

延迟引起的时距选择偏差

毕翠华, 黄希庭

(西南大学 心理学院, 重庆市 400715)

摘要:用延迟匹配样本任务来考察时距记忆,在实验中相继呈现标准刺激和比较刺激,操纵标准和比较刺激的延迟时间,发现随着延迟时间的增加,更多被试作出选择短时距或选择长时距的反应,出现选择短现象或选择长现象。对选择偏差的理论解释目前主要有主观缩短假设、相对时距假设、模糊假设和觉察假设。训练与呈现形式、实时距和空时距、不同种群、不同通道以及计时策略等是影响时距选择偏差的主要因素。今后应根据时间分段综合模型,结合脑机制进行研究。

关键词:延迟;选择短;主观缩短假设;相对时距假设;混淆假设;觉察假设

中图分类号:B842 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2010)05-0033-06

随着时间的延迟或其他任务的干扰,人们对记忆中的信息(例如电话号码、词语)逐渐衰退、消失或出现偏差。同样,人们对时距的记忆也不完全准确,会受到多种因素的影响,导致高估或低估^[1]。在动物的研究中,当用选择的延迟匹配样本程序(choice delayed matching-to-sample procedure),在标准刺激和比较刺激之间呈现一段延迟时间,发现动物更倾向选择短的时距,这称为选择短效应(choose short effect)^[2-3]。但也有些动物研究发现延迟条件下,被试对长时距的反应增加,出现选择长效应^[4-5]。Lieving等^[6]在人类中用修改后的方法,也发现有选择短现象。这种现象首先是在考察时间因素对时距记忆的影响中发现的,后来研究者表明了该现象具有普遍性。因而延迟引起的时距选择偏差便引起了学者们的关注。

一、选择短或长效应的普遍性

(一)动物的时距选择偏差

用延迟匹配样本程序在对动物的实验中,首先在中央键用笼内光、食物或键光呈现长或短的时距(标准刺激),然后在中央键两侧同时出现两个比较刺激,左键(红色)和右键(绿色)分别对应长时距和

短时距,按比较刺激的任何键,两个刺激同时消失,对正确的按键反应给予强化。用笼内光呈现时,每个动物的笼子中有相隔一定距离的水平排列的三个键,每个键后面的刺激投射仪用白色、红色或绿色的笼内光照射这三个键。白色的标准刺激呈现在中央,红色和绿色为比较刺激呈现在两侧。在中央键的下面有个可伸缩的食物箱,食物箱开口处的笼内光亮时,送出食物。中央键顶部有个照明灯,在延迟时间或试验间的间隔时间(intertrial time, ITI)内,把笼内光投射到笼子的天花板上。鸽子以一定的压力啄键计为按键反应。正确的按键后,呈现几秒钟的食物强化,然后进入试验间的间隔时间,再呈现下一个比较刺激;按键错误,直接呈现试验间隔时间,进入下一次试验。食物呈现时,用食物呈现长或短的时距。用键光呈现时,键后面的一个电子仪器投射白色背景下的一个黑色圆点照亮中央键。比较刺激为中央键两侧的水平或垂直线或红光和绿光。Spetch和Wilkie^[2]在训练时中央键呈现2s或10s的白色笼内光(标准刺激),随后左右两侧同时出现红色和绿色的笼内光(比较刺激),标准刺激为2s时,按红色的比较刺激,标准刺激为10s时,按绿色的比较刺激,实验中

* 收稿日期:2010-04-29

作者简介:毕翠华(1984-),女,山东德州人,西南大学心理学院,硕士研究生,主要研究时间与人格心理学。

通讯作者:黄希庭,教授,博士生导师。

基金项目:西南大学211工程国家重点学科建设项目课题“时间与人格的多取向整合研究”(NSKD08001),项目负责人:黄希庭。

标准刺激和比较刺激具有 20s 的延迟,结果发现鸽子更倾向把长的标准时距反应为短。后来在非 0s 的延迟条件下训练,当实验延迟长于训练延迟时,仍出现选择短效应^[3,7]。而当实验延迟短于训练时的延迟时,鸽子对长时距的反应增加,出现选择长效应^[5]。

(二)人类的研究结果

标准刺激呈现后,人类能用言语把刺激的时距标记为短或长,在延迟时间内保存这种标记。因此延迟匹配样本程序不适用于人类。Wearden 和 Ferrara^[8]以及 Wearden 等^[9]采用“变动标准”的比较法,实验中首先呈现标准时距,间隔 1s,2s,5s 或 10s 以后,呈现比较时距,要求人们判断比较时距比标准时距长、短还是相等。结果当标准时距和比较时距相等时,在短的延迟时间内,被试倾向于判断标准时距为长,随着延迟时间增加,判断标准时距更短的比例增加,出现主观缩短现象。

用两分法也发现当标准时距—比较时距的延迟增加时,主观平分点增加,表明人们对时距的辨别标准提高,即倾向把长时距反应为短,这与选择短效应一致。Lieving 等^[6]在练习中,呈现 2s 或 4s 的蓝色方形为标准刺激,然后在屏幕下面的左右两侧同时呈现两个白色方形,左侧和右侧分别对应 C 键(短时距)和 A 键(长时距)。实验中,2s 和 4s 之间呈现 7 种不同的时距,要求判断当前呈现的时距与 2s 还是 4s 相似,标准刺激和比较刺激的延迟时间为 0s、8s、16s 或 32s,实验采用 2 种条件,一种使用同样的延迟,另一种同时使用四种延迟。两种条件下都发现延迟时间长时,主观平分点右移,选择短效应稳定存在。

二、选择偏差的理论解释

(一)主观缩短假设

Spetch 和 Wilkie^[3]提出主观缩短假设(subjective shortening hypothesis),认为鸽子对时距进行模糊编码(ambiguous coding),而不是主观分类为短时距和长时距。在时间信息加工中,训练时起搏器以特定的速率释放脉冲进入累加器,累加器负责累加这些脉冲,并将它们存储在参照记忆中。实验时随着延迟时间的增加,工作记忆中脉冲的数量不断减少。因此,没有延迟时,工作记忆与参照记忆中的时距表征相似,被试对长短时距的反应很准确,但当实验的延迟大于训练时的延迟时间时,对长时距和短时距的记忆表征都不断减少,倾向于把长时距反应为短,但没有与更短时距相对应的比较刺激,就把短时距仍反应为短,最终导致反应短时

距的增加。反之,当实验延迟短于训练延迟时出现选择长效应^[4-5]。原因是在固定的非 0s 延迟条件下训练,存储在参照记忆中的脉冲比没有延迟条件时的数量少,当实验延迟短于训练的延迟时,工作记忆中的表征就比训练时存储在参照记忆中的表征更多,因此出现选择长效应。

主观缩短假设认为动物对时距进行模糊编码,随着延迟时间增加,被试会依次选择更短的时距。但是 Kraemer 等^[10]把 0s(标准刺激消失)、2s 和 10s 的标准时距与三个比较刺激匹配,发现延迟时间增加时,对标准刺激消失的反应增加,而对 2s 和 10s 的反应出现类似的下降,并不是对 0s、2s 和 10s 的选择依次下降,原因可能是鸽子把刺激分为呈现和不呈现两类。Zentall 等^[11]训练鸽子辨别 2s 和 8s 以及 4s 和 16s 两类短和长的标准时距。2s 和 8s 分别与红色和绿色的比较刺激对应,4s 和 16s 分别对应垂直和水平的比较刺激。实验中呈现 8s 后,出现垂直和水平的比较刺激时,发现鸽子倾向反应为长,呈现 4s 的时距后出现红色和绿色的比较刺激,鸽子都反应为短,这表明鸽子能根据时距的相对长短做出判断。这些说明,动物也会对时距进行主观分类,此时选择短效应消失,主观缩短的假设对此难以解释。

(二)相对时距假设

Spetch 和 Rusack^[12]提出相对时距假设(relative duration hypothesis)或时距背景假设(temporal context),即标准刺激、标准刺激—比较刺激的延迟和试验间的间隔时间都是判断时距的参照点。被试判断基于总的时距,ITI 和延迟条件相同时(都为黑暗或照明),延迟时间固定,ITI 增加,或 ITI 固定,延迟时间增加,都使整个时距增加,标准时距的比例减少,出现选择短效应。反之,减少 ITI 也使标准时距的比例变大,则出现选择长效应,当 ITI 和延迟条件不同时(分别为黑暗和照明),被试对长短时距的反应类似。Zentall^[13]也指出,选择长效应由于试验之间的干扰造成的,被试根据前一个试验和当前时距进行判断,当延迟时间或 ITI 更短时,前一个试验的干扰越大,因此出现选择长效应。

用两分法发现人们的主观平分点增加,也可能是同一组内不同的延迟改变了任务的时距背景,即标准时距和延迟相互作用,每次试验都提供了一个背景参照,使人们根据时距背景作出选择^[6]。而且,已有研究主要考察了延迟的作用,而没有单独考察标准时距的长短在时距背景中的参照作用,张志杰等^[14]的结果表明当延迟时间相同时,1 秒内的

时距具有选择短效应,而 1 秒以上的时距具有选择长效应,表明不同的时距长度在时距背景中的作用也是不同的。

(三) 指导语模糊假设

指导语模糊假设(instructional ambiguity hypothesis)认为,被试的选择偏差是由混淆引起的,训练中没有延迟,实验中出现延迟,延迟是新异的条件,因此出现混淆。更重要的是被试不能区分实验中的延迟时间与训练中的试验间隔时间。因为在训练时,标准刺激结束后出现比较刺激,被试做出反应后,有一段 ITI,再进行下一次试验。实验中,标准刺激呈现后,有一段时间的延迟,被试把延迟时间当作训练中的 ITI,当比较刺激出现,就认为没有出现标准时距,倾向反应为短,而且延迟时间越长,与 ITI 越相似,选择短效应越显著^[15-16]。而当标准刺激和延迟条件相似时,被试又混淆了标准时距和延迟,从标准刺激呈现到延迟时间结束一直计时,出现选择长效应^[17]。如果延迟时间和 ITI 的条件不同,混淆消失,选择短效应减少^[18]。

指导语模糊假设也可以解释呈现—消失样本中的选择短效应,在呈现—消失样本任务中,在一些试验中标准刺激不呈现,而是消失,即 ITI 后,直接出现延迟时间,要求被试对与其对应的比较刺激反应,而另一部分试验呈现标准刺激,用对应的另一个比较刺激反应。结果发现被试对呈现标准刺激的正确率下降,而对样本消失的反应增加,这与选择短效应一致。在这种方法中,被试可能混淆了标准时距消失和延迟时间,只对呈现的刺激进行进行单一的编码,即使忘记了标准刺激,也可以随机选择另一种刺激,而当模糊消失,呈现和消失样本的成绩类似^[19-20]。

(四) 觉察假说

Gaitan 和 Wixted^[21]的实验中,0s(刺激消失)/2s 和 10s 对应两种比较刺激,或者 0s/10s 和 2s 对应两种比较刺激,随着延迟增加,两种条件下分别对 10s 和 2s 的反应下降。为排除刺激消失的影响,Singer 等^[22]把 2s/32s 和 8s 分别对应两种比较刺激,ITI 和延迟条件不同,发现随着延迟增加,对 8s 的反应下降。根据觉察假设(detection account),被试能同时编码长时距和短时距,但实验中总是试图回忆更显著的标准刺激,当某个时距不显著时,就选择另一个时距^[21]。选择短效应是由于长的标准时距更显著,因此比较刺激呈现时被试在记忆中搜索长的标准时距,当无法回忆长的标准时距时,或者长时距不呈现,或者延迟时间较长,对长时距产生遗忘,就选择短的时距。在上述的研究

中^[21-22],一个标准时距对应一个比较刺激是更显著的信息,因此对显著信息的反应下降。觉察假说也能同时解释实时距的选择短和空时距的选择长效应^[23]。在实时距中,长时距是更显著的线索,在短的延迟内,对长时距记忆准确,但随着延迟时间增加,对长时距记忆不准确,就选择短的时距。在空时距中,相比长的空时距(例如 8s 内闪光两次),短的时距(例如 3s 内闪光两次)是更显著的信息,因此,比较刺激出现时,被试努力回忆短的空时距。延迟时间较短时,对短时距的记忆仍准确,延迟增加,显著信息衰减,选择长时距的反应增加。但是当标准刺激为长的空时距和短的实时距中,觉察就分为两步,首先判断实时距或空时距,再确定每种时距的显著性。

(五) 假说之间的比较

总结以上的几种理论假说,主观缩短假设对训练中延迟时间固定时更有效,但难以解释延迟时间变化时的选择偏差。因为当延迟在 2s~8s 内变化时,对时距的记忆表征都减少,例长时距的 7s 的延迟与短时距的 2s 延迟,被试会对某些长时距和短时距更难判断。Staddon 和 Higa^[24]用踪迹强度理论(trace-strength theory)解释选择短效应,与主观缩短假设类似,他们认为当 ITI 和延迟条件不同时,被试就采取分类策略,对长时距和短时距的辨别类似,但仍不清楚 ITI 和延迟条件异同时转换的原因。因此踪迹强度理论也不能提供充分的解释。

相对时距假设和指导语模糊假设都肯定了背景条件的作用,指出试验间的间隔时间、延迟时间和标准时距相互作用,因此两种假设具有一致性。但根据指导语模糊假设,选择偏差是由于指导语的模糊导致的,记忆过程不受影响,Lieving 等^[6]发现人们理解指导语后,模糊消失,仍存在选择短效应。觉察假说中信息的显著性会受到其他因素的影响,选择偏差如何随着显著性变化仍不清楚。

以上假设都是根据动物的研究结果得出的,是否能充分解释人类的结果仍需进一步验证。Wearden, Goodson 和 Foran^[25]用比较法发现当标准时距和比较时距相等时,随着延迟增加,人们判断比较时距为长的比例增加。Rooyen 和 Santi^[26]用同样的方法,消除了延迟和 ITI 的混淆后,发现鸽子中仍存在选择短效应。但是用比较法,刺激的相继呈现产生时间顺序误差(time-order error, TOE),当判断第一个刺激比第二个更长时,出现正的 TOE,当第一个刺激更短时,出现负的 TOE,负的 TOE 与选择短效应一致。研究者^[25]指出 TOE 并不是因为延迟增加而减弱,而是持续存在,

只是因为延迟更长时,被主观缩短掩盖了。显然主观缩短假说能解释人类和非人类的选择偏差,但当标准时距的范围也不同时,相对时距假说提供了更全面的解释^[14]。

三、时距选择偏差的影响因素

(一)训练与呈现形式

一些研究者^[5,27]发现,训练时存在延迟对选择短效应无显著影响,Spetch和Rusak^[5]训练时在一组被试中用固定的5s延迟,另一组为2s~8s变化的延迟,实验中延迟时间均为20s,发现两组被试都出现选择短效应。但是另有研究表明,当实验中延迟不是新异刺激,或者加强非0s延迟的训练,选择短效应下降或消失^[28-29]。Dorrance等^[16]训练鸽子在0s、1s、2s和4s的延迟条件下辨别2s和10s的键光,实验中发现对长短标准时距的正确率都很高,但是当训练的延迟增加为0、4s、8s和16s时,实验中选择短效应不明显,但具有这一趋势。Grant^[30-31]的训练中,一种条件没有延迟,另两种条件分别为5s的固定延迟和2s~8s的变化延迟(平均数为5s),发现训练时具有延迟时降低了选择短效应。

但训练对选择短效应的影响更主要的是与刺激的呈现形式有关。用笼内光或食物呈现时距时,非0s延迟训练对选择短效应没有影响,但用键光呈现时距,选择短效应的下降或消失^[28-31]。只有Grant和Kelly^[7]用键光呈现,仍发现存在选择短效应,原因是实验中的延迟时间(15s或30s)比训练中的延迟(1s~3s)长很多,因而选择短效应仍很明显。因此,非0s的延迟训练对选择短效应的影响受到笼内光、食物或键光等呈现形式的制约,不同的呈现形式可能在心理加工上存在差异。

(二)实时距和空时距

Santi等^[32]训练鸽子在没有延迟时辨别2s或8s的空时距,开始和结束信号为500ms的闪光或声音,实验中发现1s延迟时出现选择短效应,延迟时间为3s和9s时,对长时距的反应增加。为排除开始和结束信号的影响,Grant^[33]用不同的颜色表示开始和结束信号,训练中用变化的延迟,这样空时距的信息更显著,但选择长效应依然存在。Santi^[23]用视觉同时呈现实时距和空时距,标准刺激为白色的2s和8s正方形,比较刺激为大小相同颜色不同的两个矩形。红色和绿色的比较刺激对应空时距,蓝色和黄色的比较刺激对应实时距。空时距中标准刺激开始和结束各呈现500ms的白色闪光。用延迟匹配样本任务和呈现一消失法都发现

实时距中存在选择短效应,而空时距中选择长效应明显。对这种差异,一种解释是,空时距的选择长效应是由于被试从开始信号呈现到比较刺激出现一直在计时,另一种解释是,被试把开始和结束信号纳入标准时距内,使短和长时距的比例增大,选择短效应越不明显^[28]。但两种解释都遭到质疑,实时距和空时距在时距记忆上的差异更可能是由于两者在发放脉冲的速率和开关运作方式上的差异,空时距的开关模式产生更多的误差,而人们对实时距的辨别更准确^[14]。

(三)不同种群的反应方式

延迟或试验间的间隔时间增加,鸽子的研究发现选择短效应,但白鼠的研究没有一致的结果,存在选择短效应^[34-35]或选择长效应^[35-36],原因主要是实验程序缺乏一致性,听觉或视听呈现标准时距、比较刺激为视觉、听觉以及杠杆的空间位置等都会影响白鼠的选择偏差。例Santi^[35]发现,当ITI为10s时,听觉呈现标准时距具有选择长效应,ITI为25s时,视觉呈现标准时距出现选择短效应。但更多的研究表明白鼠中选择长效应更明显,原因可能是白鼠根据杠杆的空间位置反应,鸽子是视觉动物,依据视觉刺激反应,这样两类群体停止计时的信号不同,鸽子在标准时距结束就停止计时,但白鼠根据杠杆插入笼子才停止计时。Royen,McMillan和Santi^[37]考察了空间因素的影响,要求白鼠辨别2s和8s的笼内光,分别对静止/无信号和运动/有信号的杠杆作出反应,0.5s的闪光信号呈现在杠杆上方。ITI分别是照明和黑暗条件,发现无论ITI和延迟条件相同或不同,随着延迟增加,都出现选择长效应,而且训练中变化的延迟不影响选择长效应。因此,白鼠在延迟时间内计时可能是导致选择长效应的主要因素。

(四)通道差异

用视觉还是听觉呈现标准刺激和比较刺激,对时距的选择偏差具有不同的影响。Santi等^[38]用视觉(笼内光)或听觉呈现2s或8s的时距,比较刺激为不同的颜色,发现实验中随着延迟增加,视觉呈现出现选择短效应,而听觉呈现具有选择长效应,选择长效应可能由于被试没有注意到声音的时距,直到比较刺激出现才停止计时。ITI在视听中的作用也不同,研究者发现^[39],训练中呈现不同的ITI,随着延迟增加,ITI越长,听觉呈现出现选择长效应,而视觉呈现不影响选择偏差,在标准时距消失的任务中,视听呈现都出现选择短效应,但ITI仍影响听觉呈现的反应偏向。不同通道呈现

标准刺激和比较刺激可能影响动物的计时线索,因此用同一通道呈现更能有效地考察通道的作用,但仍缺乏这方面的研究。对人类的研究发现,刺激通道效应并不显著,但1s内视觉比听觉的选择短效应更明显,1s以上,听觉比视觉更显著^[14]。这说明,刺激呈现的通道、ITI、标准时距的长短都可能影响选择偏差。

(五)其他影响因素

1. 干扰任务

实验中出现干扰任务,会影响时距的估计。实验前和试验间隔呈现食物、变化对标准时距的强化比例等操纵都会减弱对时距的注意,低估时距^[40]。

2. 计时策略的使用

人类通常借助数数的方式来估计时距,为防止数数,一般研究1s以内的时距,当大于1s时,设置干扰任务。对动物的研究范围一般从几秒到几分钟,因此动物可能使用其他策略来计时。因此策略的使用可能影响人类和非人类对时距的选择偏差。

四、小结与展望

已有的研究主要是利用动物来研究的,虽然人类也会高估或低估时距,但由于物种或实验程序的差异,难以将这些结果及理论解释推广到人类的研究。黄希庭和徐光国^[41-42]对填充的数字系列、数字系列的分割段数、段的项目数和段的时距进行综合检验发现,立即估计和延迟估计对时距的认知存在差异。因此人类对时间的认知受到更多因素的影响,比如事件的数量与结构、通道性质和特点、注意资源、编码方式、分段和提取的策略以及个体的人格、情绪等^[43-44]。单独从延迟时间的角度考察对时距的记忆,会忽略时间认知过程的完整性;而且时间具有分段性,不同的时间长度具有不同的加工机制,因此未来的研究应该根据时间分段综合模型,在控制其他因素的情况下,考察延迟对时间认知中的作用。其次,现有的研究主要进行的是实验研究,还未见神经机制方面的探讨,因此未来需要借助最新的研究手段,例如事件相关电位和功能核磁共振成像等技术探讨延迟时间在不同的时距范围内,是否存在脑机制上的差异。

参考文献:

[1] 黄希庭,张志杰. 时距估计干扰现象的研究与思考[J]. 西南师范大学学报(人文社会科学版),2001,27(4):84-88.
[2] Spetch M L, Wilkie D M. A systematic bias in pigeons' memory for food and light durations[J]. Behavior Animal Letters, 1982,2: 267-274.
[3] Spetch M L, Wilkie D M. Subjective shortening: A model of pi-

geons' memory for event duration[J]. Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 1983, 9: 14-30.
[4] Grant D S. Choose-long errors at delays shorter than the training delay persist when enhanced between-trial summation of duration memories are precluded in pigeons[J]. Behavioural Processes, 2009,82:335-339.
[5] Spetch M L, Rusak B. Pigeons' memory for event duration: Intertrial interval and delay effects[J]. Animal Learning and Behavior, 1989,17: 147-156.
[6] Lieving L M, Lane S D, Cherek D R, Tcheremissine O V. Effects of delays on human performance on a temporal discrimination procedure: evidence of a choose-short effect[J]. Behavioural Processes, 2006,71: 135-143.
[7] Grant D S, Kelly R. The effect of variable-delay training on coding of event duration in pigeons[J]. Learning and Motivation, 1998, 29: 49-67.
[8] Wearden J K, Ferrara A. Subjective shortening in humans' memory for stimulus duration[J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1993,46 (2): 163-186.
[9] Wearden J H, Parry A, Stamp L. Is subjective shortening in human memory unique to time representations[J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2002, 55: 1-25.
[10] Kraemer P J, Mazmanian D S, Roberts W S. The choose-short effect in pigeon memory for stimulus duration: subjective shortening versus coding models[J]. Animal Learning and Behavior, 1985,13:349-354.
[11] Zentall T R, Weaver J E, Clement T S. Pigeons group time intervals according to their relative duration [J]. Psychonomic Bulletin & Review, 2004, 11:113-117.
[12] Spetch M L, Rusak B. Temporal context effects in pigeons' memory for event duration[J]. Learning and Motivation, 1992,23:117-144.
[13] Zentall T R. Instructional ambiguity in the discrimination of and memory for the duration of a stimulus[J]. International Journal of Psychology and Psychological Therapy. 2006, 6 (2):167-187.
[14] 张志杰,贾丽娜,王丽丽. 时距的短时保持:缩短还是变长[J]. 心理学报,2009,41(8):1-10.
[15] Sherburne L M, Zentall T R, Kaiser D H. Timing in pigeons: the choose-short effect may result from confusion between delay and intertrial intervals[J]. Psychonomic Bulletin & Review,1998,5, 516-522.
[16] Dorrance B R, Kaiser D H, Zentall T R. Event-duration discrimination by pigeons: the choose-short effect may result from retention-test novelty[J]. Animal Learning & Behaviour, 2000, 28: 344-353.
[17] Zentall T R, Kaiser D H. Interval timing with gaps: gap ambiguity as an alternative to temporal decay[J]. Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 2005,31(4): 484-486.
[18] Zentall T R. Timing, memory for intervals, and memory for untimed stimuli: The role of instructional ambiguity[J]. Behavioural Processes,2006,71:88-97.

- [19] Grant D S. Symmetrical and asymmetrical coding of food and no-food samples in delayed matching in pigeons[J]. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1991, 17: 243-259.
- [20] Zentall T R. Temporal discrimination learning by pigeons[J]. *Behavior Processes*, 2007, 74: 286-292.
- [21] Gaitan S C, Wixted J T. The role of “nothing” in memory for event duration in pigeons[J]. *Animal Learning & Behavior*, 2000, 28: 147-161.
- [22] Singer R A, Klein E D, Zentall T R. Use of a single-code/default strategy by pigeons to acquire duration sample discriminations[J]. *Learning & Behavior*, 2006, 34(4): 340-347.
- [23] Santi A, Hornyak S, Miki A. Pigeons’ memory for empty and filled time intervals signaled by light[J]. *Learning and Motivation*, 2003, 34: 282-302.
- [24] Staddon J E R, Higa J J. Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing[J]. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71: 215-251.
- [25] Wearden J H, Goodson G, Foran K. Subjective shortening with filled and unfilled auditory and visual intervals in humans[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2007, 60 (12): 1616? 1628.
- [26] Rooyen P V, Santi A. Pigeons’ memory for time: Assessment of the role of subjective shortening in the duration-comparison procedure[J]. *Learning & Behavior*, 2009, 37 (1): 74-84.
- [27] Kelly R, Spetch M L. Choice biases in delayed matching-to-sample duration with pigeons: Manipulation of ITI and delay illumination[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2000, 53: 309-323.
- [28] Grant D S, Talarico D C. Processing of empty and filled time intervals in pigeons[J]. *Learning Behaviour*, 2004, 32: 477-490.
- [29] Talarico D C, Grant D S. Effect of training delays and start and stop markers on the choose-short effect in pigeons[J]. *Behaviour Processes*, 2006, 71: 98-106.
- [30] Grant D S. Training delays reduce the choose-short effect with keylight duration samples in pigeons[J]. *Behaviour Processes*, 2006, 72: 139-148.
- [31] Grant D S. Training delays reduce the choose-short effect with keylight, but not with food, duration samples in pigeons[J]. *Behavioural Processes*, 2007, 74: 209-216.
- [32] Santi A, Ross L, Coppa R, Coyle J. Pigeons memory for empty time intervals marked by visual or auditory stimuli[J]. *Animal Learning & Behavior*, 1999, 27: 190-205.
- [33] Grant D S. Memory for empty time intervals in pigeons[J]. *Animal Learning & Behavior*, 2001, 29: 293-301.
- [34] Leblanc P, Soffie M. The choose-short effect in rat memory for event duration: the subjective-shortening model[J]. *Behavior Processes*, 2001, 56: 31-40.
- [35] Santi A, Weise L, Kuiper D. Memory for event duration in rats[J]. *Learning Motivation*, 1995, 26: 83-100.
- [36] Raslear T G, Shurtleff D, Simmons L. Intertrial-interval effects on sensitivity (A’) and response bias (B”) in a temporal discrimination by rats[J]. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1992, 58: 527-535.
- [37] Rooyen P V, McMillan N, Santi A. Rats’ memory for event duration in delayed matching-to-sample with nonspatial comparison response alternatives[J]. *Behavioural Processes*, 2008, 78: 1-9.
- [38] Santi A, Stanford L, Coyle J. Pigeons’ memory for event duration: Differences between visual and auditory signals[J]. *Animal Learning and Behavior*, 1998, 26: 163-171.
- [39] Santi A, Coyle J, Coppa R, Ross L. The Timing of Auditory and Visual Signals by Pigeons: Differential Sensitivity to Intertrial Interval Duration[J]. *Learning and Motivation*, 1998, 29: 345-365.
- [40] Ward R, Johnson R N, Odum A L. Effects of prefeeding, extinction, and distraction during sample and comparison presentation on sensitivity to reinforcer frequency in matching to sample[J]. *Behavioural Processes*, 2009, 81: 65-73.
- [41] 黄希庭, 徐光国. 对变化/分割模型的检验(I)[J]. *心理学报*, 1997, 29(3): 326-334.
- [42] 黄希庭, 徐光国. 对变化/分割模型的检验(II)[J]. *心理学报*, 1999, 31(2): 135-141.
- [43] 黄希庭. 时间心理学的若干研究[G]//中国心理学会. 当代中国心理学. 北京: 人民教育出版社, 2001: 19-23.
- [44] 黄希庭, 李伯约, 张志杰. 时间认知分段综合模型的探讨[J]. *西南师范大学学报(人文社会科学版)*, 2003, 29(2): 5-9.

责任编辑 曹 莉

Temporal Choice Bias from Delay

BI Cui-hua, HUANG Xi-ting

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

Abstract: Using the delayed matching-to-sample task to investigate memory for event duration, researchers manipulate the delay between sample and comparison stimuli presenting successively, and find that with the increasing delay, the proportion of choosing short or long increase. Currently there are several interpretations of the choice bias, including subjective shortening hypothesis, relative duration hypothesis, instructional ambiguity hypothesis and detection account. Those factors involving training and present pattern, filled and empty duration, distinct species group and stimuli channel as well as timing strategies that influence the bias. According to range-synthetic model, combining brain mechanism is the future orientation.

Key words: delay; choose short effect; subjective shortening hypothesis; relative duration hypothesis; instructional ambiguity hypothesis; detection account