

慢性压力的生理指标：头发皮质醇*

耿柳娜¹ 王雪¹ 相鹏¹ 杨瑾²

(¹南京大学社会学院, 南京 210023)(²东南大学学习科学研究中心, 南京 210096)

摘要 皮质醇是人类 HPA 轴(下丘脑-垂体-肾上腺系统)的终端产物,它能够有效反映慢性压力的水平和变化。相对于唾液、尿液、血液等测量介质,头发皮质醇因其可行性和可靠性而成为考察慢性压力的最优生理指标。在慢性压力的相关研究中,通过对头发皮质醇进行测定和分析,可以证实某些生活事件具有引发慢性压力的作用;同时,它也验证了部分人群对慢性压力的易感性,并能够有效反映个体的生理和心理异常。未来研究需着眼于改进慢性压力的心理测量方式,加强头发皮质醇在干预研究中的应用并拓展头发皮质醇的研究范围。

关键词 慢性压力;生理指标;头发皮质醇;皮质醇
分类号 B845

相对急性压力而言,慢性压力(chronic stress, 又译作慢性应激)是一种持续时间较长的心理压力,它具有反复性、间歇性或持续性,构成了个体难以适应或解决的严重威胁(Baum, Garofalo, & Yali, 1999)。一直以来,采取何种测量方式以有效反映慢性压力的水平及其变化是普遍困扰研究者的难题。为此,国外学者提出了头发皮质醇(hair cortisol)检测法。作为一种生理指标,头发皮质醇既能够检测出慢性压力的水平又可以反映其随时间变化的特性,对慢性压力以及其他心理学领域都具有重要意义。

1 慢性压力测量方式的回顾

慢性压力的测量方式主要包括以下三种:第一,规定情境定义法,即基于慢性压力的反复性、间歇性或持续性等特征,研究者在现实情境中选取了具备上述特征的压力事件或在实验室有目的地创设压力情境。三里岛核事故(Three Mile Island-2)爆发2年后, Baum, Gatchel 和 Schaeffer (1983)对岛上居民所遭受的慢性压力的系列研究就属于现实情境研究。而实验室情境主要是针对

动物被试,如采用慢性的、不可预见的和温和的消极刺激来建立大鼠的慢性压力模型,即大鼠在实验室中每日随机接受一种消极刺激,包括禁食、禁水、冰水游泳和昼夜颠倒等(Willner, 2005)。第二,心理量表测评法,这是一种通过心理量表让被试自我报告其在日常生活中的消极经历来测量慢性压力的方法。常用量表有压力知觉量表(Perceived Stress Scale, PSS) (Cohen, Kamarck, & Mermelstein, 1983)和特里尔慢性压力评估调查表(Trier Inventory for the Assessment of Chronic Stress, TICS) (Schulz & Schlotz, 1999)。第三,生理指标检测法。慢性压力通常伴随着一系列的生理变化,这些变化对慢性压力具有客观指向作用,其中就包括皮质醇。作为一种肾上腺皮质激素,皮质醇是 HPA 轴(下丘脑-垂体-肾上腺系统)的终端产物,它的主要功能是在外在压力突然出现的短时期内提升人体的生理和行为反应,以适应特殊的环境变化(范越阳, 施建农, 2009)。目前,研究者主要从唾液、尿液、血液和头发中提取并检测皮质醇。相对于前三种介质,头发皮质醇因在取样、测量和分析等方面的优势而成为慢性压力研究的首选(Russell, Koren, Rieder, & van Uum, 2012)。如上所见,规定情境定义法的长处是可较好地保证压力源的效果,局限在于真实压力事件和动物被试降低了其普适性。心理量表测评法可操作性强,但研究结果易受被试事后回忆偏差的干

收稿日期: 2014-11-25

* 国家社科基金(11CSH045)和教育部人文社科规划项目(11YJAZH019)。

通讯作者: 耿柳娜, E-mail: gengliuna@nju.edu.cn

扰。生理指标检测法操作步骤相对复杂,但能有效规避前两种方法的局限,并为量化比较提供了可能,尤其是在国外慢性压力研究中已得到普遍认可的头发皮质醇。

2 头发皮质醇的可行性

在压力状态下,HPA 轴具有维持正常生理机能的重要作用,而皮质醇又是 HPA 轴分泌的终端产物。因此,皮质醇浓度成为 HPA 轴压力研究主要的生物学标志(黄雅梅,周仁来,孙智颖,吴梦莹,2014)。正常情况下,皮质醇的代谢周期为 24 小时,其最高水平通常出现在早晨 6~8 点,最低水平出现在凌晨 0~2 点,并在凌晨 2 点左右开始回升,其余时间段则呈现缓慢下降趋势。当个体长期处于慢性压力状态时,皮质醇会随着 HPA 轴功能的增强而增大分泌量(Chrousos & Kino, 2007)。换言之,慢性压力在激活 HPA 轴后会引发皮质醇分泌量和分泌周期的异常变化。因此,皮质醇对慢性压力的指向作用为其量化研究提供了可能,即通过检测皮质醇浓度来探究个体在相应时段的慢性压力水平及其消极影响。

皮质醇的测量介质包括唾液、尿液、血液和头发。传统的皮质醇检测依赖唾液、尿液或血液样本,但上述途径在实践中存在以下不足:HPA 轴反应是高度即刻的,被试在测量之前面临的压力源(如静脉穿刺采血本身就是压力源)会影响肾上腺皮质活动(Dowlati et al., 2010);昼夜节律会导致被试间或者被试内基线水平的个体差异(Hellhammer et al., 2007);在睡眠的下半阶段(该阶段是皮质醇分泌的关键期)提取血液或唾液样本在操作上难以实现(Clown, Thorn, Evans, & Hucklebridge, 2004);被试在取样之前的活动,如进食、吸烟和体育运动等,同样也会影响血液和唾液中的皮质醇浓度(Hamer, Taylor, & Steptoe, 2006)。更为重要的是,传统的皮质醇检测难以反映长时间内慢性压力的水平和变化,如尿液只能反映个体 1 天内的皮质醇暴露量,研究者只能采用多次取样的方法来保证结果的可靠性。

然而头发皮质醇检测可有效规避上述不足。头发每月生长约 1 cm,大多数人的头发记录着几个月的皮质醇变化情况,因此通过检测头发中的皮质醇水平,可较为准确地获知被检测者当时和此前较长时间内的心理压力状况。头发皮质醇检

测在 Koren 等人(2002)的研究中首次得到实践应用,研究者发现蹄兔毛发中的皮质醇水平与其社会等级存在显著的正相关关系。而 Raul, Cirimele, Ludes 和 Kintz (2004)最早在人类头发中检测到了皮质醇,并提出头发皮质醇的水平为 5~91 pg/mg,均值为 18 pg/mg。随后, Davenport, Tiefenbacher, Lutz, Novak 和 Meyer (2006)证实恒河猴的头发皮质醇水平会因慢性压力而上升,标志着学界开始将头发皮质醇应用于慢性压力的研究。

3 头发皮质醇的可靠性

头发皮质醇在取样、测量和分析等方面的优势确保了它应用于慢性压力研究的可靠性(Russell et al., 2012)。具体而言,较之传统的皮质醇检测,头发皮质醇具有以下优点:(1)非侵害性采样。传统的皮质醇检测本身就是一种压力源,尤其是血液采样会产生疼痛感或其他负面情绪,给被试造成较强的主观侵害性。然而,头发样本通常只需采样 10 毫克左右,且采样后不会在头部留有明显痕迹,对被试几乎没有影响。(2)样本易储藏。唾液、尿液和血液样本的储藏要求较高,而将头发样本置于常温下的玻璃瓶或信封中即可长期保存。(3)浓度可累积。血液和唾液中的皮质醇只能记录某个时间点的浓度,尿液可以反映 12~24 小时的整体暴露量。显然,这些介质难以说明皮质醇在较长时间内的变化情况。相对而言, Thomson 等(2010)指出头发样本的分段分析能够提供皮质醇变化的历史记录。(4)可回溯式分析。头发每月生长约 1 cm,因此紧贴头皮的第 1 cm 头发反映了最近 1 个月的皮质醇暴露量,而第 2 cm 则反映了上个月的暴露量。以此类推,研究者不仅能够获得取样之时的皮质醇水平,还能对取样之前的水平做出评估。

另一方面,研究者通过论证信度和效度进一步证实了头发皮质醇检测的可靠性。头发皮质醇的效度检验是通过间接方式实现的,研究者通常在某一时段内多次测量尿液或唾液样本中的皮质醇浓度,并将其与头发皮质醇做相关分析。再者,确有研究证实头发和尿液样本中的皮质醇浓度具有正相关关系,且在较长的时段(24 小时或 3 天,甚至 375.3 天)都具有高度一致性(Sauvé, Koren, Walsh, Tokmakejian, & van Uum, 2007; Stalder et al., 2012a; van Holland, Frings-Dresen, & Sluiter,

2012)。除此之外, 来自唾液样本的数据也得出了类似的有效结论(D'Anna-Hernandez, Ross, Natvig, & Laudenslager, 2011; Xie et al., 2011)。此外, Stalder 等(2012a)通过重测信度(2 个月至 1 年后重测)也进一步验证了头发皮质醇的可靠性。由此可见, 头发皮质醇检测应用于慢性压力研究的结果是可靠的。

4 头发皮质醇在慢性压力研究中的应用

4.1 证实某些生活事件的压力源作用

Baum 等(1999)提出, 慢性压力的压力源包括生活或工作环境中的持续性压力事件和具有长久影响的急性压力事件。已有研究通过头发皮质醇检测证实某些生活事件具有引发慢性压力的作用。在探讨生活事件对慢性压力及其头发皮质醇的影响方面, 早期研究以动物为研究对象, 集中讨论了重新安置对动物头发皮质醇的影响, 并取得了较为丰富的理论成果, 而近期研究则着眼于考察人类被试日常生活事件与头发皮质醇的关系。

重新安置(relocation)是指人为改变动物栖息地的一种活动。研究结论一致表明动物的头发皮质醇水平在重新安置前后具有显著差异。具体而言, 作为一种慢性压力, 离开原有栖息地并适应新环境这一长期过程会提高动物的头发皮质醇水平。例如, Davenport 等(2006)发现恒河猴的皮质醇水平在安置后 14 周比安置前 13 周高出 60%, 而 1 年后, 又恢复到了安置前的水平。类似结论在黑长尾猴的研究中也得到证实(Fairbanks et al., 2011)。同时, 动物幼崽的养育环境(母亲养育, 同辈养育或代理养育)能够对上述关系起到调节作用(Dettmer, Novak, Suomi, & Meyer, 2012)。值得注意的是, 最新研究表明一些隐蔽、微小的环境变化也能改变动物的头发皮质醇分泌规律。东格陵兰白熊的头发皮质醇水平与北大西洋涛动指数存在显著的正相关关系。涛动指数与海冰密度呈负相关, 较高的涛动指数意味着较少的海冰, 而在此情形下, 白熊可能面临食物匮乏。研究者认为涛动指数的异常可以解释 1989~2009 年白熊头发皮质醇水平异变的 77%(Bechshøft et al., 2013)。

与其他动物相比, 人类的生活环境更为复杂多变, 慢性压力的来源也更广泛。研究发现那些在最近几个月里经历了创伤性生活事件(如至亲离世, 严重疾病)的被试的头发皮质醇水平显著高

于对照组。与身体健康的新生儿相比, 特护病房中的新生儿的头发皮质醇水平显著高于前者(Yamada et al., 2007)。除此之外, 在以新入园儿童和妊娠女性为对象的研究中也发现了类似的规律。相比于入园前 2 个月, 儿童的头发皮质醇水平在入园后 2 个月更高, 而且有恐惧情绪的儿童表现更为明显(Groeneveld et al., 2013)。头发皮质醇在临近产期时的分泌量显著高于妊娠前期, 而产后则会转为下降(D'Anna-Hernandez et al., 2011); 但也有研究发现产后初期和产后 3~9 个月女性的头发皮质醇水平显著高于一般女性(Kirschbaum, Tietze, Skoluda, & Dettenborn, 2009)。

4.2 验证部分人群的易感性

现实生活中, 一部分人群可能比常人更易且更多地遭受慢性压力, 因而其头发皮质醇水平往往高于常人。已有研究在某些特殊职业者和物质成瘾者等人群中验证了这一论断。

对于轮班工作者而言, 睡眠模式紊乱会进一步增加潜在的工作压力, 从而导致皮质醇分泌失调。研究表明轮班工作者的头发皮质醇水平显著高于常人, 且 40 岁以下者更加严重(Dhande & Sharma, 2011)。类似的, 失业者的头发皮质醇水平也远高于常人(Dettenborn, Tietze, Bruckner, & Kirschbaum, 2010)。此外, Qi 等(2014)发现高付出、低回报的工作特性能够增强幼儿教师的 HPA 轴活性, 从而使其头发皮质醇的分泌更加旺盛。除此之外, 运动员一直被认为是一个特殊的群体, 运动在某种程度上也被看作是一种压力源, 因为虽然运动对于人体身心健康有益, 但这仅限于适度的运动。研究表明马拉松极限运动员更容易患冠状动脉硬化和亚临床心肌损伤, 以及表现出一些与皮质醇增加相关的症状(Manenschijn et al., 2012; Möhlenkamp et al., 2008)。马拉松运动员的头发皮质醇水平比普通人群和业余运动员更高, 且与训练的时间、训练的距离以及每年参赛数量都成正相关(Skoluda, Dettenborn, Stalder, & Kirschbaum, 2012)。但后续研究对此提出了异议, 研究者认为汗水本身就含有皮质醇, 上述结论可能忽略了运动出汗对运动员头发皮质醇的影响(Russell, Koren, Rieder, & van Uum, 2014)。

毒品成瘾者的压力比正常人高出一倍左右(Waldrop et al., 2007), 而且在毒瘾复发且复发次数不断增加时, 成瘾者面临的压力更大。另一方

面, HPA 轴在毒瘾复发和戒断过程中起着至关重要的作用(Buffalari, Baldwin, Feltenstein, & See, 2012), 而长期吸食毒品会致使 HPA 轴功能失调(Sinha, Garcia, Paliwal, Kreek, & Rounsaville, 2006)。由此可见, 将头皮质醇分析引入该领域具有重要意义。Grassi-Oliveira 等(2012)率先探讨了戒毒时间和头发皮质醇的关系, 他们发现可卡因吸食者在开始戒毒之前的 30 天和 90 天, 头发皮质醇水平与其所经历的消极生活事件数量呈正相关, 而在开始戒毒之前的 60 天并未发现上述相关关系。慢性压力在毒品吸食和毒瘾戒除过程中起到关键作用: 一方面, 慢性压力往往是毒品吸食和毒品成瘾的促成因素, 毒品成瘾者可能试图通过吸食毒品来摆脱慢性压力的困扰。另一方面, 戒毒者在脱离毒品的过程中势必产生严重的压力体验, 这也可能是造成戒毒者复吸率居高不下的直接原因之一。因此, 通过考察头发皮质醇来明确慢性压力对吸毒者的作用方式和过程, 从而进一步指导戒毒工作显得尤为紧迫和重要。笔者认为鉴于戒毒的过程较长, 且吸毒者大多存在复发频繁和情绪波动大等问题, 所以上述研究未能证实戒毒时间和头发皮质醇的线性变化关系是难免的, 但这足以预示着将头发皮质醇作为衡量吸毒人群压力的生理指标的可行性。此外, 现有研究只考察了头发皮质醇在戒毒前的变化, 而戒毒前后的对比研究需要进一步探索。同时, 头发皮质醇在不同类型毒品吸食者身上是否存在差异是一个值得探讨的现实问题, 尤其是当前新型毒品吸食者占多半, 慢性压力在传统毒品(海洛因)和新型毒品(合成毒品)上可能存在不同的表现形式, 这方面的研究值得深入探讨。

4.3 反映个体的生理和心理异常

不同于血液、唾液或尿液检验仅能反映个体数小时或数天皮质醇变化的特性, 大多数人的头发记录着几个月的皮质醇变化情况。因此, 头发皮质醇的应用意义在于可以通过分析头发预测压力水平, 进而检测出患有某类疾病的可能性。慢性压力与疾病的作用关系分为两种情况。一是某些疾病致使个体产生慢性压力体验, 如患有严重慢性疼痛的病人的头发皮质醇含量比正常人更高, 并且报告出更大的自我压力(van Uum et al., 2008)。二是个体的慢性压力增加了其患有某类疾病的概率。研究表明持续的压力会引发甚至加剧一系列

生理异常, 如心血管疾病(Dimsdale, 2008)、2 型糖尿病(Pouwer, Kupper, & Adriaanse, 2010)和慢性阻塞性肺部疾病(Andenæs, Kalfoss, & Wahl, 2004)等。虽然上述两类作用关系最终都会改变个体的皮质醇浓度, 但二者的作用过程和表现形式是否存在差异, 现有研究并未做出深入探讨。

就生理异常而言, 已有研究将头发皮质醇检测视为判断心梗发病风险的有效方法。Pereg 等(2011)选取了同等数量的心梗患者和非心梗患者组成了实验组和对照组。研究人员采集了每名被试 3 厘米长的头发并进行检测, 发现实验组在心梗发病 3 个月前, 头发中皮质醇水平高于对照组。通过对比两组被试的其它情况, 如是否吸烟或患有糖尿病、高血压和遗传性冠状动脉疾病等, 结果发现除胆固醇水平较高外, 实验组和对照组被试没有显著差别。研究者由此指出, 在诸多心梗发病征兆中, 头发皮质醇是判断发病风险的有效生理指标。

皮质醇可能是将心理压力转化为神经症的生理中介(范越阳, 施建农, 2009)。长期的心理压力会导致个体患有抑郁症或焦虑障碍等心理异常的风险增大, 而头发皮质醇则较为客观准确地揭示了这些异常变化。Dettenborn 等(2012)证实抑郁症患者的头发皮质醇水平稍高于健康对照组, 进一步研究发现上述关系还受到被试是否患有冠状动脉疾病(Dowlati et al., 2010), 年龄(Manenschijs, Koper, Lamberts, & van Rossum, 2011)和发病时间(Leboyer, Henry, Paillere-Martinot, & Bellivier, 2005)等因素的影响。另一方面, 研究表明广泛性焦虑障碍患者的头发皮质醇水平比常人低 50~60%, 这可能与皮质醇亢进后 HPA 轴的负反馈调节有关(Stuedte et al., 2011)。Stuedtet 等人研究发现, 患创伤后应激障碍的乌干达难民的头发皮质醇显著高于对照组, 并且两组被试一生中所遭受创伤性事件的数量与头发皮质醇水平呈正相关。Luo 等(2012)以中国汶川地震后患创伤后应激障碍的女性青少年为研究对象, 发现震源地组的头发皮质醇水平比非震源地组的高, 但同样是震源地的被试, 实验组(创伤后应激障碍者)的头发皮质醇又显著高于非实验组(非创伤后应激障碍者)。并且, 实验组发生创伤事件后出现即时的头发皮质醇上升(1 个月后), 但随后又出现反弹——7 个月后又逐渐下降到基线水平以下。

5 研究展望

近年来,国外运用头发皮质醇开展慢性压力的研究蓬勃发展,且取得了一系列有意义的研究成果,但在研究过程中也存在一些值得进一步探讨的问题,这对国内学者今后进行慢性压力研究以及其他心理领域研究都有很好的启发。

5.1 改进慢性压力的心理测量方法

心理学研究者普遍采用心理量表测评法来测量慢性压力。相比于头发皮质醇检测,这种方式存在两点不足:其一,心理量表通常采用即时口头报告,而头发皮质醇反映的是皮质醇的历史记录,二者在时间上的匹配性不免受到质疑。其二,对于被试而言,即时口头报告是一种追溯式评估,无法排除回忆偏差和社会称许性的影响(Carnrike, McCracken, & Aikens, 1996; Yoshiuchi, Yamamoto, & Akabayashi, 2008)。事实上,慢性压力的生理指标(头发皮质醇)和心理指标(压力知觉)的相关性一直存在争议。一方面,已有研究证实头发皮质醇与压力知觉确有正相关关系(Gow, Koren, Rieder, & van Uum, 2011; Kalra, Einarson, Karaskov, van Uum, & Koren, 2007)。另一方面,更多的研究结论表明二者之间不相关(Dowlati et al., 2010; Stalder et al., 2010; van Uum et al., 2008)。例如,虽然报告最近 3 个月经历重大突发创伤性事件的学生的头发皮质醇浓度高于未报告者两倍,但多层线性分析的结果并未证实头发皮质醇与压力知觉存在相关关系(Karlén, Ludvigsson, Frostell, Theodorsson, & Faresjö, 2011)。因此,有研究者提出,无论是在群体内还是在群体间(Stalder et al., 2012b),头发皮质醇与压力知觉之间都仅是弱相关或根本不相关。诚然,上述矛盾结论也不排除头发皮质醇检测的结果受到其他因素干扰的可能性,但是发展适合慢性压力的评价方法更值得重视。经历抽样法(通过现实情境下对被试多次重复测量进行数据搜集的研究方法)(Csikszentmihalyi & Larson, 1987)和生态瞬时评估法(通过评估一定时期内个体行为的起伏变化以获得动力学特征的研究方法)(Stone & Shiffman, 1994)可能对传统的心理量表测评法具有借鉴意义。此外,采用内隐联想测验(Implicit Association Test, IAT)对克服口头报告的弊端极具尝试性价值。IAT 是以反应时为指标的计算机化的分类任务,用于测量两个概念间记忆

联系的紧密程度。Sato 和 Kawahara (2012)首次用 IAT 来测量个体的内隐急性压力的研究丰富了压力测量方法,但未涉及对慢性压力的探讨。因而,未来研究可尝试采用 IAT 测量慢性压力。进而,慢性压力心理指标的外显层面(口语报告)与内隐层面(IAT)是相关还是分离,以及头发皮质醇与内隐心理指标和外显心理指标的关系如何,这些问题都值得进一步探讨。

5.2 加强头发皮质醇在干预研究中的应用

头发皮质醇对干预研究的应用价值体现在通过追踪头发皮质醇的变化,来有针对性地提高个体应对慢性压力的能力。这方面的研究思路侧重于以头发皮质醇为技术支持,为诊治某些与慢性压力相关的心理和生理异常提供可量化的指标。

一方面,头发皮质醇有望在对异常环境中儿童的心理干预效果评估中发挥作用。受虐待儿童往往表现出 HPA 轴功能紊乱,甚至部分在寄养环境下成长的儿童也存在皮质醇调节模式失常(Dozier, Manni, et al., 2006)。来自唾液皮质醇的研究数据表明受虐待儿童的皮质醇调节模式在接受心理干预后能够恢复常态(Cicchetti, Rogosch, Toth, & Sturge-Apple, 2011)。虽然头发皮质醇在此领域尚未取得实证性突破,但是结合头发皮质醇在取样、测量和分析等方面优势,未来研究可以聚焦寄养环境中的儿童,尤其是我国的留守儿童,从改善皮质醇调节模式(Dozier, Peloso, et al., 2006; Fisher, Stoolmiller, Gunnar, & Burraston, 2007)和辅助心理干预着手,进一步提升头发皮质醇的应用价值。另一方面,头发皮质醇已成功应用于部分疾患临床诊治效果的评估。研究证实库欣综合症或高血压患者的头发皮质醇在治愈前后有显著不同,而这一趋势与临床诊治效果相吻合(Stalder et al., 2013; Thomson et al., 2010)。值得注意的是,在为驯鹿注射小剂量的促肾上腺皮质激素后,研究者发现这并未影响其头发皮质醇水平的变化(Ashley et al., 2011)。由此可见,头发皮质醇对 HPA 轴的微弱变化可能并不敏感,但头发皮质醇在多大程度上是随着疾患的临床表现而变化,之后又怎样随着治疗过程而变化,以及疾患的严重性又是如何影响头发皮质醇等问题都需要未来更多的长期追踪研究。

5.3 拓展头发皮质醇的研究范围

头发皮质醇不仅为慢性压力研究提供了新视

角,同时,它对心理学其他领域也具有重要意义。未来研究可以从以下两方面进一步拓展头发皮质醇的研究范围:在纵向上,针对慢性压力开展追踪研究,继续丰富已有结论;在横向上,尝试将头发皮质醇应用于认知领域。

当前研究者在运用头发皮质醇考察慢性压力时大多数采用的是横断研究,即通过比较同一时间内实验组和对照组的头发皮质醇水平来得出相关结论。众所周知,慢性压力是较长持续时间的心理紧张过程,而横断研究可能忽视了这一动态的变化过程,既掩盖了头发皮质醇作为生理指标对慢性压力的描述意义,也不能分析头发皮质醇在个体内部的变化过程和连续性,以深入揭示头发皮质醇在慢性压力中的内在机制。未来研究可尝试采用追踪研究,长期监测某一个体或群体的慢性压力体验和头发皮质醇变化。其意义有二:一是提供慢性压力在某一个体或群体上的比较完整的变化过程,并以头发皮质醇来标示这一过程中的一些重要转折点;二是在对某一类压力事件进行追踪研究的基础上,尝试以头发皮质醇作为指标建立压力事件量表,进而实现预测压力反应的可能性。

除慢性压力外,头发皮质醇的研究价值在认知领域也得到了重视。认知过程不仅受心理压力的影响,也是心理压力的决定因素(Cohen, 1985),而头发皮质醇作为慢性压力的生理指标,在这一关系中所起的作用也是研究者普遍关心的问题。已有研究表明皮质醇异常与部分认知功能受损存在密切相关。例如,Starkman和Schteingart(1981)证实皮质醇水平升高会使库欣综合症患者的认知受损,尤其是记忆和注意力下降。与慢性压力相关的抑郁和焦虑障碍致使个体记忆和执行功能受到影响(Castaneda, Tuuio-Henriksson, Marttunen, Suvisaari, & Lonnqvist, 2008; Hinkelmann et al., 2009)。Pulopulos等(2014)发现老年人较差的认知表现与HPA轴失调有关,他们证实老年人较高的头发皮质醇浓度与较差的工作记忆、学习能力、长期词汇记忆和短期词汇记忆都具有相关性。由此可见,现有研究以(头发)皮质醇为媒介基本回答了心理压力对认知过程的消极影响问题,但对于这一消极影响的作用方式和过程尚未涉及,未来研究可继续以(头发)皮质醇为着力点,深入讨论心理压力影响认知过程的潜在机制。另外,不

容忽视的另一问题是,个体的认知过程同样可以影响心理压力,而头发皮质醇在这种作用下的表现形式如何,也应引起未来研究的重视。

参考文献

- 范越阳, 施建农. (2009). 皮质醇测量在心理学研究中的应用. *中国健康心理学杂志*, 17(11), 1396-1400.
- 黄雅梅, 周仁来, 孙智颖, 吴梦莹. (2014). 人类应激内分泌轴功能状态的测量. *心理科学进展*, 22(4), 606-617.
- Andenaes, R., Kalfoss, M. H., & Wahl, A. (2004). Psychological distress and quality of life in hospitalized patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Advanced Nursing*, 46(5), 523-530.
- Ashley, N. T., Barboza, P. S., Macbeth, B. J., Janz, D. M., Cattet, M. R. L., Booth, R. K., & Wasser, S. K. (2011). Glucocorticosteroid concentrations in feces and hair of captive caribou and reindeer following adrenocorticotrophic hormone challenge. *General and Comparative Endocrinology*, 172(3), 382-391.
- Baum, A., Garofalo, J. P., & Yali, A. M. (1999). Socioeconomic status and chronic stress: Does stress account for SES effects on health? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 896, 131-144.
- Baum, A., Gatchel, R. J., & Schaeffer, M. A. (1983). Emotional, behavioral, and physiological effects of chronic stress at Three Mile Island. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51(4), 565-572.
- Bechshøft, T. Ø., Sonne, C., Rigét, F. F., Letcher, R. J., Novak, M. A., Henchey, E.,..... Dietz, R. (2013). Polar bear stress hormone cortisol fluctuates with the North Atlantic Oscillation climate index. *Polar Biology*, 36(10), 1525-1529.
- Buffalari, D. M., Baldwin, C. K., Feltenstein, M. W., & See, R. E. (2012). Corticotrophin releasing factor (CRF) induced reinstatement of cocaine seeking in male and female rats. *Physiology & Behavior*, 105(2), 209-214.
- Carnrike, C. L. M., Jr., McCracken, L. M., & Aikens, J. E. (1996). Social desirability, perceived stress, and PACT ratings in lung transplant candidates: A preliminary investigation. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 3(1), 57-67.
- Castaneda, A. E., Tuuio-Henriksson, A., Marttunen, M., Suvisaari, J., & Lonnqvist, J. (2008). A review on cognitive impairments in depressive and anxiety disorders with a focus on young adults. *Journal of Affective Disorders*, 106(1-2), 1-27.
- Chrousos, G. P., & Kino, T. (2007). Glucocorticoid action networks and complex psychiatric and/or somatic disorders. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress*, 10(2), 213-219.

- Cicchetti, D., Rogosch, F. A., Toth, S. L., & Sturge-Apple, M. L. (2011). Normalizing the development of cortisol regulation in maltreated infants through preventive interventions. *Development and Psychopathology, 23*(3), 789–800.
- Clow, A., Thorn, L., Evans, P., & Hucklebridge, F. (2004). The awakening cortisol response: Methodological issues and significance. *Stress-The International Journal on the Biology of Stress, 7*(1), 29–37.
- Cohen, S. (1985). Cognitive processes as determinants of environmental stress. In: I. G. Sarason & C. D. Spielberger (Eds.), *Stress and anxiety* (vol. 10, pp. 65–81). Washington, DC: Hemisphere Publishing Corp.
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior, 24*(4), 385–396.
- Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1987). Validity and reliability of the experience-sampling method. *The Journal of Nervous and Mental Disease, 175*(9), 526–536.
- D'Anna-Hernandez, K. L., Ross, R. G., Natvig, C. L., & Laudenslager, M. L. (2011). Hair cortisol levels as a retrospective marker of hypothalamic-pituitary axis activity throughout pregnancy: Comparison to salivary cortisol. *Physiology & Behavior, 104*(2), 348–353.
- Davenport, M. D., Tiefenbacher, S., Lutz, C. K., Novak, M. A., & Meyer, J. S. (2006). Analysis of endogenous cortisol concentrations in the hair of rhesus macaques. *General and Comparative Endocrinology, 147*(3), 255–261.
- Dettenborn, L., Tietze, A., Bruckner, F., & Kirschbaum, C. (2010). Higher cortisol content in hair among long-term unemployed individuals compared to controls. *Psychoneuroendocrinology, 35*(9), 1404–1409.
- Dettmer, A. M., Novak, M. A., Suomi, S. J., & Meyer, J. S. (2012). Physiological and behavioral adaptation to relocation stress in differentially reared rhesus monkeys: Hair cortisol as a biomarker for anxiety-related responses. *Psychoneuroendocrinology, 37*(2), 191–199.
- Dhande, K. K., & Sharma, S. (2011). Influence of shift work in process industry on workers' occupational health, productivity, and family and social life: An ergonomic approach. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 21*(3), 260–268.
- Dimsdale, J. E. (2008). Psychological stress and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology, 51*(13), 1237–1246.
- Dowlati, Y., Herrmann, N., Swardfager, W., Thomson, S., Oh, P. I., van Uum, S., ... Lanctôt, K. L. (2010). Relationship between hair cortisol concentrations and depressive symptoms in patients with coronary artery disease. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, 6*, 393–400.
- Dozier, M., Peloso, E., Lindhiem, O., Gordon, M. K., Manni, M., Sepulveda, S., ... Levine, S. (2006). Developing evidence-based interventions for foster children: An example of a randomized clinical trial with infants and toddlers. *Journal of Social Issues, 62*(4), 767–785.
- Dozier, M., Manni, M., Gordon, M. K., Peloso, E., Gunnar, M. R., Stovall-McClough, K. C., ... Levine, S. (2006). Foster children's diurnal production of cortisol: An exploratory study. *Child Maltreatment, 11*(2), 189–197.
- Fairbanks, L. A., Jorgensen, M. J., Bailey, J. N., Breidenthal, S. E., Grzywa, R., & Laudenslager, M. L. (2011). Heritability and genetic correlation of hair cortisol in vervet monkeys in low and higher stress environments. *Psychoneuroendocrinology, 36*(8), 1201–1208.
- Fisher, P. A., Stoolmiller, M., Gunnar, M. R., & Burraston, B. O. (2007). Effects of a therapeutic intervention for foster preschoolers on diurnal cortisol activity. *Psychoneuroendocrinology, 32*(8-10), 892–905.
- Gow, R., Koren, G., Rieder, M., & van Uum, S. (2011). Hair cortisol content in patients with adrenal insufficiency on hydrocortisone replacement therapy. *Clinical Endocrinology, 74*(6), 687–693.
- Grassi-Oliveira, R., Pezzi, J. C., Daruy-Filho, L., Viola, T. W., D'Avila Francke, I., Leite, C. E., & Brietzke, E. (2012). Hair cortisol and stressful life events retrospective assessment in crack cocaine users. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse, 38*(6), 535–538.
- Groeneveld, M. G., Vermeer, H. J., Linting, M., Noppe, G., van Rossum, E. F., & van IJzendoorn, M. (2013). Children's hair cortisol as a biomarker of stress at school entry. *Stress-the International Journal on the Biology of Stress, 16*(6), 711–715.
- Hamer, M., Taylor, A., & Steptoe, A. (2006). The effect of acute aerobic exercise on stress related blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *Biological Psychology, 71*(2), 183–190.
- Hellhammer, J., Fries, E., Schweisthal, O. W., Schlotz, W., Stone, A. A., & Hagemann, D. (2007). Several daily measurements are necessary to reliably assess the cortisol rise after awakening: State- and trait components. *Psychoneuroendocrinology, 32*(1), 80–86.
- Hinkelmann, K., Moritz, S., Botzenhardt, J., Riedesel, K., Wiedemann, K., Kellner, M., & Otte, C. (2009). Cognitive impairment in major depression: Association with salivary cortisol. *Biological Psychiatry, 66*(9), 879–885.
- Kalra, S., Einarson, A., Karaskov, T., van Uum, S., & Koren, G. (2007). The relationship between stress and hair cortisol in healthy pregnant women. *Clinical and Investigative Medicine, 30*(2), E103–E107.
- Karlén, J., Ludvigsson, J., Frostell, A., Theodorsson, E., &

- Faresjö, T. (2011). Cortisol in hair measured in young adults - a biomarker of major life stressors? *BMC Clinical Pathology*, 11, 12.
- Kirschbaum, C., Tietze, A., Skoluda, N., & Dettenborn, L. (2009). Hair as a retrospective calendar of cortisol production-Increased cortisol incorporation into hair in the third trimester of pregnancy. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 32-37.
- Koren, L., Mokady, O., Karaskov, T., Klein, J., Koren, G., & Geffen, E. (2002). A novel method using hair for determining hormonal levels in wildlife. *Animal Behaviour*, 63(2), 403-406.
- Leboyer, M., Henry, C., Paillere-Martinot, M. L., & Bellivier, F. (2005). Age at onset in bipolar affective disorders: A review. *Bipolar Disorders*, 7(2), 111-118.
- Luo, H. R., Hu, X., Liu, X., Ma, X. H., Guo, W. J., Qiu, C. J.,... T, Li. (2012). Hair cortisol level as a biomarker for altered hypothalamic-pituitary-adrenal activity in female adolescents with posttraumatic stress disorder after the 2008 Wenchuan Earthquake. *Biological Psychiatry*, 72(1), 65-69.
- Manenschijn, L., Koper, J. W., Lamberts, S. W. J., & van Rossum, E. F. C. (2011). Evaluation of a method to measure long term cortisol levels. *Steroids*, 76(10-11), 1032-1036.
- Manenschijn, L., Spijker, A. T., Koper, J. W., Jetten, A. M., Giltay, E. J., Haffmans, J., & van Rossum, E. (2012). Long-term cortisol in bipolar disorder: Associations with age of onset and psychiatric co-morbidity. *Psychoneuroendocrinology*, 37(12), 1960-1968.
- Möhlenkamp, S., Lehmann, N., Breuckmann, F., Bröcker-Preuss, M., Nassenstein, K., Halle, M.,... Erbel, R. (2008). Running: the risk of coronary events - prevalence and prognostic relevance of coronary atherosclerosis in marathon runners. *European Heart Journal*, 29(15), 1903-1910.
- Pereg, D., Gow, R., Mosseri, M., Lishner, M., Rieder, M., van Uum, S., & Koren, G. (2011). Hair cortisol and the risk for acute myocardial infarction in adult men. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress*, 14(1), 73-81.
- Pouwer, F., Kupper, N., & Adriaanse, M. C. (2010). Does emotional stress cause type 2 diabetes mellitus? A review from the European Depression in Diabetes (EDID) Research Consortium. *Discovery Medicine*, 9, 112-118.
- Pulopulos, M. M., Hidalgo, V., Almela, M., Puig-Perez, S., Villada, C., & Salvador, A. (2014). Hair cortisol and cognitive performance in healthy older people. *Psychoneuroendocrinology*, 44, 100-111.
- Qi, X. L., Zhang, J., Liu, Y. P., Ji, S., Chen, Z., Sluiter, J. K., & Deng, H. H. (2014). Relationship between effort-reward imbalance and hair cortisol concentration in female kindergarten teachers. *Journal of Psychosomatic Research*, 76(4), 329-332.
- Raul, J. S., Cirimele, V., Ludes, B., & Kintz, P. (2004). Detection of physiological concentrations of cortisol and cortisone in human hair. *Clinical Biochemistry*, 37(12), 1105-1111.
- Russell, E., Koren, G., Rieder, M., & van Uum, S. (2012). Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: Current status, future directions and unanswered questions. *Psychoneuroendocrinology*, 37(5), 589-601.
- Russell, E., Koren, G., Rieder, M., & van Uum, S. H. M. (2014). The detection of cortisol in human sweat: Implications for measurement of cortisol in hair. *Therapeutic Drug Monitoring*, 36(1), 30-34.
- Sato, H., & Kawahara, J. (2012). Assessing acute stress with the Implicit Association Test. *Cognition & Emotion*, 26(1), 129-135.
- Sauvé, B., Koren, G., Walsh, G., Tokmakejian, S., & van Uum, S. H. M. (2007). Measurement of cortisol in human hair as a biomarker of systemic exposure. *Clinical and Investigative Medicine*, 30(5), E183-E191.
- Schulz, P., & Schlotz, W. (1999). Trierer Inventar zur Erfassung von chronischem Streß (TICS): Skalenkonstruktion, teststatistische Überprüfung und Validierung der Skala Arbeitsüberlastung. *Diagnostica*, 45(1), 8-19.
- Sinha, R., Garcia, M., Paliwal, P., Kreek, M. J., & Rounsaville, B. J. (2006). Stress-induced cocaine craving and hypothalamic-pituitary-adrenal responses are predictive of cocaine relapse outcomes. *Archives of General Psychiatry*, 63(3), 324-331.
- Skoluda, N., Dettenborn, L., Stalder, T., & Kirschbaum, C. (2012). Elevated hair cortisol concentrations in endurance athletes. *Psychoneuroendocrinology*, 37(5), 611-617.
- Stalder, T., Kirschbaum, C., Alexander, N., Bornstein, S. R., Gao, W., Miller, R.,... Fischer, J. E. (2013). Cortisol in hair and the metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98(6), 2573-2580.
- Stalder, T., Kirschbaum, C., Heinze, K., Steudte, S., Foley, P., Tietze, A., & Dettenborn, L. (2010). Use of hair cortisol analysis to detect hypercortisolism during active drinking phases in alcohol-dependent individuals. *Biological Psychology*, 85(3), 357-360.
- Stalder, T., Steudte, S., Alexander, N., Miller, R., Gao, W., Dettenborn, L., & Kirschbaum, C. (2012a). Cortisol in hair, body mass index and stress-related measures. *Biological Psychology*, 90(3), 218-223.
- Stalder, T., Steudte, S., Miller, R., Skoluda, N., Dettenborn, L., & Kirschbaum, C. (2012b). Intraindividual stability of hair cortisol concentrations. *Psychoneuroendocrinology*, 37(5), 602-610.

- Starkman, M. N., & Scheingart, D. E. (1981). Neuropsychiatric manifestations of patients with Cushing's Syndrome - relationship to cortisol and adrenocorticotrophic hormone levels. *Archives of Internal Medicine*, 141(2), 215-219.
- Stedte, S., Stalder, T., Dettenborn, L., Klumbies, E., Foley, P., Beesdo-Baum, K., & Kirschbaum, C. (2011). Decreased hair cortisol concentrations in generalised anxiety disorder. *Psychiatry Research*, 186(2-3), 310-314.
- Stone, A. A., & Shiffman, S. (1994). Ecological momentary assessment (EMA) in behavioral medicine. *Annals of Behavioral Medicine*, 16(3), 199-202.
- Thomson, S., Koren, G., Fraser, L. A., Rieder, M., Friedman, T. C., & van Uum, S. H. M. (2010). Hair analysis provides a historical record of cortisol levels in Cushing's Syndrome. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 118(2), 133-138.
- van Holland, B. J., Frings-Dresen, M. H. W., & Sluiter, J. K. (2012). Measuring short-term and long-term physiological stress effects by cortisol reactivity in saliva and hair. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 85(8), 849-852.
- van Uum, S. H. M., Sauvé, B., Fraser, L. A., Morley-Forster, P., Paul, T. L., & Koren, G. (2008). Elevated content of cortisol in hair of patients with severe chronic pain: A novel biomarker for stress. *Stress-the International Journal on the Biology of Stress*, 11(6), 483-488.
- Willner, P. (2005). Chronic mild stress (CMS) revisited: Consistency and behavioural-neurobiological concordance in the effects of CMS. *Neuropsychobiology*, 52(2), 90-110.
- Waldrop, A. E., Back, S. E., Brady, K. T., Upadhyaya, H. P., McRae, A. L., & Saladin, M. E. (2007). Daily stressor sensitivity, abuse effects, and cocaine use in cocaine dependence. *Addictive Behaviors*, 32(12), 3015-3025.
- Xie, Q. Z., Gao, W., Li, J. F., Qiao, T., Jin, J., Deng, H. H., & Lu, Z. H. (2011). Correlation of cortisol in 1-cm hair segment with salivary cortisol in human: Hair cortisol as an endogenous biomarker. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 49(12), 2013-2019.
- Yamada, J., Stevens, B., de Silva, N., Gibbins, S., Beyene, J., Taddio, A.,... Koren, G. (2007). Hair cortisol as a potential biologic marker of chronic stress in hospitalized neonates. *Neonatology*, 92(1), 42-49.
- Yoshiuchi, K., Yamamoto, Y., & Akabayashi, A. (2008). Application of ecological momentary assessment in stress-related diseases. *BioPsychoSocial Medicine*, 2, 13.

Hair Cortisol: A Biological Marker of Chronic Stress

GENG Liuna¹; WANG Xue¹; XIANG Peng¹; YANG Jin²

¹ School of Social and Behavioral Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

² Research Center for Learning Science, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: In this paper, we reviewed scientific literature on hair cortisol as an indicator of chronic stress. Cortisol, which is the end product of the hypothalamus-pituitary-adrenal (HPA) axis, is considered a reliable indicator of chronic stress level. Existing literature then suggests that, when compared to other biomarker such as saliva, urine, and blood, hair appears more feasible and reliable. For this reason, it has gradually become the preferred method for assessing chronic stress level. Collective evidence indicated that hair cortisol is accurate in (1) confirming that certain life events caused chronic stress; (2) revealing that particular groups of people are vulnerable to chronic stress; and (3) reflecting that an individual suffers from certain psychological as well as physical difficulties. We also discussed future directions for this line of research. We advocate for developing more accurate psychological tests for assessing chronic stress, and for wider application of hair cortisol as a biomarker in pertinent research contexts such as intervention studies as well as longitudinal studies.

Key words: chronic stress; biological marker; hair cortisol; cortisol