

情节式未来思考的认知神经机制

吕厚超

(西南大学 心理学部, 重庆 400715)

摘要:情节式未来思考(episodic future thinking/thought, EFT)是将自我投射到未来以提前经历某事件的能力。回忆过去和想象未来在很大程度上依赖共同的认知过程和脑区。EFT的认知机制主要关注如何构建EFT, 如何把回忆过去和想象未来相联系, 以及EFT的现象学特征认知差异。EFT的神经机制主要探讨想象未来是否具有专属脑区, 想象未来和回忆过去的脑区差异, 回忆过去和想象未来是否共享大脑系统。从记忆、海马回对EFT的作用以及EFT与时间折扣的关系提出未来研究的方向。

关键词:情节式未来思考; 回忆过去; 想象未来; 未来事件模拟; 认知神经机制

中图分类号:B845.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-5315(2014)04-0069-07

回忆过去和想象未来是人类的基本认知功能。在心理上模拟未来(情节式未来思考)的能力对认知和行为至关重要^[1]。尽管存在争议, 但思考未来一直被认为是人类区别于其他物种的独特能力^[2]。很久以来, 记忆研究主要关注过去, 记忆的实验研究和理论分析通常关注如何保持和回忆过去经验, 并说明恢复已储存信息的认知过程和神经过程^[3-6]。对提取过去经验的过度关注, 导致研究者忽略了记忆的一个潜在的重要功能, 即记忆在个体想象、模拟或思考未来中的作用。直到最近, 个体对未来事件的思考在心理学和神经科学领域才引起研究者的极大关注^[2,7-9], 并在情节记忆基础上^[10], 提出了情节式未来思考(episodic future thinking, or episodic future thought, 以下简称EFT)的概念——将自我投射到未来以提前经历某事件的能力^[2,7]。EFT在心理学的很多领域, 例如认知、社会和人格、发展、临床和神经心理学中具有重要的解释价值^[3,11]。

EFT的认知和神经机制研究在国际上一直是认知神经科学领域的前沿课题, 还成为*Science*杂志2007年度重大科学突破之一^[12]。但是, 国内鲜有研究涉足这一领域。因此, 学界有必要对这项国际前沿课题进行研究。大量研究揭示, 回忆过去和想象未来在很大程度上依赖共同的认知过程和脑区^[6,13-16]。下面对EFT的认知机制和神经机制进行述评。

一 EFT的认知机制

(一) EFT的构建过程

EFT在很大程度上依赖情节记忆, 回忆过去和想象未来是具有密切关系的心理单元(mental faculties)^[4,8]。情节记忆和未来思考使用类似的机制, EFT的构建要求提取或灵活整合储存在情节记忆中的信息(如物体、人物、行动、位置、情绪等细节)^[17]。例如, 情节式未来思考可能包括知识结构不同水平(例如具体性)的暂时激活模式, 关于个体未来的一

收稿日期:2013-10-10

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金项目“情节未来思考的认知神经机制”(SWU1309376)、国家社科基金一般项目“青少年未来时间洞察力研究”(14BSH080)、西南大学心理学部研究团队建设项目“情节式未来思考的认知机制和神经机制”(TR201201-2)。

作者简介:吕厚超(1974—),男,河南商丘人,心理学博士,西南大学心理学部副教授,研究方向为时间心理学。

般知识为提取、整合和解释情节细节提供了背景或框架。情节式未来思考的构建可能是一种拖延性生成过程,一般个人知识的存取可能早于情节细节。但是,人类如何精确地构建未来事件的心理表征尚不清楚,未来情节构建可能部分依赖于语义知识^[18-19],但不同知识结构对 EFT 构建的贡献在理论或实证方面尚未得到系统检验。

(二)回忆过去和想象未来如何联系

与情节记忆的大量认知研究相比,涉及到情节未来思考的证据较少。把过去和未来事件相联系的著名尝试是 Tulving 提出的“心理时间之旅”,认为回忆过去经历和模拟未来事件是相联系的,两者所依赖的情节记忆系统允许个体从现在分离出去,把自我投射到过去或未来^[20]。这种观点解释了过去事件和未来事件的密切关系。想象未来事件与自传体记忆也具有相似性^[21]。根据构建性情景模拟假设,自传体记忆的一个重要功能是想象可能的未来事件^[3,13]。很多研究强调过去事件和未来事件之间的相似性,因为两者都包含具有类似特征或情节内容的重构过程^[3,15]。重要的是,回忆过去和想象未来均涉及到心理时间之旅^[22]。Tulving 基于情节记忆提出了把自我投射到可能未来的能力^[23]。最近的研究检验了情节记忆和 EFT 的关系,并认为情节记忆的功能之一是赋予个体想象未来事件的能力^[3,17]。情节记忆和 EFT 尽管存在众多相似性,但是对于两者如何通过心理时间之旅发生紧密联系及其认知机制尚不清楚。

(三)基于现象学特征的认知差异

未来事件模拟通常与事件的情绪唤醒有关。一些研究认为,积极事件和消极事件比中性事件更容易记忆,情绪唤醒在某些条件下可能会损害记忆^[24-25]。Szpunar, Addis 和 Schacter 发现,消极模拟比积极或中性模拟更难记忆^[26]。这些效应可能反映了情感衰退偏差(fading-affect bias),即消极反应消退速度快于积极反应^[25-26]。上述不一致的结果反映出几个问题:1.既然存在情感衰退偏差,为什么创伤经历不易遗忘? 2.情绪性未来事件经常涉及到远期未来(例如退休),之前的研究结果是否也适用于远期未来? 3.之前研究表明健康个体“记忆的未来”(remembered future)可能格外美好,但是对某些情感障碍患者(如抑郁、焦虑)EFT 的特点仍不得而知。4.对于 EFT 如何随时间发生变化以及情绪体验

模拟能否给予特别记忆所知甚少。

EFT 的年龄差异也备受关注。一些研究对年轻人和老年人回忆过去事件进行比较,发现老年人比年轻人产生的内部细节(情节性)少,外部细节(语义性)多^[27]。这为理解老年人回忆过去和想象未来提供了支持。最近的研究验证并扩展了上述研究^[28]。研究使用实验重组范式,并把想象未来和回忆过去进行比较,发现老年人比年轻人对想象的事件和回忆的事件生成更少的情节细节;未来事件比过去事件包含更多的外部细节,而对于过去事件和未来事件有一种内部细节增多的趋势。一种推测是,由于过去事件在时间方向上与个体在模拟情节细节时所使用的过去情节事件相同,因此在想象过去事件时比想象未来事件时更容易获取并包含额外的情节细节。未来研究需要确定这种机制的可行性。

总之,情节记忆和情节式未来思考之间存在密切关系。情节式未来思考研究关注情景记忆的作用,却忽略了记忆其他方面的影响。例如,内隐记忆对情节式未来思考的影响未得到系统检验。尽管个体过去的经历提供了思考未来建构的框架,但过去对未来的影响在多大程度上是受意识觉察的则需要进一步验证。

二 EFT 的神经机制

(一)想象未来是否具备专属脑区

虽然 EFT 和回忆过去存在密切关系,但也有研究发现 EFT 的脑区激活有别于回忆过去,可能与其他脑区有关。例如,Addis 等人发现,被试建构心理表征时,EFT 和记忆在海马前部出现不同的激活^[13,29-30]。这种差异可能与将不同事件细节与未来事件心理表征结合起来的额外过程有关。与回忆相比,被试想象新颖的未来事件时,前海马优先参与这一过程,表明该区域在整合新颖事件时具有重要作用^[29]。一个有趣的发现是,长期被认为在记忆中具有重要作用的内侧颞叶(MTL),在个体想象或模拟未来事件时也有类似的激活^[15]。因此,研究者对内侧颞叶(尤其是海马和海马旁回)在 EFT 中的作用进行了深入分析,确定了内侧颞叶(海马回和海马旁回)对 EFT 的作用^[6,31-34]。但也有不同的观点,一项研究表明,与事件模拟和回忆的其他形式相比,构建新颖具体未来事件的详细表征过程不同程度地涉及到右侧前海马^[31]。另一项研究则证明,内

侧颞叶受损的遗忘症患者想象未来事件的能力与控制组无差异,因此认为内侧颞叶对于未来思考也许不是必须的^[35]。总之,EFT的专属脑区研究尚无定论。

(二) 想象未来和回忆过去的脑区差异

虽然回忆过去和想象未来的神经基础存在相似性^[13,15],但二者属于不同的时间方向,在脑区激活上存在不对称性和差异。Suddendorf指出,情节记忆和EFT是可以分离的,因为未来具有不确定的固有特性^[36]。一些研究揭示了情节记忆和EFT脑区激活模式的差异,但结果很不一致。例如,Szpunar等人在被试想象个体身体动作激活的脑区中观察到与未来相关的脑区活动^[15],但未观察到与过去的相关激活。最近研究表明,构建未来事件比回忆过去事件更多地激活海马回^[31]。Addis等人在早期事件构建的很多区域观察到回忆过去和想象未来的差异,但在精致化阶段仅在颞中回存在差异^[13]。由于过去事件和未来事件在某些现象学特征上存在差异^[30,37],因此现象学特征差异可能是发现情节记忆和未来思考脑区激活模式差异的关键。总之,至今尚无研究对现象学特征进行最佳匹配,情节记忆和EFT之间脑区激活差异的具体模式还不清楚。

(三) 回忆过去和想象未来是否共享大脑系统

一般认为,回忆过去和想象未来共享大脑的某些结构,但在具体功能和表现上又有所不同。对该问题的研究主要关注以下主题。

第一,时间距离和事件具体性的影响。一项研究让被试根据线索构建过去或未来事件,发现过去和未来事件的精细化过程激活了共同神经网络^[13]。但是,该网络内的脑区对事件特征(如细节数量、时间距离等)出现了不同反应。Addis和Schacter认为,左海马对构成过去和未来事件的细节数量有反应,而左海马对未来事件细节的数量有不同的反应,过去事件距离现在越近右侧副海马回活动越强烈,而双侧海马激活与远距离未来事件有关,表明过去和未来事件的共同神经机制激活可能根据事件处于过去还是未来的远近而有所不同^[30]。EFT的脑区激活不仅受时间距离和细节数量的影响,最近的研究还发现了事件具体性效应,与过去事件和一般事件相比,构建未来事件和具体事件时右侧前海马有更多激活^[31]。这些结果表明,与其他形式的未来事件思考和回忆相比,构建新颖具体未来事件的

表征使右侧前海马表现出激活。但是,从未有研究把时间距离和事件具体性结合起来对EFT的脑区激活特征进行过验证。

第二,EFT脑区激活的年龄差异模式。回忆过去和想象未来在认知方面存在年龄差异,但其神经基础仍不清楚。脑成像研究探讨了老年人自传体记忆的神经基础。例如Viard等人证明老年人回忆过去事件时激活了与年轻人相同的一些核心网络,包括双侧海马区^[38]。最近,Viard等人发现,老年人在考虑未来事件时也激活这个网络,包括海马回;过去事件的情节特性与海马激活有关,未来事件的情节特性与额下回和侧颞区活动有关^[39]。Addis等人研究表明,老年人和年轻人在自传体任务中激活了类似的网络,但网络激活表现出某些重要的年龄差异;在事件构建阶段,老年人在支持情节细节的脑区比年轻人出现更少的激活,例如内侧颞叶和楔前叶;在后期阶段,老年人激活了支持自传体事件精细化的内侧和外侧颞叶,这可能反映了老年人在描述过去和未来时概念信息作用的增加^[40]。但是,未来研究需要把这些在自传体事件表征中与年龄相关的变化和神经活动变化直接联系起来。而且,由于老年人在评定未来事件时可能更为情绪性、更具有个人意义^{[30][41]505-525},因此老年人与年轻人在未来思考上可能还存在其他区分方式。

三 进一步研究方向

如前所述,回忆过去和想象未来依赖共同的认知过程,很多相同的脑区参与回忆过去和想象未来。EFT研究尽管取得重大进展,但仍存在一些问题需要深入探讨。

(一) 记忆在EFT中的作用

记忆的一个重要功能是通过想象的情节为预测未来提供基础,因此把过去经历的成分整合为新颖未来事件的能力是一种适应过程^[5]。一些研究为未来模拟的适应功能提供了证据^[42-43]。其中一个研究主题涉及到情绪事件模拟与记忆的联系。有研究认为,对未来的看法与乐观偏向(optimism bias)有关^{[44]62-87},来自fMRI的证据把该偏向与情绪脑区的活动降低相联系^[45]。这些发现与人们记忆消极、积极和中性未来事件模拟时的行为研究相吻合,与积极或中性模拟的细节相比,消极模拟的记忆效果更弱^[26,46]。另外,未来事件的重复模拟使事件更可能出现,重复模拟可能的未来事件之后,这些事件的

主观可行性会增加,但是该效应只针对积极和消极事件,中性事件无此效应^[26]。未来研究需要在情绪模拟神经机制的研究基础上检验这种认知偏向的神经机制。

情节记忆在 EFT 中具有重要作用,但语义记忆对想象未来也有潜在贡献^[47-49]。例如, Klein 等人检验了语义记忆在思考未来中的作用^[50]。这种联系也得到其他研究的支持:1. 语义记忆受损患者在形成具体未来情节的能力以及构建语义未来情节方面表现出受损^[51-52]; 2. 有些静默网络脑区在 EFT 和语义未来思考任务中受到了激活^[53]; 3. 一般个人知识或语义知识在健康个体构建未来事件时有助于情节细节的提取,这为解释未来事件构建提供了基础^[1,54]。一项研究指出,严重的遗忘症患者(K. C.)不能从个人过去经历中回忆具体情节,也不能想象未来的具体情节,遗忘症患者在未来决策时可能依据完整的语义记忆^[55]。因此,更全面地理解情节记忆和语义记忆过程对 EFT 的单独或交互影响是未来研究的一个重要方向。众所周知,基于语义记忆的未来思考严重依赖侧颞叶和前颞叶区^[13,31],这需要更多的直接检验。

(二) 海马回对 EFT 的作用

Addis 和 Schacter 指出,情节式未来事件模拟包括三个过程:一是获得用于模拟的情节记忆细节,二是这些细节必须重组并整合进时空背景,使模拟具有一致感,三是如果模拟影响未来行为,需要将其成功地编码进记忆中,这些过程在某种程度上依赖海马回^[56]。但是,一个悬而未决的问题是,海马回的不同亚区是否与具体的过程存在具体联系?由于后侧海马支持过去经历细节尤其是空间细节的提取,而前侧海马支持把提取的细节重组为一致性情节,因此两个脑区都支持成功编码。上述观点可以阐明海马回受损是否损害想象未来的能力^[35,57]。对海马回受损患者的未来研究需要采用更精致的实验设计,探讨细节获取、重组或模拟编码是否受到破坏,理解每种情况下受损脑区的具体模式是非常关键的,海马受损的性质和部位也至关重要,未来模拟构建和编码的不同受损情况也许取决于海马受损的性

质。

脑成像研究表明,海马回活动存在偏侧效应^[13],过去和未来事件共同的海马活动在左侧海马明显,但是未来>过去效应只在右侧海马明显。其他一些与未来思考相关的研究也报告了右侧优势^[31-32]。但仍有研究认为这些活动是双侧优势^[29]。有趣的是,仅仅右侧海马受损的患者在产生详细的未来模拟时出现困难^[9],表明右侧海马的确对未来模拟至关重要。未来研究需要确定右侧海马对未来情节模拟的具体贡献。例如,未来情节模拟和编码过程通过两种方式相联系:认知方面,越详细的模拟越能成功编码;神经方面,两个过程均涉及右前侧海马,因此很难将这些过程进行区分。一种有效的方式是检验细节重组和成功编码是否受具体海马亚区的调节。海马结构是一个包括多种不同脑区的回路,包括齿状回、三个海马角(CA1/CA2/CA3)区域和脑下脚。在海马回的输入结构(齿状回/CA2/CA3)和输出结构(脑下脚/CA1)之间存在功能性区分。具体而言,输入结构涉及到编码,输出结构更多涉及到绑定(binding)。把这些发现推论到未来模拟领域,未来模拟过程中的细节重组可能与 CA1 和脑下脚具有不同的联系,而成功编码与齿状回和 CA2/CA3 存在联系。最近的进展获得了海马回亚区结构高分辨率的图像,这无疑能促进研究不同海马回亚区的作用。

(三) EFT 与时间折扣

时间折扣(temporal discounting)理论认为,人们通常会根据奖赏之前的延迟程度降低未来奖赏的价值^[58]。Boyer 指出,基于过去经历模拟未来事件是一种重要的适应功能,允许个体以一种降低时间折扣从而产生较少冲动和更有远见的决策方式以表征未来奖赏的情绪内容^[59]。研究表明,当人们想象未来奖赏时表现出一种更喜欢带来长期收益的增强趋势^[60-61]。fMRI 扫描结果表明,情节模拟的时间折扣效应与奖赏加工所涉及的海马回和前额皮层有关^[60]。这些发现为检验易冲动人群(如物质成瘾)未来情节模拟的折扣效应及其神经机制提供了未来研究的基础。

参考文献:

- [1] D'ARSEMBEAU A, MATHY A. Tracking the construction of episodic future thoughts[J]. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2011, (2): 258-271.

- [2] ATANCE C M, O'NEILL D K. Episodic future thinking[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, (12):533-539.
- [3] SCHACTER D L, ADDIS D R, BUCKNER R L. Remembering the past to imagine the future: the prospective brain[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2007, (9):657-661.
- [4] SCHACTER D L, ADDIS D R, BUCKNER R L. Episodic simulation of future events: Concepts, data, and applications[J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2008, (1124):39-60.
- [5] SCHACTER D L, ADDIS D R. Constructive memory: The ghosts of past and future[J]. *Nature*, 2007, (7123):27.
- [6] SCHACTER D L, ADDIS D R. On the nature of medial temporal lobe contributions to the constructive simulation of future events [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences(B)*, 2009, (1251):1245-1253.
- [7] ATANCE C M, O'NEILL D K. The emergence of episodic future thinking in humans[J]. *Learning and Motivation*, 2005, (2):126-144.
- [8] SZPUNAR K K. Episodic future thought: An emerging concept[J]. *Perspectives on Psychological Science*, 2010, (5):142-162.
- [9] RACE E, KEANE M M, VERFAELLIE M. Medial temporal lobe damage causes deficits in episodic memory and episodic future thinking not attributable to deficits in narrative construction[J]. *The Journal of Neuroscience*, 2011, (28):10262-10269.
- [10] TULVING E. Précis of elements of episodic memory[J]. *Behavioral and Brain Sciences*, 1984, (2), 223-238.
- [11] RATHBONE C J, CONWAY M A, MOULIN C J. Remembering and imagining: the role of the self[J]. *Consciousness and Cognition*, 2011, (4):1175-1182.
- [12] The News Staff. Breakthrough of the year[J]. *Science*, 2007, (318):1848-1849.
- [13] ADDIS D R, WONG A T, SCHACTER D L. Remembering the past and imagining the future: Common and distinct neural substrates during event construction and elaboration[J]. *Neuropsychologia*, 2007, (7):1363-1377.
- [14] OKUDA J, FUJII T, OHTAKE H, et al. Thinking of the future and past: The roles of the frontal pole and the medial temporal lobes[J]. *Neuroimage*, 2003, (4):1369-1380.
- [15] SZPUNAR K K, WATSON J M, McDERMOTT K B. Neural substrates of envisioning the future[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, (2):642-647.
- [16] GRYSMAN A, PRABHAKAR J, ANGLIN, et al. The time travelling self: Comparing self and other in narratives of past and future events[J]. *Consciousness and Cognition*, 2013, (3):742-755.
- [17] SCHACTER D L, ADDIS D R. The cognitive neuroscience of constructive memory: remembering the past and imagining the future[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2007, (1481):773-786.
- [18] ANDERSON R J, DEWHURST S A. Remembering the past and imagining the future: Differences in event specificity of spontaneously generated thought[J]. *Memory*, 2009, (4):367-373.
- [19] D'ARSEMBEAU A, RENAUD O, VAN DER LINDEN M. Frequency, characteristics, and functions of future-oriented thoughts in daily life[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2011, (1):96-103.
- [20] TULVING E. Episodic memory: from mind to brain[J]. *Annual Review of Psychology*, 2002, (53):1-25.
- [21] BERNTSEN D, BOHN A. Remembering and forecasting: The relation[J]. *Memory & Cognition*, 2010, (3):265-278.
- [22] SUDDENDORF T, CORBALLIS M C. The evolution of foresight: What is mental time travel, and is it unique to humans? [J]. *Behavioral & Brain Sciences*, 2007, (3):299-313.
- [23] TULVING, E. Memory and consciousness[J]. *Canadian Psychology*, 1985, (1):1-12.
- [24] KENSINGER, E A. Remembering the details: Effects of emotion[J]. *Emotion Review*, 2009, (2):99-113.
- [25] MATHER M, SUTHERLAND M R. Arousal-biased competition in perception and memory[J]. *Perspectives on Psychological Science*, 2011, (2):114-133.
- [26] SZPUNAR K K, ADDIS D R, SCHACTER D L. Memory for emotional simulations: remembering a rosy future[J]. *Psychological Science*, 2012, (1):24-29.
- [27] ADDIS D R, WONG A T, SCHACTER D L. Age-related changes in the episodic simulation of future events[J]. *Psychological Science*, 2008, (1):33-41.
- [28] ADDIS D R, MUSICARO R, PAN L, et al. Episodic simulation of past and future events in older adults: Evidence from an experimental recombination task[J]. *Psychology and Aging*, 2010, (2):369-376.
- [29] ADDIS D R, PAN L, VU M A, et al. Constructive episodic simulation of the future and the past: Distinct subsystems of a core

- brain network mediate imagining and remembering[J]. *Neuropsychologia*, 2009, (11):2222-2238.
- [30] ADDIS D R, SCHACTER D L. Constructive episodic simulation: Temporal distance and detail of past and future events modulate hippocampal engagement[J]. *Hippocampus*, 2008, (2):227-237.
- [31] ADDIS D R, CHENG T, ROBERTS R P, et al. Hippocampal contributions to the episodic simulation of specific and general future events[J]. *Hippocampus*, 2011, (10):1045-1052.
- [32] MARTIN V C, SCHACTER D L, CORBALLIS M C, et al. A role for the hippocampus in encoding simulations of future events [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, (33):13858-13863.
- [33] SCHACTER D L, GAESSER B, ADDIS D R. Remembering the past and imagining the future in the elderly[J]. *Gerontology*, 2013, (2):143-151.
- [34] DE BRIGARD F. Is memory for remembering? Recollection as a form of episodic hypothetical thinking[J]. *Synthese*, 2014, (2), 155-185.
- [35] SQUIRE L R, VAN DER HORST A S, MCDUFF S G, et al. Role of the hippocampus in remembering the past and imagining the future[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010, (44):19044-19048.
- [36] SUDDENDORF T. Episodic memory versus episodic foresight: Similarities and differences[J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2010, (1):99-107.
- [37] D' ARGEMBEAU A, VAN DER LINDEN M. Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: in uence of valence and temporal distance[J]. *Consciousness and Cognition*, 2004, (4):844-858.
- [38] VIARD A, PIOLINO P, DESGRANGES B, et al. Hippocampal activation for autobiographical memories over the entire lifetime in healthy aged subjects: an fMRI study[J]. *Cerebral Cortex*, 2007, (10):2453-2467.
- [39] VIARD A, CHETELAT G, LEBRETON K, et al. Mental time travel into the past and the future in healthy aged adults: an fMRI study[J]. *Brain and cognition*, 2011, (1):1-9.
- [40] ADDIS D R, ROBERTS R P, SCHACTER D L. Age-related neural changes in autobiographical remembering and imagining[J]. *Neuropsychologia*, 2011, (13):3656-3669.
- [41] SCHACTER D L, GAESSER B, ADDIS D R. Age-related changes in the episodic simulation of past and future events[C]// BENJAMIN A S. *Successful Remembering and Successful Forgetting: A Festschrift in honor of Robert A. Bjork*. New York: Psychology Press, 2010.
- [42] SCHACTER D L. Adaptive constructive processes and the future of memory[J]. *American Psychologist*, 2012, (8):603-613.
- [43] SZPUNAR K K, ADDIS D R, MCLELLAND V C, et al. Memories of the future: new insights into the adaptive value of episodic memory[J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2013, (47):1-3.
- [44] SHAROT T. *The Optimism Bias: A Tour of the Irrationally Positive Brain* [M]. New York: Vintage Books, 2011.
- [45] SHAROT T, RICCARDI A M, RAIIO C M, et al. Neural mechanisms mediating optimism bias[J]. *Nature*, 2007, (7166):102-106.
- [46] GALLO D A, KORTHAUER L E, MCDONOUGH I M, et al. Age-related positivity effects and autobiographical memory detail: evidence from a past/future source memory task[J]. *Memory*, 2011, (6):641-652.
- [47] SCHACTER D L, ADDIS D R, HASSABIS D, et al. The future of memory: remembering, imagining, and the brain[J]. *Neuron*, 2012, (4):677-694.
- [48] KLEIN S B. The complex act of projecting oneself into the future[J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2013, (1):63-79.
- [49] MARTIN-ORDAS G, ATANCE C M, LOUW A. The role of episodic and semantic memory in episodic foresight[J]. *Learning and Motivation*, 2012, (4):209-219.
- [50] KLEIN S B, LOFTUS J, KIHLESTROM J F. Memory and temporal experience: The effects of episodic memory loss on an amnesic patient's ability to remember the past and imagine the future[J]. *Social Cognition*, 2002, (5):353-379.
- [51] BINDER J R, DESAI R H. The neurobiology of semantic memory[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2011, (11):527-536.
- [52] DUVAL C, DESGRANGES B, DE LA SAYETTE V, et al. What happens to personal identity when semantic knowledge degrades? A study of the self and autobiographical memory in semantic dementia[J]. *Neuropsychologia*, 2012, (2):254-265.
- [53] ABRAHAM A, SCHUBOTZ R I, VON CRAMON D Y. Thinking about the future versus the past in personal and non-personal

- contexts[J]. *Brain Research*, 2008, (1233):106-119.
- [54] D'ARSEMBEAU A, DEMBLON J. On the representational systems underlying prospection: evidence from the event-cuing paradigm[J]. *Cognition*, 2012, (2):160-167.
- [55] KWAN D, CRAVER C F, GREEN L, et al. Future decision-making without episodic mental time travel[J]. *Hippocampus*, 2012, (6):1215-1219.
- [56] ADDIS D R, SCHACTER D L. The hippocampus and imagining the future: Where do we stand? [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2012, (5):173.
- [57] MAGUIRE E A, HASSABIS D. Role of the hippocampus in imagination and future thinking[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, (11):E39.
- [58] GREEN L, MYERSON J. A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards[J]. *Psychological Bulletin*, 2004, (5):769-792.
- [59] BOYER P. Evolutionary economics of mental time travel[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2008, (6):219-224.
- [60] BENOIT R G, GILBERT S J, BURGESS P W. A neural mechanism mediating the impact of episodic prospection on farsighted decisions[J]. *Journal of Neuroscience*, 2011, (18):6771-6779.
- [61] MITCHELL J P, SCHIRMER J, AMES D L, et al. Medial prefrontal cortex predicts intertemporal choice[J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2011, (4):857-866.

The Cognitive and Neural Machinery of Episodic Future Thinking

LYU Hou-chao

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

Abstract: Episodic future thinking is a projection of the self into the future to pre-experience an event. Remembering the past and imagining the future both relies heavily on the common cognitive process and encephalic zone. Cognitive mechanism focuses on how to construct episodic future thinking, how to relate remembering the past to imagine the future, and cognitive differences on phenomenological features. Neural mechanism primarily explores whether specific brain system supports episodic future thinking, neural differences on remembering the past and imagining the future, and whether remembering the past and imagining the future share the common brain system. The future directions should highlight the role of memory, aging and hippocampus on episodic future thinking, and the relationship between episodic future thinking and temporal discounting.

Key words: episodic future thinking; remembering the past; imagining the future; simulation of future event; cognitive and neural mechanism

[责任编辑:罗银科]