

惊跳反射的生理心理机制

卢宁艳¹ 王 健² 杨红春³

(¹ 浙江理工大学心理研究所应用心理学专业实验室, 杭州 310018)

(² 浙江大学教育学院, 杭州 310028) (³ 浙江体育科学研究所, 杭州 310004)

摘 要 惊跳反射作为动物及人类在应对意外刺激或遇到险情时的一种避险保护反应, 具有重要的生物学意义。以往的研究较多关注听觉惊跳反射, 在反应指标上多采用眼部及面部表情肌的反应, 如眨眼反射。惊跳反射的生理机制为突发性强刺激直接传向杏仁核的直接通路所致。惊跳反射增强的心理机制可能为致敏作用或恐惧性条件作用, 而惊跳反射衰减的心理机制可能是适应、前脉冲抑制或愉快衰减。未来的研究应关注视觉惊跳反射, 观察全身躯体姿势维持肌肉群的反应模式, 并以先进设备对惊跳反射的信息加工脑机制进行深入的研究。

关键词 惊跳反射; 反应指标; 生理心理机制

分类号 B845

惊跳反射 (Startle reflex) 是动物被突发性的强感觉刺激诱发的一种防御性反射, 表现为面部及躯体肌肉的快速收缩, 之后往往还伴随着当下行为的中止以及心率的增加^[1,2]。这样的反应模式能由听觉、视觉、触觉等多种感觉模式所诱发, 表现出了很大的可塑性和行为的多样性, 具有一种应对掠食者伤害的防御性功能^[3,4], 在人类也是应对意外刺激或遇到险情时的一种避险保护反应。惊跳反射还是衡量各种认知、注意、感觉和感觉运动整合加工过程的独特方式^[5], 因此受到研究者的关注。

1 惊跳反射的反应指标

从 Exner 对眨眼反射 (eyeblick reflex) 进行测量研究^[6]至今, 研究者发现了许多有效可靠的惊跳反射反应指标, 比如面部表情肌活动、整个身体的屈曲和伸直反射、心率的增加以及皮肤导电性增加等。但最受关注的仍是眨眼反射。眨眼反射的记录方法主要分为两类^[7], 一类为针对眼睑运动的测量方法, 包括电位测量法、光电照相法、垂直眼电图法 (vertical electrooculographic, vEOG) 及磁圈研究法; 另一类也是目前应用最多的测量方法是针对眼轮匝肌动作电位的测量方法, 该方法通过表面电极或针电极, 记录眨眼时眼轮匝肌的肌电图 (electromyography, EMG)。通过非侵入性的表面

EMG 测量眼睑运动是心理学范畴内的最佳方法, 它可以记录到眼轮匝肌微小的还不能引起眼睑运动的收缩, 其潜伏期和幅度的变化是眨眼反射敏感、客观的反应指标。

尽管研究者们认为惊跳反射诱发的是人与动物的一种全身性反应, 但至今为止对除眨眼、皱眉等少数表情肌肉以外的其余骨骼肌活动进行考察的研究为数不多。并且, 惊跳反射的眨眼反射以及面部少数表情肌活动尽管十分敏感, 却难以控制不随意眨眼、皱眉等动作造成的伪迹。因此, 如果对全身的随意运动肌如颅颈背肌以及四肢骨骼肌等进行检测, 则可以克服伪迹太多、难以处理的缺陷。而且, 现有研究已经发现一些肌肉比如胸锁乳突肌的 EMG 有着较高的兴奋性水平, 被普遍认为是惊跳行为的可靠表征。但是研究同时表明, 引出颅颈肌惊跳反射需要更高的惊跳刺激, 且眼轮匝肌和其他颅颈肌肉可能有着不同的中枢通路或者不同传导速度神经纤维的控制^[8]。

2 诱发惊跳反射的刺激种类

2.1 听觉刺激

惊跳反射的研究中, 最常用的诱发刺激为听觉刺激, 通常称为听觉惊跳反射 (acoustic startle reflex, ASR)。最常用的听觉惊跳刺激是宽带白噪声, 研究表明, 当其他参数保持恒定时, 噪声比纯音更可能产生 ASR, 且振幅更高潜伏期更短^[7,9,10]。同时, 操纵噪声的多个变量如带宽、强度、增强时间和持续

收稿日期: 2007-11-06

通讯作者: 杨红春, E-mail: yhcyy@163.com

时间均会对眨眼反射造成显著影响^[7,11]。此外由于听觉系统刺激能量的时间总和特征,当呈现多个听觉刺激时,惊跳反射还受到刺激间隔和刺激数目的影响,刺激产生和呈现的方式也会影响惊跳反射^[7,9]。

Berg以眨眼反射为指标的研究发现,惊跳反射出现概率为50%时的刺激声强为85dB (SPL)^[12],但Blumenthal等认为^[9,13],50~70dB (SPL)的宽带刺激即能诱发惊跳反射,因此,为了可靠地诱发惊跳反射,研究者多采用100dB乃至更强的声音刺激。但也有研究表明^[7],惊跳反射可以由50~70dB的白噪声引出。这表明一个中等强度的刺激就可以产生介于地板和天花板之间的惊跳反射,使用强度相对较小的刺激可以最小化被试经受不必要高强度声音刺激的风险。听觉刺激强度的变化可以显著影响惊跳反射,Blumenthal等研究发现^[7,9,13],增加听觉惊跳刺激的强度可以明显增强ASR的反应程度、概率和幅度,同时降低ASR的反应潜伏期。另外,惊跳反射本身就是对环境变化的突然性的一种防御性反应,因此必须是瞬间增强的声音刺激才能诱发出惊跳反射,并且,越是最短时间内达到最大稳定振幅的声音刺激,诱发出惊跳反射的概率越高,诱发出的惊跳反射也具有更高的反应幅度和更短的反应潜伏期^[7,13]。刺激的持续时间同样对惊跳反射有重要的影响。一般认为长50 ms的刺激能诱发出较大惊跳反应,当呈现两个或多个刺激时,少于50ms也可以导致时间上的总和产生较大惊跳反射^[7,9]。

2.2 视觉刺激

两类视觉刺激可诱发不相关的眨眼反射:一种是突然增强的光亮,另一种就是快速接近的刺激,后者又称笛卡儿眨眼反射(Cartesian blink reflex)。目前并不清楚这两种反射是否均是惊吓的组成部分。很显然,前者比后者更像是惊跳反射的刺激,因为笛卡儿眨眼反射需要经验和完整新皮层的参与才能完成^[7,14]。在以闪光研究眨眼反射时,应该对照明峰强度、持续时间、上升/下降时间、主波长(假如不是白光)、方位以及环境观察条件等参数加以报导或控制。

2.3 触觉

触觉刺激通常由电、磁或机械装置得以实施。电刺激的部位通常为三叉神经的三个主要皮下分支^[7,15]。McNeal认为,电刺激的持续时间应与电流的强度成反比,强度为4~8毫安的电刺激持续0.1ms就可以无痛地诱发眨眼反射^[16]。磁刺激通过

控制磁场变化而引起神经组织产生电流,是电刺激的变通,而且磁刺激不像电刺激那样痛因而被试更能够忍受。经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)日益受到研究者的青睐^[17]。

眨眼反射还可由触碰或是吹气等机械刺激施加于支配三叉神经的皮肤区域而诱发。机械刺激的参数如强度、持续时间、波形等难以控制,且机械刺激的装置往往伴随着声响,有混淆致因源的局限^[18],因而在此类研究中应用较少。

3 惊跳反射的生理基础

Zottoli首先在硬骨鱼类身上证明M细胞与惊跳反射有关^[19]。Eaton提出的脑干逃跑网络(brain stem network, BEN)概念中也认为^[20],M细胞是指令性神经元,它能接收多种感觉传入信息并加以整合后导致惊跳反射的发生。国内研究者也发现,在正常生活环境中,各种类型的兴奋性传入均能活化M细胞,引发逃跑反射^[21,22]。

Davis^[23]及Kettle等^[24]在对老鼠的ASR研究基础上提出了初级ASR通路,一个声音刺激由听觉神经纤维接收,然后投射到同侧耳蜗跟神经,双侧的耳蜗跟神经发出轴突侧支在脑干水平投射到网状核脑桥尾,网状核脑桥尾再投射到双侧面部运动神经核或脊髓环,前者通过控制同侧肌肉的运动产生面部惊跳反射,而后者通过对脊髓神经的控制产生整个身体的惊跳反射。其中尾状核脑桥尾为惊跳反射的反射中枢,杏仁核也正是通过对网状核脑桥尾的投射来调制惊跳反射的执行和情绪调制。

尽管探索惊跳反射神经基础的大部分研究是以大鼠为实验对象的,但人们认为同样的脑机制亦可以解释人类的类似反应^[25]。神经心理学家通常认为,眼、耳等感觉器官传入的信息经过丘脑中继后抵达大脑新皮层相应感觉区;在皮层感觉区刺激信息被加工整合、识别和理解;新皮层发出的对感觉信息作出反应的神经冲动传入边缘系统;边缘系统和自主神经系统的活动再反馈到大脑皮层,引起一种意识性的情绪反应和体验。这是正常情况下情绪活动的神经通路。LeDoux研究发现^[26],感觉信息抵达丘脑后,除了主要传向大脑皮层以外,还能够沿着一小束神经纤维直接传向杏仁核(amygdala nucleus, LA)。这条小而短的“胡同”使杏仁核能够直接获取感觉信息。在新皮层下达的神经信息到来之前,抢先作出反应。信息从杏仁核的基底外侧核又传至中央核,中央核的传出纤维投射到外侧下

丘脑和脑干的某些区域,通过调节自主神经系统的活动而对情绪性的刺激产生反应。全身性惊跳反射就是这样由突发性强刺激引起的。

声音惊跳反射包括一个突然的强烈声音后产生的全身骨骼肌的快速收缩。听觉信息传入内侧膝状体的内侧部,还能够通过其他听觉通路到达内侧膝状体的外侧部和丘脑的其他核团。内侧膝状体内侧部只投射到初级听皮层,而外侧部投射到听觉的初级皮层和联合皮层。源于膝状体和听觉联合皮层的听觉输出进入杏仁核,并通过杏仁核内的连接传输到杏仁核的中央核,后者直接投射到惊跳反射环路^[27]。

4 听觉惊跳反射的心理机制

4.1 听觉惊跳反射增强的心理机制

惊跳反射是一种防御反应,人们在面临焦虑失调^[28]、等待电击^[29]、接受不愉快气味^[30]、或是观看厌恶图片^[30]等威胁刺激或是有害事件时,ASR会出现增强效应。美国精神病协会甚至将惊跳反射的增强作为诊断创伤后压力失调的标准之一。那这些威胁刺激或有害事件是如何通过心理机制导致ASR的增强呢,综合以往的研究,通常有两种解释。

4.1.1 致敏作用

致敏是指接受某种强刺激(如脚部电击)后对其他某种反应(如ASR)的增强。因为机体没有将强烈的或是有害的致敏刺激与某一特定事件相联系,因而常将致敏看作是一种非联结学习。但是也有研究者提出质疑,他们认为致敏是对背景中的线索成分形成快速的条件作用所致。为了验证背景的条件作用,Koch设计的实验中对接受电击和ASR测试的大鼠所处的照明环境进行操作,结果发现无论是否改变照明条件,两组大鼠均在电击后表现出ASR的增强,因此认为脚部受到电击后大鼠的ASR增强主要不是缘于背景的条件作用^[4]。

药物和损伤性实验揭示杏仁核在脚部电击后的致敏效应中起重要作用。强刺激本身的厌恶性可能诱发机体的恐惧或焦虑状态,在杏仁核底外侧记录到ASR特异性相关的场电位,提示了惊跳刺激的厌恶性特征与其对杏仁核的激活密不可分^[4]。

4.1.2 恐惧性条件作用

惊跳反射的恐惧增强模式最初由Brown等^[31]提出,他们在对老鼠的ASR研究中发现,ASR振幅可以通过在呈现引起ASR的刺激前呈现一个提示电刺激,或任何一个令人厌恶的事件来加强,这

个现象被称为恐惧性增强惊跳效应。该效应是通过先前电刺激与原有惊跳刺激之间建立了条件反射联系而加强了ASR的反射,因此称为恐惧性条件作用^[23,24,27]。杏仁核侧核在这个联结学习及恐惧性增强惊跳效应中起到关键作用,底外侧杏仁核内的细胞接收到条件刺激和非条件刺激感觉系统的输入,对这些神经输入的反应发生了改变,出现了条件刺激和非条件刺激之间类似长时增强效应的配对,而这个联结信息投射到杏仁核的中央核,一旦中央核被激活,就会刺激其他区域,控制不同的恐惧反应^[32]。

有意思的是,Walker和Davis在实验中改变与条件刺激相关联的厌恶性刺激强度时得到了意想不到的结果^[33]。他们让一组大鼠脚部接受较高电流电击的条件反射学习,另外一组接受较低电流电击,结果发现与较高电流形成联结的条件刺激呈现后ASR的增强幅度显著低于较低电流组的。对此研究者给出一个可能的解释是,较强的脚部电击诱发了机体产生积极性而非消极性的防御反应模式,从而使ASR的增强变弱。

Lang等人^[34]在对观看厌恶图片时ASR幅度大大增强的现象进行研究后提出了匹配假说。匹配假说认为,如果图片诱发的情绪状态与后来的强声刺激诱发的防卫性反应之间相互匹配,则ASR增强。反之,愉快的情绪状态与防卫性反应之间不匹配,ASR则减弱。后来的研究还证实人们在想象恐怖情景或者阅读恐怖小说时,ASR反应也会显著增强^[24,35,36]。

4.2 听觉惊跳反射衰减的心理机制

4.2.1 适应

适应是指反复呈现惊跳刺激后机体的ASR幅度减弱,但并非由于肌肉疲劳或是感受器响应的钝化造成的^[37,38]。适应被视为一种非联结学习,反应的衰减只依赖于非条件刺激的呈现次数。ASR的短期适应可能是因为中枢神经的门控机制抑制了机体对无害刺激的不必要反应^[37]。Groves和Thompson于1970年提出了广泛被接受的双加工适应理论,推测中枢神经系统中存在两种对立的机制:适应和致敏,每一惊跳反射同时具有致敏和适应两种特性,ASR的时间曲线反映了刺激多次呈现后中枢神经系统中两种机制作用的综合结果^[4]。

4.2.2 前脉冲抑制(prepulse inhibition, PPI)

惊跳反射的兴奋性不仅可以受到注意功能的

可靠调制,而且可以受到前注意信息加工的调制。一个先于惊跳刺激 30~500ms 出现的可觉察的非惊吓的、微弱的听觉、视觉或触觉刺激,会对 ASR 产生显著的抑制作用,这个现象称为前脉冲抑制^[8,27]。惊跳反射的 PPI 实际上是通过运动系统的活动反映了脑内的一种信息加工保护机制的激活过程^[2],在刺激认知的紧要阶段,考虑到精确的刺激分析加工和最小化干扰而保护先前注意的刺激的加工^[39],并且可以避免刺激的超强负荷而导致对后续刺激加工能力的下降。这个被动的前脉冲抑制过程不需要被试的积极反应而是一个自动加工的过程。它是目前所公认的跨哺乳动物种系所共有的一种感觉运动门控的模型。人类的神经成像研究提示,这个过程包含了丘脑、海马、纹状体和额顶叶皮层的功能过程^[40]。

PPI 范式是一个通过测定惊跳眨眼反射的波幅抑制程度来研究感觉刺激初级加工过程的价值心理生理工具,是反应认知加工过程的电生理学指标,被应用在大量的认知、注意及临床研究中^[5]。如 Braff 等人首次报告了在精神分裂症病人中 PPI 缺失的现象,进一步的临床研究支持了这一结果,并发现精神分裂症病人 PPI 的异常与几种重要的临床阳性和阴性症状有密切的相关。一些研究结果表明,精神分裂症病人所表现出的 PPI 缺失可以作为一种稳定的感觉运动门控作用失常的标志^[41]。

4.2.3 愉快衰减

动机启动理论试图解释在危险或是威胁情境中出现的防护性行为会受到厌恶性促动的易化,而正性情绪则可以衰减此防护性行为^[34]。在此理论框架下,研究者们发现在人类身上,厌恶性情境使 ASR 幅度增强而愉快的情境则使之降低^[25,34]。这种假定的享乐状态导致的 ASR 衰减也表现在动物身上。应用巴普洛夫条件反射训练大鼠在灯光与食物之间建立联结,发现大鼠在预示食物奖赏的灯光呈现后,ASR 显著降低。ASR 的愉快衰减效应可能反映了建立在驱与反驱概念之上的 ASR 调控的状态依赖性机制,该机制认为通常由厌恶性事件引发的行为可以被愉快的情境所减弱^[4]。

5 研究展望

5.1 关注惊跳反射的全身性

尽管学者们认为惊跳反射诱发的是人与动物的一种全身性反应,但至今为止对除眨眼、皱眉等少数表情肌肉以外的其余骨骼肌活动进行考察的

研究为数不多。由于面部表情肌活动的难以控制以及其他全身肌肉的比如胸锁乳突肌的高兴奋性水平,对惊跳反射时全身肌肉活动的 sEMG 活动模式的识别,以及全身肌肉激活整体模式进行研究,可以更好地描述惊跳反射的现象以及现象背后的神经机制。

5.2 缺乏意识控制下的骨骼肌反应与无意识控制的反应之间的比较

眨眼、表情肌以及躯体其他骨骼肌均为可以接收意识控制的随意肌。人在接收刺激作出反应的各种任务中,相关骨骼肌是在大脑经过信息加工、决策以后发出运动指令到达时才产生动作电位,完成任务操作的。但惊跳反应则被认为是强感觉输入传至脑干网状结构,激活了网状脊髓束的下行投射。也就是说,突发性强感觉刺激诱发无意识 sEMG 信号变化优先。曾有研究发现在视觉刺激与强声刺激同时呈现时视觉反应时大大缩短,并不能用传统的感觉通道间的易化现象加以解释。对此最简单的解释是,这种反应时其实包含了早期的惊跳反射成分和之后的随意反应成分,真正的潜伏期被惊跳反应掩盖了。另一种解释就是强声惊跳刺激很可能在某种程度上旁通了皮层的环路从而大大加快反应速度^[42]。

如何分离惊跳反应与自主反应,研究者没有给予适当的关注。Valls 的研究无助于比较惊跳反应潜伏期与自主反应之间的差异,并且这种强声惊跳刺激加速反应时的现象与 Hoffman 等人认为听觉惊跳反射能显著地干扰人类被试的知觉/运动任务以及大白鼠的习得性压杠杆行为^[43]的观点不相吻合。

5.3 惊跳反射的信息加工脑机制研究

多导联事件相关电位(event-related potentials, ERP)以及功能性磁共振成像技术(Functional magnetic resonance imaging, fMRI)设备与不断发展的脑区溯源技术的结合,以其无创性、高时间分辨率以及较高的空间分辨率为打开大脑功能这一“黑箱”提供了一种更为客观且简便可行的办法。Bradley 等人^[44]在关于情绪状态对惊跳反射调制的研究中,对被试给予多次强声刺激(103 分贝)来获得叠加 ERP 信号。或许对眨眼反射来讲,惊跳反应仍能可靠地再现,但对于全身性反应来讲,被试将由于对强声刺激的适应,而很快将失去全身性反射反应,目前缺乏探讨全身性惊跳反射机制的

ERP 研究。

5.4 应用虚拟现实技术模拟强视觉刺激研究惊跳反射

不仅听觉通道可以诱发惊跳反应,视觉通道的突发性强刺激也能诱发全身性惊跳反应。随着现代交通工具的普及,以及随之而来的交通事故的增加,对避险保护的研究受到重视。交通工具驾驶过程中如果出现突发性紧急情况,机体可能出现类似惊跳反射的躯干肌肉不自主的活动,这被视为“心理性肌肉张力”的表现。这种突发性紧急情况如果能够得到模拟,通过视觉通道的突发性强刺激诱发全身性惊跳反应,考察斜方肌等维持姿势的众多骨骼肌的下意识活动特征,寻找识别紧急状况下肌肉活动模式的即时检测方法,以此生物学信号作为紧急情况出现的标志,从而为正确处理节省宝贵的时间。并可进一步为借助于人体生物学信息的人机系统设计提供支持,为基于乘员自我保护最佳姿势机理的、主动防撞与被动保护技术相结合的新型乘员保护装置指明了主攻方向与技术关键所在。

参考文献

- 1 Szabo I. Analysis of the muscular action potentials accompanying the acoustic startle reaction. *Acta Physiologica Hung*, 1964, 27: 167~178
- 2 Graham F K. The more or less startling effects of weak prestimulation. *Psychophysiology*, 1975, 12: 238~248
- 3 Dawson M E, Schell A, Bohmelt A E. Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999
- 4 Koch M. The Neurobiology of startle. *Progress in Neurobiology*, 1999, 59: 107~128
- 5 Filion D L, Dawson M E, Schell A M. The psychological significance of human startle eyeblink modification: a review. *Biological Psychology*, 1998, 471: 1~43
- 6 Exner S. Experimental investigation of the simplest mental process: First article. *Pflügers Archiv : European Journal of Physiology*, 1874, 7: 601~660
- 7 Blumenthal T D, Cuthbert B N, Filion D L at al. Committee report: guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, 2005, 42: 1~15
- 8 Meincke U, Light G A, Geyer M A et al. On the waveform of the acoustic startle blink in the paradigm of prepulse inhibition— methodological and physiological aspects. *Neuropsychobiology*, 2005, 52: 24~27
- 9 Blumenthal T D, Berg W K. Stimulus rise time, intensity, and bandwidth effects on acoustic startle amplitude and probability. *Psychophysiology*, 1986, 23: 635~641
- 10 Blumenthal T D, Goodle C T. The startle eyeblink response to low intensity acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 1991, 28: 296~306
- 11 Berg W K, Balaban M T. Startle elicitation: Stimulus parameters, recording techniques, and quantification. In M. E. Dawson, A. M. Schell, A. H. Bohmelt Eds., *Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999: 21~50
- 12 Berg K M. Elicitation of acoustic startle in the human. Doctoral Dissertation, University of Wisconsin-Madison. *Dissertation Abstracts International*, 1973, 34: 5217B~5218B
- 13 Blumenthal T D. Inhibition of the human startle response is affected by both prepulse intensity and eliciting stimulus intensity. *Biological Psychology*, 1996, 44: 85~104
- 14 Hackley S A, Boelhouwer A H W. The more or less startling effects of weak prestimulation-Revisited: Prepulse modulation of multicomponent blink reflexes. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. T. Balaban Eds, *Attention and orienting: Sensory and motivational processes*. Hilldale, NJ: Erlbaum, 1997: 205~227
- 15 Gandiglio G, Fra L. Further observations on facial reflexes. *Journal of the Neurological Sciences*, 1967, 5: 273~85
- 16 McNeal D R. Analysis of a model for excitation of myelinated nerve. *IEEE Transactions on Bio-medical Engineering*, 1976, BME-23: 329~337
- 17 Bischoff C, Liscic R, Meyer B U, et al. Magnetically elicited blink reflex: An alternative to conventional electrical stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1993, 33: 265~269
- 18 Flaten M A, Blumenthal T D. A parametric study of the separated contributions of the tactile and acoustic components of air-puffs to the blink reflex. *Biological Psychology*, 1998, 48: 227~234
- 19 Zottoli S J. Correlation of the startle reflex and M cell auditory responses in unrestrained goldfish. *Journal of Experimental Biology*, 1977, 66: 243~254
- 20 Eaton R C, Lee R K K, Forman M B. The M cell and other identified neurons of the brain stem escape network of fish. *Progress in Neurobiology*, 2001, 63: 467~485
- 21 张淑华, 张英才. M 细胞脊髓 EPSP 前电位的生理特性. *首都医科大学学报*, 1997, 183: 201~4
- 22 高娜等. 脊髓传入引起的 Mauthner 细胞顺向激活. *首都医科大学学报*, 1998, 194: 364~5
- 23 Davis M. Neural systems involved in fear and anxiety measured with fear-potentiated startle. *Journal of Neuroscience*, 2006, 22: 2343~2351
- 24 Kettle J W L, Andrewes D G, Allen N B. Lateralization of the startle reflex circuit in humans: an examination with monaural probes following unilateral temporal lobe resection. *Behavioural Neurology*, 2006, 120(1): 24~39

- 25 Lang A H, Eerola O, Korpilahti P, et al. Practical issues in the clinical application of mismatch negativity. *Ear & Hearing*, 1995, 16: 118~130
- 26 LeDoux J E. Brain mechanisms of emotion and emotional learning. [Review]. *Current Opinion in Neurobiology*, 1992, 22: 191~197
- 27 Huang J, Wu X, Yeomans J, et al. Opposite effects of titanic stimulation of the auditory thalamus or auditory cortex on the acoustic startle reflex in awake rats. *European Journal of Neurology*, 2005, 21: 1943~1956
- 28 Grillon C, Morgan C A, Southwick H, et al. Baseline startle amplitude and prepulse inhibition in Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Psychiatry Research*, 1996, 64: 169~178
- 29 Grillon C, Ameli R, Woods S W, et al. Fear-potentiated startle in humans: effects of anticipatory anxiety on the acoustic blink reflex. *Psychophysiology*, 1991, 28: 588~595
- 30 Ehrlichman H, Brown S, Zhu J, et al. Startle reflex modulation during exposure to pleasant and unpleasant odors. *Psychophysiology*, 1995, 32: 150~154
- 31 Brown J S, Kalish H I, Farber I E, et al. Conditional fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology*, 1951, 41: 206~215
- 32 Barnett R C, Hunt P S. The expression of fear-potentiated startle during development: integration of learning and response systems. *Behavioural Neuroscience*, 2006, 120 (4) : 861~872
- 33 Walker D L, Davis M. Involvement of the dorsal periaqueductal gray in the loss of fear-potentiated startle accompanying high footshock training. *Behavioural Neuroscience*, 1997, 111: 692~702
- 34 Lang P J, Bradley M M, Cuthbert B N, et al. Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 1990, 97: 377~398
- 35 Miller M W, Patrick C J, Leventon G K. Affective imagery and the startle response: Probing mechanisms of modulation during pleasant scenes, personal experiences, and discrete negative emotions. *Psychophysiology*, 2002, 39: 519~529
- 36 Bernat E, Patrick C J, Benning S D, et al. Effects of picture content and intensity on affective physiological response. *Psychophysiology*, 2006, 43: 93~103
- 37 Davis M, File S E. Intrinsic and extrinsic mechanisms of habituation and sensitization: Implications for the design and analysis of experiments. In *Habituation, Sensitization, and Behavior*. Eds. H. V. S. Peck and L. Petrinovich. Academic Press, New York. 1984, 287~323
- 38 Christoffersen G R J. Habituation: events in the history of its characterization and linkage to synaptic depression. A new proposed kinetic criterion for its identification. *Progress in Neurobiology*, 1997, 53: 45~66
- 39 Rissling A J, Dawson M E, Schell A M, et al. Effects of perceptual processing demands on startle eyeblink modification. *Psychophysiology*, 2005, 42: 440~446
- 40 Ettinger U, Hejda S, Flak V, et al. Prepulse inhibition of the acoustic startle reflex and oculomotor control. *Psychophysiology*, 2005, 42: 473~482
- 41 李量, 邵枫. 精神分裂症的听感觉运动门控障碍的动物模型. *科学通讯*. 2003.1548: 1603~1612
- 42 Valls S J, Sole A, Valdeoriola F et al. Reaction time and acoustic startle in normal human subjects. *Neuroscience Letters*, 1995: 97~100
- 43 Hoffman H S, Overman W. Performance disruption by startle eliciting acoustic stimuli. *Psychonomic Science*, 1971, 24: 233~235
- 44 Bradley M M, Codispoti M, Lang P J. A multi-process account of startle modulation during affective perception. *Psychophysiology*, 2006, 43: 486~497

Physiopsychological Mechanism of Startle Reflex

LU Ning-Yan¹, WANG Jian², YANG Hong-Chun³

(¹ Institute of psychology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

(² Institute of Education, Zhejiang University, Hangzhou 310018, China)

(³ Zhejiang Institute of Sports Science, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Startle reflex(SR), as a kind of protective reflex by animals and human beings to avoid potential dangers in the exposure to unexpected stimulus or dangerous conditions, has its biological significances. Most of the previous studies focused on acoustic startle reflex, and adopted the reflexes of eyes and facial expression muscles, like eyeblink reflex, as the dependent variable. The physiological mechanism of SR is the direct pathway through amygdale. While the psychological mechanism of strengthened SR is sensitization or fear-conditioning that of weakened SR is habituation, prepulse inhibition or pleasure-attenuation. Future studies should pay more attention to visual startle reflex. The reflex pattern of the gesture-holding muscles throughout the body is to be observed, and more in-depth studies are to be carried out, with the help of advanced instruments, on the brain's information processing mechanism for startle reflex.

Key words: startle reflex; reflex index; physiopsychological mechanism