

• 研究前沿(Regular Articles) •

时距知觉的扭曲：新异刺激效应*

李宝林 黄希庭 毕翠华 陈有国

(西南大学心理学部, 重庆 400715)

摘要 时距知觉会受到刺激新异性的影响, 新异刺激的呈现时间往往被认为长于等时距重复出现的标准刺激的呈现时间。已有研究在解释这种主观的时距扩张现象时主要涉及三种假设: 注意假设、唤醒假设和神经编码效能假设。研究中的变量混淆问题、跨通道效应和时间因素是今后研究中值得思考的几个问题。对于新异刺激效应产生的心理和神经机制, 研究者们还存在着较大分歧。进一步探讨其心理和神经机制对理解时距知觉具有重要意义。

关键词 时距知觉; 新异刺激; 注意; 唤醒; 神经编码效能

分类号 B842

1 引言

时距知觉是时间知觉的重要组成部分, 指个体对介于两个相继事件之间间隔时间或某一事件持续时间的知觉。它与个体的生活息息相关, 从听觉信息的理解到运动技能的控制都离不开对时距信息的加工。然而, 大量的研究表明个体觉知的主观时距会受到多种因素的影响而发生扭曲(黄希庭, 李伯约, 张志杰, 2003; Eagleman, 2008)。对新异刺激的探测和反应能力关系到个体的生存和发展。研究发现, 刺激的新异性也是影响时距知觉的一个重要因素。例如, 在预期式时距辨别任务中, 被试倾向于将重复刺激序列中的第一个刺激的呈现时间判断为长于等时距出现的中间刺激的呈现时间(Rose & Summers, 1995)。同样, 当不被预期的新异刺激出现在重复的标准刺激序列中时, 相比标准刺激它的呈现时间往往会被高估(Tse, Intriligator, Rivest, & Cavanagh, 2004), 这种现象被称为时距知觉中的新异刺激效应(the oddball effect) (Schindel, Rowlands, & Arnold,

2011)。

利用视错觉现象来探讨视觉系统的神经生理机制已有很长的历史(Eagleman, 2001), 近年来时间错觉也越来越受到研究者们关注, 这为时间知觉的研究提供了一种有效的思路。作为时间错觉的一种, 新异刺激效应对时距知觉的研究具有一定的特殊意义。这主要表现在新异刺激的特殊性上。新异刺激普遍存在于自然界之中, 对它的探测和反应对个体的生存和发展具有重要意义, 因此过去的时间里对新异刺激的研究积累了丰富的成果。有关的行为和认知神经研究表明新异刺激能够引起一系列与知觉、注意、学习和记忆有关的神经活动; 相比重复刺激, 新异刺激能够引起更大的神经激活(Ranganath & Rainer, 2003)。虽然, 时距知觉受到包括注意和唤醒在内的众多因素的影响是不争的事实, 但是其产生的心理和神经机制仍存在很大争议。结合已有的对新异刺激的研究成果, 对新异刺激时距知觉的探讨将有助于更好地理解时距知觉产生的心理和神经机制。因此, 深入探讨时距知觉中的新异刺激效应是有必要的。为此, 本文从研究范式入手, 结合现有研究, 重点介绍了其产生的心理和神经机制, 最后对现有研究中尚未解决的一些问题做了尝试性的讨论。

收稿日期: 2012-06-27

* 西南大学心理学部 2012 研究团队建设项目“时间分段综合模型的机制与应用”(TR201201-1)。

通讯作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

2 新异刺激效应的研究范式

对新异刺激时距知觉的研究方法并不唯一,但总体来讲大部分研究都利用了新异刺激范式(oddball paradigm)。新异刺激范式最初应用于视觉和听觉诱发电位的研究,常用来诱发事件相关电位的P300成分。该范式的要点是:同一感觉通道中的一系列刺激由两种刺激组成,一种称为标准刺激,另一种称为偏差刺激或新异刺激;其中标准刺激出现的概率很大(如80%),而偏差刺激或新异刺激出现的概率则较小(如20%)。实验室中,通过控制两类刺激出现的概率,新异刺激范式能够有效地控制刺激的新异性,为研究时距知觉中的新异刺激效应提供了一种可行的方法。

结合恒定刺激法,实验常采用预期式时距辨别任务,要求被试比较新异刺激和标准刺激呈现时间的长短,并进行二项迫选(the two-alternative force-choice, 2AFC)反应。以Tse等(2004)研究中的一个实验为例,标准刺激为重复呈现的静止圆盘,其呈现时间为固定时距(标准时距:1050 ms);新异刺激为动态扩张的圆盘,其呈现时间为随机选取9个时距(比较时距:450, 525, 600, 675, 750, 825, 900, 975和1050 ms)中的任意一个,实验前告知被试这是一项时距辨别任务,标准刺激的呈现时间相等,要求其在新异刺激出现之后的一段时间之内作出相应反应(认为新异刺激的呈现时间比标准刺激的呈现时间长,按“较长”键;认为新异刺激的呈现时间比标准刺激的呈现时间短,按“较短”键)。此外,主观相等点(point of subjective equality, PSE)是研究中的另一个重要概念,即被试在作比较时主观上认为与标准时距相等的时距,其操作定义为,以比较时距为横坐标,以被试判断新异刺激的呈现时间长于标准刺激的比率为纵坐标,判断比率为50%的点所对应的比较时距即为该被试的PSE。研究通常以PSE的大小来描述时距知觉的扭曲:如果PSE显著大于标准时距,那么认为出现“时间收缩(temporal contraction)”现象;如果PSE显著小于标准时距,则认为出现“时间扩张(temporal expansion)”现象。

3 新异刺激效应产生的原因

尽管许多研究都稳定地观察到时距知觉中的新异刺激效应,但是其产生的原因仍存在争议。

从研究范式来看,刺激的新异性是相对于重复出现的标准刺激而言的,离开了标准刺激,新异刺激也就失去了其新异性。因此,对新异刺激效应的解释离不开对新异刺激和标准刺激的关注。据此,可将现有研究中对新异刺激效应的解释分为两类:第一类,强调对新异刺激时距知觉的主观扩张,认为注意或唤醒是影响新异刺激效应的主要因素;第二类,强调对标准刺激时距知觉的主观收缩,认为神经编码效能与时距知觉有着密切联系。

3.1 注意假设

研究表明相比标准刺激不被预期的新异刺激会吸引更多注意资源(Corbetta & Shulman, 2002; Ranganath & Rainer, 2003),这预示着新异刺激能够通过注意机制影响人们的时距知觉。

Tse等(2004)考察了注意与新异刺激时距知觉的关系。研究采用经典的新异刺激范式,并以视觉和听觉刺激为材料,要求被试比较新异刺激和标准刺激的呈现时间。实验结果表明,无论是视觉刺激还是听觉刺激被试都倾向于判断新异刺激的呈现时间长于标准刺激。但是这一现象存在一个潜伏期,即仅当标准刺激的呈现时间长于某一时距(如,120 ms)时才会发生。另外,结果还发现主观时间扩张曲线(以标准时距为横坐标,时间扩张系数(标准时距/PSE)为纵坐标)呈现为一种“peak-dip-rise”的模式。这些结果贴切地反映了注意定向的特点(首先,注意资源至少需要120~150 ms才能完全分配给一个新刺激,所以主观时间扩张只能在至少120 ms以上的时距发生;其次,注意可分为外源性成分和内源性成分,所以主观时间扩张曲线表现为“peak-dip-rise”的模式;最后,注意是一种中枢加工过程(central process),所以主观时间扩张在视觉和听觉通道上表现了相似的结果)。因此,Tse等人认为注意定向是新异刺激效应产生的基础:在预期式时距辨别任务中,不被预期的新异刺激会获得更多的注意资源,进而导致信息加工速度的提高,单位时间加工的信息增多,因此被试知觉到新异刺激的呈现时间也就更长。这一假设也可称为信息加工假设。

3.2 唤醒假设

对于个体是如何加工时间信息的问题,传统的计时模型给出了解释。这类模型认为人的大脑中存在一个类似时钟或计时器的“装置”,它为主

体感知外部刺激的时间信息提供了计时机制。例如,内部时钟模型(internal clock model)假设脑内存在一个起搏器,它按照一定的频率稳定地发放脉冲,这些脉冲被一个计数器记录整合,成为表征时间的基础;计数器所记录的时间信息可以进入存储器和比较器;比较器可以提取存储器中的时间信息与当前的时间信息进行比较,并通过反应机制产生反应;此外,言语选择机制和特定唤醒中枢分别作用于存储器和起搏器,前者可促进时间信息的提取,后者可改变起搏器发放脉冲的速度:唤醒水平越高起搏器发放脉冲的速度越快,知觉的时间越长(Treisman, 1963) (如,图 1)。因此,根据这类模型唤醒可能是影响新异刺激效应的主要因素。

Tse 等(2004)的研究受到众多关注,但其观点却没有得到更多支持,有研究者认为被试唤醒水平的提高才是产生新异刺激效应的主要原因(Seifried & Ulrich, 2010)。Sokolov 认为不被预期的刺激能够提高个体的唤醒水平(引自 Ulrich, Nitschke, & Rammsayer, 2006)。根据内部时钟模型,个体唤醒水平的提高会加快起搏器发放脉冲

的速度,进而知觉到更长的时间(Treisman, 1963)。因此,唤醒假设认为预期能够调节被试的时距知觉,但这种调节作用是间接的:在预期式时距辨别任务中,不被预期的新异刺激提高了被试的唤醒水平,进而加快了起搏器发放脉冲的速度,最终导致被试知觉新异刺激的呈现时间更长。

唤醒假设得到了一些研究的支持。例如, Ulrich 等(2006)在一项研究中比较了被试对低概率刺激和高概率刺激的时距知觉,结果发现相比高概率刺激,被试认为低概率刺激的呈现时间更长,且对其表现出更高的时距辨别力。由于注意假设不能解释对低概率刺激时距辨别力的优势,因此这个研究支持了唤醒假设。此外,后续研究结果也进一步支持了这一假设(Seifried & Ulrich, 2010)。

注意假设和唤醒假设分别从不同的角度探讨了新异刺激效应产生的原因,得到了一些研究的支持。但是, Pariyadath 和 Eagleman (2007)却发现新异刺激唤醒度的变化没有显著影响被试的时距知觉,这说明注意和唤醒可能并不是影响新异刺激效应的主要因素。然而,林苗和钱秀莹(2012)认为,高唤醒度的负性新异刺激没有产生相应的

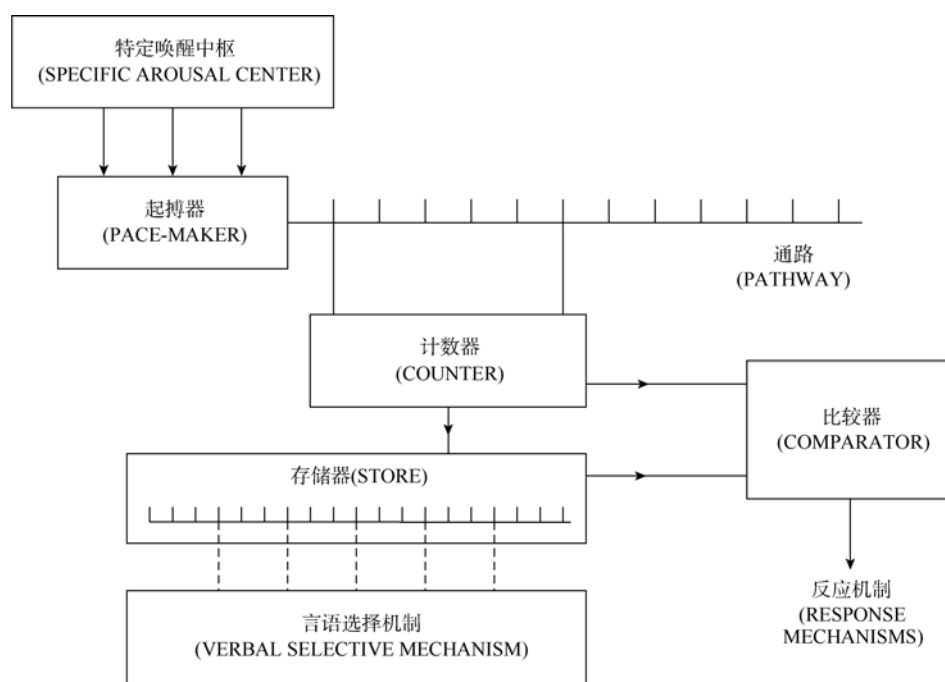


图 1 内部时钟模型

资料来源: Treisman (1963)

效应并不能否定注意对时距知觉的影响, 出现这种情况的原因可能是中性新异刺激和负性新异刺激都能最大限度地吸引注意或者对负性新异刺激存在适应过程, 掩盖了负性情绪体验的注意特性。尽管如此, 一些研究者还是将目光转向神经生理学方面以寻找新异刺激效应产生的神经机制, 神经编码效能假设就是这方面的例子。

3.3 神经编码效能假设

Eagleman 等人根据某些神经活动会随着刺激的重复出现而减弱, 即重复抑制现象(Grill-Spector, Henson, & Martin, 2006; Ranganath & Rainer, 2003)提出了时距知觉的神经编码效能(the coding efficiency)假设(Eagleman, 2008; Eagleman & Pariyadath, 2009; Pariyadath & Eagleman, 2007, 2008, 2012; Sadeghi, Pariyadath, Apte, Eagleman, & Cook, 2011)。与注意假设和唤醒假设不同, 神经编码效能假设在解释新异刺激效应时将关注点转向重复出现的标准刺激, 认为对标准刺激时距知觉的主观收缩才是产生新异刺激效应的主要原因。该假设将时距知觉与神经编码效能相联系, 认为表征刺激所需要的神经能量与主观的时距知觉存在着对应关系, 新异刺激效应的产生是由于表征重复刺激时神经编码的效能提高, 神经活动减弱, 对应着较短的时距知觉; 反之, 表征新异刺激时神经活动较强, 知觉到的时距也随之变长。

Eagleman 等人设计了一系列实验来验证这一假设。Pariyadath 和 Eagleman (2008)在一项研究中采用改进的闪光融合范式探讨了新异刺激对临界闪烁融合阈限(the critical flicker fusion threshold, CFFT)的影响。Pariyadath 和 Eagleman 认为由于人们对熟悉刺激和新异刺激的主观时距知觉不同, 因此如果快速闪现的刺激为新异刺激 CFFT 将改变。实验在指定屏幕区域的不同位置依次向被试呈现刺激, 要求被试报告他们在瞬间知觉到的刺激数量, 包含两种条件: 重复条件(同一刺激重复闪现)和随机条件(不同刺激依次闪现)。结果发现被试在随机条件下报告的字母数量要显著多于重复条件下的数量。这一结果验证了被试对重复刺激和新异刺激主观时距知觉的差别。值得注意的是, 研究中刺激的呈现时间都短于 100 ms, 因此有理由相信其产生的原因不是注意机制或唤醒机制而是神经活动的重复抑制特征, 符合神经编码效能假设。但显然这一研究并没有直接

证明时距知觉与神经活动的关系, 而找到时距知觉与神经活动适应性特征间的直接联系, 才能有效证明这一假设。Sadeghi 等(2011)正是这样做的。为了探讨视觉皮层的颞中区(the middle temporal area, MT 区)神经活动的适应性特征对运动刺激时距知觉的影响, 研究依次呈现由随机运动的点组成的若干标准刺激和一个测试刺激, 通过控制点的运动方向设置了三种条件: 随机条件(每个标准刺激的运动方向随机)、重复条件(标准刺激和测试刺激的运动方向一致)和新异条件(标准刺激与测试刺激的运动方向相反); 整个研究包括人类心理物理实验和猴子电生理实验。在人类心理物理实验中, 被试报告测试刺激的呈现时间是长于还是短于标准刺激的呈现时间; 而在猴子电生理实验中, 则不进行时距辨别任务, 仅要求猴子探测刺激间间隔时间的变动以维持它们对视觉刺激的注意, 同时采用标准的细胞外技术(standard extracellular techniques)记录猴子 MT 区的神经活动。通过对比这两个实验, Sadeghi 等人发现人类在三种条件下的视觉时距辨别任务中的表现与猴子在相应条件下神经活动的适应性特征变化一致, 如在猴子 MT 区神经活动增强的条件下, 人类被试的时距知觉也更长。这有力地证明了时距知觉与神经活动之间的联系。另外, 后续的研究发现标准刺激重复的次数、标准刺激与新异刺激间的差异程度和实验内容(experimental context)都能够影响新异刺激效应的大小, 这一结果也符合神经编码效能假设(Pariyadath & Eagleman, 2012)。此外, 最近的一些研究也从其他方面支持了这一假设(Matthews, 2011; Pan & Luo, 2012; Wang & Jiang, 2012)。例如, Matthews (2011)发现相比新异刺激被试倾向于判断立即出现的重复刺激的呈现时间更短。

神经编码效能假设试图探讨新异刺激效应产生的神经机制, 这种取向为研究打开了新局面, 确实令人兴奋。但是神经编码效能假设将时距知觉归因于低水平的神经活动变化却受到了质疑(Aaen-Stockdale, Hotchkiss, Heron, & Whitaker, 2011; Schindel et al., 2011)。

3.3 各种因素之间的联系

在新异刺激范式中, 相比标准刺激新异刺激具有不被预期的性质, 因此新异刺激效应可能主要反映了预期对时距知觉的影响(Pariyadath &

Eagleman, 2007)。但是这种影响可能要通过注意、唤醒和神经编码效能的改变实现。因此, 注意假设、唤醒假设和神经编码效能假设可能分别从不同的角度解释了新异刺激效应, 它们之间不存在简单的排斥关系, 预期、注意、唤醒和神经编码效能之间可能存在着某种联系, 它们直接或间接影响着对新异刺激和标准刺激的时距知觉。

首先, 预期与注意、唤醒的联系。注意假设和唤醒假设都强调预期对时距知觉的影响, 但是这种影响是间接的。新异刺激具有不被预期的性质, 这种性质可以吸引注意资源或提高唤醒水平, 进而影响被试的时距知觉(Tse et al., 2004; Ulrich et al., 2006)。

其次, 注意与唤醒的联系。对比 Tse 等(2004)和 Ulrich 等(2006)的研究发现, 注意假设和唤醒假设并非相互排斥: Tse 等(2004)的实验结果在一定程度上也能用唤醒假设解释, 同样 Ulrich 等(2006)的实验结果也不能完全否定注意假设。New 和 Scholl (2009)认为注意对新异刺激时距知觉的影响是通过唤醒实现的: 新异刺激捕获注意资源, 提高了被试的唤醒水平, 进而导致被试体验到主观的时距扩张。这说明注意和唤醒对这种时距知觉扭曲的作用可能发生在同一进程的不同阶段上。

最后, 神经编码效能与预期、注意和唤醒的联系。神经编码效能假设从神经生理学的角度对新异刺激效应进行了解释, 强调神经活动的重复抑制特性对重复刺激时距知觉的影响。预测误差模型(the prediction error model)认为重复抑制是自上而下知觉期待的结果, 它反映了当感官刺激符合大概率的认知对象时预测误差的减少(Summerfield, Trittschuh, Monti, Mesulam, & Egner, 2008)。这表明预期是影响神经活动的重要因素, 它可以导致对重复刺激神经编码效能的提高, 减少神经的新陈代谢活动(Grill-Spector et al., 2006)。另外, 研究同样表明注意(Murray & Wojciulik, 2003)和唤醒(Lewis, Critchley, Rotshtein, & Dolan, 2007)也是影响神经活动的因素。虽然神经编码效能假设认为较强的神经活动是时距扩张和注意提高的共同原因, 或者是时距扩张导致了注意提高(Eagleman & Pariyadath, 2009), 但是一个可能的假设是对新异刺激的时距知觉在一定程度上取决于神经编码效能, 而神经编码效能又取决于被试的预期、注意和唤醒状态。

4 值得思考的几个问题

近年来, 时距知觉中的新异刺激效应受到越来越多的关注, 研究者们希望借此现象探索时距知觉的心理与神经机制。虽然目前的研究已对一些有趣的问题进行了较为深入的讨论, 但是受限于研究时间和方法的限制, 研究成果还谈不上丰硕, 对一些问题也尚未得出一致结论。

4.1 变量混淆的问题

Tse 等(2004)在研究中分别以刺激的动态性差异、颜色差异、形状差异、大小差异定义新异刺激, 经比较发现不同差异条件下被试对新异刺激呈现时间的高估量并不一致。有研究表明刺激自身的量值(如, 大小、多少等)(Xuan, Zhang, He, & Chen, 2007)、运动(Brown, 1995)等都是影响时距知觉的因素。结合这一事实, 这说明在新异刺激效应的研究中, 影响新异刺激时距知觉的因素除了刺激的新异性外还包括新异刺激自身的特征。因此, 也就不难理解为什么当标准刺激为静止的圆盘, 新异刺激为动态扩张的圆盘时, 被试会高估新异刺激的呈现时间, 但当标准刺激不变新异刺激为动态缩小的圆盘时则不会出现这种现象, 这可能主要反映了刺激自身的突出性对时距知觉的影响(van Wassenhove, Buonomano, Shimojo, & Shams, 2008; van Wassenhove, Wittmann, Craig, & Paulus, 2011)。考虑到时距知觉中的新异刺激效应主要关注的是刺激的新异性对时距知觉的影响, 而对新异刺激本身时距知觉的基线水平是有差异的, 所以当被试对新异刺激的时距知觉出现扭曲时, 有必要考虑这一结果是否受到刺激自身特征的影响, 对它的解释是否具有普适性。因此, 今后对新异刺激效应的研究应注意确定对新异刺激本身时距知觉的基线水平, 控制刺激自身特征对实验结果及其解释的干扰。

另外, 从影响刺激新异性的角度来看, 新异刺激出现的概率、新异刺激与标准刺激间的差异程度和新异刺激在刺激序列中出现位置是否变动等都可能对刺激的新异性产生影响。虽然, 通过实验设计, 研究者们可以有效地控制与分离这些因素, 也相继发现新异刺激出现的概率(Pariyadath & Eagleman, 2012; Sadeghi et al., 2011)、新异刺激与标准刺激间的差异程度(Aaen-Stockdale et al., 2011; Pariyadath & Eagleman, 2012; Schindel et al., 2011)

和新异刺激在刺激序列中出现位置是否变动 (Sadeghi et al., 2011) 等因素都可以影响新异刺激效应, 但是深入系统地探讨这些因素对时距知觉的影响程度的研究还是缺少的。另外, 通常认为新异刺激效应反映了预期对时距知觉的影响, 增加新异刺激的不可预期性能够增大新异刺激效应, 但是 Sadeghi 等(2011)的研究却发现当新异刺激在刺激序列中出现位置固定时的新异刺激效应大于出现位置变动时的新异刺激效应, 这说明预期对时距知觉的影响可能比已知的复杂。

4.2 新异刺激效应的跨通道研究

Tse 等(2004)发现新异刺激效应不仅存在于视觉通道, 而且同样存在于听觉通道, 那么视听通道中的新异刺激是否会发生相互作用, 它们之间的相互作用又是否具有对称性呢? van Wassenhove 等(2008)对这一问题进行了探讨, 研究发现当呈现不一致的视听刺激时, 被试对听觉刺激的时距知觉受到不一致的视觉刺激的影响, 但对视觉刺激的时距知觉却很少受到不一致的听觉刺激的影响, 视听通道存在非对称的相互作用。值得注意的是, 虽然在后来的研究中也发现了新异刺激视听通道相互作用的非对称性, 但这种非对称性却与 van Wassenhove 等人的研究结果不同, 即同时呈现的听觉刺激影响对视觉刺激的时距知觉, 但同时呈现的视觉刺激却不影响对听觉刺激的时距知觉 (Chen & Yeh, 2009)。对比 Van Wassenhove 等(2008)与 Chen 和 Yeh (2009)的研究发现, 实验在刺激特征和程序上都存在着明显差异, 因此不难理解这一矛盾结果。van Wassenhove 等(2008)在实验中采用了动态变化的刺激, 而这种动态的刺激自身会造成时距知觉的扭曲, 因此她们的实验结果可能主要反映了动态刺激特征对时距知觉的影响 (Chen & Yeh, 2009)。虽然, 已有的研究表明听觉是时间信息加工的优势通道 (Kanai, Lloyd, Buetti, & Walsh, 2011; Walker & Scott, 1981), 但是对新异刺激时距知觉的跨通道研究表明情况并非总是如此, 这可能还取决于视听通道刺激自身的特征等。另外, 目前的研究主要集中在视听通道, 对触觉通道新异刺激的时距知觉还鲜有研究。

4.3 新异刺激效应中的时间因素

比较以往研究发现, 在不同研究中新异刺激效应的大小存在差异。Ulrich 等(2006)发现被试对新异刺激呈现时间的高估小于 15%, 而在 Tse 等

(2004)的研究中, 对新异刺激呈现时间的高估达到了近 25%~50%。有研究表明, 在恒定刺激法中比较刺激的非对称性对 PSE 的估计具有重要影响 (Masin, Fanton, & Crestoni, 1988)。对比研究发现, Tse 等(2004)选取的比较时距恰好是非对称的(以标准时距为中心参照)。Seifried 和 Ulrich (2010)认为这种非对称性是影响新异刺激效应大小的一个重要因素, 并通过实验比较了对称条件和非对称条件下新异刺激效应的大小。结果发现在非自适应程序(the non-adaptive procedure)中比较时距的非对称性的确可以影响新异刺激效应的大小, 即非对称条件下产生的新异刺激效应要显著大于对称条件下的新异刺激效应。然而接下来的实验却没有获得与此一致的结果 (Seifried & Ulrich, 2010), 因此这一现象背后的原因还有待于进一步探索。

研究还发现在新异刺激范式中, 标准刺激的呈现时间对新异刺激效应也有影响。Tse 等(2004)的研究显示, 当标准刺激的呈现时间至少大于 120 ms 时, 被试才会高估新异刺激的呈现时间; Ulrich 等(2006)的研究也发现, 当标准刺激为 100 ms 时, 刺激出现的概率不会影响被试的时距知觉; Seifried 和 Ulrich (2010)也发现仅当标准刺激的呈现时间大于等于 306 ms 时才会出现新异刺激效应。目前的研究对于这个临界值的大小并没有得出统一的结论, 基于不同的理论假设, 人们对这个临界值产生的原因也有不同的解释。一种观点认为临界值的产生主要是因为注意的分配或者唤醒对内部时钟的影响需要一定的时间, 小于这一时间注意或唤醒将无法发挥作用, 最终将导致新异刺激效应消失 (Seifried & Ulrich, 2010; Tse et al., 2004); 另一种观点认为新异刺激效应的大小会受到实验内容的影响, 因此当整个实验中不同标准时距条件随机交错进行时, 短标准时距条件下产生的新异刺激效应大小会受到长标准时距条件下新异刺激效应大小的影响, 进而导致短标准时距条件下新异刺激效应消失 (Pariyadath & Eagleman, 2012)。除此之外, 已有研究发现在延迟重复条件下被试对比较刺激的时距知觉要显著长于立即重复条件下的时距知觉 (Matthews, 2011), 这表明刺激间的时间间隔(interstimulus interval, ISI)可能也能影响新异刺激效应的大小。在已有的研究中不同标准时距条件下的 ISI 是一致的 (Seifried &

Ulrich, 2010; Tse et al., 2004; Ulrich et al., 2006), 因此相对于长标准时距条件, 短标准时距条件下采用同等的 ISI 可能是不适合的, 这也有可能导致在短标准时距条件下新异刺激效应消失。

5 小结和展望

一直以来, 传统的计时模型都认为注意和唤醒是影响时距知觉的重要因素。但是, 一个仍值得思考的问题是注意或唤醒是否能够独自影响时距知觉, 这一过程是否需要其他因素的参与。虽然有研究认为新异刺激效应的产生同样是注意或唤醒机制发生作用的结果(Tse et al., 2004; Ulrich et al., 2006), 但是从现有研究来看这类观点至少面临着两个问题: 第一, 研究发现新异刺激效应并不受到新异刺激唤醒度的调节 (Pariyadath & Eagleman, 2007), 这似乎表明注意或唤醒并不能有效地影响新异刺激效应; 第二, 采用改进的闪光融合范式的研究表明当序列中刺激的呈现时间小于 100 ms 时, 刺激的新异性对时距知觉仍有影响 (Pariyadath & Eagleman, 2008), 这同样与注意或唤醒假设不符, 因为小于 100 ms 的刺激呈现时间太短而不足以使注意或唤醒发生作用。因此, 注意或唤醒可能不是造成对新异刺激时距知觉扭曲的关键因素。那么, 这一关键因素是什么呢? 针对这一问题, Eagleman 等(2009)从神经生理学的角度出发, 认为神经活动的适应性特征(重复抑制)与时距知觉存在联系, 并提出了神经编码效能假设。该假设认为神经活动的大小(magnitude)才是影响时距知觉的关键因素, 注意提高与新异刺激时距知觉扭曲的关系实际上可能是一种结果与原因的关系, 即由神经活动增强引起的主观时距扩张在先, 注意的提高在后, 是时距扩张导致了注意提高, 进而有利于知觉系统更好地加工刺激, 此心理过程具有一定的进化适应意义(Eagleman & Pariyadath, 2009)。当然, 神经编码效能假设并不能完全否定注意或唤醒对新异刺激时距知觉的影响, 因为注意或唤醒也能够影响神经活动(Murray & Wojciulik, 2003; Lewis et al., 2007), 进而通过改变神经活动的大小而间接地影响时距知觉。尽管神经编码效能假设的一些观点还需要进一步的研究证实, 但是它仍为人们理解时距知觉提供了一种新的思路, 提示人们不能将时距知觉扭曲仅仅归因于注意或唤醒机制。

目前, 对时距知觉中的新异刺激效应的研究取得了较大的进展, 这不仅体现在电生理学记录等技术的应用, 也体现在解释机制的深化方面。尽管如此, 对于其产生的心理和神经机制研究者们仍存在争论, 因此今后的研究还可以从以下几个方面开展。首先, 预期、注意、唤醒和神经编码效能等因素可能直接或间接参与了新异刺激效应形成的过程, 但现有的行为学研究往往不能有效地分离这些因素, 这就造成了人们在解释新异刺激效应时易混淆各种因素。因此今后结合更具时间分辨率的事件相关电位(ERP)技术和更具空间分辨率的功能磁共振成像(fMRI)技术对这一现象进行研究是十分必要的。其次, 注意与时距知觉的关系是长久以来人们关注的主要问题之一, 众多研究表明注意分配是影响时距知觉的重要因素(陈有国等, 2007; Zakay & Block, 1997)。然而, 神经编码效能假设以一种独特的观点阐述了注意和新异刺激效应之间的关系, 即认为注意的提高不是导致新异刺激时距知觉扩张的原因, 而更可能是这种现象的结果。这一观点尚需今后研究的进一步探讨。最后, 今后的研究还应从多个方面入手, 涉及视、听、触等多种刺激通道, 结合不同的方法, 选择生态效度更高的刺激(如, 3D 刺激)有系统地进行。

参考文献

- 陈有国, 张志杰, 黄希庭, 郭秀艳, 袁宏, 张甜. (2007). 时间知觉的注意调节: 一项 ERP 研究. *心理学报*, 39(6), 1002-1011.
- 黄希庭, 李伯约, 张志杰. (2003). 时间认知分段综合模型的探讨. *西南师范大学学报(人文社会科学版)*, 29(2), 5-9.
- 林苗, 钱秀莹. (2012). 注意在时间知觉中的作用及其理论模型. *心理科学进展*, 20(6), 875-882.
- Aaen-Stockdale, C., Hotchkiss, J., Heron, J., & Whitaker, D. (2011). Perceived time is spatial frequency dependent. *Vision Research*, 51, 1232-1238.
- Brown, S. W. (1995). Time, change, and motion: The effects of stimulus movement on temporal perception. *Perception & Psychophysics*, 57(1), 105-116.
- Chen, K. M., & Yeh, S. L. (2009). Asymmetric cross-modal effects in time perception. *Acta Psychologica*, 130, 225-234.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201-215.

- Eagleman, D. M. (2001). Visual illusions and neurobiology. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 920–926.
- Eagleman, D. M. (2008). Human time perception and its illusions. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 131–136.
- Eagleman, D. M., & Pariyadath, V. (2009). Is subjective duration a signature of coding efficiency? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1841–1851.
- Grill-Spector, K., Henson, R., & Martin, A. (2006). Repetition and the brain: Neural models of stimulus-specific effects. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 14–23.
- Kanai, R., Lloyd, H., Buetti, D., & Walsh, V. (2011). Modality-independent role of the primary auditory cortex in time estimation. *Experimental Brain Research*, 209, 465–471.
- Lewis, P., Critchley, H., Rotshtein, P., & Dolan, R. (2007). Neural correlates of processing valence and arousal in affective words. *Cerebral Cortex*, 17, 742–748.
- Masin, S. C., Fanton, V., & Crestoni, L. (1988). An experimental study of the asymmetry effect in the method of constant stimuli. *Psychological Research*, 50, 181–182.
- Matthews, W. J. (2011). Stimulus repetition and the perception of time: The effects of prior exposure on temporal discrimination, Judgment, and production. *Plos One*, 6(5), e19815.
- Murray, S. O., & Wojciulik, E. (2003). Attention increases neural selectivity in the human lateral occipital complex. *Nature Neuroscience*, 7(1), 70–74.
- New, J. J., & Scholl, B. J. (2009). Subjective time dilation: Spatially local, object-based, or a global visual experience? *Journal of Vision*, 9(2), 1–11.
- Pan, Y., & Luo, Q. Y. (2012). Working memory modulates the perception of time. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19, 46–51.
- Pariyadath, V., & Eagleman, D. M. (2007). The effect of predictability on subjective duration. *Plos One*, 2(11), e1264.
- Pariyadath, V., & Eagleman, D. M. (2008). Brief subjective durations contract with repetition. *Journal of Vision*, 8(16), 1–6.
- Pariyadath, V., & Eagleman, D. M. (2012). Subjective duration distortions mirror neural repetition suppression. *Plos One*, 7(12), e49362.
- Ranganath, C., & Rainer, G. (2003). Neural mechanisms for detecting and remembering novel events. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 193–202.
- Rose, D., & Summers, J. (1995). Duration illusions in a train of visual stimuli. *Perception*, 24, 1177–1187.
- Sadeghi, N. G., Pariyadath, V., Apte, S., Eagleman, D. M., & Cook, E. P. (2011). Neural correlates of subsecond time distortion in the middle temporal area of visual cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3829–3840.
- Schindel, R., Rowlands, J., & Arnold, D. H. (2011). The oddball effect: Perceived duration and predictive coding. *Journal of Vision*, 11(2), 1–9.
- Seifried, T., & Ulrich, R. (2010). Does the asymmetry effect inflate the temporal expansion of odd stimuli? *Psychological Research*, 74, 90–98.
- Summerfield, C., Trittschuh, E. H., Monti, J. M., Mesulam, M. M., & Egner, T. (2008). Neural repetition suppression reflects fulfilled perceptual expectations. *Nature Neuroscience*, 11(9), 1004–1006.
- Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock". *Psychological Monographs: General and Applied*, 77(13), 1–31.
- Tse, P. U., Intriligator, J., Rivest, J., & Cavanagh, P. (2004). Attention and the subjective expansion of time. *Perception*, & *Psychophysics*, 66(7), 1171–1189.
- Ulrich, R., Nitschke, J., & Rammsayer, T. (2006). Perceived duration of expected and unexpected stimuli. *Psychological Research*, 70, 77–87.
- van Wassenhove, V., Buonomano, D. V., Shimojo, S., & Shams, L. (2008). Distortions of subjective time perception within and across senses. *Plos One*, 3(1), e1437.
- van Wassenhove, V., Wittmann, M., Craig, A. D., & Paulus, M. P. (2011). Psychological and neural mechanisms of subjective time dilation. *Frontiers in Neuroscience*, 5, 26.
- Walker, J. T., & Scott, K. J. (1981). Auditory-visual conflicts in the perceived duration of lights, tones, and gaps. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(6), 1327–1339.
- Wang, L., & Jiang, Y. (2012). Life motion signals lengthen perceived temporal duration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(11), 673–677.
- Xuan, B., Zhang, D., He, S., & Chen, X. (2007). Larger stimuli are judged to last longer. *Journal of Vision*, 7(10), 1–5.
- Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6(1), 12–16.

Distortions of Time Perception: The Oddball Effect

LI Baolin; HUANG Xiting; BI Cuihua; CHEN Youguo

(Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Duration perception can be affected by the oddness of stimuli. An oddball stimulus will be judged to have lasted longer than others of equal physical duration in a repeated series. It has been suggested that there are three main hypotheses to explain the subjective expansion of duration: attention hypothesis, arousal hypothesis and the neural coding efficiency hypothesis. The issues, such as variable confusion, the cross-modal effects and the time factors, are worth considering for future studies. Furthermore, no agreements are reached on the psychological and neural mechanisms of the subjective expansion of duration, and further explorations to these problems are of great significance to understand duration perception.

Key words: duration perception; oddball stimulus; attention; arousal; the neural coding efficiency