

时距估计中的重复刺激效应*

柳春香 黄希庭

(西南大学心理学院, 重庆 400715)

摘要 Treisman 及其同事最早发现人类对时距的判断很容易受到重复刺激的影响而发生扭曲或偏离, 并认为时距估计中的重复刺激具有两种效应。着重介绍了时距估计中重复刺激效应产生的机制及其理论模型、重复刺激效应的影响因素。提出了时距估计中重复刺激效应未来研究中值得关注的几个主要问题。

关键词 时距估计; 重复刺激; 重复刺激效应; 标量计时模型

分类号 B842.2

时间对于人类和动物来说都具有重要的作用。人类对时间的认知包括时距、时序和时点的认知, 其中时距是指介于两个相继事件之间的间隔时间的长短(黄希庭, 1993)。而且人类对时间的觉知会受到很多因素的影响(黄希庭, 2003; Chen & Yeh, 2009), 例如, 注意(Kanai & Watanabe, 2006)、情绪(Droit-Volet & Meck, 2007)、心理负荷(Brown & Boltz, 2002)、人格(Wittmann & Paulus, 2008)、研究方法(Bueti, Walsh, Frith & Rees, 2008; Ulbrich, Churan, Fink, & Wittmann, 2007)等。此外, 由于时距主要是通过刺激事件来标志的, 这些刺激(非时间信息)的特征会在很大程度上影响时间估计。例如, 具有相同物理时距的实、空时距相比较, 感觉实时距长于空时距, 这种现象不仅存在于人类被试中, 动物被试中也存在(Santi, Keough, Gagne, & Rooyen, 2007)。刺激通道也是一个影响因素, 例如听觉刺激表示的时距感觉比视觉刺激表示的时距长(Wearden, Todd, & Jones, 2006), 而且通道效应在人类和动物中都存在(Droit-Volet, Meck, & Penney, 2007)。此外标志时距的刺激的大小(Xuan, Zhang, He, & Chen, 2007)、运动与静止(刘瑞光, 黄希庭, 2006)、连续重复(Treisman, 1990, 1992)都会对个体的时距估计产生影响。

1 重复刺激效应

1.1 重复刺激效应的提出

在时间心理学中对人类时间加工机制的探讨是重要的课题之一。早在 1963 年, Treisman 就提出人类机体内部存在一个类似“时钟”的特定的时间加工机制。此机制主要由两部分组成: 一个节拍器和一个计数器。节拍器按照一定频率释放脉冲, 通过一个通道脉冲被累加在计数器中。其中节拍器又包括 3 个相关装置, (1) 时间振荡器(temporal oscillator, TO), 负责具有固定频率(F_0)的脉冲发射; (2) 控制单元, 负责对振荡器发射的脉冲进行转换; (3) 测定单元(calibration unit, CU), 其作用是确定最终的输出频率 F_p , 即将原始脉冲 F_0 与一个校正因素 cf 相乘, 其最终的输出 $F_p = F_0 \times cf$, F_p 依赖于节拍器的激活水平, 其频率可以增加也可以降低。外部刺激能够影响节拍器速率, 唤醒水平越高, 节拍器速率越大。外部刺激可以通过两种方式影响这个系统: 一种就是外部刺激可以提高唤醒水平, 从而会增加脉冲从这个系统中释放的速率, 因而单位时间释放的脉冲数量会增加; 另一种就是具有与时间振荡器相同、相近或简单多频(simple multiple frequency)的外部重复刺激能够干扰时间振荡器的频率, 从而对节拍器产生影响。

Treisman 及其同事提出重复刺激具有两个效应。一是能增强唤醒水平, 提高节拍器的速率; 二是具有一定频率的重复刺激能干扰时间加工。

收稿日期: 2009-04-28

* 教育部 2006 年度高等学校博士学科点专项科研基金“时间知觉的神经加工机制研究”(批准号: 20060635002)。

通讯作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

对于重复刺激效应的研究，更多是涉及前者。Treisman 等人（1990，1992，1994）发现重复刺激能够对时距的口头估计和运动计时产生影响。

1.2 重复刺激效应的机制

Treisman 等人认为重复刺激之所以会对时距估计产生影响，其主要原因是由于机体内部时钟速度的改变导致主观时距的变化。虽然重复刺激能够导致主观时距变长是不争的事实，但其产生机制却存在着争议。很多研究者认为，内部时钟速度的改变不是重复刺激影响时距估计的唯一的原因，可能还有其他的因素，例如注意，记忆等。依据 Treisman 内部时钟模型的缺陷，研究者逐渐采用一些综合性的模型来进行解释，其中标量计时模型是目前应用最广泛的理论模型。

标量计时模型是一个数学模型，最初源自 Gibbon 和 Church（1981）的标量期望理论，1984 年成为计时模型。它在概念上类似于 Treisman 提出的内部时钟模型。该模型假定时间信息加工包括 3 个部分，分别是与计时，储存和反应相关的

时钟，记忆和决策 3 个部分（见图 1）。时钟阶段负责将物理时间转换成主观时间，由起搏器，累加器以及开关组成。起搏器以特定速率释放脉冲；开关由外界刺激触发和中止，是一个由计时信号控制的机制，是脉冲从起搏器进入累加器的必经环节；累加器是将起搏器发送过来的脉冲进行累加的机制。记忆阶段包括工作记忆和参考记忆，工作记忆负责存储累加器传送过来的当前试验的时间信息；参考记忆存储来自于过去试验的关键时间信息（如标准时距）。决策阶段对当前工作记忆中存储的时间信息与参考记忆中的时间信息基于一定的规则进行比较，并做出如何反应的判断，其决策规则依赖于计时任务。虽然该模型表面上并没有将注意加工纳入计时机制，但是假定注意会影响开关的潜伏期以及能够监控开关在时间加工器和非时间加工器之间进行切换。标量计时模型中的标量特性主要体现在几百毫秒到几分钟范围内个体主观估计时距的标准差与平均数的比值（差异系数）是一个常数。

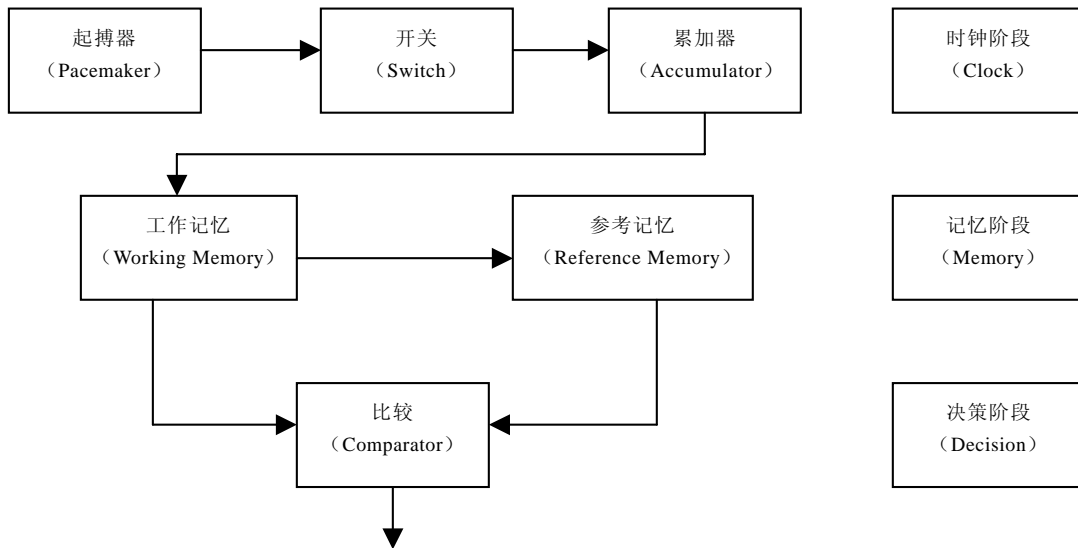


图 1 标量计时模型

在这个模型中节拍器、开关，记忆和决策规则都有可能会导致主观时距的变异或偏离。目前关于重复刺激对时距估计产生影响的研究主要探讨的是内部时钟计时阶段上的两种机制对它的影响：一是节拍器速率可能并非恒定，受到重复刺激的影响，机体唤醒水平增加，会导致单位时间内发送脉冲的数量变多；二是注意控制开关

并可能会影响开关的潜伏期，由于注意导致开关的时开时关现象变少或开关打开的潜伏期变短或延迟关闭，致使脉冲数量发生变化。由此可见，在重复刺激效应中时钟阶段的这两种机制可能以不同的方式影响着进入累加器中的脉冲的数量，并最终造成共同的错觉效应。

机体唤醒水平可以改变内部时钟速度的观

点在生理学及神经药理学方面的研究中也得到了证实。例如通过改变体温或利用药物改变大脑中多巴胺的水平来调控唤醒水平 (Droit-Volet & Meck, 2007)。有研究发现利用精神兴奋剂如可卡因和甲基苯丙胺, 能够增加被试的唤醒水平而产生高估时距的倾向 (Matell, Bateson, & Meck, 2006; Meck, 2006), 而使用镇静剂, 如安定或哌咪清, 会使得被试的唤醒水平降低并出现低估时距的倾向 (Buhusi & Meck, 2005)。标量计时模型中的其他阶段也可以通过药理学来进行辨别和分离。例如, 多巴胺主要是影响内部时钟速度; 而类胆碱能的药物主要是影响时间记忆; 去甲肾上腺素的释放, 影响注意过程, 通过调控开关的开或关的潜伏期来影响个体的时间知觉 (Buhusi & Meck, 2005)。

2 重复刺激效应的影响因素

2.1 刺激特性

2.1.1 重复刺激的通道

早期的很多研究表明, 视觉重复刺激 (闪光, flicker) 或听觉重复刺激 (嘀嗒声, clicks) 能够使得主观时距变长 (Burle & Casini, 2001)。Droit-Volet 和 Wearden (2002) 在一个研究中选择 3 岁、5 岁、8 岁儿童作为被试, 采用视觉静止刺激和视觉重复刺激 (闪光) 来表示时距, 且重复刺激的频率是 50 赫兹, 结果发现视觉重复刺激可以增加儿童的主观时距。后来有研究者也是给被试呈现由视觉静止刺激和视觉重复刺激标志 (闪光) 的时距, 结果也发现被试感觉重复刺激标志的时距要长于静止刺激标志的时距 (Kanai, Paffen, Hogendoorn & Verstraten, 2006)。随后, Ortega 和 Lopez (2008) 在其研究中同样是采用视觉静止刺激和视觉重复刺激, 实验采用 3 种条件, 一种就是在练习和实验阶段中的时距都是由静止刺激来标志的, 一种是练习用重复刺激, 实验阶段用静止刺激, 最后一种是练习用静止刺激, 实验用视觉重复刺激, 结果与前人的研究是一致的, 被试感觉重复刺激标志的时距要比静止刺激标志的时距长。最近, Ortega, Lopez 和 Church (2009) 在前一个研究的基础上又对听觉和视觉两种情况下的静止刺激与重复刺激标志的时距进行了研究, 以探讨重复刺激效应与通道效应。其中视觉重复刺激的频率和听觉重复刺激的频率都是 10 赫兹。视觉刺激在屏幕中央呈现, 听

觉刺激由耳机呈现。被试分为两个组, 一个组练习所用的时距是用视觉静止刺激标志的, 另一个组练习用的是由听觉静止刺激标志的时距。在正式实验阶段, 所有被试都要判断 4 种刺激类型标志的时距: 视觉静止刺激, 听觉静止刺激, 视觉重复刺激 (闪光), 听觉重复刺激 (嘀嗒声)。研究发现虽然重复刺激效应和通道效应都在结果中出现了, 但是还存在一些不同。被试判断由听觉静止刺激和视觉重复刺激标志的时距长于视觉静止刺激标志的时距; 由听觉重复刺激和静止刺激标志的时距在主观判断上差异不大, 导致听觉重复刺激效应的消失; 结果还表明视觉重复刺激效应大于通道效应, 认为视觉重复刺激能够引起个体最快的时钟速度。虽然重复刺激效应的研究多是采用视觉和听觉通道, 但也有研究者对其他感觉通道做了研究。例如 Khoshnoodi 等人 (2008) 采用触觉刺激 (震动), 对其重复刺激效应进行了研究。结果表明触觉重复刺激也能够引起主观时距的扭曲, 且认为重复刺激对时距估计的影响不是所谓的内部时钟速度改变, 而是由工作记忆负载所导致。

2.1.2 重复刺激的频率

Tresiman 及其同事在很早就提出, 对时距估计产生影响的重复刺激具有一定的频率范围, 大于或小于这个频率都不能引起时距估计的扭曲, 并认为这个重复刺激的频率是时间振荡器基准频率的简单复联频率, 其中时间振荡器的基础频率范围在 30 到 50 赫兹。后来 Penton-Voak 等人 (1996) 采用不同频率 (0, 5, 25Hz) 的重复刺激 (嘀嗒声) 进行研究, 结果发现相对于没有重复刺激的时距来说, 即使是频率低的重复刺激也能够引起主观时距的变长, 频率越高, 这种变异越大。还有研究者 (Khoshnoodi, Motiei-Langroudi, Omrani, Diamond & Abbassian, 2008) 采用复制法对触觉重复刺激效应进行了研究, 发现频率在 6、12、24、36、48 赫兹的情况下触觉重复刺激都能够引起主观时距的偏离, 而且随着频率的增大, 变异量也增大。此外也有研究者发现在时距很短的情况下改变视觉重复刺激的频率, 并不能引起主观时距的变化 (Ulrich, Nitschke, & Rammsayer, 2006; Johnston, Arnold, & Nishida, 2006)。而 Kanai 等人 (2006) 同样用的是视觉重复刺激, 变化其频率却能够引起主观时距判断的变异。

2.1.3 重复刺激的位置

很多研究表明,重复刺激不仅仅能够使得其标志的时距发生扭曲或变异,而且如果将一系列快速的重复刺激,例如嘀嗒声或闪光放在要判断的时距之前,被试也会感觉这段前面呈现过重复刺激的时距要长于前面没有重复刺激的时距。Penton-Voak, Edwards, Percival 和 Wearden(1996)采用泛化法、口头估计法、比较法和时距产生法 4 种不同的方法来探讨在呈现时距之前出现重复刺激和没有出现重复刺激是否会产生不同的结果。研究表明有无重复刺激对时距估计的影响是不同的,重复刺激(嘀嗒声)可以使被试的主观时距变长。随后 Wearden, Philpott 和 Win(1999)也对这种重复刺激效应进行了研究,采用的重复刺激是嘀嗒声(clicks),设计了两个实验。结果表明主观时距在有嘀嗒声的条件下变长,而且重复刺激的频率越大对主观时距的影响也越大。后来 Wearden 等人(2007)在他们的实时距错觉研究中采用重复刺激,即在呈现空时距和实时距之前先呈现 5 秒钟的嘀嗒声或静音,来探讨重复刺激是否对实时距和空时距能够产生不同的影响。结果表明重复刺激对个体对空时距和实时距的判断都产生影响,但对实时距判断的影响更大(Wearden, Norton, Martin, & Montford-Bebb, 2007)。最近,Wearden 等人(2009)又研究了重复刺激(嘀嗒声)对帕金森病人的时距估计的影响。实验采用帕金森病人及与其在年龄、性别、智商等方面相匹配的控制组,在给被试呈现需要口头估计的时距之前先给予 3 秒钟的嘀嗒声或静音,结果表明重复刺激嘀嗒声能够使主观时距变长,而且两组的的结果并没有差异(Wearden, Smith-Spark, Cousins, Edelstyn, & O'Boyle, 2009)。

2.2 时间特性

为了防止被试进行精确计时,很多重复刺激效应的研究尤其是以重复刺激来标志时距的情况下,研究者采用的时距长度一般是在几百毫秒到几秒。例如有些研究者采用的时间长度是 200 到 800ms(Ortega, Lopez, & Church, 2009),有些研究者采用的是 300 到 1300ms(Wearden, Smith-Spark, Cousins, Edelstyn & O'Boyle, 2009),还有研究者采用的是 200 到 1600ms(Droit-Volet & Wearden, 2002; Ortega & Lopez, 2008)。由于研究者采用的时间段不同,可能会导致研究结果及其

解释的不一致。例如, Ulrich, Nitschke 和 Rammsayer(2006)通过研究发现在 100ms 和 400ms 情况下,视觉重复刺激不能引起主观时距的变化,但在 800ms 情况下可以出现。然而 Kanai 等人(2006)却发现在 200~1000ms 的情况下视觉重复刺激都能够对时距估计产生影响。还有研究者认为,随着时距的增长,重复刺激效应会更加明显。此外,也有研究者在其研究中采用稍微长一些的时距例如 5 秒钟(Khoshnoodi, et al., 2008)。而当重复刺激不是作为标志时距的刺激而是放在时距之前的时候,研究者使用重复刺激的时间长度一般是 2~5 秒钟(Wearden, et al., 2007)。

3 值得关注的问题

虽然关于时距估计中重复刺激效应的研究已经取得了一些成果,但是仍有不少值得深入探讨的问题。

首先,时距估计中重复刺激效应的产生机制。从当前的理论模型来看,重复刺激导致主观时距变长,可能是时钟阶段或记忆阶段出现了偏离。其中时钟阶段包括两种情况,即由生理唤醒引起的节拍器速率增加,或是注意控制开关使通过开关进入累加器的脉冲数量变多,这两种情况可能是单一产生作用也可能是两种情况共同产生作用。而现有的研究更多的是将其效应归于节拍器速率的提高。虽然有很多研究采取一定的措施,例如采用较短的时距范围或采用一定的研究方法(两分法,口头估计等),但仍然难以排除注意和记忆在重复刺激效应中的影响。因此,对其产生机制的进一步深入的探讨,是此类研究目前最关键和最有挑战性的,也是最迫切需要解决的。

其次,重复刺激效应产生的神经机制。近年来,很多研究者通过采用现代无创伤性的脑成像技术或神经心理学方面的技术来研究时间认知,这不仅仅弥补了以往行为研究的不足,也为研究者提供了更加丰富的视角。伴随着认知神经科学的迅速发展,对人类时间认知的神经机制研究已经取得了大量的成果,例如目前比较流行的观点是人类对时间信息的编码,记忆和决策加工包含不同的脑区(Macar & Vidal, 2003),不同的时间加工存在不同的生理机制(黄希庭,李伯约,张志杰, 2003; 张志杰,黄希庭, 2003)以及脑区

活动的事件相关脑电位(ERP)中的某些成分如CNV的波幅以及其波峰的潜伏期都可以表现不同的机制(Macar & Vidal, 2003; Bendixen, Grimm, & Schroger, 2005; Meck, Penney & Pouthas, 2008; Pfeuty, Ragot, & Pouthas, 2008)。但到目前为止重复刺激对时距估计产生影响的神经机制研究还是个空白。

最后,重复刺激效应研究的范围。目前有关这方面的研究多是集中在几百毫秒或在视听通道或有无重复刺激上,对于其他的时间段、通道和频率研究的非常少。而这些方面的研究对加深理解重复刺激效应是有重要意义的。时间的长短、间隔、顺序、刺激出现的时点以及个体的认知因素和人格特征等都会影响个体的时间认知(黄希庭, 1993; 黄希庭, 李伯约, 张志杰, 2003)。黄希庭等人(1994; 1998)曾要求被试用时间单位和模糊赋值法对过去时间和未来时间修饰词进行赋值,发现人们的过去和未来心理时间存在一定的分段性。并在此基础上提出了时间认知分段综合模型,该模型将人类对时间的认知范畴推广到整个时间维度上,认为个体对时间的认知取决于多种因素。对于不同长度的时间,个体的认知策略也不同,而涉及不同的加工机制,其时间记忆表征的机制也不会完全相同。

综上所述,通过运用多种技术,融合多种手段对时距估计中的重复刺激效应进行深入的研究,并探索其产生机制以及神经生理机制,相信人类将对重复刺激效应有更加深入的了解。

参考文献

- 黄希庭. (1993). 时距信息加工的认知研究. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 18, 207-216.
- 黄希庭. (1994). 未来时间的心理结构. *心理学报*, 26(2), 121-127.
- 黄希庭, 孙承惠, 胡维芳. (1998). 过程时间的心理结构. *心理科学*, 21(1), 1-4.
- 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.
- 刘瑞光, 黄希庭. (2006). 短时距估计中的标量特性. *心理学报*, 38(5), 724-733.
- 张志杰, 黄希庭. (2003). 时间认知的脑机制研究. *心理科学进展*, 11(1), 44-48.
- Bendixen, A., Grimm, S., & Schroger, E. (2005). Human auditory event-related potentials predict duration judgments. *Neuroscience Letters*, 383, 284-288.
- Brown, S. W., & Boltz, M. G. (2002). Attentional processes in time perception: Effects of mental workload and event structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(3), 600-615.
- Bueti, D., Walsh, V., Frith, C., & Rees, G. (2008). Different brain circuits underlie motor and perceptual representations of temporal intervals. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(2), 204-214.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Review Neuroscience*, 6, 755-765.
- Burle, B., & Casini, L. (2001). Dissociation between activation and attention effects in time estimation: Implications for clock models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 195-205.
- Chen, K. M., & Yeh, S. L. (2009). Asymmetric cross-modal effects in time perception. *Acta Psychologica*, 130, 225-234.
- Droit-Volet, S., & Meck, W. H. (2007). How emotions colour our perception of time. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(12), 504-513.
- Droit-Volet, S., Meck, W. H., & Penney, T. B. (2007). Sensory modality and time perception in children and adults. *Behavioural Processes*, 74, 244-250.
- Droit-Volet, S., & Wearden, J. (2002). Speeding up an internal clock in children? Effects of visual flicker on subjective duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B(3), 193-211.
- Gibbon, J., & Church, R. M. (1984). Sources of variance in an information processing theory of timing. In H. L. Roitblat, T. G. Bever, & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition* (pp. 465-488). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Johnston, A., Arnold, D. H., & Nishida, S. (2006). Spatially localized distortions of event time. *Current Biology*, 16, 472-479.
- Kanai, R., Paffen, C. L. E., Hogendoorn, H., & Verstraten, F. A. J. (2006). Time dilation in dynamic visual display. *Journal of Vision*, 6, 1421-1430.
- Kanai, R., & Watanabe, M. (2006). Visual onset expands subjective time. *Perception and Psychophysics*, 68(7), 1113-1123.
- Khoshnoodi, M. A., Motiei-Langroudi, R., Omrani, M., Diamond, M. E., & Abbassian, A. H. (2008). Effect of tactile stimulus frequency on time perception: the role of working memory. *Experimental Brain Research*, 185, 623-633.
- Macar, F., & Vidal, F. (2003). The CNV peak: An index of decision making and temporal memory. *Psychophysiology*, 40, 950-954.

- Matell, M. S., Bateson, M., & Meck, W. H. (2006). Single-trials analyses demonstrate that increases in clock speed contribute to the methamphetamine-induced horizontal shifts in peak-interval timing functions. *Psychopharmacology*, *188*, 201–212.
- Meck, W. H. (2006). Frontal cortex lesions eliminate the clock speed effect of dopaminergic drugs on interval timing. *Brain Research*, *1108*, 157–167.
- Meck, W. H., Penney, T. B., & Pouthas, V. (2008). Cortico-striatal representation of time in animals and humans. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*, 145–152.
- Ortega, L., & Lopez, F. (2008). Effects of visual flicker on subjective time in a temporal bisection task. *Behavioural Processes*, *78*, 380–386.
- Ortega, L., Lopez, F., & Church, R. M. (2009). Modality and intermittency effects on time estimation. *Behavioural Processes*, in press.
- Penton-Voak, I. S., Edwards, H., Percival, A., & Wearden, J. H. (1996). Speeding up an internal clock in humans? Effects of click trains on subjective duration. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *22*(3), 307–320.
- Pfeuty, M., Ragot, R., & Pouthas, V. (2008). Brain activity during interval timing depends on sensory structure. *Brain Research*, *1204*, 112–117.
- Santi, A., Keough, D., Gagne, S., & Rooyen, V. P. (2007). Differential effects of empty and filled intervals on duration estimation by pigeons: Test of an attention-sharing explanation. *Behavioural Processes*, *74*, 176–186.
- Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the “internal clock.” *Psychological Monographs*, *576*.
- Treisman, M., Faulkner, A., Naish, P. L. N., & Brogan, D. (1990). The internal clock: Evidence for a temporal oscillator underlying time perception with some estimates of its characteristic frequency. *Perception*, *19*, 705–743.
- Treisman, M., & Brogan, D. (1992). Time perception and the internal clock: Effects of visual flicker on the temporal oscillator. *European Journal of Cognitive Psychology*, *4*, 41–70.
- Treisman, M., Cook, N., Naish, P. L. N., & MacCrone, J. K. (1994). The internal clock: Electroencephalographic evidence for oscillatory processes underlying time perception. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *47A*, 241–289.
- Ulrich, R., Nitschke, J., & Rammsayer, T. (2006). Perceived duration of expected and unexpected stimuli. *Psychological Research*, *70*, 77–87.
- Ulbrich, P., Churan, J., Fink, M., & Wittmann, M. (2007). Temporal reproduction: Further evidence for two processes. *Acta Psychologica*, *125*(1), 51–65.
- Wearden, J. H., Philpott, K., & Win, T. (1999). Speeding up and (...relatively...) slowing down and internal clock in humans. *Behavioural Processes*, *46*, 63–73.
- Wearden, J. H., Todd, N. P. M., & Jones, L. A. (2006). When do auditory/ visual differences in duration judgements occur? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 1709–1724.
- Wearden, J. H., Norton, R., Martin, S., & Montford-Bebb, C. (2007). Internal clock processes and the filled-duration illusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *33*(3), 716–729.
- Wearden, J. H., Smith-Spark, J. H., Cousins, R., Edelstyn, N. M. J., Cody, F. W. J., & O’Boyle, D. J. (2009). Effect of click trains on duration estimates by people with Parkinson’s disease. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*(1), 33–40.
- Wittmann, M., & Paulus, M. P. (2008). Decision making, impulsivity and time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *12*(1), 7–12.
- Xuan, B., Zhang, D., He, S., & Chen, X. (2007). Larger stimuli are judged to last longer. *Journal of Vision*, *7*(10), 1–5.

The Repetitive Stimulation Effect on Time Estimation

LIU Chun-Xiang, HUANG Xi-Ting

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

Abstract: Treisman and his colleagues found that subjective judgment of duration was affected by repetitive stimulation and consequently result in distortion firstly. In their view, there were two effects in the repetitive stimulation of time estimation. The attention is concentrate on the generating mechanism, theoretical model and the influencing factors of the repetitive stimulation effect. Some problems in the future researches are proposed.

Key words: time estimation; repetitive stimulation; repetitive stimulation effect; the scalar timing model