基于社会功能假说探讨应激对传染性哈欠的影响

苏金龙^{1,2}, 肖瑶¹, 苏彦捷^{1*}

1. 北京大学心理与认知科学学院, 行为与心理健康北京市重点实验室, 北京 100871;

2. 南京师范大学心理学院, 南京 210024

* 联系人, E-mail: yjsu@pku.edu.cn

2020-12-20 收稿, 2021-04-04 修回, 2021-04-06 接受, 2021-04-07 网络版发表

国家自然科学基金(31872782, 32071075)资助

摘要 看到周围有人打哈欠, 我们自己可能也会跟着打哈欠, 这种由他人哈欠诱发的哈欠被称为传染性哈欠。传染性哈欠在生活中很常见, 但原因和机制的分析还非常有限。哈欠的社会功能假说认为, 哈欠可能具有交流功能, 用以传递威胁或预警信息, 使得哈欠的传染具有一定的适应意义。然而, 该假说更多的基于动物观察推测而来, 少有实证探讨, 在人类群体中相关考察更是稀少。基于这一假说, 研究对60名大学生采用社会压力任务激活应激状态, 监测心电反应并通过正性负性情绪量表中文版与放松状态主观评定问卷对自己当前的情绪状态进行自我评定, 采用眼中读心任务测量心理理论, 同时采用匹兹堡睡眠质量指数和斯坦福嗜睡量表控制睡眠状况和警觉程度, 考察心理应激与传染性哈欠的关系及其影响因素。结果发现, 心理应激会显著增强传染性哈欠, 却不会影响自发性哈欠。同时, 被试的心率变异性越高, 对应影响越不明显; 心理理论越高, 对应影响则越明显。上述结果为哈欠的社会功能假说提供了支撑, 提示传染性哈欠在漫长的演化过程中可能承担着重要的交流功能, 有着特定的适应意义。

关键词 传染性哈欠, 心理应激, 演化, 心率变异性, 心理理论

哈欠是一种不由自主的、阵发性的呼吸活动, 涉及张大嘴巴-深吸气-短暂窒息-肌肉收缩达到短暂的高峰-闭上嘴巴同时伴有缓慢的呼气等一系列动作^[1]。它是一种高度刻板、无意识、自动化的行为模式, 持续6 s左右的时间。哈欠并非人类特有, 而是几乎存在于所有脊椎动物中^[2]。有趣的是, 在该领域, 还存在一个很常见但却容易被忽略的现象——看到他人打哈欠, 自己常常也会不由自主的打哈欠。这种由与哈欠有关的刺激诱发产生的哈欠被称为传染性哈欠(contagious yawning)^[2]。

传染性哈欠的诱发刺激很多, 如直接或间接(通过视频、图片)观看他人打哈欠、阅读与哈欠有关材料、听打哈欠的声音、甚至仅仅思考打哈欠这件

事^[3,4]。同样地, 传染性哈欠亦非人类独有, 研究者在黑猩猩、倭黑猩猩、狗等动物身上也发现了该现象^[5]。然而, 相比自发性哈欠, 传染性哈欠具有两个特征: 仅在相对高等的哺乳类动物中存在; 不同等级的物种发生比例不一样, 成人群体比例在45%~60%^[2], 黑猩猩群体中, 大约为33%^[6], 狗的身上对应比例则可能更低(6%)^[7]。上述特征提示, 传染性哈欠具有一定的演化基础, 同时相比自然性哈欠, 其在演化时间上相对更晚才出现。有关研究显示, 相比自发性哈欠更多的与一些生理因素(如疲劳程度)相联系, 传染性哈欠可能与相对高级的心理成分存在密切关联^[8]。目前, 传染性哈欠与共情之间的联系得到了相对较多的关注, 并初步揭示了二者存在正相关的关系^[3,9,10]。但囿于直接研究有限, 加

引用格式: 苏金龙, 肖瑶, 苏彦捷. 基于社会功能假说探讨应激对传染性哈欠的影响. 科学通报, 2021, 66: 3171-3181

Su J L, Xiao Y, Su Y J. An exploratory empirical examination on the social hypothesis of contagious yawning (in Chinese). Chin Sci Bull, 2021, 66: 3171-3181, doi: [10.1360/TB-2020-1481](https://doi.org/10.1360/TB-2020-1481)

上结果的不一致(有的发现存在正相关,有的发现不存在相关),上述关系仍存在一定的不确定性^[11~13]。另一方面,对比自发性哈欠与传染性哈欠个体发生过程中的差异,也可以为我们了解传染性哈欠与高级心理机能之间的联系提供一定参考。例如,自发性哈欠在新生儿中已经出现,但传染性哈欠却出现的相对较晚,4岁左右才会出现^[14,15],而4岁正是很多关键社会性心理成分(如心理理论)发展的重要年龄。步入老年期后,相关认知能力逐步衰退,相应地,传染性哈欠的发生比例也会迅速下降^[8]。

鉴于传染性哈欠与心理机能可能存在的关联,同时结合动物研究的有关证据,有研究者提出了哈欠的社会功能假说,认为它是一种使群体的行为同步化的非言语交流形式,对群体的行为组织有着某种作用^[10,16]。研究显示,在雄性处于主宰地位的黑猩猩群体中,相比雌性黑猩猩的哈欠,黑猩猩更容易被雄性黑猩猩的哈欠传染^[17];而在雌性主宰的倭黑猩猩群体中,发现相反的现象,即群体成员更容易被雌性的哈欠传染^[18]。具有更高社会地位的群体成员往往在群体行为同步方面起到更大的作用,提示哈欠可能是一种非言语的交流信号,使得群体行为达到一致以更好地进行群体活动。那么,哈欠扮演的交流角色传递什么信号呢?研究认为,其可能起着警示作用^[5]。例如,当面临敌人时,狒狒会用哈欠来进行威胁,以便露出大而锋利的犬齿以吓唬敌人;当个体发现威胁并通过哈欠进行警告时,其他个体也接二连三地作出类似的反应来传递警告信号,从而使整个群体协同行动。此外,鉴于哈欠本身可以调节机体的警觉水平和大脑的唤醒程度^[5,19],在一个群体中,当某个群体成员感到无聊、疲倦或者面临应激而发出哈欠行为时,一方面提高个体本身的清醒度,另一方面由于哈欠的传染而使整个群体保持清醒、提高警戒,以抵御外来威胁^[20]。

如果传染性哈欠确实具有上述交流功能,且这一功能具有重要的生存适应价值,不难推知,与外界威胁环境直接联系的应激应该会对传染性哈欠产生影响。应激是指当暴露于被知觉为威胁或要求过高的情境(应激源)中时,个体产生一系列生理和心理反应以应对应激源的过程^[21]。其既可以由温度等物理因素诱发,也可以由较难的任务和危险等社会情境诱发。以往基于动物的研究显示,应激会导致自发性哈欠的增多,这一现象在非人灵长类^[22]和大鼠^[23]身上都得到了证实。在人类身上,一些现象提示二者联系的可能,如体育运动

竞技前、舞台表演之前参与主体都会出现哈欠增多现象^[2]。在自我报告中,大学生被试也会认为压力情境可能会引发自己打哈欠^[24]。然而,就我们所知,目前尚未有实证研究在人类群体中直接考察应激与自发性哈欠的关系。同样地,关于应激与传染性哈欠的关系,目前只看到一项在人类群体中探讨该问题的研究^[25]。在这项工作中,哈欠的测量采用让被试观看哈欠视频后填写问卷回忆自己看视频过程中打哈欠的数量。该方法可能会受到自我报告偏差和记忆准确性的限制,使得研究结果的准确性受到影响。同时,该研究通过让被试把手插入冰水这种方式激活应激,探讨的是生理性应激与传染性哈欠的关系。而依据传染性哈欠的社会功能假说,由社会性情境诱发的心理应激(如捕猎者、敌对群体趋近带来的威胁)应该与传染性哈欠有着更为密切的关系。这也意味着,进一步采用客观的哈欠测量方法,探讨心理应激与传染性哈欠的关系对于了解传染性哈欠有着重要意义。

另外,不同个体的应激易感性是不一样的。应激直接引发自主神经系统激活,使交感神经和副交感神经的激活程度发生变化,迷走神经抑制功能减弱,交感神经激活增强,进而使得机体维持“兴奋”状态,以便对外部威胁进行反应(如战斗或逃跑)^[26]。复杂的环境中,机体功能的高效执行有赖于交感神经系统和副交感神经系统的动态平衡^[27]。而反映交感神经和副交感神经平衡状态的一个直接指标是心率变异性(heart rate variability, HRV),基线状态下,迷走神经处于相对兴奋的状态,使得HRV维持在一个较高的水平,应激则会通过前述激活平衡的调整降低HRV水平,这种变化也使得HRV成为应激研究中的一个常用生理指标,如检验应激操控是否有效^[28]。同时,静息状态下的HRV本身也存在个体差异。神经结构上,交感神经和副交感神经的动态平衡受到前额叶的调控,集中体现为前额叶对交感神经激活的抑制^[29]。因此,前额叶的激活往往伴随着较低程度的交感神经激活与较高程度的副交感神经激活,而上述激活模式则表现为更高的HRV。这意味着,HRV本身可以作为前额叶调控自主神经系统程度的一项指标^[28]。鉴于上述调控过程涉及杏仁核等与威胁刺激加工有关的脑环路,HRV与个体对压力或威胁的知觉/反应之间就建立起了联系。元分析证据显示,高的HRV与更低的威胁知觉相联系^[30]。面对同一个威胁,对威胁的感知是存在个体差异的,进而导致应激反应的差异,而上述证据则提示,HRV可能是有关差异的一个

反映指标。这也意味着,在应激影响传染性哈欠的过程中,HRV可能会起到调节作用。

此外,如果传染性哈欠具有交流功能,那么个体受哈欠传染的程度与其对他人释放信息的理解有着密不可分的联系。心理理论(theory of mind, ToM)在获知他人信念、态度和心理状态过程中扮演着核心角色^[31],提示其可能与哈欠的传染存在某种联系。有研究曾在成人人群中考察了传染性哈欠与ToM之间的关系,采用了一级错误信念任务、二级错误信念任务和失言任务(faux pas)测量ToM,发现仅通过失言任务测量的ToM得分与传染性哈欠存在显著正相关^[32]。对于成人来说,通过一级和二级错误信念任务相对过于简单,可能导致天花板效应,这可能是通过该两项任务测得的ToM得分与传染性哈欠没有发现联系的潜在原因。当然,二者之间的联系还有待进一步的研究证据确认。此外,自闭症儿童伴随着ToM的损伤,同时其传染性哈欠也显著减少^[33];神经影像证据显示,被试观看哈欠视频时打哈欠的冲动与腹内侧前额叶的激活存在关联^[34],而该脑区也是情感性心理理论的重要神经基础^[35]。这些证据提示,ToM与传染性哈欠可能存在着正向联系。因此,在应激影响传染性哈欠的过程中,ToM同样可能起到调节作用。

综上所述,本研究将基于传染性哈欠的社会功能假说,考察心理应激对传染性哈欠的影响,并探讨HRV和ToM在其间可能起到的调节作用。应激常与威胁性环境伴生,如果哈欠具有假设认为的交流功能,那么应激状态下个体会表现出更多的传染性哈欠。此外,心率变异性与威胁知觉存在联系,心理理论则在识别他人心理状态等社会性信息中起着基础作用,如果哈欠是一种交流信号,二者也应该在上述影响中起到调节作用。具体来看,我们预期,应激会促进传染性哈欠更好地传递威胁信息、促进群体警觉;鉴于高的HRV与更

低的威胁知觉相联系,应激对传染性哈欠的促进应该更多地体现在HRV比较低的群体当中;而基于高水平的ToM能够更好地识别他人传递的信息,应激的对应促进作用应该更多地体现在ToM比较高的群体当中。

1 方法

1.1 被试

在效应量 $f = 0.40$,显著性水平 $\alpha = 0.05$ 的条件下,探测一个 2×2 的交互效应至少需要被试52人才能达到0.8的统计效力(G*Power),考虑到可能存在的无效数据,最终公开招募到北京某高校大学生60名(男生29名),年龄范围18~29岁,平均年龄 $M = 21.66$, $SD = 2.43$ 。所有被试视力或校正视力正常,无神经或精神系统疾病史,之前亦没参加过类似实验。依据被试参加实验的顺序,会被轮替分配到应激组或控制组,两组被试在性别比上进行匹配(表1)。该研究通过了研究团队所在单位的伦理审查,所有被试均签署知情同意书。

1.2 社会应激测试

社会应激测试(trier social stress test, TSST)常用于实验室条件下诱发被试的急性心理应激反应^[36]。原测试包括3个阶段:准备阶段(5 min)、演讲阶段(5 min)、心算阶段(5 min)。考虑到实验时间和预实验中被试在该任务中的有关表现,本研究在原测试任务的基础上进行了时间上的调整,把准备阶段和心算阶段均改为3 min,演讲阶段仍为5 min。对于应激组被试,主试告知被试:他/她将有3 min的时间准备一个求职面试,面试内容是针对自己理想的工作进行求职自我介绍。准备阶段结束后,被试面对陌生的、受过训练的一男一女两位面试官和摄像机进行求职自我介绍,被试事先被告知面试官将对其面试表现进行评价、摄像头将记

表1 应急操控前应激组和控制组被试基础变量对比

Table 1 Basic summary statistics by group before experimental manipulation

变量	$N_{\text{应激组}}$	$N_{\text{控制组}}$	$M(SD)_{\text{应激组}}$	$M(SD)_{\text{控制组}}$	t/χ^2	P
SSS	30	30	2.43 (0.94)	2.50 (0.86)	-0.29	0.78
PSQI	30	30	5.10 (2.59)	5.00 (2.53)	0.15	0.88
RMET	30	30	5.52 (2.11)	5.09 (1.78)	0.86	0.39
年龄	30	30	21.20 (2.33)	22.13 (2.49)	-1.50	0.14
性别比	30	30	14/16	15/15	0.07	0.80

a) RMET反应时的单位为s, χ^2 检验仅在性别比的组间差异检验中使用

录全程面试表现;演讲阶段结束后,面试官立即让被试进行心算任务:将2043倒减17,报出答案,再将得到的数再次倒减,报出答案,依次类推下去,越快越准确越好。若被试答案错误,面试官立即打断,并让被试从头开始,心算任务持续3 min。对于控制组被试,接受任务流程与应激组一致,但准备的内容是在一间空房间里朗读一篇有关旅行的文章(不涉及自我卷入),没有面试官和摄像头。同时,相比应激组,心算任务难度要低很多,将0加15,报出答案,再将得到的数再加15,报出答案,依次类推下去,不要求速度。

1.3 传染性哈欠任务

该任务中,被试要观看两类视频材料:哈欠视频和控制视频(图1)。哈欠视频包括10个(视频中哈欠主体包含婴儿、大学生和老年人,性别平衡),视频内容为哈欠主体打哈欠的过程记录,视频平均长度8.2 s(3~13 s),每个视频出现两次,顺序随机,视频总长180 s。控制视频亦包含10个,视频中的主体与哈欠视频相同,唯一区别在于不打哈欠,视频呈现顺序与哈欠视频对应,总长180 s。视频材料的具体制作过程可参见之前研究^[8]。任务中,被试单独在安静的实验室中观看两段视频,观看视频的次序在被试间平衡。每段视频播放完毕后,被试休息30 s,之后在0~100标尺上(0表示一点也不想打哈欠,100代表非常想打哈欠)滑动标尺评价自己在观看视频过程及休息过程中想打哈欠的冲动。任务过程中,实验室装有隐蔽的摄像头正对被试脸部,记录被试在观看期间的面部反应。

1.4 应激反应测量及HRV

对应激反应的测量包括客观测量和主观测量。客观上监测心电反应,使用BioPac MP150生理仪(Biopac Systems Inc, 美国)监测被试在TSST前后及任务中的心电反应。使用Acqknowledge 4.4(Biopac Systems Inc, 美国)和CardioEdit软件(Brain-Body Center, University of Illinois at Chicago)进行数据的初步处理和修正,计算5个时间段内涉及的平均HRV:分别是TSST前3 min、TSST准备阶段的3 min、演讲/朗读阶段的5 min、心算阶段的3 min,以及TSST任务结束后的3 min。不同时间段的HRV主要用来检验应激操控的有效性,而TSST前3 min准备阶段的基线HRV将作为被试的一般心率变异性,用来考察HRV在应激影响中的调节作用。

主观测量采用正性负性情绪量表(positive and nega-

图1 (网络版彩色)哈欠组(a)和控制组(b)视频材料示例

Figure 1 (Color online) Screen shot of the video material for the yawning group (a) and the control group (b)

tive affect schedule, PANAS)中文版^[37]与放松状态主观评定问卷。PANAS包含正性情绪量表和负性情绪量表两个部分,每个部分各包含10个与情绪有关的形容词,要求被试对自己当前的情绪状态进行自我评定,量表采用李克特5点量表计分。鉴于应激一般引发负性情绪增强,研究将主要关注其中的负性情绪量表部分。本研究中,对应负性情绪量表的内部一致性信度系数Cronbach's $\alpha = 0.90$ 。放松状态评定问卷是一个0~100的滑动标尺(0表示一点也不放松,100代表非常放松),要求被试滑动标尺至合适位置表示自己当前的放松状态。

1.5 眼中读心任务

眼中读心任务(reading the mind in the eyes test, RMET)^[38]用于测量成年被试的心理理论能力。任务分为练习阶段和正式阶段,正式阶段有36张眼部图片(图2),练习阶段有1张眼部图片。每张图片有4个描述心理状态的词可供选择,其中一个最能描述主人公当前想法或感觉的,称为目标词,其余3个是与目标词在效价上相等的干扰词。任务要求被试尽可能快地作出选择,但完成时间不受限制,从图片刺激呈现到被试按键的时间计为被试反应时。练习阶段给出选择正确与否反馈,正式阶段不反馈。正确反应试次的反应时作为心理理论的指标。

1.6 睡眠状况和警觉程度测量

基于哈欠与个体的睡眠及警觉程度存在联系^[39],这两项指标主要用作控制变量。睡眠状况的测量采用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)^[40],被试当下的警觉程度测量采用斯坦福嗜睡量表(Stanford sleepiness scale, SSS)^[41]。PSQI主要用来评定最近1个月的睡眠质量,条目涵盖入睡时间、睡眠时长等7个方面,每个方面按照0~3计分,所有方面得分总和即为PSQI得分,得分越高,被试的睡眠质量越差。后

1. 嫉妒的

3. 恐慌的

2. 傲慢的

4. 讨厌的

图2 RMET材料示例

Figure 2 An example item from the RMET

者主要用来测量被试当下的警觉程度, 需要被试对自己当前的警觉程度进行自我评估, 从“思维非常活跃, 意识非常清醒”(计1分)到“无力抵抗困意, 很快开始入睡, 有梦一般的朦胧意识”(计7分), 共7个层级. 得分越高, 警觉程度越差.

1.7 实验程序

采用单独施测的方式. 被试进入实验室后, 首先填写年龄、性别等人口统计学信息, 之后完成PSQI、SSS和RMET. 在此之后, 进行TSST测试: 被试先休息5 min以获取稳定的心率基线水平, 接着进行TSST正式测试, 在测试前后, 被试分别填写PANAS量表和放松状态评定量表主观报告当前的有关状态. TSST测试及填写量表后, 被试立即在安静的实验室中单独进行哈欠传染任务.

1.8 数据处理

除了心电数据采用我们实验材料部分提及的软件处理, 行为数据的处理均采用SPSS20.0. 另外, 摄像头记录的视频将由受过训练的编码员对视频中被试的哈欠频次进行编码, 编码的标准包括张嘴、面部肌肉收缩、深呼吸等打哈欠时一般性身体反应^[8]. 由两名不知道实验内容及目的的编码员进行编码, 一名编码员编码全部的视频, 另一名编码员编码从中随机抽取的20%的视频; 每段视频播放及休息的30 s期间被试打哈欠的次数计为该视频条件下被试的哈欠频次. 编码过程中, 由于技术问题, 4名被试(3名应激组, 1名控制组)的哈欠反应未能被摄像头记录. 因此在哈欠频次结果分析中不包含这4名被试的数据. 本研究视频编码的一致性为100%. 此外, 如果被试在哈欠视频条件下打哈欠

的频次减去控制视频条件下打哈欠的频次结果大于0, 该被试即被记为表现出传染性哈欠的个体; 传染性哈欠频次(冲动)则被操作化定义为哈欠视频条件下打哈欠的频次(冲动)减去控制视频条件下打哈欠的频次(冲动).

2 结果

2.1 分组及应激操控有效性检核

应激组和控制组被试在有关变量上的对应结果见表1, 两组被试在年龄、性别构成、心理理论、睡眠和警觉状况上均无显著差异, $P_s \geq 0.139$.

应激操控的有效性检测表明, 主观报告指标PANAS负性项目得分中, 测量时间($F = 6.99$, $P = 0.011$, $\eta_p^2 = 0.11$)、应激组别($F = 9.17$, $P = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.14$)及两者交互作用($F = 12.07$, $P = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.18$)均显著. 简单效应分析发现, TSST前, 应激组与控制组负性情绪差异不显著($M_{\text{应激组-控制组}} = 1.17$, $SE = 1.27$, $P = 0.36$); TSST后, 两组差异显著($M_{\text{应激组-控制组}} = 6.08$, $SE = 1.50$, $P < 0.001$); 应激组在TSST前后负性情绪显著升高($M_{\text{前-后}} = -4.32$, $SE = 1.01$, $P < 0.001$); 而控制组TSST前后没有显著变化($M_{\text{前-后}} = 0.59$, $SE = 0.99$, $P = 0.56$).

对放松程度进行重复测量方差分析发现, 测量时间($F = 16.74$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.23$)、应激组别($F = 4.17$, $P = 0.046$, $\eta_p^2 = 0.07$)及两者交互作用($F = 4.50$, $P = 0.039$, $\eta_p^2 = 0.08$)均显著. 简单效应分析发现, TSST前, 应激组与控制组放松程度得分差异不显著($M_{\text{应激组-控制组}} = -3.22$, $SE = 5.10$, $P = 0.53$); TSST后, 两组差异显著($M_{\text{应激组-控制组}} = -17.09$, $SE = 6.70$, $P = 0.014$); 应激组在TSST前后放松程度显著降低($M_{\text{前-后}} = 20.32$, $SE = 4.67$, $P < 0.001$); 控制组TSST前后没有显著变化($M_{\text{前-后}} = 6.45$, $SE = 4.59$, $P = 0.17$).

从HRV指标来看, 测量时间($F = 13.84$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.52$)、应激组别($F = 10.15$, $P = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.16$)及两者交互作用($F = 10.46$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.45$)均显著. 简单效应分析发现, TSST任务前两组心率变异性没有显著差异($M_{\text{应激组-控制组}} = -0.04$, $SE = 0.03$, $P = 0.26$); 但TSST准备阶段($M_{\text{应激组-控制组}} = -0.14$, $SE = 0.03$, $P < 0.001$)、面试/朗读阶段($M_{\text{应激组-控制组}} = -0.14$, $SE = 0.03$, $P < 0.001$)、心算阶段($M_{\text{应激组-控制组}} = -0.12$, $SE = 0.03$, $P = 0.001$)和TSST结束后($M_{\text{应激组-控制组}} = -0.09$, $SE = 0.04$, $P = 0.016$)均有显著差异(图3).

图3 应激组和控制组被试不同时间段的心率变异性
Figure 3 HRV in different stages of the experiment for the stress group and the control group

2.2 应激对传染性哈欠的影响

描述性统计结果显示, 应激组74%的被试表现出了传染性哈欠, 传染性哈欠的平均个数 $M = 2.50$, $SD = 1.00$; 控制组41%的被试表现出了传染性哈欠, 传染性哈欠的平均个数 $M = 1.42$, $SD = 0.67$.

对于打哈欠的冲动, 以视频类别、应激组别为自变量, 被试在观看哈欠视频时打哈欠的冲动为因变量进行重复测量方差分析. 结果发现, 视频类别($F = 175.56$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.75$)、应激组别($F = 4.47$, $P = 0.039$, $\eta_p^2 = 0.07$)主效应及二者交互作用($F = 4.34$, $P = 0.042$, $\eta_p^2 = 0.07$)显著. 简单效应分析发现: 哈欠视频条件下, 应激组打哈欠的冲动显著高于控制组($M_{\text{应激组-控制组}} = 18.80$, $SE = 7.14$, $P = 0.011$); 而控制视频条件下, 应激组与控制组无显著差异($M_{\text{应激组-控制组}} = 4.57$, $SE = 5.78$, $P = 0.43$); 此外, 不管是应激组($\Delta M = 52.40$)还是控制组($\Delta M = 38.17$), 哈欠视频条件下被试打哈欠的冲动均高于控制组, $P_s < 0.001$ (图4).

打哈欠的频次采用与哈欠冲动分析同样的统计方法, 发现视频类别($F = 49.79$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.48$)、应激组别($F = 7.76$, $P = 0.007$, $\eta_p^2 = 0.13$)及二者交互作用($F = 17.12$, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.24$)显著. 简单效应分析显示, 哈欠视频条件下, 应激组哈欠频次显著高于控制组($M_{\text{应激组-控制组}} = 1.47$, $SE = 0.41$, $P = 0.001$); 而控制视频条件下, 应激组与控制组无显著差异($M_{\text{应激组-控制组}} = 0.10$, $SE = 0.22$, $P = 0.66$). 此外, 不管是应激组($\Delta M = 1.85$)还是控制组($\Delta M = 0.48$), 哈欠视频条件下被试打哈欠的频次均高于控制组, $P_s < 0.05$ (图5). 卡方检验结果显示, 应激组和控制组在传染性哈欠个数上差异显著, $\chi^2 = 13.79$, $P = 0.008$.

图4 应激组与控制组在不同视频条件下的打哈欠冲动
Figure 4 Comparisons of yawning impulse in different video-watching conditions by group

图5 应激组与控制组在不同视频条件下的打哈欠频次
Figure 5 Comparisons of yawning frequency in different video-watching conditions by group

2.3 HRV与心理理论在应激影响过程中的调节作用

以应激组别(应激组=0; 控制组=1)、HRV基线水平(TSST前3 min)以及二者的交互项为预测变量, 传染性哈欠的个数和冲动分别为因变量建立线性回归方程. 结果显示, 在传染性哈欠的冲动上, 组别系数不显著, $\beta = -0.21$, $P = 0.10$; HRV系数不显著, $\beta = -0.29$, $P = 0.08$; 二者的交互项系数显著, $\beta = 0.38$, $P = 0.020$. 在传染性哈欠的个数上, 组别系数显著, $\beta = -0.44$, $P = 0.001$; HRV系数不显著, $\beta = -0.24$, $P = 0.12$; 二者的交互项系数显著, $\beta = 0.33$, $P = 0.036$. 进一步地, 依据HRV均值把被试分为高分组和低分组, 发现在HRV高分组中, 应激组($M = 37.87$, $SD = 23.09$)和控制组($M = 41.47$, $SD = 18.35$)的传染性哈欠冲动差异不显著, $F < 1$; 应激组($M = 37.87$, $SD = 23.09$)和控制组($M = 41.47$, $SD = 18.35$)的传染性哈欠冲动差异不显著, $F < 1$; 应激组($M = 37.87$, $SD = 23.09$)和控制组($M = 41.47$, $SD = 18.35$)的传染性哈欠冲动差异不显著, $F < 1$;

$= 1.43, SD = 1.40$)和控制组($M = 0.63, SD = 0.96$)的传染性哈欠个数差异不显著, $\chi^2 = 3.55, P = 0.47$. 在HRV低分组中, 应激组($M = 66.93, SD = 30.38$)和控制组($M = 33.85, SD = 25.99$)的传染性哈欠冲动差异显著, $F = 9.43, P = 0.005, \eta_p^2 = 0.27$; 应激组($M = 2.31, SD = 1.32$)和控制组($M = 0.31, SD = 1.18$)的传染性哈欠个数差异显著, $\chi^2 = 13.67, P = 0.018$ (图6、7).

使用分析HRV调节作用时涉及的统计方法发现, 在预测传染性哈欠冲动时, 应激组别系数显著, $\beta = -0.27, P = 0.035$, RMET得分系数不显著, $\beta = -0.05, P = 0.71$, 二者的交互项系数显著, $\beta = -0.27, P = 0.034$; 在预测传染性哈欠个数时, 应激组别系数显著, $\beta = -0.48, P < 0.001$, RMET得分系数不显著, $\beta = -0.01, P = 0.92$, 二者的交互项系数边缘显著, $\beta = -0.24, P = 0.057$. 进一步地, 依据RMET得分的均值把被试分为高分组和低分组, 发现在心理理论高分组中, 应激组($M = 68.27, SD = 22.37$)和控制组($M = 26.82, SD = 20.28$)的传染性哈欠冲动差异显著, $F = 20.74, P < 0.001, \eta_p^2 = 0.51$; 应激组($M = 2.27, SD = 1.35$)和控制组($M = 0, SD = 0$)的传染性哈欠个数差异显著, $\chi^2 = 15.23, P = 0.004$. 在心理理论低分组中, 应激组($M = 42.25, SD = 30.26$)和控制组($M = 42.35, SD = 20.32$)的传染性哈欠冲动差异不显著, $F < 1$; 应激组($M = 1.56, SD = 1.41$)和控制组($M = 1.00, SD = 0.87$)的传染性哈欠个数差异不显著, $\chi^2 = 4.72, P = 0.32$ (图6、7).

3 讨论

从数据上看, 本研究结果首先印证了传染性哈欠的普遍存在. 已有研究多集中于西方样本, 基于东方集体主义文化下成人传染性哈欠的研究很少. 两类文化的不同导致不同文化下人们受他人影响程度的差异^[42], 而哈欠的传染某种程度上可被视作一种社会影响, 这也提示了不同文化下传染性哈欠发生的程度或存在一定差异. 在近期的一项国内研究数据中, 成年大学生传染性哈欠的比例为64%^[8]. 相比西方样本发现的45%~60%, 这一比例在国内样本中似乎要高一些. 而本研究中控制组被试的哈欠传染比例则为41%, 提示国内大学生样本中哈欠传染比例同样存在着很大程度的变异. 未来研究中, 应进一步采用大样本考察不同文化下被试的哈欠传染比例, 对于了解该现象背后可能具有的文化差异具有重要意义.

另一方面, 研究结果显示, 应激会增强成人被试的

图6 不同组别传染性哈欠数量
Figure 6 The number of contagious yawning in different sub-groups

图7 不同组别传染性哈欠冲动
Figure 7 The impulse of contagious yawning in different sub-groups

传染性哈欠, 但并不会影响自发性哈欠, 这就从某种程度上排除了背后可能存在的疲劳等影响哈欠产生的生理解释. 同时, 心理理论和HRV在其间起到的调节作用也与传染性哈欠的社会功能假说相契合. 基于非人灵长类的研究显示, 应激与哈欠存在密切联系, 例如, 相比周围出现低等级的个体, 支配性比较高的同类的出现会让雌性橄榄狒狒(*Papio anubis*)打哈欠的频次增加40%^[43]. 人类近亲黑猩猩和倭黑猩猩亦表现出类似现象, 例如, 野生黑猩猩在陌生人接近时会表现出更多的哈欠, 倭黑猩猩在压力情境中会更频繁地打哈欠^[44]. 此外, 在灰颊白眉猴(*Cercocebus albigena*)、狐猴(*Lemur catta*)等身上也发现了类似现象^[45]. 更为重要的是, 哈欠频率的增加常发生于威胁警报发出之后, 而这种威胁警报往往是由于看到天敌或知觉到即将被攻击而发

出的警示信号^[46]。结合前面提到的狒狒通过哈欠来吓唬敌人, 这些证据提示, 哈欠与应激联系密切, 可能作为焦虑的指示, 并伴随着警示或威胁信号的作用。这也为哈欠的交流功能提供了佐证。需要注意的是, 在人类群体中, 应激似乎并不会影响人们的自发性哈欠, 这与动物研究中发现的结果并不一致。鉴于之前并没有实验研究在人类群体中考察该现象(已有唯一一项^[25]在人类群体中探讨应激与哈欠的研究仅关注了应激对传染性哈欠的影响, 并未在实验中设置观看控制视频的条件, 致使无法获得自发性哈欠的数据), 我们对这一结果的解释持相对谨慎的态度。一种可能是, 相比其他物种, 人类演化出了语言、手势等更为灵活高效的交流方式^[47,48], 哈欠的直接交流功能退化, 但哈欠传染的现象却被保留了下来。背后佐证有二: 同样与社会功能有着密切联系的无意识模仿(mimicry)、行为同步化(synchrony)、情绪传染等在演化中保留了下来, 这些现象与哈欠传染在表型上一致, 可能有着共同的演化基础^[16]; 上述现象在神经基础上都与镜像神经元有着密切联系, 而镜像神经元在人类语言的演化中也扮演着重要角色^[49]。总的来看, 究竟应激为什么会对不同类型的哈欠产生不同的影响, 更多有赖未来研究的进一步揭示。

传染性哈欠背后关联的演化解, 行为证据大多只可提供间接佐证, 更直接的印证需要借助于与演化联系更为密切的指征, 如激素和脑区这类具有久远演化史的生理指征。脑科学的发展使得我们可以借助比较的方法剖析不同物种之间脑区的差异, 并把这种差异与传染性哈欠的变异进行关联, 剖析背后的演化时序。人类不同脑区之间的关联, 也可以为我们了解传染性哈欠及其与应激关系背后的解释提供必不可少的支撑。例如, HRV在应激影响传染性哈欠过程中的调节作用可能有着特定的神经基础。前文已经提到, HRV很大

程度上反映了前额叶的调控状况。近期有研究发现, 传染性哈欠同样受到运动皮层兴奋性(excitability)和抑制机能的调控^[50]。这些证据提示, 与抑制机能有关的神经网络或在HRV调节应激影响传染性哈欠的过程中扮演关键角色, 而这一点有赖于未来研究的进一步揭示。此外, 应激对传染性哈欠的影响可能具有时间效应。研究显示, 生理应激后即时测量传染性哈欠, 会发现较少的传染性哈欠, 但间隔20 min再次测量, 传染性哈欠会有增强的趋势^[25]。这一结果可能与实验操控存在直接联系: 上述研究通过让被试把手放入冰水当中激活应激, 直接引发被试的生理兴奋状态, 进而抑制哈欠的产生。但其至少提示了, 应激后不同时间段对哈欠的传染性进行测量, 可能会得到不一致的结果。心理应激是否有类似的影响, 是未来可以考察的内容之一。另外, 传染性哈欠的频次在不同的年龄段会发生变化^[8], 应激对于传染性哈欠的影响, 在儿童、老人群体中是否会存在差异, 也有赖未来进一步探讨。最后, 虽然RMET被广泛用于测量成人心理理论, 但近期有研究认为该任务可能更多地测量了情绪识别能力^[51]。这意味着, 未来采用不同类型的心理理论测量对本研究发现进行验证, 对于了解心理理论在应激与传染性哈欠联系中的作用有着重要意义。

4 结语

哈欠的传染非常常见却又如此神秘, 心理应激对哈欠传染的促进, 以及在这个过程中个体心率变异性 and 心理理论起到的调节作用, 提示了传染性哈欠本身可能具有的社会功能, 而这一功能背后则潜藏着演化的痕迹。未来研究中, 进一步考察对应现象可能具有的神经生理基础, 在狩猎——采集社会群体中考察有关现象, 都将为该领域的深入起到不容忽视的作用。

参考文献

- 1 Walusinski O, Deputte B L. Le bâillement: Phylogénèse, éthologie, nosogénie. *Rev Neurol*, 2004, 160: 1011–1021
- 2 Provine R. Yawning. *Am Sci*, 2005, 93: 532–539
- 3 Arnott S R, Singhal A, Goodale M A. An investigation of auditory contagious yawning. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 2009, 9: 335–342
- 4 Norscia I, Palagi E. Yawn contagion and empathy in *Homo sapiens*. *PLoS One*, 2011, 6: e28472
- 5 Guggisberg A G, Mathis J, Schnider A, et al. Why do we yawn? The importance of evidence for specific yawn-induced effects. *Neurosci Biobehav Rev*, 2011, 35: 1302–1304
- 6 Anderson J R, Myowa-Yamakoshi M, Matsuzawa T. Contagious yawning in chimpanzees. *Proc R Soc Lond Ser B-Biol Sci*, 2004, 271: S468
- 7 Harr A L, Gilbert V R, Phillips K A. Do dogs (*Canis familiaris*) show contagious yawning? *Anim Cogn*, 2009, 12: 833–837

- 8 Su J L, Xiao Y, Su Y J. A peek into the mechanisms underlying human contagious yawning (in Chinese). *Stud Psychol Behav*, 2020, 18: 346–353 [苏金龙, 肖瑶, 苏彦捷. 哈欠传染的发展与演化: 一项探索性研究. *心理与行为研究*, 2020, 18: 346–353]
- 9 Franzen A, Mader S, Winter F. Contagious yawning, empathy, and their relation to prosocial behavior. *J Exp Psychol-Gen*, 2018, 147: 1950–1958
- 10 Platek S M, Mohamed F B, Gallup Jr G G. Contagious yawning and the brain. *Cogn Brain Res*, 2005, 23: 448–452
- 11 Bartholomew A J, Cirulli E T. Individual variation in contagious yawning susceptibility is highly stable and largely unexplained by empathy or other known factors. *PLoS One*, 2014, 9: e91773
- 12 Massen J J M, Gallup A C. Why contagious yawning does not (yet) equate to empathy. *Neurosci Biobehav Rev*, 2017, 80: 573–585
- 13 Neilands P, Claessens S, Ren I, et al. Contagious yawning is not a signal of empathy: No evidence of familiarity, gender or prosociality biases in dogs. *Proc R Soc Lond Ser B-Biol Sci*, 2020, 287: 20192236
- 14 Gallup A C. Why do we yawn? Primitive versus derived features. *Neurosci Biobehav Rev*, 2011, 35: 765–769
- 15 Helt M S, Eigsti I M, Snyder P J, et al. Contagious yawning in autistic and typical development. *Child Dev*, 2010, 81: 1620–1631
- 16 de Waal F B M, Preston S D. Mammalian empathy: Behavioural manifestations and neural basis. *Nat Rev Neurosci*, 2017, 18: 498–509
- 17 Massen J J M, Vermunt D A, Sterck E H M. Male yawning is more contagious than female yawning among chimpanzees (*Pan troglodytes*). *PLoS One*, 2012, 7: e40697
- 18 Demuru E, Palagi E. In bonobos yawn contagion is higher among kin and friends. *PLoS One*, 2012, 7: e49613
- 19 Gallup A C, Gallup G G Jr. Yawning as a brain cooling mechanism: Nasal breathing and forehead cooling diminish the incidence of contagious yawning. *Evol Psychol*, 2007, 5: 92–101
- 20 Sarnecki J. Content and contagion in yawning. *Philos Psychol*, 2008, 21: 721–737
- 21 Schwabe L, Joëls M, Roozendaal B, et al. Stress effects on memory: An update and integration. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012, 36: 1740–1749
- 22 Maestripieri D, Schino G, Aureli F, et al. A modest proposal: Displacement activities as an indicator of emotions in primates. *Anim Behav*, 1992, 44: 967–979
- 23 Tufik S. Effects of stress on drug-induced yawning: Constant vs. intermittent stress. *Physiol Behav*, 1995, 58: 181–184
- 24 Greco M, Baenninger R, Govern J. On the context of yawning: When, where, & why? *Psychol Rec*, 1993, 43: 175–183
- 25 Eldakar O T, Tartar J L, Garcia D, et al. Acute physical stress modulates the temporal expression of self-reported contagious yawning in humans. *Adapt Hum Behav Physiol*, 2017, 3: 156–170
- 26 Holzman J B, Bridgett D J. Heart rate variability indices as bio-markers of top-down self-regulatory mechanisms: A meta-analytic review. *Neurosci Biobehav Rev*, 2017, 74: 233–255
- 27 Luft C D B, Takase E, Darby D. Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort. *Biol Psychol*, 2009, 82: 186–191
- 28 Kim H G, Cheon E J, Bai D S, et al. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investig*, 2018, 15: 235–245
- 29 Friedman B H. An autonomic flexibility-neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. *Biol Psychol*, 2007, 74: 185–199
- 30 Thayer J F, Ahs F, Fredrikson M, et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012, 36: 747–756
- 31 Yan Z Q, Wang X N, Su Y J. Development and further direction of the study of theory of mind: Evidence from bibliometrics (in Chinese). *Psychol Explor*, 2019, 39: 291–299 [颜志强, 王笑楠, 苏彦捷. 心理理论研究的进展及展望: 来自文献计量学的证据. *心理学探新*, 2019, 39: 291–299]
- 32 Platek S M, Critton S R, Myers T E, et al. Contagious yawning: The role of self-awareness and mental state attribution. *Cogn Brain Res*, 2003, 17: 223–227
- 33 Senju A, Maeda M, Kikuchi Y, et al. Absence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder. *Biol Lett*, 2007, 3: 706–708
- 34 Nahab F B, Hattori N, Saad Z S, et al. Contagious yawning and the frontal lobe: An fMRI study. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30: 1744–1751
- 35 Sebastian C L, Fontaine N M G, Bird G, et al. Neural processing associated with cognitive and affective Theory of Mind in adolescents and adults. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2012, 7: 53–63
- 36 Kirschbaum C, Pirke K M, Hellhammer D H. The ‘Trier Social Stress Test’—A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 1993, 28: 76–81
- 37 Huang L, Yang Y Z, Ji Z M. Applicability of the positive and negative affect scale in Chinese (in Chinese). *Chin J Ment Heal*, 2003, 17: 54–56 [黄丽, 杨廷忠, 季忠民. 正性负性情绪量表的中国人群适用性研究. *中国心理卫生杂志*, 2003, 17: 54–56]
- 38 Bai Q Y. Adolescent theory of mind development and its affected personality factors: Machiavellian beliefs (in Chinese). Doctor Dissertation. Chongqing: Southwest University, 2011 [白琼英. 青少年心理理论的发展及其马基雅维里主义信仰的影响. 博士学位论文. 重庆: 西南大学]
- 39 Giganti F, Zilli I. The daily time course of contagious and spontaneous yawning among humans. *J Ethol*, 2011, 29: 215–219
- 40 Buysse D J, Thompson W, Scott J, et al. Daytime symptoms in primary insomnia: A prospective analysis using ecological momentary assessment. *Sleep Med*, 2007, 8: 198–208
- 41 Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, et al. Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology*, 1973, 10: 431–436

- 42 Chu L. The sensitivity of Chinese and American children to social influences. [J Soc Psychol](#), 1979, 109: 175–186
- 43 Castles D L, Whiten A, Aureli F. Social anxiety, relationships and self-directed behaviour among wild female olive baboons. [Anim Behav](#), 1999, 58: 1207–1215
- 44 Baker K C, Aureli F. Behavioural indicators of anxiety: An empirical test in chimpanzees. [Behaviour](#), 1997, 134: 1031–1050
- 45 Zannella A, Norscia I, Stanyon R, et al. Testing yawning hypotheses in wild populations of two strepsirrhine species: *Propithecus verreauxi* and *Lemur catta*. [Am J Primatol](#), 2015, 77: 1207–1215
- 46 Reddy R B, Krupenye C, MacLean E L, et al. No evidence for contagious yawning in lemurs. [Anim Cogn](#), 2016, 19: 889–898
- 47 Dunbar R, Dunbar R I M. Grooming, Gossip, and the Evolution of Language. Boston: Harvard University Press, 1998
- 48 Tomasello M. Origins of Human Communication. Cambridge: MIT Press, 2010
- 49 Corballis M C. Mirror neurons and the evolution of language. [Brain Lang](#), 2010, 112: 25–35
- 50 Brown B J, Kim S, Saunders H, et al. A neural basis for contagious yawning. [Curr Biol](#), 2017, 27: 2713–2717.e2
- 51 Oakley B F M, Brewer R, Bird G, et al. Theory of mind is not theory of emotion: A cautionary note on the reading the mind in the eyes test. [J Abnorm Psychol](#), 2016, 125: 818–823

Summary for “基于社会功能假说探讨应激对传染性哈欠的影响”

An exploratory empirical examination on the social hypothesis of contagious yawning

Jinlong Su^{1,2}, Yao Xiao¹ & Yanjie Su^{1*}

¹ Beijing Key Laboratory of Behavior and Mental Health, School of Psychological and Cognitive Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

² School of Psychology, Nanjing Normal University, Nanjing 210024, China

* Corresponding author, E-mail: yjsu@pku.edu.cn

Seeing other people yawning, we may also yawn accordingly. This phenomenon was known as contagious yawning, which could be widely observed in humans and was also documented in some social species like chimpanzees and bonobos. While contagious yawning has attracted the attention of many researchers, the function that contagious yawning might serve is still unclear. The social hypothesis of yawning proposed that, as a non-verbal form of communication, yawning synchronized the behavior of a group as well as communicating messages that group members could share. For example, when predators approach, baboons would yawn, which was hypothesized as sending a signal of danger. However, the hypothesis was seldom empirically examined. In the current study, we aimed to examine this hypothesis by exploring the influence of psychological stress on contagious yawning. Psychological stress is intimately related to the threatening environment, which implies that it might increase contagious yawning if yawning was evolved to communicate threatening messages. Accordingly, the heart rate variability (HRV) and theory of mind (ToM) might regulate the above effect, considering that HRV is a physiological signal related to threat perception, and ToM serves as a basis of social understanding.

To examine the hypotheses, we recruited 60 college students and divided them evenly into two groups—The experimental group and the control group. For the experimental group, participants were asked to take part in the Trier Social Stress Test (TSST), which was used to arouse psychological stress. Then their contagious yawning was measured with two indicators: The impulse to yawn and the frequency of yawning (recorded by the camera) after seeing yawning videos clips. Moreover, we recorded participants' HRV with BioPac MP150 (Biopac Systems Inc, USA) and measured their ToM with Reading the Mind in the Eyes Test. For the control group, measures and procedures were mostly the same as the TSST, but were far less demanding for participants. Besides, since sleep quality and sleepiness were related to yawning, they were included as confounding variables, and which were measured respectively with Pittsburgh Sleep Quality Index and with the Stanford Sleepiness Scale.

The results showed that, compared with those from the control group, participants in the experimental group showed more intense yawning impulse and yawning frequency. Also, as predicted the HRV and ToM did moderate the effects. Specifically, participants with high HRV showed less contagious yawning compared to those with low HRV; participants with high ToM showed more contagious yawning compared to those with low ToM. These findings provided empirical support for the social hypothesis of yawning. In evolution, contagious yawning might serve a survival function by alerting conspecifics to potential threats in the environment. Though this survival function of contagious yawning probably is no longer involved in everyday life of modern humans, contagious yawning itself has survived the flood of time along with other similar phenomena like behavioral mimicry and emotional contagion, probably all thanks to the mirror neuron system which remains significance with evolution by enabling human learning generally.

contagious yawning, psychological distress, evolution, heart rate variability, theory of mind

doi: [10.1360/TB-2020-1481](https://doi.org/10.1360/TB-2020-1481)