

• 研究前沿(Regular Articles) •

快速阅读的眼动特征、认知特点及神经机制*

隋雪¹ 安禹思¹ 许艺楠² 李雨桐¹

(¹辽宁师范大学心理学院; ²辽宁师范大学体育学院, 大连 116029)

摘要 快速阅读是指提高阅读速度且不影响阅读理解。受速度-准确性权衡(Speed-Accuracy Tradeoff)影响, 阅读速度提升可能降低理解深度。如何在确保理解率的前提下, 实现快速阅读? 综述发现: (1)快速阅读过程中读者通过减少注视时间、增加注视广度来提速, 这是快速阅读的外部条件; (2)快速阅读时减少内部言语、选择整体感知来提高认知效率, 这是有效快速阅读的內部条件; (3)快速阅读时语音通路的激活受到抑制, 视觉空间加工脑区激活增加, 这是快速阅读的脑基础。有待未来研究解决的问题为: (1)快速阅读的实现与外部眼动行为和内部认知过程改变关系的实质; (2)内部言语减少与整体感知的关系及机制; (3)快速阅读相关神经网络的探究; (4)快速阅读实验中, 阅读材料和问题设置的影响。

关键词 快速阅读, 文本理解, 阅读理解, 神经机制

分类号 B842

1 引言

阅读是理解书面文字, 从中提取视觉信息并获得明确意义的过程。阅读涉及一系列复杂的认知活动, 如: 视觉分析、字形加工、语音加工、语义提取和词汇通达等(Hwang et al., 2024; Zamfira et al., 2024; Duke & Cartwright, 2021)。读者需要处理视觉输入的信息, 获取词、句、篇章的意义, 理解文本字面意义, 并将前后文与读者的知识经验相结合, 通过推理建立连贯的心理表征, 评估理解文本主旨(Cai & Liao, 2024; Silawi et al., 2020)。成年读者具备熟练的阅读技能, 阅读的認知过程基本是相同的, 但是对文本信息提取的速度存在个体差异(张慢慢等, 2022)。依据速度快慢, 可以把阅读分为慢速阅读、常速阅读和快速阅读。慢速阅读是指读者的阅读速度比平常阅读的速度慢。常速阅读是指读者用平时习惯的速度进行阅读, 也就是自然状态下的阅读。快速

阅读(speed reading), 是一种比平常速度快很多的阅读, 是读者在短时间內理解较多阅读材料的一种阅读方式(Rayner et al., 2016)。

理解文本是阅读的目的, 阅读之后不理解文本内容, 阅读就失去了意义。阅读理解侧重理解文本的准确性(赵英等, 2024), 快速阅读与慢速阅读, 理解阅读内容是第一位的。但是, 在信息爆炸时代, 提高阅读速度已经成为高效加工信息的基本要求。而且现实生活中, 经常会遇到一些特定场景, 比如考试、阅卷、评审材料, 在时间压力下, 读者往往需要优先满足阅读速度需求, 即使这可能部分牺牲理解深度。因此, 快速阅读在现代社会的学习和办公中经常是必须的, 或者说不得已而为之的选择。快速阅读要求读者既具有较快的阅读速度, 又保证对阅读内容的准确理解, 受到速度-准确率权衡(Speed-Accuracy Tradeoff, SAT)的限制。速度-准确性权衡是指快速阅读时, 读者会牺牲理解的准确性换取速度的加快。而快速阅读要求不牺牲阅读理解程度的前提下大幅度提高阅读速度。成人英语的平均默读速率为, 非小说类每分钟 175~300 词, 小说类每分钟 200~320 词(Brysbaert & Vantieghem, 2023; Brysbaert,

收稿日期: 2024-11-28

* 教育部“春晖计划”合作项目(HZKY20220441)资助。

通信作者: 许艺楠, E-mail: xuyinan0412@163.com;

李雨桐, E-mail: dearliyutong@163.com

2019)。优秀的阅读者的阅读速度通常在每分钟200~400词左右(Rayner et al., 2016)。

通过速读训练,普通读者在不降低阅读理解程度的条件下可以提高阅读速度。有研究发现,读者可以学会以每分钟600~900词的速度阅读,即以正常阅读速度的两倍或三倍阅读,而不影响理解程度(Klimovich et al., 2023)。也有研究发现,阅读速度超过每分钟1000词会严重影响对文本的理解(Rayner et al., 2016)。而且, Rayner 否定了速读训练的说法,他认为,快速阅读实际上是在运用略读的策略,没有办法教会读者用比正常阅读速度快得多的速度阅读,既不减少信息获取量,也不降低阅读理解程度。Rayner 的观点是正确的,速读训练不可能让被试大幅度提高阅读速度,同时,对文本的加工质量毫无下降。但是,速读训练通过改变认知过程,旨在提升阅读速度,帮助读者快速捕捉关键信息、把握文章主旨,而非对所有内容进行深度加工。

研究者们进行了速读训练的研究。Sun 等人(2024)对以日语为母语的被试进行了实验,让被试分别接受和不接受快速阅读训练,然后以不同速度完成既定的阅读任务。实验者选择了字符数基本相等(大约27,000字符)的3个文本。每个文本被分成9个30秒的视频。每个视频有3行文本,大约60个字符。实验者控制了材料的呈现速度,慢速为每分钟50页,中速为每分钟100页,快速为每分钟150页。结果没有发现三种速度之间行为结果的显著差异。Collins 和 Daniel (2017)对被试进行快速阅读训练、略读训练,并筛选了正常阅读对照组。让三组被试分别阅读150个段落,每个段落大约80个词,4个句子。每个段落第四个句子之后,被试要进行真假词判断。在三分之一的段落后,有阅读理解题。结果并没有提供实质性的证据证明在快速阅读时能够产生合适的推理。快速阅读可能不利于正常的综合理解过程。可见,速读训练提高阅读速度,没有导致一般行为表现下降,但是对材料的深加工明显变差。

随着阅读研究的不断深入,认知神经科学对快速阅读的关注程度也日渐提高。眼动追踪技术和功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)的发展,推动了快速阅读研究的进步,相关成果也不断涌现。本文首先回顾文献探究快速阅读认知活动的变化;然后,探究快速阅

读认知活动改变的眼动证据;再次,探究快速阅读认知活动改变的神经机制;最后,对快速阅读有待解决的问题进行展望。

2 快速阅读时认知过程的变化

快速阅读是一种需要技巧的熟练的阅读方式。读者在确定阅读目的后,会有意识地主动采取技巧和方法完成阅读任务。读者为了在短时间内完成阅读任务,把握主旨而忽视细节,这便导致快速阅读时出现速度-准确性的权衡。Dyson 和 Haselgrove (2000)调查了正常阅读和快速阅读两种条件下读者阅读能力的差异。结果发现,读者对具体细节问题的回答不如对推理问题的回答准确,其中涉及文本结构的问题最难回答,表现为无法将观点事件等具体内容与其他信息联系起来。说明阅读速度加快令读者选择了整体感知的方式,导致对文本细节掌握不足,影响对文本的理解程度。Collins 和 Daniel (2017)评估了正常读者接受速读训练、略读训练后的阅读速度和推理能力。在训练过程中,收集了速读组读者的阅读速度得分。训练结束后,与正常读者相比,速读组和略读组的单词阅读速度更快。在文本阅读后进行的词性判断任务中,只有未经训练的对照组读者对推理相关词的反应速度快于中性词。说明读者在快速阅读时优先掌握文本主旨,对细节把握不足。

压力情境下阅读速度与阅读理解的关系也受到研究者关注。Walczyk 等人(1999)研究了时间压力对阅读理解的影响,实验中要求读者在无时间压力、轻度时间压力、重度时间压力下进行阅读,之后回答阅读理解问题。结果发现,在轻度时间压力下,鼓励被试用快于正常的速度进行阅读,读者对短文的阅读理解程度有所提高。这说明轻度时间压力能增强读者参与实验的积极性和专注程度,从而提高阅读理解成绩。另有研究发现,经过一定周期的有组织的速读训练,受训者的阅读速度和阅读能力确实得到显著提高(Alarfaj & Alshumaimeri, 2012)。其原因可能是任务时间缩短导致读者更专注于当前阅读任务本身,从而减少分心、注意力分散的行为。通过激发读者的任务参与程度,令读者以稍快的速度阅读时,他们会有意识地投入到阅读任务中,因此,可以提高读

者的阅读理解程度。另外,动机、态度和认知等也是影响读者任务表现的因素,可以通过激发努力程度提高读者的阅读理解质量。说明阅读速度的提高并不一定总是伴随着阅读理解程度的下降,二者间的关系还可能受到其他因素的影响,如读者的知识经验、任务类型和阅读时的态度等。

研究者对阅读过程的解释主要有三种观点。第一,自上而下模式(top-down approach; Goodman, 1967)。读者借助个人已有的知识和经验帮助其理解文本,对阅读材料做出猜测。熟练的读者会采取假设-评估-证实的策略,加快处理文本的速度(Smith, 2004)。第二,自下而上模式(bottom-up approach; Gough, 1972)。读者首先理解字词的基本意思,然后过渡到语句、段落,最后是语篇。当读者完整经历阅读认知的各必要阶段时,理解便会自然形成。第三,交互模式(interactive models; Rumelhart, 1994)。阅读过程中各种信息之间是相互作用的。优秀的读者能自动识别词汇,迅速理解文本,自上而下成分居多,不熟练的读者需要借助语境信息辅助理解,自下而上成分居多(Stanovich, 1984)。快速阅读时,为了提高阅读效率读者会选择将文本以图像形式进行加工,避免语音加工占用认知资源,采取“眼-脑直映”的阅读方式(李恒平等, 2020)。读者在自然阅读时借助内部言语(inner speech)生成文本的听觉图像,对视觉信息进行语音处理,帮助理解文本。读者在快速阅读时,内心言语产生的心理表征会占用认知资源,阻碍阅读速度提高,读者需要尽可能抑制内心言语,尤其是阅读到简单的、熟悉的词句时,从而提高阅读速度(García & Soto, 2024; García et al., 2020)。

综上,阅读速度加快,认知加工时间缩短,读者认知活动调整为重点掌握文本主旨信息,对细节信息有所忽视,为提高阅读速度,不会深加工文本,不做文本信息的逻辑探究,也不做深层次的整合加工。适度提升阅读速度不会影响阅读理解水平(这只是速度加快的阅读,不是快速阅读),真正的快速阅读必须有所取舍才能有效完成,所以,速读训练是掌握快速阅读的一种有效方法,通过训练学会抑制内部言语、寻找关键词定位重要信息、结合上下文了解文本中心思想、利用个人知识经验和世界知识猜测主旨等。

3 快速阅读认知过程改变的眼动表现

眼动研究中,可用读者的注视时间、跳读率反映词汇加工过程(Shi & Jiang, 2024; Lee et al., 2022; Rayner, 2009)。读者通过连续的注视和眼跳从文本中提取有效信息(Mézière et al., 2023; Pan et al., 2023; 刘志方等, 2011)。那么,与常速阅读比,在快速阅读时眼动行为有哪些不同,眼动行为的改变是否是阅读速度加快的条件? Miyata 等人(2012)分析了接受速读训练的读者和未接受速读训练的读者在阅读日本小说时的阅读速度、阅读能力和眼动数据。要求被试阅读屏幕上呈现的故事,立即回答与阅读内容有关的问题。结果发现,与未接受训练的参与者比,接受训练的参与者的阅读速度更快,理解分数更低。眼动数据发现,未经训练的参与者的眼球追踪数据揭示了阅读速度、准确性和眼球运动测量之间的多重相关性,而速读训练者的注视时间短、眼跳次数多、回视次数少。结果表明快速阅读眼动行为发生了变化,与正常读者的眼动模式有很大区别。

阅读速度加快导致阅读理解成绩下降很早就有研究报道, Poulton (1958)研究发现,当阅读速度从每分钟 300 词左右下降到每分钟约 150 词时,作为理解标准的内容保留量显著增加。Just 和 Carpenter (1987)认为,快速阅读者最多只能提取简单、熟悉的文本的要点,而不能提取细节。阅读速度和理解之间的关系可能受到多种因素的影响,包括年龄、动机、阅读专业水平以及指导阅读策略等其他因素。研究者关注通过阅读训练来提高阅读速度,是否影响阅读理解。Klimovich 等人(2023)评估了速读训练对阅读理解成绩的影响,并探究了速读训练的机制。研究者对德语母语读者在速读训练、元认知训练前后的阅读速度、阅读能力和眼动轨迹进行了分析。使用是非判断任务测量阅读理解程度,要求被试读完文章后回答问题,判断问题是否与文章内容相关或能从文章中推断出来。结果发现,速读组和元认知组都比对照组的阅读速度快,但三组读者的阅读理解成绩无显著差异。眼动数据表明,阅读速度的提高体现在晚期词汇处理而非早期词汇处理指标上,注视次数减少和总注视时间缩短。

常速阅读时,读者使用点式阅读的方法进行合成感知,逐字加工文本,阅读单位小,注视时

间长, 注视次数多。快速阅读时, 读者则使用线式阅读的方法进行整体感知, 一次注视整个短语或整个句子形成的组块, 阅读单位大, 注视时间短, 注视次数少。由于视觉信息输入和加工的生理限制, 快速阅读时, 读者需要控制眼球运动以获取更多信息。因此通过训练, 被试会有意识地控制跳读时机、注视位置、回视频率和重读行为, 从而在单次眼动过程中实现信息获取与处理的最大化。但是, 也有研究者认为, 虽然读者可以通过快速阅读训练短暂提高工作记忆容量和视觉搜索任务的技巧, 但练习效果并不能迁移到阅读的其他领域(Redick et al., 2015)。

快速阅读时, 眼球运动变化主要体现在以下几个方面: (1)视敏度(visual acuity)的变化, 视敏度的限制导致读者不断进行眼动, 控制文字进入视觉系统的顺序和时间, 并选择下一个眼跳目标(Frömer et al., 2015); (2)知觉广度的变化, 眼跳次数由知觉广度决定, 知觉广度(perceptual span)是一次注视中提取有效信息的范围(Choi et al., 2015); (3)预视效益(preview benefit)的变化, 快速阅读时, 预视效益扩大, 在阅读过程中读者需要不断分配认知资源去编码注视点后的视觉信息, 获得预视效益, 影响阅读速度(Zhu et al., 2021)。有研究发现, 自身阅读速度快、阅读理解程度高、阅读能力强, 具备快速阅读能力的读者的知觉广度更大, 文本信息的提取范围更大, 词汇有效加工效率更高(张慢慢等, 2024)。当读者进行快速阅读时, 需要获得尽可能多的有效预视, 知觉广度更大, 处理更多的文本信息, 从而在保证理解的前提下完成阅读任务。所以, 快速阅读时熟练读者的眼球运动会表现出注视次数少、注视时间短、眼跳次数少、眼跳距离大、回视次数少等特点。

综上, 在快速阅读时确实出现了速度-准确性权衡, 阅读速度加快导致阅读理解程度降低。通过速读训练, 快速阅读者不再像自然阅读那样逐词阅读, 而是整句, 甚至整段阅读, 有意控制眼球运动, 导致眼动行为发生变化, 注视时间缩短, 眼跳距离扩大, 注视次数减少, 回视次数减少。其中, 注视时间缩短, 只能掌握文本主旨信息, 对细节信息有所忽视; 而眼跳距离扩大, 注视次数减少, 不能对文本进行深加工, 无法对文本信息进行逻辑探究; 回视次数减少, 不利于做深层次的整合加工。可见, 眼动行为的变化也对应了

快速阅读认知过程的改变。

4 快速阅读认知过程改变的神经机制

通过研究阅读速度与神经活动的关系, 可以了解阅读涉及的神经过程, 帮助探索阅读过程中激活的相关脑区。作为复杂的认知活动, 快速阅读涉及多种认知过程的相互作用, 包括低层次的语音加工、词汇处理等, 还包括高层次的推理分析、语义整合等。快速阅读涉及的不是个别脑区的简单过程, 而是多个脑区动态连接的复杂过程(Lee & Stoodley, 2024)。fMRI 研究发现, 阅读的神经通路集中在左侧额下回、左侧腹侧枕颞网络等脑区。阅读过程中额叶区域负责集中处理信息。当大脑加工有意义的目标时, 会激活左侧额下回(left inferior frontal gyrus, LIFG, 布洛卡区)。左侧额下回是参与语义整合激活概率最高的脑区。它反映了特定阅读情境下的记忆提取、语义整合和演绎推理等加工过程(Gauvin et al., 2020; Vuong & Martin, 2015; 朱祖德等, 2011; Grindrod et al., 2008)。颞中回(middle temporal gyrus, MTG)负责存储语义知识、词汇通达和语义通达(Woolnough et al., 2023; Choi et al., 2015)。颞上回(superior temporal gyrus, STG)与语音表征、句法整合、语义理解有关(Dufau et al., 2024)。这些脑区被认为负责视觉和语言处理, 与文字阅读有密切关系。快速阅读的神经活动主要集中在这些脑区, 也得到了研究的证实。

4.1 大脑网络连接增强

使用 fMRI 技术进行的快速阅读研究发现, 左侧腹侧枕颞皮层(left ventral occipitotemporal cortex, vOT)是阅读过程刚开始时处理视觉刺激的关键脑区, 先识别单词, 并且与正字法表征、语音表征、语义表征有关。左侧 vOT 从枕叶延伸到颞叶, 它的激活与字词的视觉加工有关, 可以整合输入的刺激和基于经验的推测(Bonandrini et al., 2024; Planton et al., 2022; Tian et al., 2020)。Sun 等人(2024)探究了枕颞网络(the occipitotemporal network)在快速阅读中的作用, 以及哪些因素有助于大脑网络的激活并实现快速阅读活动。研究选择日语母语的正常读者和速读训练者为被试, 被试需要以不同的速度完成日语说明文阅读任务并回答与所读内容有关的问题。激活分析发现, 随着阅读速度的加快, 枕叶和颞叶区域发生了显

著变化,表明枕、颞脑区存在功能连接,即这个网络参与阅读速度调整。动态因果模型分析也发现,阅读信号来源于枕下回,向腹侧枕颞皮层、后颞上沟传递,然后,聚集在前颞上沟,阅读速度负荷对以上通路具有调节作用。该研究还发现,激活区域主要集中在枕回、颞回、顶上小叶和丘脑枕部,这些区域被认为与视觉和语言处理有关。另一项研究表明,下顶叶的损伤会导致书写和语言障碍,并与文本阅读有很强的关系。参与者在进行快速阅读任务时主要使用语言和视觉相关区域(Boissonneau et al., 2023)。Sun 等人(2024)发现,随着阅读速度增加,枕、颞通路相关脑区激活下降。阅读速度增加,认知负荷增大,训练组比控制组对相关脑区激活有更多的抑制。阅读速度变快,读者的眼跳速度也被迫改变,导致可用于 vOT 的加工时间减少。因此,速度变快与 vOT 相关脑区激活减少有关。在短时间内,随着阅读速度的增加,阅读的字符数变多时,速读训练者更善于迅速减少在每个字符上的注视时间。研究发现,快速阅读时,控制组枕、颞网络连接增强,阅读速度发生变化主要改变大脑左半球各脑区间的连接。表明枕颞通路内部在阅读过程中发生了更复杂的有效连接和高度参与。

综上,速读训练者比未受训练者有着更为丰富的速读经验和技巧,更熟悉如何在较短时间内阅读并迅速掌握文本大意,快速阅读促使大脑神经活动产生更强的动态连接。

4.2 语音通路受到抑制

眼动研究发现,为了实现快速阅读,读者会调整眼睛的移动速度,减少内部言语,抑制发声。与正常阅读相比,读者在速读过程中左侧额下回和左侧颞上回后部(left posterior superior temporal gyrus, pSTG, 威尔尼克区)的激活程度下降(Fujimaki et al., 2004)。Fujimaki 等人(2009)招募了正常读者和快速阅读者,要求他们分别以正常速度和快速速度默读小说,同时记录并测量阅读过程中的神经活动。结果发现,阅读速度加快,左侧颞中部和后部上区、左侧额下部区、左侧前中央区和两半球颞前区的神经激活减少,而右侧顶内沟的神经激活增加,说明从正常阅读速度到快速阅读速度,读者的语言加工过程在减少。Ferguson 等人(2014)的研究得到了类似的结果,认为有经验的速读者会绕过语音加工处理,有意识地减少

或消除内部言语,直接对视觉刺激进行语义处理,提高将书面文字转化为语义理解的效率,以加快阅读速度。快速阅读过程中负责语音功能的脑区活动受到抑制,激活程度降低。神经激活仅和阅读速度的变化有关,与读者是否接受过速读训练、任务规定的阅读速度和阅读策略无关。而且,快速阅读对视觉空间加工需求更大,也就是在短时间内需要尽可能地从视觉输入更多的信息,快速阅读导致读者视觉空间处理能力增强。

综上,快速阅读时,由于在较短的时间内输入大量信息,大脑的认知负荷增加,会抑制语音功能的脑区活动,视觉区域和语义理解区域的脑区活动的激活程度显著增强,大脑整体的参与程度更高,网络连接增强。

5 小结及展望

本文关注快速阅读认知活动的改变,这种改变的眼动表现及神经机制。通过对文献综述发现,快速阅读重点掌握文本的主旨信息,对细节信息有所忽视,不能对前后信息之间的逻辑过多探究,以及进行深度的整合分析。从眼动过程看,注视时间缩短,注视次数减少,注视范围扩大,回视减少。快速阅读的实现主要依赖枕颞区域的活动,有些区域激活抑制增加,有些网络连接增强。未来研究可以继续探究以下问题。

首先,快速阅读核心目标是保证理解的同时加快阅读速度,实现这一目标的认知策略及加工方式值得探究。读者要在短时间内加工较多阅读材料来完成快速阅读任务。从外部表现看,眼动行为发生了变化。眼动行为是认知活动的外部表现,眼动研究发现,读者的眼动行为会表现出注视次数少、注视时间短、眼跳次数少、眼跳距离大、回视次数少等特点。从内部表现看,认知过程发生了变化。行为研究发现读者会调整自己的认知策略,在阅读理解程度上表现出把握主旨忽略细节的特点。为实现快速阅读,需通过速读训练使学习者掌握高效认知策略,在提升阅读速度的同时优化信息加工方式。未来研究需要探究读者完成快速阅读任务的认知策略,探究外部眼动行为和内部认知策略的关系,有助于多维度更准确地评估阅读能力,有利于厘清外部行为表现、内部认知加工过程、大脑神经活动之间的关系,并构建中文快速阅读相关理论,为

快速阅读研究提供理论支持,更好地理解快速阅读过程。

其次,内部言语减少与整体感知的关系及机制。在快速阅读过程中,为了调整阅读策略,读者的内部认知过程存在两种变化,一是减少内部言语,二是进行整体感知。但现有研究对内部言语减少与整体感知的关系及机制尚不清楚。内部言语减少与整体感知,二者对快速阅读的影响是分别作用还是共同作用;读者在调整阅读策略时二者是任选其一还是同时发生;二者的发生机制是什么,这些问题还没有一致的答案。相关研究多使用拼音文字材料进行考察,而中文作为表义文字具有独特的音形义结构,加工方式与拼音文字不同,具有丰富的表义性。中文缺乏明确的视觉词边界信息,每个字符携带的信息密度更大,有效信息更多(Li & Pollatsek, 2020; 臧传丽等, 2019)。中文可以帮助读者对文本内容进行联想推断,猜测全文整体意义。中文读者每次注视的时间长,对预视信息的加工较深,可直接获得语义信息。熟练读者加工中文时,语义信息可以由字形到语义的直接通路激活。那么,与拼音文字相比,快速阅读中文文本时,是否会更大程度地减少内部言语,是否会更大程度地进行整体感知。正因为中文和其他文字的加工方式存在较大差异,所以,研究中文快速阅读内部言语减少与整体感知的关系及机制对探究快速阅读加工过程具有重要意义。

再次,快速阅读相关神经网络及语义地图的探究。由于阅读是一个复杂的认知过程,认知加工活动由大脑多个脑区构成的神经网络完成,需要从神经网络的视角研究快速阅读的脑神经机制。现有fMRI研究对快速阅读时大脑神经网络中的视觉加工、语义、语音相关加工通路的认识不够深入,快速阅读相关脑区的功能连接如何进行动态变化尚不明确。未来研究有必要进一步考察快速阅读时大脑神经网络的动态激活,以及相关脑区在网络中的相互作用,进而探讨快速阅读过程的实质,为揭示快速阅读的动态神经机制提供证据。可采用功能性近红外光谱成像(fNIRS)模拟自然阅读环境,通过中文阅读材料对比常速与快速阅读时的脑血氧浓度变化差异,并验证快速阅读是否呈现语音通路抑制与视觉空间脑区激活增强的特征模式。也可以进行语义的解码编码分

析,语言符号具有特定价值,在特定语境系统中的语言,其价值由系统中的各个要素之间的关系决定。研究者用数学中的“向量”来计算单词在文本中的分布,提出了“词向量”的概念(Mikolov et al., 2013)。词向量的不同导致在大脑中的表征的差异。有研究者利用功能性磁共振成像(fMRI)数据进行建模,系统地绘制了整个皮层的语义地图,这些数据是在受试者听几个小时的叙事故事时收集的。研究者展示了语义系统被组织成复杂的模式,这些模式似乎在个体之间是一致的(Huth et al., 2016)。未来研究可以进行快速阅读语义地图的探究,更好地理解快速阅读过程中语义整合的机制。

另外,快速阅读实验中,阅读材料和问题设置对快速阅读的影响也值得关注。以往研究阅读的文本多是通俗易懂的说明文、小说或新闻摘选,不需要特定领域的专业知识。读者对容易的、熟悉的文本容易进行快速阅读,而对困难的、不熟悉的文本则不易进行快速阅读(Buchweitz et al., 2014)。未来研究可以选择使用具有复杂概念具有专业性的材料。现有研究大多通过计算阅读理解问题的测验分数评估读者的快速阅读能力(Syam, 2024; Veldre & Andrews, 2015)。问题设置与文本细节内容相关,或者是文章主旨的总结概括,或者是能从文本整体中推断出来。有研究以有效阅读理解前提下的阅读速度作为划分阅读能力的标准(Goldhammer et al., 2021; Frömer et al., 2015)。张慢慢等人(2023)将规定时间内正确判断的句子数量定义为读者的阅读速度。因此,研究快速阅读的理解成绩时,可以将阅读速度和理解率相结合进行衡量,同时应该考虑到问题侧重考察主旨大意还是细节描写,使用不同类型的阅读材料和阅读任务,保证读者能够进行有效阅读。

总之,受速度-准确性权衡(speed-accuracy tradeoff)效应影响,阅读速度的提升确实会降低理解水平,但适度的外部激励(如时间压力或积极反馈)可协同提升阅读速度与理解效能。并且读者会有意识地使用阅读策略,如控制眼球运动、抑制内心言语、结合知识经验等方法,帮助自己从文本中获得更多有效信息。快速阅读理论常用于学科教学中,令学生接受科学有效的快速阅读训练,可以适当加快阅读速度,提高阅读理解程度,对教育教学具有实践意义。

参考文献

- 李恒平, 何胜昔, 刘正奎. (2020). 快速阅读训练对基于视觉定向搜索的注意力影响: ERP 研究. *心理与行为研究*, 18(1), 78–84.
- 刘志方, 张智君, 赵亚军. (2011). 汉语阅读中眼跳目标选择单元以及词汇加工方式: 来自消失文本的实验证据. *心理学报*, 43(6), 608–618.
- 臧传丽, 鹿子佳, 张志超. (2019). 语义和句法信息在副中央凹加工中的作用. *心理科学进展*, 27(1), 11–19.
- 张慢慢, 胡惠兰, 边菡, 李芳, 张志超, 臧传丽. (2022). 中文阅读中快速读者与慢速读者的词频效应. *心理与行为研究*, 20(3), 304–310.
- 张慢慢, 胡惠兰, 张志超, 李鑫, 汪强, 白学军, 臧传丽. (2023). 预测性对快速读者和慢速读者词汇加工的影响. *心理学报*, 55(1), 79–93.
- 张慢慢, 李鑫, 边菡, 汪强, 臧传丽, 闫国利, 白学军. (2024). 中文阅读中快速读者与慢速读者的知觉广度. *心理科学*, 47(4), 788–794.
- 赵英, 伍新春, 陈红君, 孙鹏, 王淦兰. (2024). 语素意识与快速命名对汉语儿童阅读能力的影响: 跨学段的中介效应分析. *心理学报*, 56(1), 70–82.
- 朱祖德, 王穗苹, 冯刚毅, 刘颖. (2011). 左侧额下回在句子语义整合加工中的作用. *心理科学进展*, 19(8), 1147–1157.
- Alarfaj, A., & Alshumaimeri, Y. (2012). The effect of a suggested training program on reading speed and comprehension of Saudi female university students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 612–628.
- Boissonneau, S., Lemaître, A.-L., Herbet, G., Ng, S., Duffau, H., Moritz-Gasser, S. (2023). Evidence for a critical role of the left inferior parietal lobule and underlying white matter connectivity in proficient text reading. *Journal of Neurosurgery*, 138(5), 1433–1442.
- Bonandrini, R., Gornetti, E., & Paulesu, E. (2024). A meta-analytical account of the functional lateralization of the reading network. *Cortex*, 177, 363–384.
- Brysbaert, M. (2019). How many words do we read per minute? A review and meta-analysis of reading rate. *Journal of Memory and Language*, 109, Article 104047.
- Brysbaert, M., & Vantieghem, A. (2023). No correlation between articulation speed and silent reading rate when adults read short texts. *Psychologica Belgica*, 63(1), 82–91.
- Buchweitz, A., Mason, R. A., Meschyan, G., Keller, T. A., & Just, M. A. (2014). Modulation of cortical activity during comprehension of familiar and unfamiliar text topics in speed reading and speed listening. *Brain and Language*, 139, 49–57.
- Cai, M., & Liao, X. (2024). The relationship between vocabulary depth knowledge, word reading, and reading comprehension in Chinese. *Journal of Experimental Child Psychology*, 244, Article 105951.
- Choi, W., Lowder, M. W., Ferreira, F., & Henderson, J. M. (2015). Individual differences in the perceptual span during reading: Evidence from the moving window technique. *Attention Perception & Psychophysics*, 77(7), 2463–2475.
- Collins, W. M., & Daniel, F. (2017). The impact of reading at rapid rates on inference generation. *Journal of Research in Reading*, 41(3), 564–581.
- Dufau, S., Yeaton, J., Badier, J.-M., Chen, S., Holcomb, P. J., & Grainger, J. (2024). Sentence superiority in the reading brain. *Neuropsychologia*, 198, Article 108885.
- Duke, N. K., & Cartwright, K. B. (2021). The science of reading progresses: Communicating advances beyond the simple view of reading. *Reading Research Quarterly*, 56(1), 25–44.
- Dyson, M., & Haselgrove, M. (2000). The effects of reading speed and reading patterns on the understanding of text read from screen. *Journal of Research in Reading*, 23(2), 210–223.
- Ferguson, M. A., Nielsen, J. A., & Anderson, J. S. (2014). Altered resting functional connectivity of expressive language regions after speed reading training. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(5), 482–493.
- Frömer, R., Dimigen, O., Niefind, F., Krause, N., Kliegl, R., & Sommer, W. (2015). Are individual differences in reading speed related to extrafoveal visual acuity and crowding? *PLOS ONE*, 10(3), Article 0121986.
- Fujimaki, N., Hayakawa, T., Munetsuna, S., & Sasaki, T. (2004). Neural activation dependent on reading speed during covert reading of novels. *Neuroreport*, 15(2), 239–243.
- Fujimaki, N., Munetsuna, S., Sasaki, T., Hayakawa, T., Ihara, A., Wei, Q., ... Murata, T. (2009). Neural activations correlated with reading speed during reading novels. *Neuroscience Research*, 65(4), 335–342.
- García, F. L., Morales-Cabezas, J., & Lopez-Sako, N. I. (2020). Speed reading and inner speech: What verbal reports suggest. *MLS-Educational Research*, 4(2), 54–68.
- García, F. L., & Soto, E. W. J. (2024). Inner speech and speed reading: An analysis of written texts internalization. *How: A Colombian Journal for Teachers of English*, 31(2), 36–52.
- Gauvin, H. S., McMahon, K. L., & de Zubicaray, G. I. (2020). Top-down resolution of lexico-semantic competition in speech production and the role of the left inferior frontal gyrus: An fMRI study. *Language, Cognition and Neuroscience*, 36(1), 1–12.
- Goldhammer, F., Kroehne, U., Hahnel, C., & De Boeck, P. (2021). Controlling speed in component skills of reading improves the explanation of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 113(5), 861–878.
- Goodman, K. S. (1967). Reading: A psycholinguistic guessing game. *Journal of the Reading Specialist*, 6(4), 126–135.

- Gough, P. B. (1972). One second of reading. In J. F. Kavanagh & I. G. Mattingly (Eds.), *Language by ear and by eye: The relationship between speech and reading*. Massachusetts Inst. of Technology P.
- Grindrod, C. M., Bilenko, N. Y., Myers, E. B., & Blumstein, S. E. (2008). The role of the left inferior frontal gyrus in implicit semantic competition and selection: An event-related fMRI study. *Brain Research*, 1229, 167–178.
- Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*, 532(7600), 453–458.
- Hwang, H., Choi, S., Guha, M., McMaster, K., Harsch, R., & Kendeou, P. (2024). Indirect and direct contributions of executive functions to reading comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology*, 243, Article 105925.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1987). Speed reading. In: M. A. Just, & P. A. Carpenter (Eds.), *The psychology of reading and language processing* (pp. 425–452. Newton, MA: Allyn and Bacon.
- Klimovich, M., Tiffin - Richards, S. P., & Richter, T. (2023). Does speed-reading training work, and if so, why? Effects of speed-reading training and metacognitive training on reading speed, comprehension and eye movements. *Journal of Research in Reading*, 46(2), 123–142.
- Lee, M. M., & Stoodley, C. J. (2024). Neural bases of reading fluency: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychologia*, 202, Article 108947.
- Lee, S., Wolterling, S., Prickett, C., Shi, Q. X., Sun, H. L., & Thompson, J. L. (2022). Exploring the associations between reading skills and eye movements in elementary children's silent sentence reading. *Reading Psychology*, 43(1), 85–103.
- Li, X., & Pollatsek, A. (2020). An integrated model of word processing and eye-movement control during Chinese reading. *Psychological Review*, 127(6), 1139–1162.
- Mézière, D. C., Yu, L., Reichle, E. D., von der Malsburg, T., & McArthur, G. (2023). Using eyetracking measures to predict reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 58(3), 425–449.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. In: Bengio Y, LeCun Y (eds.), *1st International conference on learning representations, ICLR 2013*. Scottsdale: Workshop Track Proceedings.
- Miyata, H., Minagawa-Kawai, Y., Watanabe, S., Sasaki, T., & Ueda, K. (2012). Reading speed, comprehension and eye movements while reading Japanese novels: Evidence from untrained readers and cases of speed-reading trainees. *PLOS ONE*, 7(5), Article 36091.
- Pan, Y. L., Popov, T., Frisson, S., & Jensen, O. (2023). Saccades are locked to the phase of alpha oscillations during natural reading. *Plos Biology*, 21(1), Article 3001968.
- Planton, S., Wang, S., Bolger, D., Bonnard, M., & Pattamadilok, C. (2022). Effective connectivity of the left-ventral occipito-temporal cortex during visual word processing: Direct causal evidence from TMS-EEG co-registration. *Cortex*, 154, 167–183.
- Poulton, E. C. (1958). Time for reading and memory. *British Journal of Psychology*, 49(3), 230–245.
- Rayner, K. (2009). The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457–1506.
- Rayner, K., Schotter, E. R., Masson, M. E. J., Potter, M. C., & Treiman, R. (2016). So much to read, so little time: How do we read, and can speed reading help? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(1), 4–34.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Wiemers, E. A., Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2015). What's working in working memory training? An educational perspective. *Educational Psychology Review*, 27(4), 617–633.
- Rumelhart, D. E. (1994). Toward an interactive model of reading. In R. B. Ruddell, M. R. Ruddell, & H. Singer (Eds.), *Theoretical models and processes of reading* (4th ed., pp. 864–894). International Reading Association.
- Shi, W. Q., & Jiang, X. (2024). Predicting Chinese reading proficiency based on eye movement features and machine learning. *Reading and Writing*, 26(8), 1–25.
- Silawi, R., Shalhoub-Awwad, Y., & Prior, A. (2020). Monitoring of reading comprehension across the first, second, and third language: Domain-general or language-specific? *Language Learning*, 70(3), 886–922.
- Smith, F. (2004). *Understanding reading: A psycholinguistic analysis of reading and learning to read* (6th ed.). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Stanovich, K. E. (1984). The interactive-compensatory model of reading: A confluence of developmental, experimental, and educational psychology. *RASE: Remedial & Special Education*, 5(3), 11–19.
- Sun, D., Zhang, Z., Oishi, N., Dai, Q., Thuy, D. H. D., Abe, N., ... Fukuyama, H. (2024). The role of occipitotemporal network for speed-reading: An fMRI study. *Neuroscience Bulletin*, 40(9), 1261–1273.
- Syam, C. (2024). Measuring speed reading, reading comprehension, and reading profile to construct a model of literacy skills in language teaching. *Fonseca-Journal of Communication*, 28(1), 308–326.
- Tian, M., Li, H., Chu, M., & Ding, G. (2020). Functional organization of the ventral occipitotemporal regions for Chinese orthographic processing. *Journal of Neurolinguistics*, 55, Article 100909.
- Veldre, A., & Andrews, S. (2015). Parafoveal preview benefit is modulated by the precision of skilled readers' lexical representations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(1), 219–232.
- Vuong, L. C., & Martin, R. C. (2015). The role of LIFG-based executive control in sentence comprehension.

- Cognitive Neuropsychology*, 32(5), 243–265.
- Walczyk, J. J., Kelly, K. E., Meche, S. D., & Braud, H. (1999). Time limitations enhance reading comprehension. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 156–165.
- Woolnough, O., Donos, C., Murphy, E., Rollo, P. S., Roccaforte, Z. J., Dehaene, S., & Tandon, N. (2023). Spatiotemporally distributed frontotemporal networks for sentence reading. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(17), Article 2300252120.
- Zamfira, D. A., Di Dona, G., Battista, M., De Benedetto, F., & Ronconi, L. (2024). Enhancing reading speed: The reading acceleration effect in Italian adult readers. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1394579.
- Zhu, M. Y., Zhuang, X. L., & Ma, G. J. (2021). Readers extract semantic information from parafoveal two-character synonyms in Chinese reading. *Reading and Writing*, 34(3), 773–790.

Eye movement characteristics, cognitive characteristics and neural mechanisms of speed reading

SUI Xue¹, AN Yusi¹, XU Yinan², LI Yutong¹

(¹ School of Psychology, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

(² School of Physical Education, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: Speed reading means to increase reading speed without affecting reading comprehension. Due to the speed-accuracy Tradeoff, increased reading Speed may reduce comprehension depth. How to achieve speed reading while ensuring comprehension rate? The review found that: (1) In the process of speed-reading, readers speed up by reducing the fixation time and increasing the span of fixation, which is the external condition of speed-reading; (2) The internal condition of effective speed reading is to reduce internal language and choose overall perception to improve cognitive efficiency; (3) During speed reading, the activation of speech pathway is inhibited and the activation of visuospatial processing area is increased, which is the brain basis of speed reading. The problems to be solved in the future are as follows: (1) The essence of the relationship between the realization of speed reading and the change of external eye movement behavior and internal cognitive process; (2) The relationship and mechanism between internal speech reduction and overall perception; (3) Explore the neural network related to speed reading; (4) The influence of reading materials and question setting in the speed reading experiment.

Keywords: speed reading, context comprehension, reading comprehension, neural activity