

系列加工对个体阅读流畅性的影响机制*

杨宇¹, 贺斐²

(1. 南阳师范学院教育科学学院, 南阳 473000; 2. 海南师范大学心理学院, 海口 571158)

摘要: RAN 与阅读流畅性存在正相关, 这种相关背后的机制却存在较大争议。系列加工作为以往研究中被忽视的因素, 近些年被逐渐证明在 RAN 与阅读流畅性的相关中存在重要影响。文章从跨年龄、跨语言, 以及多种 RAN 任务与多种阅读任务的关系三个角度挖掘了二者之间的稳定相关及其内在机制, 表明了系列加工是个体阅读流畅性的重要影响因素之一。

关键词: 阅读流畅性; 快速命名; 系列加工

中图分类号: B842.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2023)01-0026-06

1 引言

阅读作为表面简单但却包含众多认知过程的复杂任务, 众多因素均会影响个体的阅读流畅性。阅读流畅性作为个体阅读能力的重要指标之一, 标志着个体能否快速完成阅读, 直接影响着个体在现代社会中的正常工作和生活。最近的研究发现, 系列加工 (serial processing), 也有人称为级联式 (cascade) 加工, 是除字词识别速度、阅读准确率之外, 又一影响个体阅读流畅性的重要因素 (Zoccolotti, De Luca, Lami, Pizzoli, Pontillo, & Spinelli, 2013; Gordon & Hoedemaker, 2016; Altani, Protopapas, Katopodi, & Georgiou, 2019; Georgiou & Parrila, 2020; Georgiou, Cho, Deng, Altani, Romero, Kim, & Wang, 2022)。

系列加工在阅读中的作用主要体现为系列加工优势 (serial processing advantage)。这种优势指的是, 将项目以系列形式呈现时, 正常读者加工这些项目所需的总时间会显著短于每次单独呈现这些项目时所需的总时间。目前, 这种优势已经在希腊语、英语、荷兰语、汉语、韩语等多种语言的读者中得到证实。(Zoccolotti et al., 2015; Altani, Georgiou, Deng, Cho, Katopodi, Wei, & Protopapas, 2017; van Viersen, Protopapas, & de Jong, 2022; Georgiou et al., 2022)。常见的以系列形式呈现项目的任务主要包括阅读和 RAN (rapid automatized naming) 任务, 这两种任务也是研究系列加工最常用的任务。

阅读任务即正常的句子阅读。RAN 是由 Denckla 等在 1976 年提出的一种任务。典型的 RAN 由 5 项熟悉刺激 (常用的有字母、数字、颜色和物体等) 反复呈现, 构成一个 5 × 10 的矩阵, 要求被

试按照从左到右、从上到下的顺序又快又准地命名这些项目。因变量为任务的完成时间及命名正确率。RAN 作为一个表面简单, 但却涉及许多过程 (如对刺激的注意过程、语音标记的通达和提取过程等) 的任务, 与阅读流畅性存在着高度相关, 但相关的原因仍存在一定的争议 (Jones, Obregón, Kelly, & Branigan, 2008; Jones, Snowling, & Moll, 2015)。研究发现, 通过探究阅读流畅性与 RAN 相关性的背后机制, 可以在一定程度上避免阅读任务本身的高复杂性对研究所带来的干扰。因此, 越来越多的学者开始关注阅读流畅性与 RAN 的相关机制, 以更有效地探究影响个体阅读流畅性的因素 (Norton & Wolf, 2012; Altani et al., 2019; Georgiou & Parrila, 2020; 白学军, 杨宇, 章鹏等, 2019)。

近期提出的系列加工因素, 能够从多个角度稳定的解释 RAN 和阅读流畅性相关的原因 (Protopapas et al., 2013; Georgiou et al., 2020)。这种稳定性主要表现在: 第一, 跨年龄的稳定性——在小学三年级个体拥有了一定的阅读经验后, 系列加工因素便可以稳定解释 RAN 与阅读流畅性的相关 (Altani et al., 2019); 第二, 跨语言的稳定性——采用英语、希腊语、韩语等拼音文字和采用非拼音文字的汉语等研究均证明了系列加工因素的独特解释力 (Georgiou et al., 2022)。

本文首先回顾了以往 RAN 与阅读流畅性的相关研究的思路与方法, 而后从跨年龄、跨语言的角度对系列加工因素的作用进行了总结。此外, 由于 RAN 种类的多样性, 不同类型的 RAN 与阅读流畅性的相关也存在一定的差异, 本文也对其进行了论

* 基金项目: 河南省高校人文社科项目 (2023-ZDJH-610), 南阳师范学院博士专项课题项目 (2021SKZX08), 2023 年度南阳市哲学社会科学规划项目 (67)。

述。最后,本文对影响个体系列加工能力发展的因素进行了总结,提供了一些未来研究的建议。

2 研究 RAN 与阅读关系的传统方法

研究者们很早便注意到了 RAN 与阅读流畅性稳定且显著的相关性(Norton & Wolf, 2012)。为了探究这种相关的原因,有些研究者便开始在控制了某些与阅读表现相关的其他认知因素(如一般加工速度、语音意识等)后,再研究 RAN 对阅读的相对贡献。其基本逻辑是:如果某种因素 X 引发了 RAN 与阅读的高相关,那么在控制了这种因素后, RAN 与阅读的相关就会减小,甚至不显著(Närhi, Ahonen, Aro, Leppäsaari, Korhonen, Tolvanen, & Lyytinen, 2005; Jones, Branigan, Hatzidaki, & Obregón, 2010)。然而,经过众多的研究发现,在控制了诸如加工速度、语音意识、正字法意识或者这些能力的组合等一系列因素后,两者的相关仍然显著,因此通过这种方法难以确定究竟是哪些因素引发了 RAN 与阅读的高相关(Norton & Wolf, 2012)。

在第一种方向陷入困境之后, Al Dahhan 等(2016)提出了第二种思路,即将 RAN 分解为间隔时间与发音时间,通过对 RAN 的次级过程进行研究,来探究究竟是哪些内在成分导致了 RAN 与阅读的高相关。然而,由于间隔时间包同样含多个次级过程,如知觉加工、语音表征等,传统的纸笔测验无法将间隔时间进行进一步的细分,因此取得的研究结果有限(Georgiou et al., 2020)。

总之,以往许多研究采用这两种思路对 RAN 与阅读流畅性的相关原因进行探究,虽然取得了一定的成果,但并未确定究竟是哪些因素导致了两者的高相关,取得的成果较为有限。

3 系列加工是 RAN 与阅读相关的重要因素

近些年,研究者们通过解构 RAN,应用眼动追踪技术等方法,聚焦 RAN 的多维性,进一步探究引发 RAN 与阅读流畅性相关关系的潜在因素,结果发现:系列加工作为以往研究中被忽略的因素,在 RAN 与阅读流畅性的显著相关中起到重要作用(Altani et al., 2019; Protopapas, Katopodi, Altani, & Georgiou, 2018; White, Palmer, & Boynton, 2018)。

系列加工的提出,主要得益于近些年研究思路的改变:即保持构成 RAN 的其它因素不变,仅改变其中某种构成因素 X,若发现 X 的改变会显著影响 RAN 与阅读的相关,则 X 必然是引起两者相关的原因之一(Georgiou et al., 2020)。常用的方法为:通过研究不同被试群体在单项 RAN、系列 RAN 与单个词语阅读、多词语阅读(正常阅读)等任务之间的相关,来探究系列加工是否是 RAN 与阅读流畅性相

关的影响因素。其中,单项 RAN 为每次仅呈现一个目标项的命名任务,系列 RAN 为同时呈现多个目标项的命名任务,两种 RAN 之间的差异即为系列加工因素。通过计算系列加工因素在阅读任务中能够独立解释的变异量,即可探究系列加工在阅读流畅性中的作用。

较早提出系列加工相关概念的是 Protopapas 等(2013),他们将其称之为级联式加工。Protopapas 等(2013)对小学 2 年级和 6 年级的希腊儿童进行研究,分别考查他们在单项 RAN、系列 RAN、单个单词阅读和系列单词阅读任务中的表现。结果发现:(1)在 2 年级儿童中,个体的单项和系列 RAN 的相关程度,与单个和系列单词阅读的相关程度,两者是近似的,即此时系列单词阅读与单个单词阅读的相关很高;(2)在 6 年级儿童中,个体在相同模式的文本中的相关(如系列单词阅读与系列 RAN、单个单词阅读与单项 RAN)显著高于非相同模式的文本的相关,此时系列单词阅读与单个单词阅读的相关程度远远低于系列单词阅读与系列 RAN 的相关。这种相关模式表明,在 2 年级时,儿童对系列单词的加工与单个单词的加工差异不显著——无论在 RAN 或阅读任务中是否存在系列加工因素的作用,相同模式文本(如单项任务的单项 RAN 和单个单词阅读)内部,与非相同模式文本(如单项和系列 RAN、单个单词阅读与系列单词阅读)之间,其相关差异并不显著。即小学 2 年级时,系列加工并非儿童阅读流畅性的主要影响因素。而到 6 年级时,相同模式文本中的相关则更高。这表明作为更熟练的读者,儿童在系列任务中不会同时段仅加工一个单词,而会同时对其他项目进行某种程度的加工,即此时系列加工成为影响其阅读流畅性的重要因素。这也表示 RAN 与阅读的相关背后,其包含的认知因素并不是一成不变的,而是会随着儿童阅读的发展及成熟不断变化。因此,Protopapas 等(2013)认为,在系列任务中,儿童对于同时呈现的多项刺激,进行的是级联式加工,即某个项目 N 在进行语音加工时,先前的 N-1 项正在发音,同时之后的 N+1 项在进行视觉认知。这一观点描述了系列加工在 RAN 与阅读的相关中的作用机制。这种级联式加工模式类似于 E-Z 读者模型对英语阅读中串行加工模式的描述(Reichle, Pollatsek, & Rayner, 2012; 张慢慢, 藏传丽, 白学军, 2020),这也为级联式加工在 RAN 与阅读的关系中的重要作用提供了理据。

近些年许多研究者陆续开始对系列加工的影响机制进行深入研究(Altani, Protopapas, Katopodi, & Georgiou, 2020; Araújo, Huettig, & Meyer, 2020; de

Jong & van den Boer, 2021), 证明了该因素在跨年龄、跨语言, 以及多种类型的 RAN 和多种阅读任务的相关中均具有重要影响。

3.1 跨年龄研究的证据

Protopapas 等(2013)的研究中已经指出, 小学低年级(2 年级)与高年级(6 年级)的儿童虽然都会表现出 RAN 与阅读的相关, 但这种相关背后的机制可能并不相同。此后也有诸多研究者对这种现象进行了研究, 取得了较为一致的结果: 即系列加工在 RAN 与阅读相关中的作用随着年龄的增加而逐渐增大。Georgiou 和 Parrila(2020)以英语小学 2 年级儿童和成人大学生为被试, 要求他们完成单项、系列 RAN 和朗读、默读等阅读任务。结果发现: 小学 2 年级儿童的单项和系列 RAN 均与其阅读表现显著相关, 而大学生仅在系列 RAN 和阅读上表现出显著相关。Altani 等(2019)以英语和希腊语小学 1、3、5 年级儿童为被试, 要求他们完成系列数字 RAN、无关单词单项呈现朗读、无关单词矩阵呈现朗读以及句子阅读任务。在进一步排除了单个单词加工速度(主要是形-音转换的自动化过程)的影响后, 结果仍与先前研究结果较为一致: 系列数字 RAN 仍能独立预测 3 年级和 5 年级儿童的无关单词矩阵朗读与句子阅读流畅性的表现。进一步证明了系列加工在多目标项同时呈现的任务(如系列 RAN 和阅读)中的重要影响, 且这种影响至少在小学 3 年级时便已出现。

总之, 以往跨年龄研究的结果均较为一致: 即尽管不同发展阶段的读者均会表现出 RAN 与阅读流畅性的显著相关, 但是对于年龄(阅读熟练程度)不同的读者来说, 这种相关的内在机制存在差异。至少在较为熟练的读者(小学 3 年级儿童)中, 系列加工便已成为 RAN 与阅读流畅性相关的重要因素之一; 而在阅读初学者(小学 1、2 年级儿童)中, RAN 与阅读流畅性的相关, 则并非主要基于系列加工。

3.2 跨语言研究的证据

来自跨语言研究的证据同样支持了系列加工的重要作用。Altani 等(2019)同时以英语和希腊语小学生为被试进行了研究, 结果并未发现由正字法深度差异所致的跨语言的结果差异, 表明系列加工不受正字法深度的影响, 也不受正字法意识水平可能导致的个体在单词识别上的差异的影响。在该研究中, 除了同样采用 Protopapas 等(2013)使用的希腊语, 还采用了相对于希腊语而言正字法深度较大的英语, 对正字法深度可能造成的个体在连续项目的系列加工上的差异进行了研究, 结果表明在不同正字法深度的语言中, 系列加工均对 RAN 和阅读的相

关起到了重要的影响, 证明了系列加工在跨语言研究中的稳定性。

除了基于拼音文字的研究, 对非拼音文字的研究也同样支持了系列加工的重要作用。非拼音文字相比于拼音文字, 其系列加工的作用可能存在很大差异。这种差异主要源自于以下几点(Georgiou et al., 2022): 在拼音文字(如英语)中, 单词是由一系列字素映射对应的音素连续拼写而成的, 读者可以对词内和词间进行连续的系列加工; 而非拼音文字的汉语中, 每个字对应一个音节, 即没有可以让读者进行线性加工的元素, 读者必须对每个汉字进行整体加工。这就使得系列加工在非拼音文字中的作用可能与拼音文字存在很大差异。然而, 来自非拼音文字的研究仍然支持了系列加工在阅读流畅性中的重要作用。杨宇等(2019)对汉语发展性阅读障碍(DD)儿童在单项和系列 RAN 中的表现进行研究。在该研究的实验 1 中, 将边界范式与单项 RAN 相结合, 在实验 2 中将边界范式与系列 RAN 相结合, 结果发现仅在实验 2 中汉语 DD 儿童与正常儿童的副中央凹预视效应存在差异, 而在实验 1 的单项 RAN 中则并未发现在副中央凹加工上的这种困难。该研究有效地将副中央凹加工同时赋予单项 RAN 和系列 RAN 中, 使得两者最显著的差异成为系列加工的存在与否, 结果发现了 DD 儿童在系列 RAN 中的额外困难。即系列加工的存在可能是导致汉语 DD 儿童 RAN 缺陷的重要原因。这表明了系列加工在汉语阅读流畅性中的重要作用。

更重要的证据来自于 Georgiou 等(2022)的研究。该研究以韩语和汉语 1、3、5、6 年级小学儿童为被试, 单项任务包括单项数字和物体 RAN、单词阅读, 系列任务包括系列数字和物体 RAN、文本阅读。结果发现: 第一, 与拼音文字不同, 系列数字 RAN 并不能独立解释单个词阅读的变异, 而单项数字 RAN 可以。这表明汉语和韩语这种非拼音文字由于需要读者对每个元素(字)进行整体加工, 因此系列加工在单个词内的作用较小。第二, 与拼音文字相同, 在排除了单个词阅读能力的影响后, 系列数字 RAN 仍能独立预测个体的阅读流畅性。这表明在汉语和韩语的词间加工中, 与拼音文字一样, 系列加工也具有非常重要的作用。

3.3 对不同刺激类型 RAN 研究的证据

在传统的 RAN 中, 常以字母、数字、颜色和常见物体四种刺激为材料。为了探究系列加工是否会在不同刺激的 RAN 中表现出来, 研究者们先后以字母、数字和常见物体为材料进行了探究:

Georgiou 和 Parrila(2020)的研究中采用了字母

RAN 证明了多项目系列加工在 RAN 与阅读相关中的作用。然而,以字母为刺激材料进行 RAN 有明显缺点,即字母 RAN 包含的认知过程不仅包括多项目系列加工,也涉及到字母形-音转换的语音加工过程。也就是说,采用字母为材料的 RAN,无法明确 RAN 与阅读相关的机制的要素,即无法分离系列加工和语音加工各自的作用。

为了降低语音加工的影响,Protopapas 等(2013)、Altani 等(2019)和 Altani 等(2020)的研究均以数字为材料进行 RAN。Altani 等(2020)以希腊语和英语小学 1、3、5 年级儿童为对象,同时以数字、物体、骰子图、数字单词和单词为材料分别进行了多项刺激同时呈现(如系列 RAN)和单项刺激分别呈现(如单项 RAN)的 RAN 和阅读任务。结果发现:在所有类型的刺激中,系列任务相比于单项任务均表现出了命名速度上的优势,表明了系列加工在系列任务中的显著影响。尤其在 1 年级和 3 年级之间,表现出了特定内容的系列加工优势的增强。具体来说,系列加工优势在刺激类型上有稳定的排名——字符型刺激(数字)和正字法型刺激(数字单词)最先表现出来,之后依次是骰子、物体。Altani 等(2020)认为这是由于物体命名和图像命名(骰子)需要语义为中介,而字符型刺激和正字法型刺激可以直接完成从视觉形式到语音形式的通达。该研究所采用的多种刺激类型为对象,不仅证明了系列加工优势在各种类型的刺激材料中均存在,更证明了这种优势是基于特定刺激类型的加工难度发展起来的,而并非一种普遍的基于所有刺激类型的一般性加工优势。

已有基于希腊语和英语的研究并未发现正字法深度对系列加工发展的影响,但对不同类型刺激的 RAN 的研究却发现了系列加工在不同刺激上的发展存在差异。因此,希腊语和英语中未发现的正字法深度的影响,是否可能是由于希腊语和英语的正字法深度差异较小导致的?当采用与希腊语和英语正字法深度差异较大的汉语为研究对象时,系列加工在儿童中的发展趋势会如何?

Georgiou 等(2022)对数字 RAN 和物体 RAN 在汉语阅读的作用进行了研究。由于单个汉字需要进行整体加工,熟练读者可能会依赖语义对汉字进行快速加工,最终达到正字法的加工。以语义为中介的路径如果存在,则同样以语义加工为中介的物体 RAN 会对汉语阅读流畅性有独特的解释力。Georgiou 等(2022)的研究证明了这种猜测:在排除了系列数字 RAN(即系列加工)的作用后,物体 RAN 仍能独立解释汉语儿童的文本阅读变异量。这表明由

于汉语正字法深度与英语的显著差异,语义加工可以作为中介路径最终达到语义通达,证明了单个汉字自动化的整体加工。尽管如此,在排除了物体 RAN 的作用后,系列数字 RAN 仍对汉语阅读流畅性具有显著的预测作用,证明了系列加工在汉语阅读中的作用。

4 小结及展望

本文主要对已有研究中提出的系列加工因素在 RAN 与阅读关系中的影响进行了梳理,表明了系列加工在跨年龄、跨语言以及在多种刺激类型 RAN 中的稳定作用。系列加工在阅读流畅性中究竟扮演者什么角色,哪些因素会影响系列加工的作用,仍然需要进一步的研究。可以从以下几个方面进行:

第一,以往研究认为系列加工在个体进行阅读时的作用可能会表现在两部分,即词内和词间。词内的系列加工主要存在于拼音文字熟练读者的困难词加工(简单词可以被熟练读者整体加工)和拼音文字新手读者中,非拼音文字如汉字则由于其整体性并不存在词内的系列加工;词间的系列加工则广泛存在于各种语言和各种水平的读者中(Altani et al., 2017)。总之,主要有两种因素可能会影响系列加工在阅读流畅性中的作用,即词汇难度和语言种类。首先,来自词汇难度的影响。De Jong 等(2011)认为在加工复杂词列表时系列加工的作用应该至少不弱于加工简单词。Van Viersen 等(2022)的研究假设同样持这种观点,但其研究发现:复杂的单词列表阅读相比于简单的系列单词阅读,系列加工的解释量更小,与其先前的假设相反。其次,来自语言种类的影响。拼音文字中可能在单词内与单词间同时存在系列加工的作用,而汉语仅在字间存在,那么,系列加工在英语中的作用是否会显著高于汉语?目前,仅有 Altani 等(2017)直接进行了跨语言的比较,结果发现:在汉语、韩语、英语和希腊语的小学 3 年级儿童中,系列加工对系列单词阅读的影响显著并不差异。即无论词内是否存在能够进行系列加工的成分,系列加工的作用未必会有显著差异。这些研究的结果均指向一种可能性:当词内可能存在额外的系列加工过程时,系列加工在阅读流畅性中的作用未必会增大。对此,有两种可能的原因:①词内的系列加工,与词间的系列加工,并非是同一种认知过程,来自 De Jong 等(2021)的研究支持了这种可能性:他们的研究认为,个体的视觉注意广度(visual attention span, VAS)反映了词内正字法单元的并行加工过程,系列数字 RAN 代表的系列加工则反映了系列的词间阅读加工。即虽然 VAS 与系列 RAN 相关,但他们认为 VAS 与阅读的

相关和系列 RAN 与阅读相关的机制并不相同,反映了阅读流畅性的不同加工过程(李杰,杨悦,赵婧,2021)。^②系列加工在流畅阅读中的作用,会由于其它因素的影响而变化。Zoccolotti 等(2015)认为,在系列单词阅读中,当词间和词内之间的加工处于一种特定的平衡状态时,阅读流畅性最高。而这种平衡同时取决于处理特定单词的效率和每个人系列加工的效率。因此,当词间和词内同时存在系列加工因素时,这种平衡的最佳状态可能会打破,从而影响系列加工在流畅阅读中的作用。当然,上述两种原因也可能同时存在。因此,目前对于系列加工在流畅阅读中的作用仍然存在着诸多问题亟待解决,需要研究者们进一步的探索。

第二,系列加工的困难可能是 DD 在 RAN 和阅读中速度缓慢的原因之一。Araújo 等(2020)证明了成人 DD 大学生中系列加工的困难存在于后期的发音阶段,但由于其被试属于 DD 中少数的高阅读水平(接近正常成人)群体,可能会通过代偿等机制使得系列加工的缺陷未能突显,因此难以推广到普通的 DD 中。杨宇等(2019)的研究推测,系列加工可能是汉语 DD 儿童 RAN 缺陷的原因之一,这同样是包含后期发音阶段的结果。那么,在排除发音之后的中前期阶段,系列加工是否仍然是 DD 儿童在 RAN 和阅读中速度缓慢的原因之一? Georgious 等(2022)发现了物体 RAN 对汉语阅读的额外解释力,证明了以语义为中介的通路在汉语阅读流畅性中的作用。那么,汉语 DD 在以语义为中介的通路中是否也存在缺陷,这种缺陷是否也会影响其阅读流畅性,又是否独立于系列加工能力? 都有待于进一步的研究。

第三,眼音距(eye-voice span)指标作为测量注视点与发音距离的指标,应该受到更广泛的重视和应用。采用眼音距作为 RAN 的指标,主要有以下几个优势:第一,RAN 均要求被试进行发音,这就为眼音距的测量提供了前提条件;第二,仅采用反应时作为 RAN 的测量指标是非常粗糙的,难以对 RAN 背后所隐含的众多加工过程进行深入分析,无法充分发挥 RAN 自身的优势。而采用眼动追踪技术的眼动指标的加入极大程度上丰富了 RAN 的指标,使研究者可以对 RAN 过程中的某些具体加工过程进行分析,尤其是眼音距相对于传统的眼动指标,还能同时体现注视位置与发音位置的关系,因此逐渐受到越来越多研究者的青睐。Araújo 等(2020)以常见物体为材料进行的 RAN 中,通过控制物体名称单词的临近词数量对英语正常成人和 DD 成人读者进行研究,结果发现:对低频词来说,临近词数量更多

的物体命名注视时间显著短于临近词数量较少的,表明在 DD 读者中,这种效应会渗透到后期的加工过程,表现为一种更长的时间眼音距。该研究采用 FSI 为指标,证明了 DD 成人在 RAN 中特定的后期发音过程会存在额外困难。这充分表明了眼音距指标在阅读研究中的重要作用。

参考文献

- 白学军,杨宇,章鹏,马杰,张琪涵,谭珂,等.(2019). 发展性阅读障碍者的快速命名缺陷. *心理科学*,42(6),1375-1381.
- 李杰,杨悦,赵婧.(2021). 汉语发展性阅读障碍儿童视觉同时性加工技能子成分的发展及其与阅读的关系. *心理学报*,53(8),821-836.
- 杨宇,马杰,谭珂,张明哲,白学军.(2019). 汉语发展性阅读障碍儿童的快速命名缺陷. *心理与行为研究*,5(5),652-661.
- 张慢慢,臧传丽,白学军.(2020). 中文阅读中副中央凹预加工的范围与程度. *心理科学进展*,28(6),871-882.
- Al Dahhan, N. Z., Kirby, J. R., Brien, D. C., & Munoz, D. P. (2016). Eye movements and articulations during a letter naming speed task. *Journal of Learning Disabilities*,50(3),275-285.
- Altani, A., Georgiou, G. K., Deng, C., Cho, J. R., Katopodi, K., & Wei, W. (2017). Is processing of symbols and words influenced by writing system? Evidence from Chinese, Korean, English, and Greek. *Journal of Experimental Child Psychology*,164,117-135.
- Altani, A., Protopapas, A., & Georgiou, G. K. (2018). Using serial and discrete digit naming to unravel word reading processes. *Frontiers in Psychology*,9,524.
- Altani, A., Protopapas, A., Katopodi, K., & Georgiou, G. K. (2019). From individual word recognition to word list and text reading fluency. *Journal of Educational Psychology*,112(1),22-39.
- Altani, A., Protopapas, A., Katopodi, K., & Georgiou, G. K. (2020). Tracking the serial advantage in the naming rate of multiple over isolated stimulus displays. *Reading and Writing*,33,349-375.
- Araújo, S., Huettig, F., & Meyer, A. (2020). What underlies the deficit in rapid automatized naming(RAN) in adults with dyslexia? Evidence from eye movements. *Scientific Studies of Reading*,25(6),534-549.
- DeJong, P. F., & Messbauer, V. C. S. (2011). Orthographic context and the acquisition of orthographic knowledge in normal and dyslexic readers. *Dyslexia*,17(2),107-122.
- DeJong, P. F., & van den Boer, M. (2021). The relation of visual attention span with serial and discrete rapid automatized naming and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*,207,105093.

- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid "automatized" naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471–479.
- Georgiou, G. K., & Parrila, R. (2020). What mechanism underlies the rapid automatized naming – reading relation? *Journal of Experimental Child Psychology*, 194, 104840.
- Georgiou, G. K., Cho, J. R., Deng, C., & Altani, A. (2022). Cascaded processing in naming and reading: Evidence from Chinese and Korean. *Journal of Experimental Child Psychology*, 220, 105416.
- Gordon, P. C., & Hoedemaker, R. S. (2016). Effective scheduling of looking and talking during rapid automatized naming. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 42(5), 742–760.
- Jones, M. W., Branigan, H. P., Hatzidaki, A., & Obregón, M. (2010). Is the 'naming' deficit in dyslexia a misnomer? *Cognition*, 116(1), 56–70.
- Jones, M. W., Obregón, M., Kelly, M. L., & Branigan, H. P. (2008). Elucidating the component processes involved in dyslexic and non-dyslexic reading fluency: An eye-tracking study. *Cognition*, 109(3), 389–407.
- Jones, M. W., Snowling, M. J., & Moll, K. (2015). What automaticity deficit? Activation of lexical information by readers with dyslexia in a RAN Stroop – Switch task. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 42(3), 465–474.
- Närhi, V., Ahonen, T., Aro, M., Leppäsaari, T., Korhonen, T. T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2005). Rapid serial naming: Relations between different stimuli and neuropsychological factors. *Brain & Language*, 92(1), 45–57.
- Norton, E. S., & Wolf, M. (2012). Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: Implications for understanding and treatment of reading disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 427–452.
- Protopapas, A., Altani, A., & Georgiou, G. (2013). Development of serial processing in reading and rapid naming. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 914–929.
- Protopapas, A., Katopodi, K., Altani, A., & Georgiou, G. K. (2018). Word reading fluency as a serial naming task. *Scientific Studies of Reading*, 22, 248–263.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., & Rayner, K. (2012). Using e-z reader to simulate eye movements in nonreading tasks: A unified framework for understanding the eye – mind link. *Psychological Review*, 119(1), 155–185.
- VanViersen, S., Protopapas, A., & Jong, P. (2022). Word – and text – level processes contributing to fluent reading of word lists and sentences. *Frontiers in Psychology*, 12, 789313.
- White, A. L., Palmer, J., & Boynton, G. M. (2018). Evidence of serial processing in visual word recognition. *Psychological Science*, 29(7), 1062–1071.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Lami, L., Pizzoli, C., Pontillo, M., & Spinelli, D. (2013). Multiple stimulus presentation yields larger deficits in children with developmental dyslexia: A study with reading and RAN – type tasks. *Child Neuropsychology*, 19, 639–647.
- Zoccolotti, P., Luca, M. D., & Spinelli, D. (2015). Discrete versus multiple word displays: A re-analysis of studies comparing dyslexic and typically developing children. *Frontiers in Psychology*, 6, 01530.

Serial Processing: An Important Factor in the Relationship between Rapid Automatized Naming and Reading Fluency

Yang Yu¹, He Fei²

(1. School of Education Science, Nanyang Normal University, Nanyang 473000;

2. School of Psychology, Hainan Normal University, Haikou 571158)

Abstract: The correlation between Rapid Automated Naming(RAN) and reading fluency has been established, but the exact mechanism behind this relationship remains a topic of debate. Recent studies have highlighted the significant influence of serial processing, a component that has been overlooked in previous research. This paper investigates the enduring correlation between RAN tasks and reading tasks, as well as their underlying mechanism, considering cross – age, cross – language, and the relationship between multiple RAN tasks and multiple reading tasks. The findings emphasize that serial processing is one of the most crucial factors impacting individual reading fluency.

Key words: reading fluency; RAN; serial processing