

知觉性错误记忆及其老化机制

欧阳婷婷 熊金丽

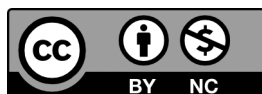
湖北大学教育学院心理学系，武汉

摘要 | 老年人随着增龄，情节记忆下降，错误记忆增加。新项目感觉特征与已学项目相似时，老年人更容易错误再认，形成知觉性错误记忆。这可能与老年人内侧颞叶、前额叶等脑区活动变化相关，以及其基于要义和回想—拒绝加工等认知过程变化相关。通过追溯知觉性错误记忆老化的理论解释，本文强调感觉再激活假说与表征—等级模型等理论发展的连续性与区别性。未来研究可从神经去分化、感觉表征和检索监控过程等方面深入探讨知觉性错误记忆的老化机制。

关键词 | 知觉性错误记忆；知觉干扰；记忆辨别；老化机制

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

在健康老龄化过程中，情景记忆有些方面的衰退更显著：老年人对言语信息的即时和延迟自由回忆减少，而其再认记忆却相对保持不变（Fraundorf et al., 2019）——将已学项目正确再认为“旧的”，以及将新的但感觉或物理特征上与已学项目不同的诱饵再认为“新的”的能力并未受到影响（Yassa and Stark, 2011）。然而，老年人却更容易错误再认在感觉或物理特征上与已学项目相似的诱饵（下文简称为“相似诱饵”），即知觉性错误再认率显著增加（Stark et al., 2019）。知觉性错误记忆（Perceptual False Memory）是指再认测试中因诱饵与已学目标项目在知觉（如视觉、语音）上具有相似性而产生的虚报（Garoff-Eaton et al., 2007），同时它也是老年人情景记忆衰退的重要特征之一（Ngo et al., 2019; Trelle et al., 2017）。测量知觉性错误记忆的典型范式是分类图片范式（Categorized Picture Paradigm）及其变体——记忆相似性任务（Mnemonic Similarity Task）。在这两种任务范式中，被试在学习阶段判断项目图片的愉悦度或判断项目出现在“室内”还是“室外”，然后进行一项意想不到的再认测试，即对已学目标项目、相似诱饵和新异的无关项目进行辨别。两种范式的不同之处主要在于，分类图片范式

基金项目：湖北省大学生创新创业训练计划（S202110512043）。

通讯作者：熊金丽，湖北大学心理学系硕士生，研究方向：老年心理学，E-mail: yu_yongyong@163.com。

文章引用：欧阳婷婷，熊金丽. 知觉性错误记忆及其老化机制[J]. 中国心理学前沿, 2022, 4(7): 840–851.

<https://doi.org/10.35534/pc.0407102>

(Koutstaal et al., 2003; Pidgeon and Morcom, 2014) 要求学习阶段呈现的项目中, 有些类别下的项目较多, 而另一些类别下的项目则较少, 且只使用“新/旧”反应, 而记忆相似性任务 (Stark et al., 2019) 在此基础上还要求被试判断诱饵是否与已学目标项目“相似”。“相似”反应选项可以减少基于要义的错误再认, 并对行为的模式分离提出了更高的要求。相对于分类图片范式中直接通过诱饵 (或知觉性) 错误再认率来测量知觉性错误记忆 (Koutstaal et al., 2003; Pidgeon and Morcom, 2014), 记忆相似性任务一般使用诱饵辨别指数 (Lure Discrimination Index) 间接反映知觉性错误记忆 (Stark et al., 2019)。诱饵辨别指数指将诱饵正确判断为“相似”与将新项目错误判断为“相似”的比率差值。该指数得分越低, 表示知觉错误再认率越高, 且对海马齿状回/CA3 区激活的变化比较敏感。

诱饵辨别指数能够成功鉴别与健康老龄化、老年痴呆症等相关的海马功能障碍, 对于追踪疾病进展、确定药物和非药物治疗的有效性至关重要 (Stark et al., 2019)。最近, 特雷勒 (Trelle, 2021) 等人发现, 在预测临床前 AD (alzheimer's disease, AD) 脑脊液生物标志物变化方面, 知觉性错误记忆测验优于标准化延迟回忆测验, 并有望成为临床前 AD 诊断的认知筛查工具。因此, 老年人知觉性错误记忆增加或诱饵辨别指数下降可有效预测 MCI (mild cognitive impairment, MCI) 和临床前 AD。鉴于此, 本文旨在探讨知觉干扰 (感觉或物理特征相似性) 对记忆辨别影响的年龄差异, 以及相应的认知神经机制和理论解释, 以期服务于促进健康老龄化的国家重大需求。

2 知觉性错误记忆的老化现象

与年轻人相比, 老年人的错误再认率显著增加 (Fraundorf et al., 2019)。在分类图片范式中, 当相似诱饵与目标项目属于同一语义类别或概念范畴 (即语义上相似) 时, 老年人错误再认率显著增加, 高达 60%~70%; 而年轻人的错误再认率仅为 25%~30% (Koutstaal and Schacter, 1997)。由于诱饵在语义上和感觉特征上都与目标项目具有相似性, 语义相似性和感觉特征相似性都可能会对老年人的错误记忆产生影响, 那么老年人错误再认率增加与此二者的关系具体是怎样的呢?

当诱饵与目标项目在语义或感觉特征上相似时, 老年人和年轻人的错误再认表现显著不同 (Koutstaal et al., 2003; Pidgeon and Morcom, 2014)。例如, 库特塔尔 (Koutstaal) 等人 (2003) 使用分类图片范式发现, 与年轻人相比, 当目标项目与诱饵在感觉特征和语义上都相似 (即为“具体”视觉刺激) 时, 老年人的错误再认率显著增加; 但是, 当目标项目与诱饵只存在感觉特征相似性 (即为“抽象”视觉刺激, 不存在语义相似性) 时, 老年人错误再认率并未显著增加。这表明, 语义相似性能够增加老年人的错误记忆。皮金和莫科姆 (Pidgeon and Morcom, 2014) 的研究不仅重复了库特塔尔等人 (2003) 的研究结果, 同时还指出当学习阶段呈现多个视觉上相似的“抽象”形状时, 老年人的错误再认率显著升高。以上研究表明, 语义相似性和感觉特征相似性均可增加老年人的错误再认率。最近, 布瓦尔等人 (2019) 使用感觉特征上相似且实验前暴露程度不同的 4 种类别 (直立脸、倒脸、椅子、房子) 的图像刺激来测量老年人和年轻人的基本视觉能力和错误再认记忆, 却发现排除语义相似性的影响之后, 感觉特征相似性仍与老年人错误再认率增加显著相关。因而, 在分类图片范式下, 虽然语义相似性与感觉特征相似性均可对错误再认记忆的年龄差异产生影响, 但是排除语义相似性的影响之后, 相对于年轻人, 感觉特征相似性仍能够显著增加老年人的错误再认率, 即存在知觉性错误记忆的老化现象。

与此相反,记忆相似性任务范式的研究结果则直接表明,诱饵辨别能力缺陷是认知老化的标志之一。一方面,与年轻人相比,老年人在该任务中的诱饵辨别指数得分显著低于年轻人(Yassa et al., 2011);另一方面,斯塔尔克等人(2013)首次测试了记忆相似性任务对诊断为aMCI个体认知障碍的敏感性,并发现与认知健康的老年人相比,被诊断为aMCI和轻度AD个体的诱饵辨别指数得分明显较低(Ally et al., 2013; Stark et al., 2013);同时,诱饵辨别指数还有助于检测临床前AD患者大脑早期变化(Berron et al., 2019)。此研究表明,诱饵辨别能力下降是老年人错误记忆增加的重要因素。

此外,研究表明老年人知觉性错误记忆有显著的个体差异,提示诱饵辨别能力或可作为一种疾病筛查指标,广泛应用于临床研究。例如,戴维森等人(2018)控制个体视觉感知差异后发现,认知健康老年人的诱饵辨别能力和情景记忆表现不再相关(Davidson et al., 2018)。布瓦尔等人(2019)还提出,视觉能力的下降使老年人更容易错误再认在感觉特征上相似的诱饵。这些研究表明,老年人知觉性错误记忆增加可能与更一般的认知功能缺陷有关,而非仅与依赖海马功能的记忆衰退相关。最近,盖勒森等人(2021)和皮西蒂亚等人(2020)的研究结果亦支持这一推论:前者发现执行功能和相似诱饵知觉辨认上的个体差异会显著增加老年人的知觉性错误记忆;后者则提示老年人在记忆相似性任务中的诱饵辨别指数得分,既与MoCA总分相关,亦与不包括记忆测验的MoCA评分相关,但却与MoCA记忆测验本身无关。简言之,老年人知觉性错误记忆在除记忆之外的多个认知领域有个体差异,因此诱饵辨别能力或许可广泛应用于筛查随增龄而出现的认知衰退,以及与海马功能无关的临床疾病。

3 知觉性错误记忆的老化机制

3.1 知觉性错误记忆老化的认知机制

知觉性错误记忆老化可能同时受到语义相似性与感觉特征相似性的影响,但是在缺乏具体项目细节的情况下,老年人知觉性错误记忆主要受到语义相似性的影响,表现为依赖基于要义的加工过程(Grieder et al., 2012; Koutstaal et al., 2003; Paige et al., 2016)。除此之外,特雷勒等人(2017)的研究还表明,年轻人对相似诱饵的辨别依赖于回想—拒绝策略的使用,而老年人由于受控检索和监控加工过程受损,在使用这一策略的过程中有缺陷。下文将从要义加工和回想—拒绝过程两方面来阐述知觉性错误记忆老化的认知机制。

3.1.1 基于要义的加工过程

如果老年人之前加工过属于同一类别的一系列项目,那么他们在加工这一类别其他项目时更有可能发生错误再认。例如,老年人遇见过几只狗之后,看见一只不同的狗时,他们会错误地认为自己之前遇见过这只狗(Koutstaal and Schacter, 1997)。在编码过程中,与感觉特征信息相比,老年人比年轻人更有可能优先关注语义类别信息,从而降低再认提取时感觉细节的有效性,并增加对语义类别信息的依赖(Koutstaal et al., 2003)。研究(Grieder et al., 2012; Koutstaal and Schacter, 1997)表明,这可能与语义类别信息能够被自动加工或更容易被加工有关。神经影像研究(Bowman and Dennis, 2015)表明,老年人错误再认记忆与外侧颞中回和颞上回的激活相关(Davis et al., 2008),且这些区域支持基于要义的加工过程(Simons et al., 2005)。简言之,就知觉性错误记忆的老化而言,外侧颞叶皮层不仅代表语义

要点信息,而且可能代表基于要义的加工过程,因而老年人对要义记忆的依赖可能是老年人知觉性错误记忆增加的关键因素。

3.1.2 回想—拒绝策略使用缺陷

再认阶段新项目触发目标项目的回想,当新旧项目之间特征不匹配且诱饵被正确拒绝时,回想—拒绝(Recall-to-reject)过程就发生了(Bowman and Dennis, 2016)。这一过程对于拒绝或区分相似诱饵特别重要。神经影像学主要将回想—拒绝策略视为一种检索后监控过程(Bowman and Dennis, 2016),即评估能否根据提取到的细节信息拒绝相似诱饵,从而达到抑制错误记忆的目的(Gallo, 2004)。研究表明,前额叶(特别是背外侧前额叶)的活动的增强有助于成功拒绝相似诱饵,并可作为回想—拒绝加工过程的指标(Gallo et al., 2010)。

相对于年轻人,老年人不能有效使用回想—拒绝策略辨别相似诱饵(Trelle et al., 2017; Trelle et al., 2019)。例如,特雷勒等人(2019)使用成对关联再认记忆范式检测被试对具有重叠特征事件的辨别能力时发现,老年人正确拒绝的成绩显著差于年轻人,且表现为背外侧前额叶激活的减少。更重要的是,只有年轻人在正确拒绝过程中表现出了海马和腹外侧前额叶之间的耦合。这一结果与鲍曼和丹尼斯(2016)的研究达成一致,提示这种耦合可能与回想—拒绝加工过程中的目标导向检索和目标细节选择有关。简言之,老年人由于受控检索和监控加工过程受损,在辨别相似诱饵时不能有效使用回想—拒绝策略,从而导致知觉性错误记忆增加。

3.2 知觉性错误记忆老化的神经机制

斯塔尔克等人(2013)发现,对相似诱饵的辨别依赖于海马的模式分离(Pattern Separation)。海马模式分离是指将具有重叠特征的输入组织成不重叠和不同的表征以便在记忆中进行存储和提取,从而使人们能够对相似诱饵进行区分(Yassa and Stark, 2011),且这一加工过程依赖于海马体内的齿状回(Stark et al., 2019)。贝蒂奥等人(2017)的研究进一步表明,海马的结构和功能最易受到老化的影响,且其随增龄而发生的变化与认知功能(学习和记忆)衰退有关。雷格等人(2018)和贝龙等人(2019)先后发现,相对于年轻人,认知健康老年人海马齿状回和CA3(DG/CA3)异常活跃,而前外侧内嗅皮层的活动则有所减弱,且均与知觉性错误记忆增加相关,并揭示DG/CA3-aIEC失衡是一种新的年龄相关记忆衰退的生物标志物。除此之外,老年人知觉性错误记忆增加亦与海马的白质传入神经(如穹窿)完整性的降低(Bennett et al., 2015),大脑边缘皮层的活动变化(Berron et al., 2018)及内侧颞叶中各区域间相互关系的变化(Reagh et al., 2018)有关。

与上述以人为被试的研究不同的是,虽然动物模型已经表明,边缘皮层对于消除相似诱饵的“熟悉性”至关重要,但海马活动与记忆辨别之间并不一定存在因果关系。例如,在啮齿动物的记忆相似性任务中,扰乱海马活动只会导致新项目的错误再认率增加,却不会影响对相似诱饵的辨别(Johnson et al., 2018)。另外,值得注意的是,最近的研究表明记忆辨别亦可能与海马外皮层的模式分离有关。例如,皮金和莫科姆(2016)发现,记忆辨别与左侧枕叶和外侧下额叶的模式分离活动有关,而具体到诱饵辨别却并未发现这样的关系。与之不同,纳什等人(2021)使用高分辨率的全脑研究发现:除海马以外,其他皮层如背内侧前额叶,楔前叶、角回、颞叶中回等的模式分离亦有助于记忆辨别,而背内侧前额叶

对于辨别相似诱饵则尤为重要。这些研究表明,老年人记忆辨别力下降可能与海马模式分离功能衰退有关,而诱饵辨别能力与海马外皮层模式分离之间的关系尚不明确,因而有待进一步探究。

此外,有关前额叶与诱饵辨别的研究表明,一方面,诱饵辨别会加强评估和监控过程,并引起内侧前额叶神经活动的增加(Atkins and Reuter-Lorenz, 2011);另一方面,内侧前额叶与边缘皮层相互连接,且该区域的神经元放电能够协调外侧内嗅皮层和边缘皮层之间的通信,调节海马活动(Jayachandran et al., 2019),并进一步影响诱饵辨别过程(Johnson et al., 2021; Nash et al., 2021)。这表明,内侧前额叶活动亦与记忆辨别有关。

然而,前额叶在衰老过程中特别容易出现功能障碍(Johnson et al., 2021)。例如,丹尼斯和特尼(2018)使用分类图片范式研究人脸的知觉性错误记忆发现,错误再认率最高的老年人,其内侧前额叶活动亦显著增强。虽然有研究指出老年人前额叶过度激活反映了老化的一种补偿机制(Davis et al., 2008),但采用多变量分析方法的研究则表明,这种过度激活可能与前额叶神经活动效率或特异性的降低有关(Morcom and Henson, 2018)。前额叶活动的增加可能反映了老年人的大脑为维持年轻人般的功能或认知表现而付出的额外努力(Nyberg et al., 2014)。因此,有关前额叶过度激活在知觉性错误记忆老化中的作用仍有待进一步的研究。

4 知觉性错误记忆老化的理论解释

实验室研究一般通过在学习阶段呈现多个知觉上相似的项目或在再认提取阶段呈现相似诱饵来诱发错误记忆(Koutstaal et al., 2003)。学习中的感觉特征相似性或新旧项目信息的重叠意味着对目标项目细节信息的记忆必须具有高度的特异性。因此,记忆表征特异性的年龄差异可能是老年人知觉性错误记忆增加的一个重要因素。然而,另有研究表明,项目细节信息在初级视觉皮层的感知表征支持其在海马等区域记忆表征的特异性,并有助于记忆辨别(Bowman et al., 2019; Deng et al., 2021),而知觉辨认也依赖于感知表征(Gellersen et al., 2020; Trelle et al., 2017)。那么,记忆辨别与知觉辨认的关系如何呢?老化对二者的影响如何呢?是否有不同呢?鉴于此,本文从知觉辨认与记忆辨别之间的关系出发,基于感觉再激活假说和表征—等级模型,试图阐明老年人消除知觉干扰的加工过程,以期系统性地认识知觉性错误记忆的形成过程及其老化机制。

4.1 感觉再激活假说:基于感觉表征

感觉再激活假说(Stark et al., 2010)认为,真实记忆与更多的感知觉细节提取有关。由于目标刺激在学习阶段呈现过,因而再认测试时参与其初始编码的感觉区域会被重新激活。早期视觉处理区域(即BA17, 18)的活动能够区分真假记忆,而晚期视觉皮层(BA19, 37)在真假记忆中均被激活(Slotnick and Schacter, 2004)。斯洛尼克和沙赫特(2004, 2006)认为,虽然早期和晚期视觉皮层活动都与项目感知和再认有关,但前者与感觉特征的重现和重复启动效应有关,反映了无意识处理过程和内隐记忆;而后者与项目身份和意义的提取有关,反映了有意识处理过程和外显记忆,并提示早晚期视觉皮层存在加工过程的功能—解剖分离。根据感觉再激活假说,虽然相似诱饵在学习阶段并未出现过,但是它与已学项目在感觉特征上相似,因而也能引起重复启动效应。这一推测亦得到神经影像学研究的支

尼克和沙赫特(2006)发现相似诱饵引起的重复效应与右侧枕中回(BA18, 19)活动的增强有关。

最近, 鲍曼等人(2019)使用典型的分类图片范式, 并对语义类别与更高级别的语义主旨进行区分后发现, 包括早期视觉皮层在内的枕中线皮层信号只能区分属于同一语义类别的已学项目和相似诱饵, 却不能对语义主旨诱饵进行区分, 支持感觉再激活假说。然而, 另有研究(Wing et al., 2020; Gutchess and Schacter, 2012)指出, 无论语义类别表征水平(即语义相似性程度)如何, 真实记忆都会诱发视觉皮层活动的增强, 但是随着语义类别表征水平的增强, 知觉错误再认还与海马模式分离有关。这些研究之所以得出不一致结论, 可能与编码阶段语义类别表征水平的强弱有关, 提示当知觉性错误记忆涉及较强的语义类别表征水平或语义主旨时(Gutchess and Schacter, 2012; Wing et al., 2020; Paige et al., 2016; Bowman et al., 2019), 感觉再激活假说不再适用。

虽然再认记忆中老年人视觉皮层的激活程度有所降低(Davis et al., 2008), 但根据感觉再激活假说, 早期视觉皮层的神经信号与无意识加工过程有关, 不容易受老化影响(Slotnick and Schacter, 2006; Stuart et al., 2006)。例如, 鲍曼等人(2019)发现老年人早期视觉皮层信号可区分目标和相似诱饵, 支持了这一推论。然而也有研究发现不一致结果: 相对于年轻人, 老年人并未能利用早期视觉皮层区分相似诱饵(Bowman and Dennis, 2015)。更重要的是, 德加拉等人(2013)发现, 再认测验时早晚期视觉皮层活动并不存在无意识与有意识加工过程的功能分离, 早期视觉皮层区域亦可参与有意识加工。因此, 感觉再激活假说亦不能解释知觉性错误记忆的老化现象。这表明, 研究者用感觉再激活假说解释知觉性错误记忆老化方面, 也未能达成一致意见。

4.2 表征—等级模型: 基于等级表征连续体

沿着感觉表征与记忆辨别之间的关系这一研究脉络, 后续学者又提出了表征—等级模型(Cowell et al., 2006)。该模型假设腹侧视觉通路包含一个以内侧颞叶为终点的分级组织的表征系统。在通路起始处, 即视觉皮层中, 视觉刺激的简单特征(例如, 颜色、方向)被单独表征, 接着这些特征被结合在一起, 并在该通路的前部区域——内侧颞叶中被整合成复杂的连续体。内侧颞叶包含项目、场景和情景事件等整个刺激的联结表征。当认知任务需要区分相似诱饵时, 需要联结表征来消除熟悉性(Cowell et al., 2006)。这一推测在记忆测试任务(Mc Tighe et al., 2010)和知觉辨认任务(Barense et al., 2012)中得到了证实, 表明内侧颞叶在认知加工中的作用由表征内容决定, 而非特定认知过程的专门化或脑区模块化加工。

表征—等级模型尝试解释错误记忆老化中“特征水平干扰”的影响(Wilson et al., 2018), 并提示它是一种知觉干扰。该模型认为, 知觉干扰, 即目标项目的感觉特征在学习阶段重复出现, 目标项目和干扰项目之间的感觉相似性和语义相似性共同构成知觉干扰, 并指出, 再认已学目标项目并将其与相似诱饵区分开来依赖于联结表征(Cowell et al., 2006)。当联结表征受到老化损害时, 知觉干扰可能会影响老年人的诱饵辨别(Mc Tighe et al., 2010)。这些推测亦符合前人研究结论(Gutchess and Schacter, 2012; Wing et al., 2020), 即高水平的语义相似性(知觉干扰)不仅会增加知觉性错误记忆, 还会促使感觉皮层活动和海马活动模式发生相互作用(Gutchess and Schacter, 2012; Wing et al., 2020), 而后者则涉及内侧颞叶中的联结表征。相对于感觉再激活假说, 表征—等级模型并没有试图将认知过程映射到

大脑的解剖模块上,而是认为典型记忆任务本质上测试,腹侧视觉通路中等级表征连续体相反两端的的信息。记忆辨别经常需要消除相似项目的熟悉性(Cowell et al., 2010),当仅凭知觉辨认不足以完成记忆辨别时,内侧颞叶中的联结表征将会发挥作用(Cowell et al., 2010)。并且另有研究表明,通过操作刺激的复杂性和特征重叠程度,内侧颞叶也会参与知觉辨认过程(Lee et al., 2008)。这些研究表明,大脑区域的功能取决于它们包含什么表征,其中较低级别表征的“熟悉性”的消除依赖于较高级别的联合表征。腹侧视觉流中的区域分离可以解释为完成任务对联结表征需要与否,而不是选择性地支持记忆辨别或知觉辨认等其他认知过程的皮层系统之间的分离(Cowell et al., 2010)。

相反,感觉再激活假说试图解释区分真假记忆的认知神经机制,却发现没有任何神经信号或脑区激活模式能够证明存在一个可靠的真实记忆或错误记忆的神经标记(Dennis et al., 2015)。并且,根据认知理论,痕迹复现是情景提取的必要条件,并不是充分条件(Waldhauser et al., 2016)。此外,由于感觉的重新激活也可能与知觉辨认有关,仅早期视觉皮层的神经信号即可区分相似诱饵(Slotnick and Schacter, 2004, 2006),类似于感觉皮层的物理特征表征支持简单知觉辨认任务(Resulaj et al., 2018),而该假说并未对此二者进行区分和比较,也未涉及相应的认知过程及神经机制。因此,感觉再激活假说能更好地解释真实记忆,却并不能解释知觉性错误记忆及其老化,而表征一等级模型则可以弥补这一不足。

5 小结与展望

综上所述,知觉性错误记忆现象随增龄而增加。认知老化的复杂性和异质性提示知觉性错误记忆老化可能跟编码和提取过程中内侧颞叶和前额叶神经活动的变化有关,亦与老年人过度依赖基于要义的加工过程和回想—拒绝加工过程受损有关。值得注意的是,健康老龄化过程中老年人知觉性错误记忆在多个认知领域有个体差异。老年人知觉性错误记忆增加除了可有效预测MCI和临床前AD外,或许还可以作为一种疾病筛查指标,广泛应用于临床研究。此外,随着记忆理论研究的发展,从知觉辨认与记忆辨别的关系出发,基于以人和动物为被试进行的各种形式记忆相似性任务研究,将更有助于推动知觉性错误记忆及其老化机制的研究。最后,本综述阐明了老年人知觉性错误记忆增加的认知和神经基础,不仅有助于理解记忆老化的典型特点,还有助于理解知觉干扰在整个生命周期中对记忆的不同影响,以及错误记忆在这个加工过程中的形成方式。

不过,该领域仍有一些问题需要继续探讨。

首先,老年人记忆细节的减少和记忆内容特异性的降低也反映在神经激活特异性的年龄差异上,也就是所谓的神经去分化(Bowman et al., 2019; Koen et al., 2020)。例如,帕克等人(2004)的研究发现,年轻人对语义类别信息(如面孔或房屋)的处理是由类别选择性区域(分别为梭形脸部区域和海马旁位置区域)支持的,但老年人表现出这种神经选择性的降低。然而,Deng等人(2021)表明,前颞叶中语义类别表征质量的提高有助于老年人保留基于语义的加工过程。这不仅有助于知觉辨认,也有助于记忆辨别。因此,未来的研究可关注在诱饵辨别中老年人神经去分化与基于要义的加工过程有无相互作用?如有,其具体机制如何?

其次,评估相似诱饵时,随着检索难度的增加,对检索监控过程的要求亦增加,老年人可能存在缺

陷 (Pidgeon and Morcom, 2014; Trelle et al., 2019)。因此, 不能排除知觉性错误记忆老化是由诱饵辨别所需加工过程的组合的缺陷所致, 例如, 特雷勒等人 (2017) 发现, 感觉表征的复现与检索监控过程组合的下降均与老年人诱饵辨别能力下降有关。未来研究应该关注这些过程在知觉性错误记忆老化中相互作用的机制。

最后, 虽有研究表明老年人知觉表征中存在语义类别表征与感觉表征的分离 (Deng et al., 2021), 但两者之间是否有交互作用却并未明确。例如, 博恩等人 (2020) 使用特定特征信息连通性 (FSIC) 这一多体系分析方法发现, 当诱饵和目标项目属于同一语义类别时, 只有低水平特征的重新激活才与再认准确率有关。该方法可以鉴别特定特征的重新激活, 同时兼顾皮层间相关性, 并保持对弱表征特征的敏感度。未来研究可在分类图片范式或 DRM 范式中采用更高效的分析方法如 FSIC, 探索老年人感觉表征与语义类别表征之间的关系, 以明确知觉性错误记忆老化中二者的作用机制。

参考文献

- [1] Ally B A, Hussey E P, Ko P C, et al. Pattern separation and pattern completion in Alzheimer's disease: evidence of rapid forgetting in amnesic mild cognitive impairment [J]. *Hippocampus*, 2013, 23 (12): 1246–1258.
- [2] Atkins A S, Reuter-Lorenz P A. Neural mechanisms of semantic interference and false recognition in short-term memory [J]. *Neuroimage*, 2011, 56 (3): 1726–1734.
- [3] Barense M D, Ngo J K, Hung L H, et al. Interactions of memory and perception in amnesia: the figure-ground perspective [J]. *Cerebral Cortex*, 2012, 22 (11): 2680–2691.
- [4] Bennett I J, Huffman D J, Stark C E. Limbic Tract Integrity Contributes to Pattern Separation Performance Across the Lifespan [J]. *Cerebral Cortex*, 2015, 25 (9): 2988–2999.
- [5] Berron D, Cardenas-Blanco A, Bittner D, et al. Higher CSF Tau Levels Are Related to Hippocampal Hyperactivity and Object Mnemonic Discrimination in Older Adults [J]. *The Journal of Neuroscience*, 2019, 39 (44): 8788–8797.
- [6] Berron D, Neumann K, Maass A, et al. Age-related functional changes in domain-specific medial temporal lobe pathways [J]. *Neurobiology of Aging*, 2018 (65): 86–97.
- [7] Bettio L E B, Rajendran L, Gil-Mohapel J. The effects of aging in the hippocampus and cognitive decline [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2017 (79): 66–86.
- [8] Bone M B, Ahmad F, Buchsbaum B R. Feature-specific neural reactivation during episodic memory [J]. *Nature Communications*, 2020, 11 (1): 1945.
- [9] Boutet I, Dawod K, Chiasson F, et al. Perceptual Similarity Can Drive Age-Related Elevation of False Recognition [J]. *Frontiers in Psychology*, 2019 (10): 743.
- [10] Bowman C R, Chamberlain J D, Dennis N A. Sensory Representations Supporting Memory Specificity: Age Effects on Behavioral and Neural Discriminability [J]. *The Journal of Neuroscience*, 2019, 39 (12): 2265–2275.
- [11] Bowman C R, Dennis N A. Age differences in the neural correlates of novelty processing: The effects of item-relatedness [J]. *Brain Research*, 2015 (1612): 2–15.
- [12] Bowman C R, Dennis N A. The Neural Basis of Recollection Rejection: Increases in Hippocampal-Prefrontal

- Connectivity in the Absence of a Shared Recall-to-Reject and Target Recollection Network [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2016, 28 (8) : 1194–1209.
- [13] Cowell R A, Bussey T J, Saksida L M. Why does brain damage impair memory? A connectionist model of object recognition memory in perirhinal cortex [J]. *The Journal of Neuroscience*, 2006, 26 (47) : 12186–12197.
- [14] Cowell R A, Bussey T J, Saksida L M. Functional dissociations within the ventral object processing pathway: cognitive modules or a hierarchical continuum [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2010, 22 (11) : 2460–2479.
- [15] Davidson P S R, Vidjen P, Trincao-Batra S, et al. Older Adults' Lure Discrimination Difficulties on the Mnemonic Similarity Task Are Significantly Correlated With Their Visual Perception [J]. *The Journals of Gerontology: Series B*, 2018, 74 (8) : 1298–1307.
- [16] Davis S W, Dennis N A, Daselaar S M, et al. Que PASA? The posterior–anterior shift in aging [J]. *Cerebral Cortex*, 2008, 18 (5) : 1201–1209.
- [17] Deng L, Davis S W, Monge Z A, et al. Age-related dedifferentiation and hyper differentiation of perceptual and mnemonic representations [J]. *Neurobiology of Aging*, 2021 (106) : 55–67.
- [18] Dennis N A, Bowman C R, Turney I C. Functional Neuroimaging of False Memories [M] // D R Addis M Barense, A Duarte. *The Wiley Handbook on the Cognitive Neuroscience of Memory*, 2015: 150–171.
- [19] Dennis N A, Turney I C. The influence of perceptual similarity and individual differences on false memories in aging [J]. *Neurobiol Aging*, 2018 (62) : 221–230.
- [20] Fraundorf S H, Hourihan K L, Peters R A, et al. Aging and recognition memory: A meta-analysis [J]. *Psychological Bulletin*, 2019, 145 (4) : 339–371.
- [21] Gallo D A. Using recall to reduce false recognition: diagnostic and disqualifying monitoring [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2004, 30 (1) : 120–128.
- [22] Gallo D A, Mc Donough I M, Scimeca J. Dissociating source memory decisions in the prefrontal cortex: fMRI of diagnostic and disqualifying monitoring [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2010, 22 (5) : 955–969.
- [23] Garoff-Eaton R J, Kensinger E A, Schacter D L. The neural correlates of conceptual and perceptual false recognition [J]. *Learn Mem*, 2007, 14 (10) : 684–692.
- [24] Gellersen H M, Trelle A N, Henson R N, et al. Executive function and high ambiguity perceptual discrimination contribute to individual differences in mnemonic discrimination in older adults [J]. *Cognition*, 2021 (209) : 104556.
- [25] Grieder M, Crinelli R M, Koenig T, et al. Electrophysiological and behavioral correlates of stable automatic semantic retrieval in aging [J]. *Neuropsychologia*, 2012, 50 (1) : 160–171.
- [26] Gutchess A H, Schacter D L. The neural correlates of gist-based true and false recognition [J]. *Neuroimage*, 2012, 59 (4) : 3418–3426.
- [27] Jayachandran M, Linley S B, Schlecht M, et al. Prefrontal Pathways Provide Top-Down Control of Memory for Sequences of Events [J]. *Cell Reports*, 2019, 28 (3) : 640–654.
- [28] Johnson S A, Turner S M, Lubke K N, et al. Experience-Dependent Effects of Muscimol-Induced Hippocampal Excitation on Mnemonic Discrimination [J]. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 2018 (12) : 72.

- [29] Johnson S A, Zequeira S, Turner S M, et al. Rodent mnemonic similarity task performance requires the prefrontal cortex [J] . *Hippocampus*, 2021, 31 (7) : 701–716.
- [30] Koen J D, Sroková S, Rugg M D. Age-related neural dedifferentiation and cognition [J] . *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2020 (32) : 7–14.
- [31] Koutstaal W, Reddy C, Jackson E M, et al. False recognition of abstract versus common objects in older and younger adults: testing the semantic categorization account [J] . *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2003, 29 (4) : 499–510.
- [32] Koutstaal W, Schacter D L. Gist-Based False Recognition of Pictures in Older and Younger Adults [J] . *Journal of Memory and Language*, 1997, 37 (4) : 555–583.
- [33] Lee A C, Scabill V L, Graham K S. Activating the medial temporal lobe during oddity judgment for faces and scenes [J] . *Cerebral Cortex*, 2008, 18 (3) : 683–696.
- [34] McTighe S M, Cowell R A, Winters B D, et al. Paradoxical false memory for objects after brain damage [J] . *Science*, 2010, 330 (6009) : 1408–1410.
- [35] Morcom A M, Henson R N A. Increased Prefrontal Activity with Aging Reflects Nonspecific Neural Responses Rather than Compensation [J] . *The Journal of Neuroscience*, 2018, 38 (33) : 7303–7313.
- [36] Nash M I, Hodges C B, Muncy N M, et al. Pattern separation beyond the hippocampus: A high-resolution whole-brain investigation of mnemonic discrimination in healthy adults [J] . *Hippocampus*, 2021, 31 (4) : 408–421.
- [37] Ngo C T, Lin Y, Newcombe N S, et al. Building up and wearing down episodic memory: Mnemonic discrimination and relational binding [J] . *J Exp Psychol Gen*, 2019, 148 (9) : 1463–1479.
- [38] Nyberg L, Andersson M, Kauppi K, et al. Age-related and genetic modulation of frontal cortex efficiency [J] . *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2014, 26 (4) : 746–754.
- [39] Paige L E, Cassidy B S, Schacter D L, et al. Age differences in hippocampal activation during gist-based false recognition [J] . *Neurobiology of Aging*, 2016 (46) : 76–83.
- [40] Park D C, Polk T A, Park R, et al. Aging reduces neural specialization in ventral visual cortex [J] . *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004, 101 (35) : 13091–13095.
- [41] Pidgeon L M, Morcom A M. Age-related increases in false recognition: the role of perceptual and conceptual similarity [J] . *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2014 (6) : 283.
- [42] Pidgeon L M, Morcom A M. Cortical pattern separation and item-specific memory encoding [J] . *Neuropsychologia*, 2016 (85) : 256–271.
- [43] Pishdadian S, Hoang N V, Baker S, et al. Not only memory: Investigating the sensitivity and specificity of the Mnemonic Similarity Task in older adults [J] . *Neuropsychologia*, 2020 (149) : 107670.
- [44] Reagh Z M, Noche J A, Tustison N J, et al. Functional Imbalance of Anterolateral Entorhinal Cortex and Hippocampal Dentate/CA3 Underlies Age-Related Object Pattern Separation Deficits [J] . *Neuron*, 2018, 97 (5) : 1184, 1187–1198.
- [45] Resulaj A, Ruediger S, Olsen S R, et al. First spikes in visual cortex enable perceptual discrimination [J] . *Elife*, 2018 (7) .
- [46] Simons J S, Verfaellie M, Hodges J R, et al. Failing to get the gist: reduced false recognition of semantic associates in semantic dementia [J] . *Neuropsychology*, 2005, 19 (3) : 353–361.

- [47] Slotnick S D, Schacter D L. A sensory signature that distinguishes true from false memories [J] . *Nature Neuroscience*, 2004, 7 (6) : 664–672.
- [48] Slotnick S D, Schacter D L. The nature of memory related activity in early visual areas [J] . *Neuropsychologia*, 2006, 44 (14) : 2874–2886.
- [49] Stark S M, Kirwan C B, Stark C E L. Mnemonic Similarity Task: A Tool for Assessing Hippocampal Integrity [J] . *Trends in Cognitive Sciences*, 2019, 23 (11) : 938–951.
- [50] Stark S M, Yassa M A, Lacy J W, et al. A task to assess behavioral pattern separation (BPS) in humans: Data from healthy aging and mild cognitive impairment [J] . *Neuropsychologia*, 2013, 51 (12) : 2442–2449.
- [51] Stuart G P, Patel J, Bhagrat N. Ageing affects conceptual but not perceptual memory processes [J] . *Memory*, 2006, 14 (3) : 345–358.
- [52] Thakral P P, Slotnick S D, Schacter D L. Conscious processing during retrieval can occur in early and late visual regions [J] . *Neuropsychologia*, 2013, 51 (3) : 482–487.
- [53] Trelle A N, Carr V A, Wilson E N, et al. Association of CSF Biomarkers With Hippocampal-Dependent Memory in Preclinical Alzheimer Disease [J] . *Neurology*, 2021, 96 (10) : e1470–e1481.
- [54] Trelle A N, Henson R N, Green D A E, et al. Declines in representational quality and strategic retrieval processes contribute to age-related increases in false recognition [J] . *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2017, 43 (12) : 1883–1897.
- [55] Trelle A N, Henson R N, Simons J S. Neural evidence for age-related differences in representational quality and strategic retrieval processes [J] . *Neurobiology of Aging*, 2019 (84) : 50–60.
- [56] Waldhauser G T, Braun V, Hanslmayr S. Episodic Memory Retrieval Functionally Relies on Very Rapid Reactivation of Sensory Information [J] . *The Journal of Neuroscience*, 2016, 36 (1) : 251–260.
- [57] Wilson D M, Potter K W, Cowell R A. Recognition memory shielded from semantic but not perceptual interference in normal aging [J] . *Neuropsychologia*, 2018 (119) : 448–463.
- [58] Wing E A, Geib B R, Wang W C, et al. Cortical Overlap and Cortical-Hippocampal Interactions Predict Subsequent True and False Memory [J] . *The Journal of Neuroscience*, 2020, 40 (9) : 1920–1930.
- [59] Yassa M A, Lacy J W, Stark S M, et al. Pattern separation deficits associated with increased hippocampal CA3 and dentate gyrus activity in nondemented older adults [J] . *Hippocampus*, 2011, 21 (9) : 968–979.
- [60] Yassa M A, Stark C E. Pattern separation in the hippocampus [J] . *Trends in Neurosciences*, 2011, 34 (10) : 515–525.

The Aging Effect of Perceptual False Memory and its Mechanisms

Ouyang Tingting Xiong Jinli

Department of Psychology, Faculty of Education, Hubei University, Wuhan

Abstract: With aging, episodic memory decline starts to accelerate in older adults and they are also more susceptible to false memory. In particular, they are more likely to mistake the new item for the learned one than the young when the former is similar to the latter in sensory details or physical features, that is, showing an age-related increase in perceptual false memory. Previous studies suggest that this may be related to age-related changes in the medial temporal lobe (MTL) and prefrontal cortex (PFC). The present article is endeavored to trace the theoretical interpretation of this phenomenon, and emphasizes the continuity and difference between the Sensory Reactivation hypothesis and the Representational-Hierarchical account, which tries to elucidate the process of eliminating perceptual interference for older adults, so as to systematically understand the formation and aging mechanism of perceptual false memory.

Key words: Perceptual false memory; Perceptual similarity; Mnemonic discrimination; Aging mechanisms