

· 临床与咨询 ·

# 儿童版特里尔社会应激测试对儿童唾液皮质醇、 唾液 $\alpha$ -淀粉酶和情绪的影响\*

王晓蕾 陈丽华 刘旭 林丹华\*\*

(北京师范大学发展心理研究院, 北京, 100875)

**摘要** 研究以 150 名五、六年级的学生为被试, 考察儿童版特里尔社会应激测试 (TSST-C) 对儿童客观生理反应 (唾液皮质醇和唾液  $\alpha$ -淀粉酶) 和主观情绪反应的影响。结果发现, TSST-C 引起了儿童显著的应激反应, 包括皮质醇和唾液  $\alpha$ -淀粉酶水平的升高, 以及主观消极情绪 (如焦虑和紧张) 的增加, 这表明 TSST-C 在中国儿童中的适用情况良好, 能够有效诱发儿童的应激反应。同时, 研究也发现, 皮质醇反应和唾液  $\alpha$ -淀粉酶反应不存在相关, 生理反应和情绪反应之间也不存在相关。

**关键词** 儿童版特里尔社会应激测试 应激反应 皮质醇 唾液  $\alpha$ -淀粉酶 情绪

## 1 前言

应激 (stress) 指的是有机体的内部平衡受到威胁时的状态, 其中威胁包括躯体上的或感知到的威胁 (Pacák & Palkovits, 2001)。应激会激活个体的下丘脑—垂体—肾上腺 (hypothalamic-pituitary-adrenal, HPA) 轴和交感神经系统 (sympathetic nervous system, SNS), 并引发有机体机能和代谢的改变 (McEwen, 1998)。应激的非稳态负荷模型 (allostatic load model, ALM) 指出, 长期经历慢性应激会导致个体的 HPA 轴和 SNS 功能失调, 进而增加个体患各种身心疾病的风险 (Chrousos, 2009; McEwen, 1998)。儿童期是个体生理应激系统发展的重要时期 (Koss & Gunnar, 2018), 研究这个时期个体的生理应激反应情况, 有助于了解疾病的潜在生理机制, 也有利于在生命早期进行预防和干预。

HPA 轴和 SNS 是生理应激系统的两大重要组成部分, 对调节机体的应激反应和维持应激后的平衡状态均有重要作用。在应激情境下, 二者的反应存在一定的差异。SNS 反应迅速且反应程度较大, 而 HPA 轴相对反应较慢且反应程度较小 (Granger, Kivlighan, el-Sheikh, Gordis, & Stroud, 2007)。以往的很多研究表明, 同时考察 HPA 轴和 SNS 的应激

反应情况并探究二者间的功能关系, 有利于更好地理解生理应激系统与儿童青少年问题行为间的关联, 对问题行为的早期识别和干预有重要作用 (Bauer, Quas, & Boyce, 2002; Gordis, Granger, Susman, & Trickett, 2006)。如研究发现, 只有儿童青少年在应激情境下表现出低的 SNS 反应时, 低的 HPA 轴反应才和高的攻击行为有关 (Gordis et al., 2006)。鉴于生理应激系统失调是儿童心理病理问题的早期风险指标 (Bauer et al., 2002), 考察儿童应激下生理应激系统 (HPA 轴和 SNS) 的反应情况对了解儿童的健康状况及开展后续的干预至关重要。

作为 HPA 轴的终端产物, 皮质醇是检测 HPA 轴反应的常用生物指标 (Hellhammer, Wüst, & Kudielka, 2009)。以往研究表明, 过高或过低的皮质醇反应均与儿童青少年的生理或心理障碍有关。如研究发现, 过高的皮质醇反应与儿童青少年的抑郁等内化问题有关 (Hartman, Hermanns, de Jong, & Ormel, 2013), 而过低的皮质醇反应则与儿童青少年的攻击行为等外化问题及过敏性疾病相关联 (Buske-Kirschbaum et al., 2003; Hartman et al., 2013)。对于 SNS 反应, 目前国内研究者主要采用的指标是心率 (杨娟, 侯燕, 杨瑜, 张庆林, 2011; Huang, Zhou, Wu, Wang, & Zhao, 2015)。但

\* 本研究得到国家社会科学基金重大项目 (15ZDB138) 的资助。

\*\* 通讯作者: 林丹华。E-mail: danhualin@bnu.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180532

近年来,越来越多国外的研究者把唾液  $\alpha$ -淀粉酶 (salivary  $\alpha$ -amylase, sAA) 作为 SNS 反应的稳定指标 (Ali & Pruessner, 2012; Nater & Rohleder, 2009)。sAA 是唾液蛋白的主要组成部分,分泌受到 SNS 活动的控制 (Granger et al., 2007)。与心率相比, sAA 可以从唾液样本中直接获取,减少了佩戴心率测量设备可能会给儿童造成的负担,收集具有简便性 (Rohleder & Nater, 2009)。以往研究表明,过高或者过低的 sAA 反应也与儿童青少年的生理或心理问题有关。Granger 等人 (2007) 在综述了已有的研究后指出,过高的 sAA 反应与儿童的抑郁等内化问题以及生病的频率相关,而过低的 sAA 反应则与青少年的攻击行为等外化问题相关联。

应激除了会引起生理反应,也会引起个体的主观心理反应,如紧张等负性情绪 (杨娟等, 2011)。主观心理感受反映了个体对刺激危险性的感受与评价,对个体的生存而言至关重要 (Campbell & Ehlert, 2012)。心理反应与个体的健康状态同样存在密切关联。如研究发现,相比于健康个体,社交恐惧症患者在应激后感知的压力水平更高 (Klumbies, Braeuer, Hoyer, & Kirschbaum, 2014)。因此,同时考察生理反应和心理反应有利于更全面了解个体的应激系统功能状态。然而最近的一项综述研究表明,在 359 篇应激研究中,只有 22 篇同时考察了 HPA 轴、SNS 和心理反应 (Campbell & Ehlert, 2012)。考虑到应激是一个同时涉及生理、认知和情绪等多个系统的复杂过程,有必要同时考察个体的生理和心理应激情况。而一个恰当且有效的应激测试工具是进行考察的必要前提。

已有研究采用不同的方式 (如设置社会拒绝情境等) 诱发个体的应激,不同方法诱发的应激效果及其稳定性是不一样的 (Gunnar, Talge, & Herrera, 2009)。特里尔社会应激测试 (Trier Social Stress Test, TSST) 是一种在实验室条件下稳定诱发中等到强烈应激的标准化测试程序 (Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993), 大量研究表明, TSST 能引起个体显著的应激反应,包括皮质醇和 sAA 水平及紧张感的升高 (Dickerson & Kemeny, 2004; Nater et al., 2006)。作为 TSST 的儿童版, TSST-C (Trier Social Stress Test for Children) 也可以有效激发儿童的应激反应,被广泛用于儿童应激研究中 (Buske-Kirschbaum et al., 1997; Seltzer, Ziegler, Connolly, Prosofski, & Pollak, 2014)。

虽然 TSST-C 在国外引起了广泛的关注和使用,但国内目前还较少使用其开展儿童应激相关的研究。陆青云团队 (陆青云, 陶芳标, 侯方丽, 孙莹, 2014; Lu et al., 2014) 首次使用 TSST-C 诱发了初一和初二学生的皮质醇反应,初步表明 TSST-C 在中国被试中的适用情况较好。但是研究测量的生理指标只有皮质醇,单一生理指标的测查不利于系统地反映出 TSST-C 的应激效果。最近,陈光辉和孔艳红 (2016) 的研究发现, TSST 的中文修订版引起了中国四、五年级儿童显著的皮质醇反应和主观压力反应,这在一定程度上丰富了结果指标。但该研究的被试人数较少,且仅收集了应激结束后 40 分钟内的样本,不能完全反映皮质醇在应激后的恢复模式 (Dickerson & Kemeny, 2004)。综上所述,国内已有研究在应激系统测查指标构建、儿童被试量和应激后的恢复时长测查等方面还存在一定的不足。

综上,考虑到儿童期是个体应激生理系统发展的重要时期,但尚未有研究同时考察 TSST-C 对中国儿童 HPA 轴、SNS 和心理反应的影响。本研究拟从多应激系统的角度,多次、多指标测量儿童的生理和心理反应水平,首次较为全方位地探讨 TSST-C 在中国儿童中的适用情况。更为重要的是,我们拟进一步考察中国儿童在应激下,不同生理应激系统反应之间、及与心理反应的关系,以期丰富现有的应激理论和实证研究结果。

## 2 方法

### 2.1 研究对象

采用方便取样的方法在北京的两所小学五、六年级共招募 150 名学生参加实验,其中男生 76 人,女生 74 人,被试的年龄为  $11.15 \pm .86$  岁。被试身体健康,无急慢性疾病,实验当日未服用类固醇药物。参加实验的所有儿童和家长均签署了书面知情同意书,研究经北京师范大学伦理委员会批准进行。

### 2.2 研究材料

#### 2.2.1 被试情绪报告

参考已有研究的做法 (Tyrka et al., 2007), 让被试评价自己此时此刻的消极情绪状态。测试条目包括焦虑和害怕等 6 种情绪,采用 0~10 计分,0 代表“一点也不”,10 代表“非常强烈”。测量时呈现给被试一份包含所有条目的量表,并指导其选择符合自身情绪状态的数字。

#### 2.2.2 青春期发育程度

采用青春期发育量表 (Petersen, Crockett, Richards, & Boxer, 1988) 对被试的青春期发育程度进行测量。量表分为男女两个版本, 各包括5个条目。除女生的月经初潮为两点计分 (1=没有, 4=有) 外, 其他条目均为 1~4 级评分。该量表在中国儿童中的信效度较好 (朱琳, 陈佩杰, 2012), 计算所有条目的均值作为儿童青春期发育程度的指标。

### 2.2.3 唾液收集和生化检测

唾液收集采用专门的唾液采集器 (salivette, SARSTEDT), 实验人员把棉条倒入儿童口中让其咀嚼 60 秒, 然后再让儿童用舌头将咀嚼后的棉条放入 salivette 试管中。每次实验结束后, 将样本置于  $-25^{\circ}\text{C}$  冰箱中低温储存。实验全部结束后, 将样本送入专业检测机构。进行生化检测时, 将唾液样本于  $4^{\circ}\text{C}$ , 3000g 转速的离心机中离心 10min, 吸取 .5~1.5 毫升的上清液。采用酶联免疫测定法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 测定皮质醇和 sAA 的浓度 (DRG 产地: 德国)。皮质醇的检测范围是 .54 ~80ng/ml, 定量限为 .54ng/ml; sAA 的检测范围是 3.6 ~500U/ml, 定量限为 3.6U/ml。

### 2.2.4 儿童版特里尔社会应激测试

TSST-C 任务包括准备、应激 (5 分钟的演讲和 5 分钟的心算任务) 与恢复三个阶段。对于演讲主题, 考虑到中西文化背景的差异, 我们参考该领域最新的研究进展 (Yim, Quas, Cahill, & Hayakawa, 2010), 选择对班级同学做自我介绍作为实验任务。相比于 TSST-C 原范式中的“补充故事”任务, 自我介绍任务涉及更多的社会评价, 能够作为稳定引发儿童应激的实验任务 (Doom, Hostinar, VanZomeran-Dohm, & Gunnar, 2015)。演讲具体要求为: 假设现在是初一开学第一天, 你到了一个有 20 名新同学的班级, 老师要求你站在讲台上做 5 分钟的自我介绍, 内容包括: 你是谁、你的性格特点、班上其他同学会喜欢你的原因, 以及与你有关的好事和坏事至少各一件。对于心算任务, 要求被试报告从 758 开始, 依次减去 7 的结果。并且要求被试回答得越快、越准确越好。一旦被试报告的结果出错, 会被要求重新从 758 开始报告。

### 2.3 研究程序

为了避免皮质醇自身节律性分泌的影响, 所有 TSST-C 实验均在 14:00~17:30 之间进行 (Huang et al., 2015)。被试从实验前的半小时到实验结束均不

能喝水及进食。在被试来到实验室后, 项目研究人员首先测量其身高和体重, 指导其填写青春期发育量表。接着, 向其讲解实验流程, 演示收集唾液的方法及注意事项, 之后让其在休息室休息。10 分钟后收取第一次唾液样本, 并同时让被试填写情绪报告。紧接着, 告诉被试演讲任务, 让其进行 10 分钟的演讲准备。准备结束后收取第二次唾液和情绪报告, 随后带被试到另一个房间进行演讲和心算任务 (任务流程详见王晓蕾, 陈丽华, 卜钰, 林丹华, 2018)。任务结束后, 带被试回到休息室并立即收取第三次唾液和情绪报告。收取完第三次样本后, 会就被试的任务表现对其进行说明及积极反馈。之后被试一直待在休息室直至实验结束。TSST-C 任务结束后的 10 分钟、25 分钟和 50 分钟分别收三次唾液和情绪报告。

### 2.4 数据分析方法

采用 SPSS 20.0 对数据进行统计分析。由于皮质醇和 sAA 的数据不满足正态分布, 使用自然对数转换后的数据进行方差分析, 但图 1、图 2 和表 2 中呈现的是原始数值。参照已有研究的做法 (Chen et al., 2015), 将每个时间点上皮质醇和 sAA 水平在平均值三个标准差以外的数据视为极端值, 并将其编码为缺失值。采用重复测量方差分析 (Repeated measure ANOVA) 对皮质醇、sAA 和情绪水平进行统计, 并使用 LSD 进行事后检验。在不满足球形假设时, 采用 Greenhouse-Geisser 的方法进行  $p$  值的校正。对于生理应激反应的指标, 使用公式计算不同时间点皮质醇和 sAA 水平基于增加的曲线下面积 (area under the curve with respect to increase, AUC<sub>i</sub>; Pruessner, Kirschbaum, Meinlschmid, & Hellhammer, 2003)。此外, 计算情绪的最大变化值 (峰值-基线值) 作为情绪反应的指标 (Huang et al., 2015)。最后, 用 Pearson 相关分析考察皮质醇反应、sAA 反应和情绪反应的相关性。

## 3 结果

### 3.1 被试的人口学特征

被试的人口学特征见表 1。男生的身体质量指数 (body mass index, BMI) 显著大于女生,  $t(148)=2.59, p=.01$ ; 女生的青春期发育程度显著大于男生,  $t(147)=-4.12, p<.001$ ; 男生和女生的年龄无显著差异。相关分析表明, 性别、年龄、BMI 和青春期发育程度与皮质醇反应、sAA 反应均不存在相关。因此下文的分析中, 并未对性别、年龄、BMI 和青

表 1 人口学特征

变量	总体	男生	女生	p 值
	M±SD	M±SD	M±SD	
年龄 (岁)	11.15±.86	10.10±.74	11.21±.97	.44
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	19.77±3.56	20.50±3.77	19.02±3.17	.01
青春期发育程度	1.65±.51	1.48±.39	1.82±.57	.00

注：BMI= 身体质量指数，用体重公斤数除以身高米数平方得出的数值。

青春期发育程度加以控制。

### 3.2 TSST-C 过程中被试的皮质醇反应

被试在 6 个时间点上皮质醇值的描述性统计结果见表 2。重复测量方差分析结果表明，时间主效应显著， $F(3, 358)=36.17, p<.001, \eta_p^2=.21$ 。TSST-C 后，皮质醇的水平呈现出显著的上升趋势，10 分钟后达到峰值，然后逐渐下降恢复到基线水平。事后检验结果表明，第四次的皮质醇水平（即应激结束后 10 分钟）显著高于基线水平、准备阶段、TSST-C 刚刚结束后以及第六次的恢复阶段（ $ps<.001$ ）。被试的皮质醇水平在 6 个时间点上的变化见图 1。

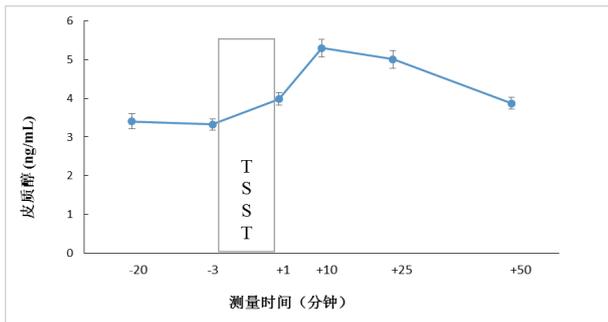


图 1 被试在 6 个测量时间点上的皮质醇变化 (均值及标准误)

注：以 TSST-C 任务作为 0 点，6 次样本收集时间点分别是：-20 min、-3 min、+1 min、+10 min、+25 min 和 +50 min。“-3min”表示任务开始前 3 分钟，“+1min”表示任务结束后 1 分钟。

### 3.3 TSST-C 过程中被试的唾液 α-淀粉酶反应

被试在 6 个时间点上唾液 α-淀粉酶值的描述性统计结果见表 2。重复测量方差分析结果表明，时间主效应显著， $F(4, 590)=40.61, p<.001, \eta_p^2=.22$ 。TSST-C 后，sAA 水平立刻达到峰值，然后迅速下降恢复到基线水平。进一步分析后发现，第三次的

sAA 的水平（即应激刚刚结束后）显著高于其他时间点（ $ps<.001$ ）。被试的 sAA 水平在 6 个时间点上的变化见图 2。

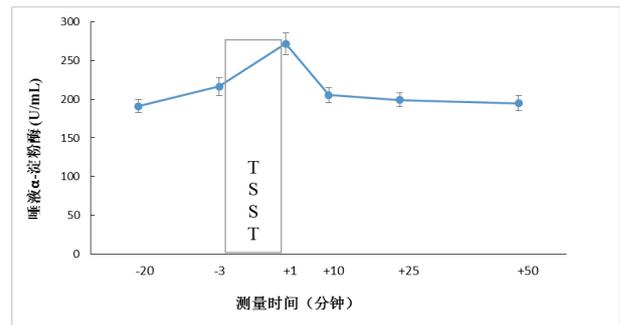


图 2 被试在 6 个测量时间点上的唾液 - 淀粉酶变化 (均值及标准误)

### 3.4 TSST-C 过程中被试的情绪反应

被试在 6 个时间点上情绪水平（焦虑、抑郁、害怕、易怒、紧张、悲伤）的描述性统计结果见表 2。以时间作为被试内变量进行情绪的单因素重复测量方差分析，结果表明，焦虑、抑郁、害怕、易怒、紧张、悲伤的时间主效应均显著（ $ps<.001$ ）。事后检验结果表明，第三次（即应激刚刚结束后）测量的焦虑、抑郁、害怕、紧张和悲伤水平均大于其他时间点（ $ps<.05$ ）；第三次测量的易怒水平显著大于后三次的恢复阶段（ $ps<.001$ ）。

### 3.5 生理反应与情绪反应的相关分析

皮质醇、sAA 和情绪各指标的相关分析见表 3。除易怒反应和紧张反应之外，其他情绪反应之间均存在显著的正相关。皮质醇反应和 sAA 反应不存在相关，皮质醇反应、sAA 反应与各情绪反应也均不存在相关。

表 2 被试在 6 个测量时间点上皮质醇、唾液 - 淀粉酶和情绪的平均值及标准差

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
皮质醇 (ng/mL)	3.41±2.26	3.33±1.71	3.99±1.94	5.30±2.77	5.01±2.77	3.87±1.88
sAA (U/mL)	191.13±106.47	216.47±138.24	271.59±167.48	205.33±116.21	198.85±107.82	194.96±114.79
焦虑	1.77±2.22	2.61±2.89	3.32±3.26	1.28±2.27	1.03±2.10	.97±2.06
抑郁	1.32±2.16	1.21±1.90	1.98±2.71	1.01±1.90	.72±1.67	.76±1.80
害怕	.93±2.15	2.17±2.97	2.76±3.29	1.16±2.25	.74±1.88	.56±1.65
易怒	.82±1.80	.80±1.90	1.01±2.09	.54±1.48	.46±1.30	.45±1.30
紧张	2.35±2.45	4.03±3.33	5.18±3.68	2.01±2.45	1.24±1.99	.88±1.70
悲伤	.68±2.04	.48±1.51	1.46±2.59	.65±1.79	.52±1.71	.54±1.74

注：sAA = 唾液 α-淀粉酶，下同。

表3 皮质醇、唾液 - 淀粉酶和主观情绪反应之间的相关矩阵

	<i>M±SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
1.皮质醇反应	19.33±40.02	—							
2. sAA 反应	6.89±23.00	.09	—						
3.焦虑反应	2.13±3.03	-.09	.04	—					
4.抑郁反应	1.10±2.28	.07	.12	.39***	—				
5.害怕反应	2.49±3.13	.04	-.05	.39***	.24**	—			
6.易怒反应	0.53±1.89	-.03	-.07	.27**	.17*	.27**	—		
7.紧张反应	3.54±3.48	-.02	-.04	.48***	.31***	.49***	.15	—	
8.悲伤反应	1.04±2.65	.02	.01	.32***	.35***	.48***	.37***	.33***	—

注: \*表示  $p < .05$ , \*\*表示  $p < .01$ , \*\*\*表示  $p < .001$ 。

## 4 讨论

### 4.1 TSST-C 在中国儿童中的适用情况

本研究以小学五、六年级的学生为被试,分别以客观生理反应(皮质醇和 sAA)和主观情绪反应为指标,探讨 TSST-C 对中国儿童应激的影响。结果发现,TSST-C 诱发了中国儿童显著的应激反应。在经历了 TSST-C 情境后,儿童的皮质醇水平和 sAA 水平均显著上升,同时主观报告的焦虑和紧张等负性情绪水平也显著增加。

HPA 轴和 SNS 作为个体生理应激系统的两大重要组成部分,在应激情境下的反应存在一定的差异。HPA 轴相对反应较慢,而 SNS 反应则较为迅速(Granger et al., 2007)。以往的实证研究也表明,皮质醇水平的峰值出现在应激结束后的 10 到 30 分钟,而 sAA 的水平在应激结束后立即达到峰值(Bac et al., 2015; Foley & Kirschbaum, 2010; Gordis et al., 2006)。本研究得到的结果与以往研究相一致,儿童的皮质醇水平在应激结束后的 10 分钟达到峰值,然后逐渐恢复到基线水平;而 sAA 水平在应激结束后立即达到峰值,之后迅速恢复到基线水平。这表明 TSST-C 诱发了中国儿童典型的 HPA 轴和 SNS 反应,可用其开展儿童应激研究。

### 4.2 生理反应之间及与情绪反应的关系

本研究发现,被试的皮质醇反应和 sAA 反应不存在相关,这与许多以往的研究结果一致(Gordis et al., 2006; Nater et al., 2006)。Granger 等人(2007)在综述中指出,皮质醇反应和 sAA 反应不存在相关可能有两个方面的原因。首先, SNS 是一个反应迅速的系统,在应激呈现后 sAA 水平会迅速升高。而 HPA 轴是一个反应相对较慢的系统,皮质醇水平在应激呈现一段时间后才会升高;其次, SNS 是一个敏感、反应程度较大的应激系统,而 HPA 轴较为不敏感、反应程度较小。不过,这也

正表明 sAA 和皮质醇代表了两个不同应激系统的活动性,反映了应激的不同侧面。

此外,被试的皮质醇反应、sAA 反应与情绪反应也不存在相关,这与以往的大部分研究结果也一致。Campbell 和 Ehlert (2012)对 TSST 相关的研究进行了综述,结果表明,30 项研究中只有 8 项研究发现皮质醇反应和情绪存在相关,而 3 项考察 sAA 反应与情绪关系的研究均未发现二者间的相关。生理反应和情绪反应不存在相关的一种可能的原因是,在应激下个体情绪调节策略的影响。如研究发现,认知重评策略可以降低由应激引起的负性情绪,而增大个体的皮质醇反应(Denson, Creswell, Terides, & Blundell, 2014)。此外,还可能的原因是社会赞许效应的影响。虽然应激引起了个体的生理唤起,但是由于存在社会赞许效应,个体可能会掩饰自己的消极情绪,从而导致二者不存在相关(Campbell & Ehlert, 2012)。生理反应和心理反应不存在相关的结果提示我们,心理反应是一个会涉及到认知的复杂过程。为了更全面系统地了解儿童的应激反应情况,建议以后的研究同时考察生理和心理的应激反应指标。

本研究通过多次测量多个应激反应系统的指标,证明了 TSST-C 在中国儿童中的适用情况较好。TSST-C 可引起儿童不同生理应激系统的反应,以及主观消极情绪的增加。据我们所知,本研究是国内第一项从多个应激系统角度探讨 TSST-C 在儿童中适用情况的研究,也是国内首次探究皮质醇反应和 sAA 反应间关系的研究,这对未来探讨不同应激系统反应与儿童心理病理问题的关系具有一定的开创性和指导意义。

尽管如此,本研究也存在一些不足与局限。首先,本研究的被试群体年龄范围较窄,只有五、六两个年级的儿童,未来的研究可以选择更宽的年龄范围来进一步检测 TSST-C 的适用情况;其次,本

研究并未收集及考察被试的进食时间。由于进食情况可能对生理激素的分泌具有一定的影响，未来研究可以加以收集，以便于进行考察或控制。

### 参考文献

- 陈光辉, 孔艳红. (2016). 特里尔社会应激测验对儿童皮质醇分泌的影响. *心理发展与教育*, 32(5), 532-538.
- 陆青云, 陶芳标, 侯方丽, 孙莹. (2014). 青少年应激下皮质醇应答与风险决策相关性的性别差异. *心理学报*, 46(5), 647-655.
- 王晓蕾, 陈丽华, 卜钰, 林丹华. (2018). 父子依恋、母子依恋与儿童应激下皮质醇反应的关系. *心理发展与教育*, 34(1), 10-20.
- 杨娟, 侯燕, 杨瑜, 张庆林. (2011). 特里尔社会应激测试 (TSST) 对唾液皮质醇分泌的影响. *心理学报*, 43(4), 403-409.
- 朱琳, 陈佩杰. (2012). 自填式青春期发育量表 (中译版) 的检验. *中国运动医学杂志*, 31(6), 512-516.
- Ali, N., & Pruessner, J. C. (2012). The salivary alpha amylase over cortisol ratio as a marker to assess dysregulations of the stress systems. *Physiology and Behavior*, 106(1), 65-72.
- Bae, Y. J., Stadelmann, S., Klein, A. M., Jaeger, S., Hiemisch, A., Kiess, W., et al. (2015). The hyporeactivity of salivary cortisol at stress test (TSST-C) in children with internalizing or externalizing disorders is contrastively associated with  $\alpha$ -amylase. *Journal of Psychiatric Research*, 71, 78-88.
- Bauer, A. M., Quas, J. A., & Boyce, W. T. (2002). Associations between physiological reactivity and children's behavior: Advantages of a multisystem approach. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 23(2), 102-113.
- Buske-Kirschbaum, A., Jobst, S., Wustmans, A., Kirschbaum, C., Rauh, W., & Hellhammer, D. (1997). Attenuated free cortisol response to psychosocial stress in children with atopic dermatitis. *Psychosomatic Medicine*, 59(4), 419-426.
- Buske-Kirschbaum, A., von Auer, K., Krieger, S., Weis, S., Rauh, W., & Hellhammer, D. (2003). Blunted cortisol responses to psychosocial stress in asthmatic children: A general feature of atopic disease? *Psychosomatic Medicine*, 65(5), 806-810.
- Campbell, J., & Ehler, U. (2012). Acute psychosocial stress: Does the emotional stress response correspond with physiological responses? *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1111-1134.
- Chen, F. R., Raine, A., Rudo-Hutt, A. S., Glenn, A. L., Soyfer, L., & Granger, D. A. (2015). Harsh discipline and behavior problems: The moderating effects of cortisol and alpha-amylase. *Biological Psychology*, 104, 19-27.
- Chrousos, G. P. (2009). Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology*, 5(7), 374-381.
- Denson, T. F., Creswell, J. D., Terides, M. D., & Blundell, K. (2014). Cognitive reappraisal increases neuroendocrine reactivity to acute social stress and physical pain. *Psychoneuroendocrinology*, 49, 69-78.
- Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130(3), 355-391.
- Doom, J. R., Hostinar, C. E., VanZomeran-Dohm, A. A., & Gunnar, M. R. (2015). The roles of puberty and age in explaining the diminished effectiveness of parental buffering of HPA reactivity and recovery in adolescence. *Psychoneuroendocrinology*, 59, 102-111.
- Foley, P., & Kirschbaum, C. (2010). Human hypothalamus-pituitary-adrenal axis responses to acute psychosocial stress in laboratory settings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(1), 91-96.
- Gordis, E. B., Granger, D. A., Susman, E. J., & Trickett, P. K. (2006). Asymmetry between salivary cortisol and  $\alpha$ -amylase reactivity to stress: Relation to aggressive behavior in adolescents. *Psychoneuroendocrinology*, 31(8), 976-987.
- Granger, D. A., Kivlighan, K. T., El-Sheikh, M., Gordis, E. B., & Stroud, L. R. (2007). Salivary  $\alpha$ -amylase in biobehavioral research: Recent developments and applications. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1098, 122-144.
- Gunnar, M. R., Talge, N. M., & Herrera, A. (2009). Stressor paradigms in developmental studies: What does and does not work to produce mean increases in salivary cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, 34(7), 953-967.
- Hartman, C. A., Hermanns, V. W., de Jong, P. J., & Ormel, J. (2013). Self- or parent report of (co-occurring) internalizing and externalizing problems, and basal or reactivity measures of HPA-axis functioning: A systematic evaluation of the internalizing-hyperresponsivity versus externalizing-hyporesponsivity HPA-axis hypothesis. *Biological Psychology*, 94(1), 175-184.
- Hellhammer, D. H., Wüst, S., & Kudielka, B. M. (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34(2), 163-171.
- Huang, Y. M., Zhou, R. L., Wu, M. Y., Wang, Q. G., & Zhao, Y. (2015). Premenstrual syndrome is associated with blunted cortisol reactivity to the TSST. *Stress*, 18(2), 160-168.
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test' - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81.
- Klumbies, E., Braeuer, D., Hoyer, J., & Kirschbaum, C. (2014). The reaction to social stress in social phobia: Discordance between physiological and subjective parameters. *PLoS ONE*, 9(8), e105670.
- Koss, K. J., & Gunnar, M. R. (2018). Annual Research Review: Early adversity, the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis, and child psychopathology. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59(4), 327-346.
- Lu, Q. Y., Tao, F. B., Hou, F. L., Zhang, Z. C., Sun, Y., Xu, Y. Y., et al. (2014). Cortisol reactivity, delay discounting and percent body fat in chinese urban young adolescents. *Appetite*, 72, 13-20.
- McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. *The New England Journal of Medicine*, 338(3), 171-179.
- Nater, U. M., La Marca, R., Florin, L., Moses, A., Langhans, W., Koller, M. M., & Ehler, U. (2006). Stress-induced changes in human salivary alpha-amylase activity - associations with adrenergic activity. *Psychoneuroendocrinology*, 31(1), 49-58.
- Nater, U. M., & Rohleder, N. (2009). Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology*, 34(4), 486-496.
- Pac á k, K., & Palkovits, M. (2001). Stressor specificity of central neuroendocrine responses: Implications for stress-related disorders. *Endocrine Reviews*, 22(4), 502-548.
- Petersen, A. C., Crockett, L., Richards, M., & Boxer, A. (1988). A self-report measure of pubertal status: Reliability, validity, and initial norms. *Journal of Youth and Adolescence*, 17(2), 117-133.
- Pruessner, J. C., Kirschbaum, C., Meinlschmid, G., & Hellhammer, D. H.

- (2003). Two formulas for computation of the area under the curve represent measures of total hormone concentration versus time-dependent change. *Psychoneuroendocrinology*, *28*(7), 916–931.
- Rohleder, N., & Nater, U. M. (2009). Determinants of salivary  $\alpha$ -amylase in humans and methodological considerations. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(4), 469–485.
- Seltzer, L. J., Ziegler, T., Connolly, M. J., Prosofski, A. R., & Pollak, S. D. (2014). Stress-induced elevation of oxytocin in maltreated children: Evolution, neurodevelopment, and social behavior. *Child Development*, *85*(2), 501–512.
- Tyrka, A. R., Wier, L. M., Anderson, G. M., Wilkinson, C. W., Price, L. H., & Carpenter, L. L. (2007). Temperament and response to the trier social stress test. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *115*(5), 395–402.
- Yim, I. S., Quas, J. A., Cahill, L., & Hayakawa, C. M. (2010). Children's and adults' salivary cortisol responses to an identical psychosocial laboratory stressor. *Psychoneuroendocrinology*, *35*(2), 241–248.

## Salivary Cortisol, Salivary Alpha-Amylase and Emotional Responses to the “Trier Social Stress Test for Children” in Healthy Chinese Children

Wang Xiaolei, Chen Lihua, Liu Xu, Lin Danhua

(Institute of Developmental Psychology, Beijing Normal University, Beijing, 100875)

**Abstract** There is substantial evidence indicating that repeated exposures to psychosocial stress in childhood may alter the function of hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sympathetic nervous system (SNS), which in turn increase the risk of various diseases in adulthood. Studying physiological responses to psychosocial stressors, especially in childhood, may help to understand the underlying mechanisms that are involved in diseases pathogenesis, and to intervene early in life. Trier Social Stress Test for Children (TSST-C) is a protocol for induction of moderate to intense psychosocial stress in a laboratory setting. It comprises of a 10-min anticipatory period, a 5-min public speaking task (children receive the beginning of a story, and finish telling the story as exciting as possible) and a 5-min mental arithmetic task (children are required to subtract 7 serially from 758 as quickly and accurately as possible, and children have to restart at 758 when a mistake is made) facing two evaluative and non-responsive audience members. The TSST-C is the most widely used psychosocial stress protocol in stress research of human subjects that reliably elicits physiological stress responses, including salivary cortisol and salivary  $\alpha$ -amylase responses, which have been recognized as reliable biomarkers for the HPA axis and SNS function, respectively. However, the applicability of TSST-C in inducing cortisol and salivary  $\alpha$ -amylase responses among healthy Chinese children remains largely unknown.

With this background, our study examined both cortisol and salivary  $\alpha$ -amylase responses to the TSST-C in a sample of healthy children ( $N=150$ , 76 boys,  $11.15 \pm .86$  years) in Beijing, China. Following recent stress response research (Yim et al., 2010), children completed an adapted version of the TSST-C using a different public speaking task (introducing oneself to a hypothetical new classroom of students), which was likely to induce comparable physiological responses in individuals within somewhat wider age ranges than what had been examined in the past. All laboratory sessions were scheduled during the afternoon (between 14:00 and 17:30) to control for the diurnal variations of cortisol secretion. Participants were asked to refrain from any food or drink for at least 30 min before laboratory sessions. A total of six segments of salivary samples and subjective stress measures were obtained throughout the session: baseline (-20 min), after preparation (-3 min), after TSST-C task (+1 min), first recovery (+10 min), second recovery (+25 min) and third recovery (+50 min). The salivary samples were collected for analyzing cortisol and salivary  $\alpha$ -amylase. And the subjective stress measures were used for assessing children's psychological response.

The results showed that: (1) Children exhibited significant increases in cortisol and salivary  $\alpha$ -amylase levels, and reported higher levels of negative affect, such as anxiety and nervousness, following the TSST-C. (2) The associations among cortisol response, salivary  $\alpha$ -amylase response, and subjective emotional response failed to reach significance.

In conclusion, the findings indicate that TSST-C induces both physiological and psychological responses of sufficient magnitude in Chinese children. TSST-C is a protocol with good applicability in healthy Chinese children, and can be used for stress research to explore the associations among psychosocial stressors, stress responses of HPA axis and SNS, and physical health in Chinese children.

**Key words** Trier Social Stress Test for Children, stress response, cortisol, salivary  $\alpha$ -amylase, emotion