高度尺寸相同。名字材料选择是在常用汉字库中挑选出 40 个单字,经过筛选留下 20 个(10 个被认为偏向女生使用,10 个偏向男生使用),最后在 20 个单字前均加上“小”字作为名字。最后把名字和面孔材料按性别随机匹配。

2.3. 实验设计

把 34 名被试分成两组,一组学习正立面孔,另一组学习倒立面孔。刺激方向包含正立面孔和倒立面孔为被试内因素。以反应时和正确率作为因变量指标。任务采用 Gauthier & Tarr (1997)的顺序匹配范式(如图 1),整个流程包含两个阶段(学习/测试)。

2.3.1. 实验步骤

实验是在安静无噪音环境进行,被试坐在椅子上,眼睛和电脑距离 70 厘米。使用 E-prime 进行刺激呈现,每项任务开始之前,屏幕上都会出现指导语,主试也会对被试朗读指导语,让被试明白实验要求。学习阶段流程先“+”呈现 500 毫秒,名字呈现 1000 毫秒,然后呈现匹配好的面孔图片不限时间被试按键结束,每次学习包含 20 个 trial。测试阶段使用名字-面孔匹配任务,每个 trial 流程是“+”呈现 500 毫秒,随机呈现一个名字 1000 毫秒,之后随机一张面孔图片不限时,让被试判断名字和面孔与学习是否

一致的按键反应，包含 120 个 trial。整个流程共 140 个 trial。两个阶段交替进行，直到被试测试阶段达到 100% 正确率。学习 - 测试过程最长持续 180 分钟，最短 40 分钟。

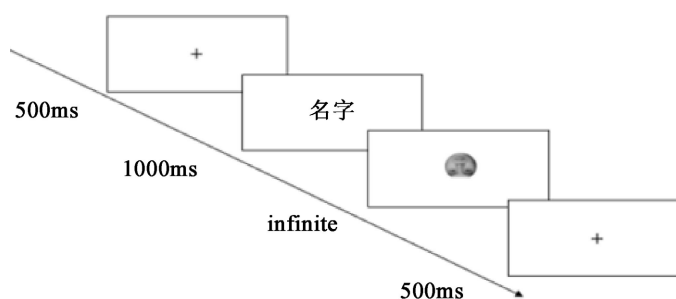


Figure 1. Flow chart of single trial

图 1. 单个试次流程图

2.3.2. 统计处理

利用 SPSS 22.0 进行数据分析处理。对 33 名被试训练数据进行筛选，筛选标准为：每名被试在每次测试时其单个试次反应时超出该次训练平均反应时的 ± 3 个标准差，在 32 名被试共 20,880 个试次中剔除 402 个试次，筛选比例约为 2%。在筛选后的数据中剔除错误试次，只对正确试次进行分析。

3. 结果

在本次实验过程中倒立组一名被试两次训练因保存不当丢失，因此该被试不参与整体趋势分析。

3.1. 两组材料学习进度状况

倒立组被试平均进行了 6.53 (95% CI, 4~9) 次训练，正立组被试平均进行 4.44 (95% CI, 2~8) 次，以达到 100% 的准确性标准。对不同组别被试训练次数进行 Mann-Whitney 非参数检验，表 1 的结果表明学习倒立面孔需要的时间显著长于正立面孔。

Table 1. Training status of different face materials

表 1. 不同面孔材料训练状况

组别	样本量	训练次数	Z 值	p 值
倒立组	17	6 (4~9)	-3.19	0.001
正立组	16	4 (2~8)		

3.2. 两组材料正确率分析

两组材料准确率整体都是上升趋势，表 2 是对不同组被试的正确率进行 Mann-Whitney 非参数检验，发现只有在第二次训练时正立组准确率平均为 87% (0.55~1.00) 显著高于倒立组 73% (95% CI, 0.45~0.94)。

Table 2. Accuracy of different groups in the second training

表 2. 不同组在第二次训练的正确率

组别	样本量	正确率	Z 值	p 值
倒立组	17	0.73 (0.45~0.94)	-2.63	0.008
正立组	16	0.87 (0.55~1.00)		

3.3. 两组材料反应时分析

如图 2(左)所示, 红色实线表示正立组整体学习状况, 呈现明显正立面孔学习反应时有明显下降趋势。在本研究中如表 3 所示, 以组别(正立/倒立)为被试间因素, 测试顺序(前测/后测)作为被试内因素(前测: 被试第一次测试; 后测: 被试达到 100% 正确率的测试)采用 2*2 重复测量方差分析法分析反应时间(RT), 得出结果, 前后测主效应显著, $F(1, 31) = 14.14, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.31$, 前测反应时(2105.65 ms \pm 148.38 ms)经过训练后后测反应时(1552.74 ms \pm 94.18 ms)显著降低。组别主效应不显著。前后测 \times 组别交互作用边缘显著, $F(1, 31) = 3.26, p = 0.08, \eta_p^2 = 0.10$, 简单效应分析发现, 在正立组的前测(2249.84 ms \pm 212.99 ms)显著高于后测(1431.33 ms \pm 135.19 ms)。

Table 3. Reaction time of different groups before and after training
表 3. 不同组在训练前后的反应时

组别	前测	后测
倒立组	1961.46 \pm 775.45	1674.1524 \pm 540.75
正立组	2249.84 \pm 926.63	1431.3281 \pm 540.75

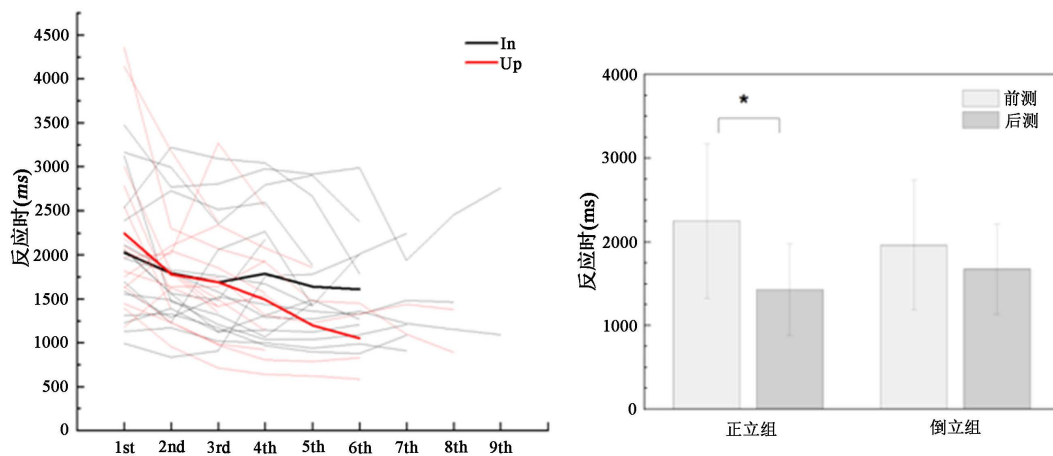


Figure 2. Learning status of subjects
图 2. 被试学习情况

4. 讨论

4.1. 整体学习效应分析

本研究采用顺序匹配范式探讨在正立面孔和倒立面孔的学习过程的差异。从两种材料的学习进程来看, 正立面孔学习速度是显著快于倒立面孔。这一结果与 Tanaka 在面孔记忆时间研究结果类似, 再次验证人脑存在对正立面孔的知觉经验, 这种经验对识别陌生面孔会比陌生生物体更加具有优势(Tanaka et al., 2019)。

4.2. 学习准确率的分析

从实验整体来看, 两组对材料准确率整体都是上升趋势, 两组准确率对比结果来看, 只有在第二次测试中, 且正立面孔正确率显著高于倒立面孔, 而初次测试和第二次之后的测试无显著差异, 这个结果与以往研究结果无法进行直接比较, 因为以往研究更加重视外族面孔知觉经验的增长(Tanaka, 2019)以及

普通物体 Greebles (Gauthier & Tarr, 1997)等知觉经验来研究面孔加工过程,而不是对面孔在学习过程中学习效应的变化,因此本研究也引发一个问题假设正立面孔加工的特殊性是由于专家经验,那么我们在识别新面孔时专家经验是如何参与行动?针对本研究准确率出现这种现象,可能是因为在初次测试中因为对陌生的正立或倒立面孔,被试都是采用有意识加工,对面孔的特征信息进行区分,面孔材料对应的名字信息也会占用一定的注意资源。因此在初次测试时正、倒正确率之间没有差异。有研究认为对意识加工和无意识加工在面孔识别是共同参与的(Kawakami et al., 2015),提高对正立面孔的学习,但对于倒立面孔在加工过程中没有正立面孔的优势加工,而且这种正立面孔优势加工是有上限的,因此只有第二次两组之间的差异最突出。

4.3. 学习反应时的分析

从研究结果的反应时来看,在前测时倒立面孔正确试次所用时间是少于正立面孔但是在统计学上达不到显著差异。这与 Tanaka 在研究倒置效应时得出倒置面孔的反应时是短于正立面孔结果类似(Tanaka, 2020)。关于面孔识别反应时与速度-准确性权衡有很大相关(Gauthier et al., 1999),出现这种结果这可能是因为我们对倒立面孔来说都是新手在进行判断过程中更偏向对时间的控制,而正立组由于对正立面孔都是专家,所以在进行判断时,会潜意识偏向准确性,从而增加反应时。

经过训练后正立面孔前后反应时显著下降,这结果与 Gauthier 类似,在日常生活都是面孔识别专家,专家在个体识别水平上和基本水平是一样的(Gauthier & Tarr, 1997)。而且这个现象是符合以往研究成果,不论从面孔专家理论还是面孔特异说都可以解释,因此一旦习得某张面孔后,相对于普通物体面孔的就会产生一种质变效果(Freiwald & Tsao, 2014; Hagen et al., 2016),从而达到在日常生活中的高精度,快速识别。倒立面孔在前后测中反应时有所下降,但并未达到显著,这个结果和 Gauthier 行为学研究不一致(Gauthier & Tarr, 1997),这可能是由于他们研究得研究是从面孔知识专家角度出发,去研究类面物体 Greebles 成为专家是否和面孔加工机制一致,本研究结果是因为对待倒立面孔我们都是新手,对倒立面孔没有一个专家知识,即使学会一张倒立面孔,但并没有从加工机制层次改变倒立面孔得识别。

5. 结论

本文通过对面孔学习过程进行考察,分别测量了正、倒立面孔在学习过程中反应时和准确率方面的差异。反应时结果表明对陌生正立面孔学习要显著快于倒立面孔;准确率方面学习正立面孔时相对于倒立面孔在第二次会有一个显著差异,我们的结果可能表明人脑对正立面孔识别的特殊可能是由于面孔识别中有神经机制作用但具体神经机制是怎么作用的有待进一步研究

参考文献

- Aguirre, G. K., Singh, R., & D'Esposito, M. (1999). Stimulus Inversion and the Responses of Face and Object-Sensitive Cortical Areas. *Neuroreport*, 10, 189-194. <https://doi.org/10.1097/00001756-199901180-00036>
- Amihai, I., Deouell, L. Y., & Bentin, S. (2011). Neural Adaptation Is Related to Face Repetition Irrespective of Identity: A Reappraisal of the N170 Effect. *Experimental Brain Research*, 209, 193-204. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2546-x>
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why Faces, Are and Are Not Special: An Effect of Expertise. *Journal of Experimental Psychology*, 115, 107-117. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.115.2.107>
- Eng, Z. H. D., Yick, Y. Y., Guo, Y., Xu, H., Reiner, M., Cham, T. J., & Chen, S. H. A. (2017). 3D faces are recognized more accurately and faster than 2D faces, but with similar inversion effects. *Vision Research*, 138, 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.06.004>
- Freiwald, W. A., & Tsao, D. Y. (2014). Neurons That Keep a Straight Face. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 7894-7895. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406865111>
- Gauthier, I., & Tarr, M. J. (1997). Becoming a "Greeble" Expert: Exploring Mechanisms for Face Recognition. *Vision Re-*

- search, 37, 1673-1682. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(96\)00286-6](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(96)00286-6)
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (1999). Activation of the Middle Fusiform “Face Area” Increases with Expertise in Recognizing Novel Objects. *Nature Neuroscience*, 2, 568-573. <https://doi.org/10.1038/9224>
- Hagen, S., Vuong, Q. C., Scott, L. S., Curran, T., & Tanaka, J. W. (2016). The Role of Spatial Frequency in Expert Object Recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42, 413-422. <https://doi.org/10.1037/xhp0000139>
- Itier, R. J., & Taylor, M. J. (2002). Learning Can Abolish Age Differences in Face Recognition: A Developmental ERP Study on Upright, Inverted, and Contrast-Reversed Faces. *Perception*, 31, 18.
- Jacques, C., & Rossion, B. (2010). Misaligning Face Halves Increases and Delays the N170 Specifically for Upright Faces: Implications for the Nature of Early Face Representations. *Brain Research*, 1318, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.12.070>
- Kawakami, N., Miura, E., & Yoshida, F. (2015). Conscious and Unconscious Processes Are Sensitive to Different Types of Information. *Evolution, Mind and Behaviour*, 13, 37-46. <https://doi.org/10.1556/2050.2015.0001>
- Kerr, N. H., & Winograd, E. (1982). Effects of Contextual Elaboration on Face Recognition. *Memory & Cognition*, 10, 603-609. <https://doi.org/10.3758/BF03202443>
- Leder, H., & Bruce, V. (2000). When Inverted Faces Are Recognized: The Role of Configural Information in Face Recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A-Human Experimental Psychology*, 53, 513-536. <https://doi.org/10.1080/713755889>
- Maurer, D., Grand, R. L., & Mondloch, C. J. (2002). The Many Faces of Configural Processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 255-260. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01903-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01903-4)
- Mazard, A., Schiltz, C., & Rossion, B. (2006). Recovery from Adaptation to Facial Identity Is Larger for Upright than Inverted Faces in the Human Occipito-Temporal Cortex. *Neuropsychologia*, 44, 912-922. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.08.015>
- Miki, K., Honda, Y., Takeshima, Y., Watanabe, S., & Kakigi, R. (2015). Differential Age-Related Changes in N170 Responses to Upright Faces, Inverted Faces, and Eyes in Japanese Children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article No. 263. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00263>
- Miki, K., Takeshima, Y., Watanabe, S., Honda, Y., & Kakigi, R. (2011). Effects of Inverting Contour and Features on Processing for Static and Dynamic Face Perception: An MEG Study. *Brain Research*, 1383, 230-241. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.01.091>
- Murphy, J., Gray, K. L., & Cook, R. (2017). The Composite Face Illusion. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 245-261. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1131-5>
- Richler, J. J., Mack, M. L., Palmeri, T. J., & Gauthier, I. (2011). Inverted Faces Are (Eventually) Processed Holistically. *Vision Research*, 51, 333-342. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.11.014>
- Sergent, J., Ohta, S., & MacDonald, B. (1992). Functional Neuroanatomy of Face and Object Processing. A Positron Emission Tomography Study. *Brain*, 115, 15-36. <https://doi.org/10.1093/brain/115.1.15>
- Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and Wholes in Face Recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 46, 225-245. <https://doi.org/10.1080/14640749308401045>
- Tanaka, H. (2020). Mental Rotation of Alphabet Characters Affects the Face-Sensitive N170 Component. *NeuroReport*, 31, 897-901. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000001476>
- Tanaka, J. W., Heptonstall, B., & Campbell, A. (2019). Part and Whole Face Representations in Immediate and Long-Term Memory. *Vision Research*, 164, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.07.007>
- Tanaka, J. W., Kaiser, M. D., Hagen, S., & Pierce, L. J. (2014). Losing Face: Impaired Discrimination of Featural and Configural Information in the Mouth Region of an Inverted Face. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 1000-1014. <https://doi.org/10.3758/s13414-014-0628-0>
- Tanaka, J. W., Kay, J. B., Grinnell, E., Stansfield, B., & Szechter, L. (1998). Face Recognition in Young Children: When the Whole Is Greater than the Sum of Its Parts. *Visual Cognition*, 5, 479-496. <https://doi.org/10.1080/713756795>
- Yang, L. Z., Zhang, W., Shi, B., Yang, Z., Wei, Z., Gu, F. et al. (2014). Electrical Stimulation over Bilateral Occipito-Temporal Regions Reduces N170 in the Right Hemisphere and the Composite Face Effect. *PLOS ONE*, 9, Article ID: e115772. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115772>