

人类行为和心理机制

——注意对感觉门控的调节

雷铭 著

HUMAN BEHAVIOR AND
PSYCHOLOGICAL MECHANISM

Attentional Modulation
of Sensory Gating

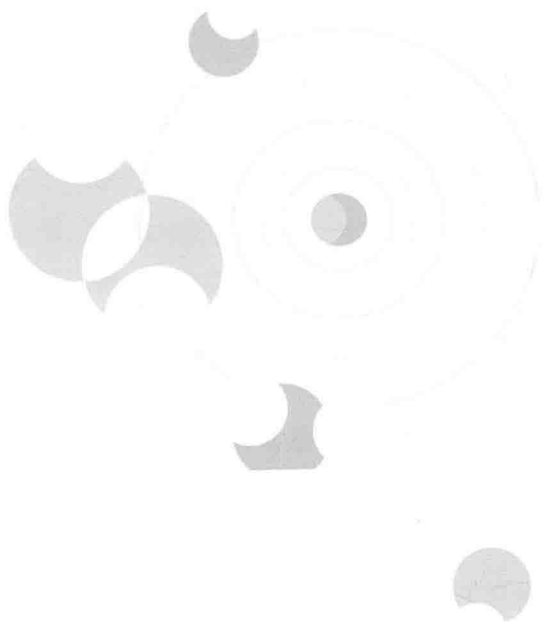
 社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

人类行为和心理机制

—— 注意对感觉门控的调节

雷铭 著

HUMAN BEHAVIOR AND
PSYCHOLOGICAL MECHANISM
Attentional Modulation
of Sensory Gating



图书在版编目(CIP)数据

人类行为和心理机制：注意对感觉门控的调节 /

雷铭著. — 北京：社会科学文献出版社，2016.12

ISBN 978 - 7 - 5097 - 9704 - 4

I. ①人… II. ①雷… III. ①感觉器官 - 研究 IV.

①R322.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 215934 号

人类行为和心理机制

——注意对感觉门控的调节

著 者 / 雷 铭

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 祝得彬

责任编辑 / 许玉燕 卢敏华

出 版 / 社会科学文献出版社·当代世界出版分社(010) 59367004

地址：北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编：100029

网址：www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367018

印 装 / 北京季蜂印刷有限公司

规 格 / 开 本：787mm × 1092mm 1/16

印 张：10.5 字 数：151 千字

版 次 / 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 9704 - 4

定 价 / 56.00 元



本书如有印装质量问题，请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

版权所有 翻印必究

目 录

第一章 绪论 / 1

第一节 研究目的和意义 / 1

第二节 研究现状和基本概念 / 8

第三节 问题的提出和本书的组织 / 29

第四节 研究方法说明 / 32

第二章 知觉空间分离对前脉冲抑制的调节 / 34

第一节 知觉空间分离对前脉冲抑制调节的行为范式 / 34

第二节 知觉空间分离对前脉冲抑制调节的时间特性 / 43

第三章 知觉空间分离增强前脉冲抑制的皮层加工机制 / 51

第一节 引言 / 51

第二节 实验方法 / 54

第三节 实验结果 / 57

第四节 讨论 / 64

第五节 小结 / 67



第四章 慢性精神分裂症患者知觉空间分离对前脉冲抑制的调节 / 68

第一节 引言 / 68

第二节 实验方法 / 70

第三节 实验结果 / 73

第四节 讨论 / 82

第五节 小结 / 87

第五章 实验大鼠知觉空间分离调节前脉冲抑制的空间特异性 / 88

第一节 引言 / 88

第二节 实验方法 / 93

第三节 实验结果 / 98

第四节 讨论 / 103

第五节 小结 / 108

第六章 实验大鼠知觉空间分离调节前脉冲抑制的关键脑区：

后顶叶 / 110

第一节 引言 / 110

第二节 实验方法 / 113

第三节 实验结果 / 118

第四节 讨论 / 123

第五节 小结 / 126

第七章 总结与展望 / 127

第一节 建立一种新的注意调节前脉冲抑制的模型 / 127

第二节 感觉门控体系信息加工的层次性 / 128

第三节 注意调节前脉冲抑制的神经机制 / 130

第四节 注意调节前脉冲抑制的影响因素 / 132

第五节 慢性精神分裂症患者注意对前脉冲
抑制的调节 / 133

第六节 本书的创新点 / 136

第七节 未来工作展望 / 137

参考文献 / 139

致 谢 / 162

第一章 绪论



第一节 研究目的和意义

想象你在一个火车站的场景。你和你的朋友在火车站候车厅交谈，这时候进入你双耳的声音不仅包括你朋友的说话声，同时也包括车站广播的声音、周围旅客的说话声、旅客拖动行李箱的声音，以及这些声音的回声等。不过好像你和朋友的交谈并没有受到太多影响。这依赖我们的大脑进化得来的选择信息的重要功能。在自然活动中，人类和动物时时面临信息的“泛滥”。从远古时代到现代，动物和人类生存和进化的结果使得大脑具有了选择性信息加工的能力，能够从大量的输入信息中主动选择一定的信息进入中枢加工系统和意识状态，形成对刺激特征的整合，进而形成对目标的探测和识别。因此，为了更好地认识客观世界，大脑的一个重要功能便是筛选重要的信息，抑制无关信息的干扰，以保证对重要信息的深度加工。这一能力保证了大脑知觉的选择性、可理解性和相对完整性（李量，2012）。

大脑实现对无关干扰刺激的抑制并对目标刺激的深度加工离不开两种机制：一种是前脑水平的注意（attention）机制（Chen et al., 2014; Fritz, Elhilali, David, & Shamma, 2007; Treisman, 1998; Treue & Trujillo, 1999），另一种是脑干水平的感觉门控（gating 或者 sensory



gating) 机制 (Braff & Geyer, 1990; Graham, 1975; Light & Braff, 2003; Light et al., 2012)。图 1-1 左图显示了大脑利用门控机制来管理信息的过程。生物个体同时接受大量的感觉信息输入, 大脑利用门控机制有选择性地允许一部分重要信息进入高级中枢系统接受更深层次的加工 (Light & Braff, 2003)。

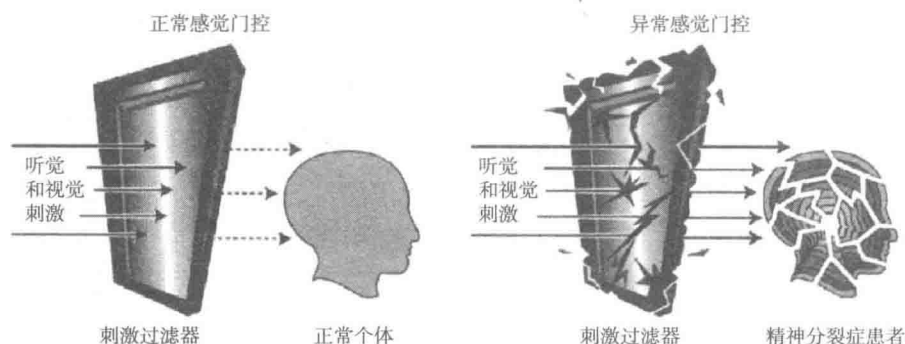


图 1-1 大脑利用门控机制来管理信息

说明: 左图表示正常被试利用门控机制来筛选信息, 右图表示精神分裂症患者门控机制的异常。选自 Light et al., 2003。

目前研究者认为, 门控机制反映了大脑的早期信息加工过程, 是一种自动化的加工机制, 涉及的神经环路主要位于脑干; 注意机制对信息的选择反映了高级认知过程, 涉及的脑区主要在前脑。注意一直是心理学和认知神经科学的热点问题, 可以将注意分为基于特征的注意 (Maunsell & Treue, 2006; Treisman, 1998; Treue & Trujillo, 1999)、基于客体的注意 (Mitchell, Stoner, & Reynolds, 2004; Roelfsema, Lamme, & Spekreijse, 1998; Zhang & Fang, 2012; Zhang, Zhaoping, Zhou, & Fang, 2012) 和基于空间的注意 (Fink, Dolan, Halligan, Marshall, & Frith, 1997; Logan, 1996; Müller & Kleinschmidt, 2003)。一般认为, 注意的形成主要发生在皮层水平, 是较高层次的对于信息的选择 (Colby & Goldberg, 1999; Ungerleider & Leslie, 2000)。而在注意形成之前, 还存在一种信息选择机制, 可以抑制无关感觉刺激的输入, 保证重要感觉刺激的认知加工不受感觉刺激超载的影响, 这就是位于脑干水平的“门控

机制” (Graham, 1975; Hoffman & Ison, 1980)。人类和动物都需要借用门控机制协助管理信息输入,屏蔽干扰刺激,有选择地分配有限的资源。大量实验证实,精神分裂症患者所表现出来的某些症状(如认知混乱、思维障碍等)与感觉门控受损有密切关系(Braff et al., 1978; Braff, 1993; Braff & Geyer, 1990; Braff, Geyer, & Swerdlow, 2001b; Braff & Light, 2004; Cadenhead, Geyer, & Braff, 1993; Dawson, Hazlett, Fillion, Nuechterlein, & Schell, 1993; Fillion, Dawson, & Schell, 1998; Geyer, Krebs - Thomson, Braff, & Swerdlow, 2001; Hazlett et al., 2003; Hazlett et al., 2007; Light & Swerdlow, 2014; Swerdlow et al., 2014)。精神分裂症的门控理论认为,由于门控机制的损伤,大量无关信息涌入大脑,干扰正常的对目标信息的加工,进而使患者表现出认知、情绪、思维等多方面的缺陷(Light & Braff, 2003)。图1-1右图形象地展示了精神分裂症患者门控机制异常造成大量无关信息涌入大脑的情形。不过上述注意和感觉门控过程并不是独立的两个过程,人和动物的研究都发现注意对门控过程存在自上而下的调节(综述见 Li et al., 2009)。人类研究和动物研究各有优缺点,将二者结合起来进行研究是未来心理学和认知神经科学的研究热点。尽管如此,目前还没有建立一种人和动物共有的注意调节感觉门控的行为模型,本书工作旨在建立一种人和动物共有的注意调节感觉门控的行为范式,并深入研究注意调节感觉门控的心理和神经机制。

感觉门控过程的测量方法有很多,例如前脉冲抑制(prepulse inhibition, PPI)、P50 听觉诱发电位抑制(P50 suppression)、平滑追随着眼动(smooth pursuit eye movement, SPEM)、潜伏抑制(latent inhibition)等。本书工作选取最常用的惊反射的前脉冲抑制测量方法。在哺乳动物中,由突发性强感觉刺激所引发的惊反射是一种原始性防御反射活动(Davis, 2006; Landis & Hunt, 1939)。虽然惊反射是应对威胁性刺激的迅速的自我保护行为,对人和动物适应环境有重要的意义,但是,惊反射的出现也会干扰人和动物正在进行的正常认知和行为活动,



给人和动物的认知和行为带来干扰 (Yeomans, Li, Scott, & Frankland, 2002)。所以, 为适应复杂的生存环境, 中枢神经系统也进化了一种人和动物所共有的能抑制惊反射的门控机制: 在引发惊反射的强刺激之前 (30 ~ 500ms) 出现一个弱感觉刺激 (即前脉冲刺激) 时, 尽管该弱感觉刺激不能引起惊反射, 但对随后出现的惊刺激引起的惊反射有抑制作用, 这种抑制作用被称为前脉冲抑制 (prepulse inhibition, PPI) (综述见 Li et al., 2009)。根据对 PPI 解释的“加工—保护”理论, 强度变化比较低的感觉信息出现可以引发对该刺激的“瞬时探测反应”, 并且自动引发一个门控过程以削弱对随后的强干扰刺激的加工, 直到对前刺激的知觉加工完成 (Graham, 1975)。因此, PPI 反映了对前脉冲刺激信号早期加工的保护过程。由于 PPI 通过调节运动系统和/或前运动系统的活动, 降低对于干扰刺激的行为反应, 所以 PPI 被普遍认为是一种简单的感觉运动门控测量方法 (Hoffman & Ison, 1980; Hoffman & Searle, 1965)。同时, PPI 是一种跨哺乳动物种系所共有的感觉运动门控模型, 是一种在动物和人类被试中进行转化研究 (translational research) 的理想行为范式 (Swerdlow, Weber, Qu, Light, & Braff, 2008; Young, Wallace, Geyer, & Risbrough, 2010)。

近年来的人类和动物研究显示, 高级的注意过程对 PPI 存在自上而下的调节 (Dawson et al., 1993; Du, Li, Wu, & Li, 2009; Du, Wu, & Li, 2010; Du, Wu, & Li, 2011; Filion et al., 1998; Hazlett et al., 2003; Hazlett et al., 2007; Huang et al., 2007; Li, Du, Li, Wu, & Wu, 2009; Li et al., 2008; Zou, Huang, Wu, & Li, 2007)。在人类实验中, 对前脉冲刺激的主动注意可以增强前脉冲刺激引起的 PPI (Hazlett et al., 2003; Hazlett et al., 2007)。在动物实验中, 对前脉冲刺激的恐惧条件化也可以提高 PPI (Du et al., 2009; Du et al., 2010; Du et al., 2011; Huang et al., 2007; Zou et al., 2007)。人类实验以正常人类或者临床患者作为研究对象, 有其独特的优势; 而动物实验可以深入探讨心理和行为现象的生理神经基础, 因此将人类实验和动物实验结合起来, 可以充

分发挥人类实验和动物实验的优势, 研究结果也能尽快应用到临床实践中, 因而建立人类和动物通用的研究范式已经成为近年来认知神经科学的重点和热点问题 (Allen, Griss, Folley, Hawkins, & Pearlson, 2009; Braff et al., 2001b; Fendt & Koch, 2013; Gilmour et al., 2013; Mar et al., 2012; Swerdlow et al., 2008)。因此, 本书工作的第一个研究目的是建立一种人和动物共有的注意调节 PPI 的研究范式, 为将来的心理学、认知神经科学、临床医学等进一步的研究提供行为基础。

为了探索注意对 PPI 的调节, 本书选择了一种人和动物共有的引发空间选择性注意的听觉去掩蔽线索。听觉系统能够将来自声源的反射声与来自其他声源的无关声音分离, 并且与来自声源的直达声整合为一个声源位置的融合声像, 这种现象被称为听觉优先效应 (precedence effect) (Clifton, 1987; Freyman, Helfer, McCall, & Clifton, 1999; Litovsky, Colburn, Yost, & Guzman, 1999; Zurek, 1980, 1987)。听觉优先效应既减少了来自反射声的干扰, 又实现了混响环境中的声源定位。由于这一声源定位建立在听觉优先效应的基础上, 其加工得到的声源位置被称为知觉空间位置。听觉系统能够利用目标声音和掩蔽声音的知觉空间位置的分离, 增强对目标声音的信息加工, 即知觉空间分离去掩蔽 (Brungart & Simpson, 2002; Freyman, Balakrishnan, & Helfer, 2001; Freyman et al., 1999; Huang et al., 2008a; Huang, Huang, Chen, Wu, & Li, 2009a; Huang, Wu, & Li, 2009b; Li, Qi, He, Alain, & Schneider, 2005; Wu et al., 2005)。动物研究发现, 大鼠可以利用知觉空间分离线索增强下丘和杏仁核对目标声音的频率追随反应 (Du et al., 2009; Du, Wang, Zhang, Wu, & Li, 2012)。在人类实验中, 个体可以利用知觉空间分离线索促进对掩蔽条件下的言语识别 (Huang et al., 2008; Huang, Huang, Chen, Wu, & Li, 2009a; Wu et al., 2005)。在复杂的听觉场景中, 知觉空间分离可以促进对掩蔽刺激的忽视以及让目标信号获得更多的注意资源, 反映了大脑基于空间选择性注意增强目标信号加工的功能 (Du et al., 2011b)。并且, 利用知觉空间分离线索增强空间选择性注



意的能力在人和动物中都存在，是研究注意对 PPI 调节过程的优良范式。因此，本书首先试图在人和动物实验中引入知觉空间分离去掩蔽线索，建立一种新的听觉注意调节 PPI 的行为范式。

接下来，本书将探讨听觉注意调节 PPI 的心理和神经机制。PPI 反映了大脑适应复杂环境的前注意阶段的门控过程（也可能是进化过程中注意的前身），对 PPI 的“自上而下”调节体现了高级脑区的加工活动对脑干门控过程的影响作用，而这种“自上而下”的影响作用也反映认知加工与注意过程之间的机能整合。因此，研究注意对 PPI 的调节作用及其机制可以深化对认知加工和注意加工之间机能整合的认识，有助于深入研究大脑是如何通过多种功能的整合来适应复杂环境的，是探索大脑本质的一个重要途径。通过文献阅读发现，有关注意对 PPI 调节的行为研究在近年来受到越来越多的关注（Du et al., 2009; Du et al., 2012; Du et al., 2010; Du et al., 2011; Li et al., 2009），但是对注意调节 PPI 的心理机制还不清楚，因此，深入探讨注意调节 PPI 的心理和神经机制是本书的第二个研究目的。

最后，在临床研究发现，注意缺陷和门控功能异常均是精神分裂症的核心症状，精神分裂症患者表现出来的认知缺陷与注意和门控功能受损密切相关（Braff & Light, 2004; Cadenhead et al., 1993; Cadenhead, Swerdlow, Shafer, Diaz, & Braff, 2000; Chudasama & Robbins, 2004; Gilmour et al., 2013; Lustig, Kozak, Sarter, Young, & Robbins, 2013; Mar et al., 2012），但是目前还很少有研究将二者结合起来。已有的研究发现在精神分裂症患者中，PPI 本身和注意对 PPI 的调节都有缺失，但只有注意对 PPI 调节的缺失与精神分裂症的一些特异性症状的严重程度有显著的相关（Hazlett et al., 2003; Hazlett et al., 2007）。在模拟精神分裂症的模型大鼠中，大鼠发育早期的社会隔离会减弱其成年后的 PPI，但能完全消除对 PPI 的恐惧条件化性增强和知觉分离性增强（Du et al., 2009; Du et al., 2010; Li et al., 2008）。因此，深入探索注意对 PPI 调节缺失的作用和神经机制可推动对精神分裂症等精神疾病机理的

研究,包括推动建立新的研究疾病生物学机理以及开发干预性药物的动物模型。

因此,为了探索注意对 PPI 的调节作用及其神经机制,本书将建立并完善注意对 PPI 自上而下调节的行为范式,并在正常人类、精神分裂症患者、实验动物等多个研究对象中探索其可能的内在神经生理机制。本书采用心理物理学、神经电生理、临床神经心理测查、动物行为测量、局部脑区药物注射等方法,系统研究①正常人类被试注意对 PPI 调节的行为表现;②注意对 PPI 调节的皮层加工机制;③慢性精神分裂症患者注意对 PPI 的调节作用;④实验动物注意对 PPI 的调节及空间特异性;⑤注意对 PPI 空间特异性调节的关键脑区。本书的研究从人类实验和动物实验的平行研究入手,以注意对 PPI 自上而下的调节为切入点,拟建立一种人和动物所共有的注意对 PPI 调节的行为范式,为心理学、认知神经科学和临床医学的进一步深入研究提供行为学基础,同时帮助我们更好地理解大脑如何在复杂刺激场景中提取重要信息并对抗干扰信息的影响,以期对精神分裂症病理机理的认识和临床诊断治疗的完善起到重要的推动作用。

PPI 是一种大脑在复杂刺激场景下的感觉门控过程,注意过程可以自上而下地调节 PPI,此调节过程与多种正常的生理心理功能以及疾病状态下——如精神分裂症——的病理心理过程有关。在本书中,我们提出,从人类实验和动物实验的平行研究入手,以注意对 PPI 自上而下的调节为切入点,建立一种人和动物所共有的注意对 PPI 调节的行为范式,为心理学、认知神经科学和临床医学的进一步深入研究提供行为学基础,同时帮助我们更好地理解大脑如何在复杂刺激场景中提取重要信息并对抗干扰信息的影响。并且,新的注意对 PPI 的特异性调节有望成为精神分裂症早期识别的特异性生物学指标。

本书的研究具有重要的理论和实践意义。①实现了注意对 PPI 调节的研究从实验动物到正常人类的第一次转化,以及从正常人类到精神分裂症患者的第二次转化。注意对 PPI 的调节范式可能成为转化医



学研究中重要的行为研究范式。②深化了我们对感觉加工和注意加工之间机能整合的认识,有助于深入研究大脑如何在复杂的刺激场景下选择重要信息进行加工,是探索大脑抗干扰本质的一个重要途径。③探索了精神分裂症早期识别的客观生物学指标。研究新的注意调节PPI范式可否成为精神分裂症诊断和治疗的客观生物标记物和内表型指标,对促进精神分裂症的病理机理研究和临床诊疗完善具有重要应用价值。

第二节 研究现状和基本概念

一 感觉门控

在日常生活中,人们往往需要在复杂的刺激场景中选择一定的信息进行加工,同时抑制其他无关信息的干扰。例如,在嘈杂的“鸡尾酒会”环境下,听觉系统接收来自不同对象、不同方位的多种感觉信息,但是听者仍然可以在相当程度上理解所关注的语句的内容(Cherry, 1953)。这种对目标语句的理解首先依赖对无关干扰刺激的抑制以及对目标刺激的深度加工,大脑实现这种重要的功能离不开感觉门控机制。感觉门控是大脑的一种正常功能,反映了大脑对感觉刺激的调节能力,它能特异性地抑制无关感觉刺激的输入,从而保证大脑高级认知功能不受感觉刺激超载影响(Csomor et al., 2014)。

人类和动物都需要借用门控机制协助管理信息输入,屏蔽干扰环境,有选择地分配有限的资源。感觉门控的缺损会导致无关信息的超载,最终可能导致与认知、注意有关的各种精神障碍。大量实验已经证实,精神分裂症患者所表现出来的某些状况(如认知混乱、思维障碍等)与感觉门控受损有密切关系,感觉门控缺损一直被认为是精神分裂症的一种重要病理生理基础(Braff & Geyer, 1990; Braff et al.,

2001b; Geyer et al., 2001; Swerdlow et al., 2014)。精神分裂症的门控理论认为, 由于门控机制的损伤, 大量无关信息涌入大脑, 干扰正常的对目标信息和有意义信息的加工, 或者说大脑没有对任何重要的信息进行深度的加工, 进而造成患者表现出认知、情绪、思维等多方面的缺陷, 例如思维跳跃、言语混乱等 (Braff & Geyer, 1990; Braff et al., 2001b; Geyer et al., 2001; Hazlett et al., 2003; Hazlett et al., 2007)。

近年来, 发展出了多种感觉门控的定量测量方法, 例如惊反射的前脉冲抑制 (prepulse inhibition, PPI)、P50 听觉诱发电位抑制 (P50 suppression)、平滑追随眼动 (smooth pursuit eye movement, SPEM)、潜伏抑制 (latent inhibition) 等 (Braff, 1993; de Leeuw, Oranje, van Megen, Kemner, & Westenberg, 2010; Hong et al., 2008; Light & Braff, 2003; Swerdlow, Hartston, & Hartman, 1999; Weiss, Domeney, Moreau, Russig, & Feldon, 2001)。其中, PPI 的测量方法在人类实验和动物实验中都得到了广泛的应用。PPI 主要通过前脉冲刺激呈现时对惊反射的抑制幅度反映感觉门控过程 (Hoffman & Ison, 1980), 精神分裂症患者、具有分裂型人格障碍的个体以及无临床症状的患者一级亲属都有一定程度的 PPI 缺损 (Hong et al., 2008; Javitt, Spencer, Thaker, Winterer, & Hajós, 2008; Marder, Fenton, & Youens, 2014)。

二 惊反射

惊反射是人和动物共有的一种对强刺激的全身性反射活动 (Landis & Hunt, 1939), 具有潜伏期短、刺激累加作用强、动态反应范围宽等特点。例如, 对头部的突然撞击激活了人体的听觉、前庭觉和三叉神经觉系统, 引发一个强的全身性惊反射活动, 这种惊反射的防御机制是在进化过程中应对头部撞击形成的保护机制 (Yeomans et al., 2002)。

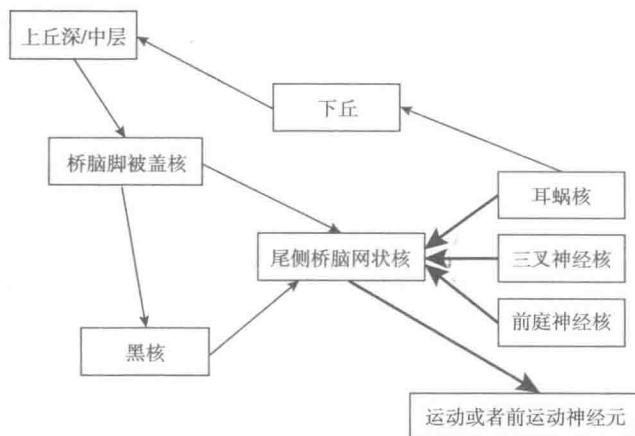


图 1-2 产生惊反射（黑色粗箭头）和听觉 PPI（黑色细箭头）的神经通路

惊反射的神经环路比较简单（图 1-2 黑色粗箭头标示），外界刺激通过耳蜗核、三叉神经核以及前庭神经核纤维投射到尾侧桥脑网状核（caudal pontine reticular nucleus, PnC），该结构中的巨型细胞发出投射纤维到脑神经运动核和脊髓中的运动或者前运动神经元（综述见 Yeomans et al., 2002）。惊反射可以被情绪和学习所调节，威胁性刺激（对人类来说可以是恐惧性电影片段，对动物来说可以是与足底电击匹配的刺激）可以增强惊反射，而中性电影片段和悲伤的电影片段则不影响惊反射（Kreibig, Wilhelm, Roth, & Gross, 2011）。另外的研究表明，奖赏刺激或者威胁降低的刺激（对人类来说可以是美好图片，对大鼠来说可以是与奖赏相关的刺激）可以减弱惊反射（Filion et al., 1998）。目前，惊反射可以用来研究恐惧、焦虑、敏感性、内稳态等多种情绪状态，在临床精神病学中有广泛的应用（Shalev et al., 2014）。

尽管惊反射是人和动物共有的反射性活动，但在不同的实验对象中会采取不同的测量方法。人类惊跳反射一般测定眼轮匝肌肌电活动，因为眨眼反射可能是惊反射中最稳定并且可靠的成分（Landis & Hunt, 1939），眨眼反射可以敏感地反映惊反射的幅度，并且右眼轮匝肌记录到的肌电反应比左眼轮匝肌更加敏感（Cadenhead et al., 1993; Cadenhead et al., 2000）。所以一般情况下，人类惊反射是记录右眼轮

肌的肌电反应。实验大鼠的惊反射测量一般通过压力传感器或者加速度传感器测量大鼠的全身惊跳反射活动。此外,对于引起惊反射的惊刺激也有一定的要求:(1)惊刺激必须很突然,也就是说,引起惊反射的声音变化要快,能量上升和下降的速度足够快,才能引起合适的惊反射;(2)引起惊反射的声音在强度不变的情况下,声音长度要合适(Hoffman & Fleshler, 1963; Hoffman & Ison, 1980; Hoffman & Searle, 1965; Landis & Hunt, 1939)。对于人类来说,惊反射的适宜长度为30 ~ 40 ms,在本书的人类实验中,引起惊反射的声音设定为40 ms, 104 dB SPL的白噪声。对于大鼠来说,白噪声的持续时间控制在8 ~ 12 ms最合适,更长的声音并不能产生更强或者更弱的惊反射,更短的声音惊反射幅度有明显的下降。而且,同样强度和时间的白噪声引起的惊反射比纯音引起的惊反射幅度大(Graham, 1975; Hoffman & Searle, 1965)。所以,本书的动物实验中,引起惊反射的声音设定为10 ms, 100 dB SPL的白噪声。

惊反射是应对威胁性刺激的迅速的自我保护行为,对人和动物适应环境有重要的意义,例如在路上的行人,听到突然的汽车鸣笛声会产生惊反射,同时远离汽车。但是,惊反射的出现也会干扰人或动物正在进行的认知和行为活动,给人或动物带来困扰。例如,在大鼠实验中,听觉惊反射会增加大鼠习得性压杆行为的错误率(Hoffman & Overman Jr, 1971),人类中听觉惊反射会降低被试在步枪瞄准任务中的正确率(Foss, Ison, Torre, & Wansack, 1989)。可见,惊反射的出现会降低人和动物对重要信息的加工能力。

三 前脉冲抑制

为了降低惊反射对重要认知加工的影响,大脑发展出了一种抑制惊反射的机制:惊反射的前脉冲抑制(Prepulse inhibition, PPI)。中枢神经系统具有的前脉冲抑制功能,可以减少惊反射带来的不利影响,保证重要心理活动的正常进行。前脉冲抑制(PPI)是指出现在强的惊刺激