

三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展及其调节因素*

姜勃帆¹ 陈启杨² 崔楠楠³ 吴岩¹

(¹东北师范大学心理学院, 长春 130024) (²宁波幼儿师范高等专科学校雪门学前教育学院, 浙江 宁波 315336)

(³延边大学师范学院, 吉林 延吉 133002)

摘要 结合眼动技术和不一致觉察范式, 本研究探讨了三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展, 以及文本相关性、词汇知识和语素意识在其中的调节作用。结果发现: 1)三、五年级儿童均能有效监控文本内容, 表现为不一致条件下的凝视时间、第二次阅读时间和回视路径时间均显著长于一致条件; 2)文本相关性未能调节理解监控过程, 但相关的文本内容提升了三年级儿童的阅读效率; 3)词汇知识能够调节儿童的理解监控, 词汇知识丰富的儿童对不一致信息的修复速度更快。语素意识虽未直接发挥作用, 但可以通过词汇知识间接影响理解监控能力。研究结果表明, 三年级儿童已表现出一定的理解监控能力, 且这种能力的提高与词汇知识和语素意识密切相关。

关键词 理解监控, 词汇知识, 语素意识, 语义相关

分类号 B842; B844

1 引言

阅读理解是一个将当前文本中的信息与读者头脑中的知识不断地进行整合, 从而建立起连贯心理表征的过程(情境模型, Zwaan & Radvansky, 1998)。阅读的认知观(Cognitive view of reading)认为阅读理解不仅包括从视觉符号获得有意义的语言单元, 还涉及个体对自我理解的监控过程(Kendeou et al., 2014)。前者依赖于词汇解码(Ehri, 2014)、阅读流畅性(Kim et al., 2012)和词汇知识等(Quinn et al., 2015); 后者则需要高水平的执行控制的参与(Cain et al., 2004; Cain & Oakhill, 2006)。阅读的认知观认为, 这两个水平的加工在儿童阅读理解发展中都发挥着独立且重要的作用(Kendeou et al., 2009)。

与阅读的认知观一致, 以往研究发现儿童在阅

读过程中会有意识或无意识地对自我的理解过程进行监控。但是, 这种监控需要儿童的认知能力发展到一定水平, 同时这种理解监控能力会进一步推进儿童阅读理解能力的发展(Cain et al., 2004; Rapp & Van den Broek, 2005)。然而, 就低水平的认知因素(如词汇解码、词汇知识等)与高水平的理解监控的关系, 以往研究还存在争议。有研究者认为两者并非独立的, 可能存在相互促进, 从而共同推进儿童阅读理解能力的发展(Cutting et al., 2009; Hudson et al., 2016)。在实证研究中, 确有研究发现低水平的认知因素会促进高水平的理解监控能力的发展(Zargar et al., 2019)。然而, 也有研究发现两者存在竞争关系, 低水平认知能力的发展会抑制理解监控的发展, 尤其对于小学低年级的儿童(Kim et al., 2018)。可见, 有关低水平的认知因素和儿童理解监控的关系还有待于进一步探究。

收稿日期: 2025-04-01

* 科技创新 2030(2021ZD0200500); 国家自然科学基金面上项目(32371110); 吉林省教育厅科学技术研究项目(JJKH20250277BS)。

姜勃帆和陈启杨同为第一作者。

通信作者: 吴岩, E-mail:wuy399@nenu.edu.cn

此外,值得一提的是,阅读是一项复杂的、有目标导向的活动,涉及多种过程的同步协调与整合(Cartwright et al., 2020)。这其中不仅包括读者自身的特征,也包括文本本身的特点等(Kieffer et al., 2013)。而以往有关理解监控的研究多集中于语言相关的个体因素上,忽略了文本特征对儿童理解监控能力发展的影响。因此,本研究亦将文本特征考虑进来,综合个体特征和文本特征,对儿童的理解监控进行研究。

1.1 儿童阅读理解监控的发展

理解监控是指读者在阅读时有意识或无意识地利用各种策略和技能评估和调节自身理解的过程(Cain et al., 2004; Connor et al., 2015)。具体而言,理解监控是指个体发现当前情境模型与文本中出现的新信息不匹配(觉察评估过程),并通过重构情境模型来修复这种不匹配的认知过程(调节修复过程)(Baker, 1985)。最初,研究者通过自我报告的方式对儿童的理解监控进行研究。即通过在句子中植入假词、非词,或设置与读者背景知识相冲突的内容,观察儿童是否能够有效报告出这些问题,从而评估儿童理解监控能力的发展(Garner, 1980; Markman, 1979)。通过自我报告法发现,随着年龄增长或阅读能力的提升,儿童对文本中语义冲突的觉察能力显著增强,且相比句子层面的冲突,更易觉察词汇层面的不一致信息(Baker, 1984; Garner, 1980)。此外,即便在控制词汇量和阅读流畅性后,理解监控能力仍能独立预测儿童的理解水平(Cain et al., 2004; Rapp & Van den Broek, 2005)。

然而,自我报告法作为一种离线的测量手段,通过中断儿童的阅读来考察其理解监控能力,无法捕捉儿童对文本加工的动态变化。因此,为了更准确地揭示理解监控在阅读过程中的实时运作机制,采用高时间分辨率的技术手段来探讨理解监控过程是十分有必要的。基于此,眼动指标的多样性为探究儿童理解监控的实时过程提供了有效途径(Connor et al., 2015; Eilers et al., 2018; Kim et al., 2018; Vorstius et al., 2013; Zargar et al., 2019)。

在眼动研究中探究儿童理解监控时,比较常用的范式为不一致觉察范式。该范式借鉴自我报告法,在文本中设置与语境或读者背景知识不一致的内容,例如,“The man used a strainer/*photo* to drain the thin spaghetti yesterday evening” (Warren & McConnell, 2007),通过记录儿童对不一致信息“*photo*”加工的眼动轨迹,探究其理解监控的发生

和发展进程。具体而言,眼动指标中的凝视时间(Gaze Duration, GD)和第二次阅读时间(Second Reading Time, SRT)、回视路径时间(Regression Path Duration, RPD)在其中发挥着重要作用(Warren & McConnell, 2007)。凝视时间指眼睛首次进入兴趣区且没有离开前的总停留时长,主要反映阅读中词汇信息的快速通达与解码,属于理解的初级加工阶段(Rayner, 1998)。Bicknell 和 Levy (2011)指出,凝视时间延长体现了读者对不一致信息的觉察能力,儿童在初始阅读阶段就能快速检测出语义冲突,这反映了早期觉察过程。回视路径时间指从目标兴趣区开始回视至前文内容时所有注视时长的总和(Rayner et al., 2012; Rayner & Schotter, 2014),通常与第二次阅读时间(即兴趣区内所有回视停留的时间总和)协同报告,用于反映读者遭遇语义困难后的再加工过程(Kim et al., 2018; Zargar et al., 2019)。回视路径时间和第二次阅读时间的延长,表明读者在后期理解监控阶段进行了语义修复与整合(Connor et al., 2015)。总而言之,快速觉察与再加工(修复)共同构成了阅读理解监控能力的核心要素(Baker, 1985)。

采用眼动技术, Kim 等(2018)研究发现小学二年级儿童在句子理解过程中已经表现出了理解监控能力,表现在对不一致目标词的凝视时间变长,第二次阅读时间也变长。说明二年级儿童可以快速觉察到文本中的不一致内容,还可以对文本中的不恰当信息进行适当修复。然而,采用跨年级比较的方法,Zargar 等(2019)对3~5年级儿童的研究却得出了不一样的结论,研究发现不同年级的儿童其理解监控能力存在差异,三年级儿童对不一致信息的凝视时间和回视时间与一致条件没有差异,并未表现出对句子水平不一致信息的理解监控过程。但是在四、五年级儿童中,不一致目标词的第二次阅读时间显著长于一致条件,表现出了理解监控过程。由上可见,三年级或以下儿童在文本阅读过程中是否会表现出理解监控能力,现有研究还存在争议。事实上,以往研究发现儿童的元认知能力一般发展较晚,儿童到达一定年龄才能展现出来(Gombert, 1992; Kinnunen & Vauras, 2010)。因此,很有必要对儿童理解监控能力的发展差异进行探究。结合以往研究,当前研究从小学中年级开始探究,此阶段一般认为是儿童元认知能力发展的起步阶段(Del Giudice, 2014)。

1.2 影响儿童阅读理解监控能力发展的个体特征

儿童理解监控能力的发展不仅存在年级差异,

也与个体的语言知识或认知/元认知能力有关。在以往研究中,研究者聚焦于词汇知识(Connor et al., 2015; Kim et al., 2018; Zargar et al., 2019)、读写能力、学术语言能力(Connor et al., 2015)、工作记忆和认知灵活性(Cui et al., 2024),结果发现儿童读写能力、学术语言能力、工作记忆和认知灵活性均对儿童的阅读理解监控过程存在调节作用,而且这种作用更多地体现在修复过程中。但是,就词汇知识的作用而言,现有研究还存在一定分歧。词汇知识是指读者在理解他人言语或对文本进行理解时,所激活的词汇相关的知识(Moats, 2005)。采用眼动技术,Connor等(2015)、Zargar等(2019)和Hessel等(2021)对词汇知识的作用进行了研究。但是Connor等是将词汇知识、字词识别和篇章理解整合为读写能力进行研究,因此无法分离词汇知识的单独作用。Zargar等发现词汇知识能够调节3~5年级儿童的理解监控过程,主要发生在后期的修复阶段,词汇知识越丰富的儿童,对不一致目标词的回视时间越长。然而,Hessel等的研究发现,对于5年级儿童,词汇知识在后期修复阶段并未表现出调节作用,词汇知识的调节作用主要发生在早期觉察阶段,而且表现为词汇知识更丰富的儿童对不一致目标词的凝视时间更短。可见,在词汇知识和儿童理解监控能力发展的关系上,研究者之间还未达成一致。主要分歧点在于词汇知识何时(觉察还是修复阶段)以及如何发挥作用的。

此外,值得注意的是,有关儿童阅读理解监控能力发展的个体差异研究,研究者多聚焦在语言知识或者一般认知能力上,忽略了元语言意识的作用。就中文理解而言,元语言意识中语素意识的作用需要上升到重要位置。语素意识是指儿童能够运用语言中构词规则的能力(Liu & Liu, 2020; McBride-Chang et al., 2005)。中文与拼音文字不同,中文中有75%~80%的词语都是由两个或三个词素组合而成的复合词(Chen et al., 2009)。事实上,中文被归为分析性语言,是一种语素语言。根据中文的特点,以往研究发现语素意识在中文儿童阅读理解能力的发展中具有重要作用(Cheng et al., 2017; Fong & Ho, 2017)。然而,这类研究均聚焦在儿童阅读能力的发展。并未有研究对语素意识这种元语言意识在儿童理解监控中的作用进行探究。

就语素意识的作用途径而言,直接和间接阅读效率模型(A Direct and Indirect Effect Model of Reading, DIER)认为语素意识不仅能直接促进儿童

阅读的发展,还能通过词汇知识或字词识别等途径间接促进儿童阅读理解能力的提高(Kim, 2017, 2019)。然而,此模型的证据多来自于以阅读成绩为指标的研究(Kim, 2017, 2019)。理解监控更聚焦于阅读过程,是阅读理解中的元认知过程。那么语素意识是否直接或间接通过词汇知识作用于儿童的阅读理解监控发展过程,是本研究拟探究的第二个问题。

1.3 影响儿童阅读理解监控能力发展的文本特征

近年来,尽管对儿童理解监控能力的研究日益增多,但对文本层面因素的关注仍相对不足。已有研究发现,理解监控能力在叙述性文本中能够显著影响儿童的阅读理解,而在说明性文本中则较难体现(Florit et al., 2025)。然而,体裁作为一种整体性文本特征,未能反映文本的局部语言特征。文本中词语之间的语义相关性,作为一种局部语言特征,可能在词汇层面影响儿童对信息的处理效率。依据建构-整合模型(Construction-Integration Model; Kintsch, 1988),阅读理解的初期阶段依赖文本的连贯性建构文本基础表征,随后才整合至长期记忆形成情境模型。对发展阶段尚早的儿童而言,语义相关性作为一种可感知的语义线索,可能通过提升文本的连贯性从而提高阅读初期的处理效率。

然而,与此预期相反,在9~12岁儿童阅读理解过程中,研究者并未发现语义相关性的作用(Cui et al., 2024)。但是,值得注意的是,Cui等(2024)在研究中并未充分考虑年级的差异。对于不同年级的儿童,语义相关性的作用可能会不同。这是因为随着年级的增长,儿童的背景知识和认知能力等都在提升。McNamara等人(1996)、McNamara(2001)发现,在阅读理解过程中,文本连贯性与读者背景知识之间存在交互作用。对于背景知识丰富的个体,低连贯文本能够促使其主动调用相关知识,从而加深对内容的加工;相反,背景知识相对匮乏的个体则更依赖文本本身提供的连贯线索,以完成基本理解。根据此发现,我们推测语义相关性的作用可能受到年级的调节,例如促进阅读初学者的阅读加工过程,而对高年级儿童则作用减弱。然而,目前尚缺乏系统研究探讨词汇间的语义相关性是否在不同年级中发挥不同的作用。

综上,结合眼动技术和不一致觉察范式,本研究拟揭示三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展,同时关注文本中的语义相关性,以及词汇知识和语素意识在其中的作用。具体而言,本研究拟回答如

下问题: 1)三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展差异; 2)词汇知识和语素意识对儿童阅读理解监控过程的调节, 以及语素意识是否通过词汇知识发挥作用; 3)词汇间语义相关性对儿童阅读过程乃至理解监控的调节。

根据以往研究(Zargar et al., 2019), 我们预期三、五年级儿童阅读理解监控过程会存在差异, 五年级儿童的理解监控能力好于三年级儿童。此外, 词汇知识会调节儿童的理解监控过程。鉴于理解监控和阅读理解能力的高相关(Oakhill et al., 2005), 同时基于语素意识对儿童阅读理解能力发展的直接和间接模型(Kim, 2017), 我们预期语素意识不仅会调节儿童的理解监控过程, 同时会通过词汇知识发挥作用。最后, 依据建构-整合模型(Kintsch, 1988)和 McNamara 等(1996)、McNamara (2001)的发现, 我们预期语义相关性和年级存在交互作用, 文本相关性在三年级儿童中表现出对阅读理解和理解监控的影响, 在五年级儿童中的作用减弱。

2 方法

2.1 被试

本研究使用 G-power 3.1 进行被试量估计(Faul et al., 2009)。参考 Camblin 等(2007)的研究, 设置效应量 $f = 0.25$, $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.95$, 根据 $2 \times 2 \times 2$ 混合实验设计, 计算出所需样本量为 36。实际招募儿童 124 名, 剔除实验中因头动等原因导致眼动数据不可用的儿童 20 人, 剩余 104 名学生。其中三年级儿童 54 人($M_{\text{年龄}} = 9.08$ 岁, $SD = 0.34$ 岁; $n_{\text{男}} = 23$), 五年级儿童 50 人($M_{\text{年龄}} = 11.04$ 岁, $SD = 0.30$ 岁; $n_{\text{男}} = 26$)。

采用《瑞文标准推理测验》(SPM)评估儿童的一般认知能力, 三年级儿童平均得分为 40.54 ($SD = 7.63$), 五年级为 44.82 ($SD = 5.98$)。参考 Qiu 等

(2020)对中国 8~16 岁儿童的大规模常模数据($N = 6970$), 9 岁儿童(三年级)瑞文推理测验原始分均值为 36 ($SD = 10.49$), 11 岁儿童(五年级)为 44 ($SD = 8.28$)。因此, 本研究所有样本均处于常模范围内, 说明儿童智力发育正常。此外, 在前期筛选被试时, 通过和班主任老师沟通, 研究样本已经剔除语文成绩较低或阅读困难儿童。

所有被试均以中文为母语, 视力或矫正视力正常, 在语言、颜色知觉等神经功能方面均无缺陷或损伤。所有儿童在实验前均要求家长签署知情同意书。

2.2 实验设计和材料

采用 2 (语义相关性: 相关 vs. 不相关) $\times 2$ (语义一致性: 一致 vs. 不一致) $\times 2$ (年级: 三年级 vs. 五年级)的混合实验设计。其中, 语义相关性与一致性为被试内变量, 年级是被试间变量。根据句子中两个关键词之间是否存在关联, 以及是否存在语义违背, 形成四种条件。材料样例如表 1 所示。

首先, 为确保所选关键词均是儿童熟知的词汇, 另召集 30 名未参与正式实验的三、五年级学生对关键词的熟悉性进行评价(3 点量表, 1 表示儿童熟悉且理解该词的含义, 3 表示儿童完全不认识该词), 最终确定 48 组关键词(见表 2)。三组关键词在笔画数、字频和词频上相互匹配($F_s < 1$, $p_s > 0.050$)。此外, 为了确定三组关键词的语义关联性, 另要求 25 名未参与正式实验的三、五年级学生对核心词与相关词、不相关词之间的语义关联度进行评价(4 点量表, 1 表示非常不相关)。结果显示, 核心词与相关词语义关联度较高, 核心词与不相关词关联度较低, 两者差异显著, $t(47) = 15.21$, $p < 0.001$, Cohen's $d = 2.10$ 。

利用这 48 组关键词编写 48 组句子。另召集 86 名未参与正式实验的三年级(47 名)和五年级(39 名)儿童, 以及 32 名小学语文教师对句子合理性进行评价(见表 1), 采用 4 点量表(1 = 非常不合理, 4 =

表 1 实验材料样例以及句子合理性和理解难度评价结果

实验条件	例句	整句合理性		句子理解难度	
		教师	儿童	三年级	五年级
一致相关	到家后妈妈把新买的葡萄放在/果盘上了。	3.53(0.51)	3.20(0.35)	3.45(0.28)	3.52(0.30)
不一致相关	到家后妈妈把新买的果盘放在/葡萄上了。	1.34(0.27)	1.60(0.38)	2.55(0.50)	2.41(0.50)
一致不相关	到家后妈妈把新买的葡萄放在/纸巾上了。	3.08(0.56)	3.07(0.45)	3.26(0.29)	3.32(0.36)
不一致不相关	到家后妈妈把新买的纸巾放在/葡萄上了。	1.29(0.27)	1.58(0.33)	2.53(0.50)	2.33(0.58)

注: 斜线前内容为关键词前内容, 正式实验里不存在斜线。

表2 三种类型关键词的相关属性

词语类型	样例	笔画	平均字频	词频	熟悉度	相关程度
核心词	葡萄	17.63(3.96)	4.59(0.73)	3.13(0.71)	1.08(0.31)	—
语义相关词	果盘	16.08(4.27)	4.81(0.57)	2.91(0.70)	1.05(0.24)	3.32(1.05)
语义无关词	纸巾	16.04(4.09)	4.69(0.71)	3.02(0.80)	1.03(0.18)	2.14(1.26)

非常合理)。以评价等级为因变量,一致性和相关性为自变量进行两因素重复测量方差分析。在儿童中,一致性主效应显著, $F(1, 47) = 814.9, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.946$, 一致条件下句子合理性评分显著高于不一致条件;相关性主效应、相关性和一致性的交互作用均不显著($ps > 0.20$)。在教师中,一致性主效应显著, $F(1, 31) = 203.7, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.630$, 一致条件下句子合理性评分显著高于不一致条件;相关性主效应、相关性和一致性的交互作用均不显著($ps > 0.12$)。

其次,为了确保实验材料对于三、五年级儿童来说具有相同的难度,另招募了96名三年级(48名)和五年级(48名)儿童对句子理解的难易程度进行评价,同样采用4点量表(1 = 很难理解, 4 = 很容易理解)。平均评分等级见表1,采用独立样本 t 检验,结果发现一致句在两个年级之间的差异均不显著(一致相关条件: $t(94) = -1.27, p > 0.05, \text{Cohen's } d = 0.29$; 一致不相关条件: $t(94) = -0.94, p > 0.05, \text{Cohen's } d = 0.33$)。

按照一致性和相关性进行拉丁方平衡,构成四个版本的实验材料。每一版本中包含48个实验句(每个条件12个句子)和60个填充句,填充句语句结构和实验材料类似。

2.3 实验程序

采用Eyelink 1000 plus Tower眼动仪呈现材料,并记录儿童的眼动情况,采样频率为1000 Hz。根据眼动研究惯例只记录儿童右眼数据,使用下颌托减少儿童的头部运动。实验材料呈现在26英寸Dell显示器上,屏幕分辨率为1024 × 768像素。儿童眼动轨迹通过眼动仪上的高速摄像机输入计算机,材料呈现与眼动记录由专用软件完成。实验材料和填充材料均采用28号楷体字,黑底白字呈现。被试头部与屏幕之间的距离为80 cm,这样可以保证每个汉字的视角约为1°。实验前告知儿童在实验过程中头尽量保持不动。

每段实验开始前都需要进行校准,以保证被试眼动轨迹记录的精确性。每次校准都包括校对(calibration)、效度检验(validation)和漂移修正(drift correction)。在校对过程中,9个校准点(白色小圆点)

会依次随机出现在屏幕中心或四周。当校准点出现时,要求被试注视该点,直至该点消失。校对之后是效度检验,仍然出现9个校准点,程序和校对一样。如果效度检验成功,则进行一次漂移修正,一个校准点会随机地出现在屏幕的中心或四周,要求被试注视它。校准成功后方可进入实验。

每个儿童仅阅读一个版本的材料,共计108个句子。其中,20个填充句后有阅读理解题,要求儿童做出是非判断。目的是鼓励并监督儿童认真阅读实验材料。实验过程中,儿童将自行调节阅读速度,在阅读完一屏后,按任意键翻到下一屏。为了确保眼动记录的准确性,每次呈现新内容之前,计算机将进行一次漂移校正。屏幕左上角会出现一个校准点,只有当被试的注视点与校准点完全对准时,校准点才会消失,下一屏才会显示。正式实验开始前会有12个练习句子,帮助儿童熟悉实验流程,练习句子在正式实验中不会重复出现。整个实验大约持续20分钟。

2.4 认知能力测量

一般认知能力:采用瑞文推理测验(Raven, 1960)测量儿童的一般认知能力。该测验要求儿童从6~8个选项中选择一个合适的选项以补全图形。共包括60个项目,每答对一个项目计1分。该测验的内部一致性信度在0.88~0.93之间(Abdel-Khalek, 2005)。

词汇知识:采用标准汉字识别测验(王孝玲,陶碧平,1996)测量儿童的词汇知识。该测验要求儿童用给定的汉字进行组词。例如,给儿童呈现“阻”字,儿童可以组词“阻止、阻拦”等,测验内容适合三、五年级儿童,共计100个项目。该测验的内部一致性信度为0.93。

语素意识:任务来源于McBride-Chang等(2005)的选择解释测验(Select-Interpretations Tes),同时参考陈泊蓉(2011)编制的解释语素测验,旨在考察儿童是否能基于词语内部语素的意义推理出整体词义。首先,向儿童呈现一个词语,要求他们从四个选项中选出给定词语的正确解释。如呈现目标词“专利”,儿童需要从“A.专门的利益; B.由于发明创

造而独自享有的利益; C.在利益方面很擅长; D.特定的利益”这四个选项中选出正确的解释, 答对计 1 分。该测验的内部一致性信度为 0.75。

2.5 数据分析

在数据分析过程中, 句子中的第二个核心词被定义为关键区。关注的眼动指标包括凝视时间(GD)、第二次阅读时间(SRT)和回视路径时间(RPD)。在关键区内共收集了 5232 个眼动指标的数据。当兴趣区内不存在相应指标的数据点时, 设置为缺失值。删除关键区内各眼动指标中超过平均数 3 个标准差的数据(约为 0.86%)。

采用 R 语言(R Development Core Team, 2014)和 lme4 数据包(Bates et al., 2014)进行线性混合模型分析(Linear Mixed-effects Model, LMM), 数据分析时从两个角度分层次进行。首先, 为确定阅读过程中的理解监控效应及年级差异, 以及语义相关性作用的年级差异, 将年级、一致性、语义相关性以及两者或三者的交互作用作为固定因子, 被试和项目作为随机因子。对关键区内的凝视时间、第二次阅读时间和回视路径时间分别作为因变量进行建模。

在此基础上, 采用全模型, 将文本特征和个体特征全部纳入分析, 在控制一般认知能力和年级的基础上, 将语义相关性、一致性、语素意识和词汇知识, 以及各因素两者或三者的交互作为固定因子, 被试和项目作为随机因子, 三个眼动指标分别作为因变量建立线性混合模型。词汇知识和语素意识的主效应揭示两者对阅读时间的影响, 词汇知识和一致性的交互作用、语素意识和一致性的交互作用体现了词汇知识和语素意识对理解监控过程的调节。词汇知识、相关性和一致性的交互, 语素意识、相关性和一致性的交互体现文本特征和个体特征交互影响理解监控过程。

在具体建模时, 采用最大化随机效应原则(Barr et al., 2013)构建全模型(即纳入实验设计所允

许的所有随机截距和随机斜率)。如果模型无法拟合, 则参照 Brown (2021)的诊断式原则简化模型: 首先删除随机相关项, 若仍无法收敛, 则采用主成分分析的方法来确定有效的随机效应成分数量, 并根据其方差贡献逐步删减, 直到其顺利收敛且没有奇异拟合警告。最后, 将收敛模型与零模型(不包含固定因子)进行似然比检验, 以验证收敛模型的有效性。

3 结果

3.1 儿童阅读理解监控和相关性效应的年级差异

表 3 呈现了三年级和五年级儿童在四种条件下各眼动指标的平均值和标准差。线性混合模型分析结果见表 4。在凝视时间上, 一致性主效应显著, 儿童对不一致信息的凝视时间显著长于一致信息。语义相关性和年级的交互作用显著。进一步区分三年级和五年级分析语义相关性的主效应, 结果发现在三年级儿童中, 语义相关时的凝视时间显著短于不相关条件($\beta = -0.024, SE = 0.011, z = -2.27, p = 0.026$); 而在五年级儿童中不存在这种差异($\beta = 0.014, SE = 0.011, z = 1.22, p = 0.211$)。

在第二次阅读时间上, 年级和一致性的主效应均显著。三年级儿童的第二次阅读时间显著长于五年级儿童; 不一致条件下的阅读时间显著长于一致条件。除此之外, 其他效应均不显著。

在回视路径时间上, 一致性主效应显著, 不一致条件下关键词的回视路径时间显著长于一致条件。此外, 年级和一致性的交互作用显著。进一步分析发现, 三年级儿童对不一致关键词的回视路径时间显著长于一致条件($\beta = -0.102, SE = 0.014, t = -7.06, p < 0.001$); 五年级儿童也表现出不一致性效应($\beta = -0.064, SE = 0.015, t = -4.32, p < 0.001$), 但此效应较小, 主要是因为不一致条件的回视路径时间变短。年级和相关性的交互作用也显著, 进一步分析发现, 三年级儿童对相关关键词的回视路径时

表 3 三、五年级儿童四种条件下各眼动指标的均值和标准差

条件	三年级			五年级		
	GD	SRT	RPD	GD	SRT	RPD
一致相关	387(231)	470(311)	856(569)	365(198)	427(292)	854(581)
一致不相关	397(240)	482(314)	892(591)	378(226)	452(301)	842(565)
不一致相关	403(240)	554(358)	1066(713)	398(216)	454(285)	956(602)
不一致不相关	428(241)	539(338)	1149(714)	379(224)	463(286)	942(576)

注: 时间的单位是毫秒, 下同。GD 指凝视时间; SRT 指第二次阅读时间; RPD 指回视路径时间。

表 4 理解监控的年级差异以及相关性在其中的调节作用

自变量	凝视时间				第二次阅读时间				回视路径时间			
	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
截距	2.519	0.012	207.52	<0.001	2.572	0.012	230.22	<0.001	2.867	0.017	171.76	<0.001
一般认知能力	-0.001	0.002	-0.67	0.508	0.000	0.001	0.24	0.809	0.002	0.002	0.84	0.405
一致性	0.023	0.009	2.63	0.012	0.046	0.012	3.75	<0.001	0.082	0.012	6.60	<0.001
语义相关性	0.005	0.008	0.68	0.503	0.014	0.014	0.10	0.320	0.018	0.012	1.40	0.168
年级	-0.022	0.023	-0.94	0.349	-0.066	0.022	-3.00	0.004	-0.058	0.029	-2.00	0.048
相关性: 一致性	-0.006	0.017	-0.35	0.729	-0.020	0.030	-0.66	0.510	0.009	0.018	0.53	0.600
相关性: 年级	-0.037	0.014	-2.71	0.009	0.018	0.027	0.67	0.502	-0.037	0.018	-2.00	0.049
一致性: 年级	-0.009	0.013	-0.68	0.498	-0.029	0.023	-1.23	0.220	-0.042	0.016	-2.59	0.010
相关性: 一致性: 年级	-0.052	0.031	-1.68	0.097	0.003	0.056	0.05	0.958	-0.031	0.035	-0.86	0.395

注: 各眼动指标的最终收敛模型: 1)凝视时间 = 一般认知能力 + 语义相关性 × 一致性 × 年级 + (1 + 语义相关性: 一致性||被试) + (1 + 语义相关性 + 一致性 + 语义相关性: 年级 + 语义相关性: 一致性||项目); 2)第二次阅读时间 = 一般认知能力 + 语义相关性 × 一致性 × 年级 + (1 + 语义相关性 + 语义相关性: 一致性||被试) + (1 + 语义相关性 + 年级 + 一致性 + 语义相关性: 一致性||项目); 3)回视路径时间 = 一般认知能力 + 语义相关性 × 一致性 × 年级 + (1 + 语义相关性 + 语义相关性: 一致性||被试) + (1 + 语义相关性 + 一致性 + 语义相关性: 年级: 一致性||项目)。

间小于不相关关键词($\beta = -0.038, SE = 0.012, t = -3.09, p = 0.002$); 而五年级儿童在相关和不相关条件下的差异并不显著($\beta = 0.004, SE = 0.013, t = 0.32, p = 0.753$)。

综上, 我们发现无论是在觉察阶段(凝视时间), 还是在修复阶段(第二次阅读时间和回视路径时间), 三、五年级儿童都表现出了理解监控过程, 但是五年级儿童对不一致信息修复过程略快, 快于三年级儿童, 表现在五年级儿童对不一致信息的回视路径时间更短(如图 1A)。文本相关性对三、五年级儿童的影响不同, 相关性的文本会提高三年级儿童的阅读效率, 表现在相关条件下的凝视时间和回视路径时间都显著低于不相关文本, 然而五年级儿童并没有表现出这种差异(如图 1B 和图 1C)。

3.2 文本特征和个体特征在理解监控中的作用

3.2.1 语义相关性、词汇知识和语素意识对阅读理解监控的调节

线性混合模型分析结果见表 5。首先, 在三个眼动指标上, 词汇知识的主效应均显著, 语素意识的主效应均不显著, 说明词汇知识越丰富的儿童, 其阅读时间越短。

在回视路径时间上, 词汇知识与一致性、语素意识与一致性交互作用均显著。区分一致和不一致条件, 探究词汇知识和语素意识的作用。结果发现在一致条件下, 词汇知识主效应不显著($\beta = -0.019, SE = 0.011, z = -1.92, p = 0.057$); 在不一致条件下, 词汇知识主效应显著($\beta = -0.031, SE = 0.011, z = -2.74, p = 0.006$)。说明词汇知识越丰富的儿童, 不

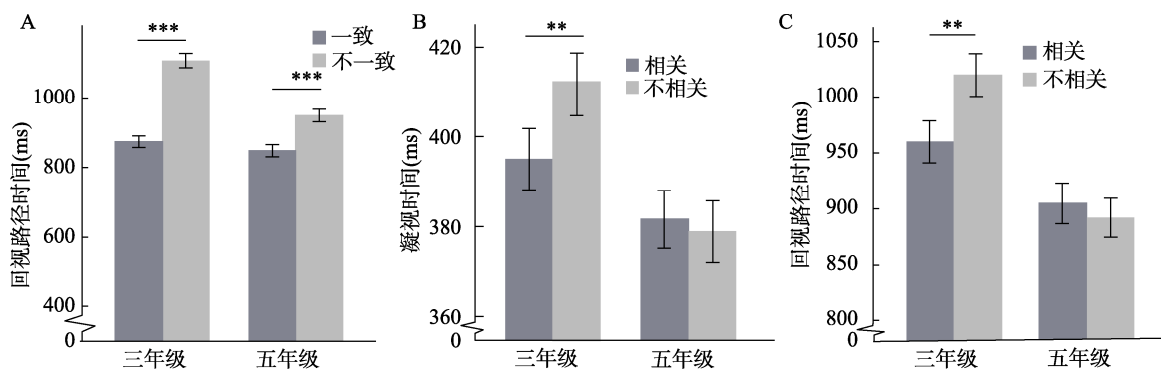


图 1 语义一致性效应和相关性效应在年级间的差异。回视路径时间上语义一致性效应在三、五年级儿童间的差异(A), 凝视时间上相关性效应在三、五年级儿童间的差异(B), 回视路径时间上相关性效应在三、五年级儿童间的差异(C)。** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, 误差线为标准误。

表 5 语义相关性、词汇知识和语素意识对阅读理解监控的调节作用

自变量	凝视时间				第二次阅读时间				回视路径时间			
	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	β	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
截距	2.520	0.012	217.28	<0.001	2.574	0.011	235.95	<0.001	2.868	0.016	173.86	<0.001
一般认知能力	-0.000	0.002	-0.09	0.932	0.001	0.002	0.67	0.502	0.002	0.002	1.19	0.236
语义相关性	0.006	0.008	0.79	0.435	0.014	0.013	1.04	0.307	0.019	0.008	2.04	0.045
年级	0.032	0.026	1.23	0.223	-0.022	0.025	-0.88	0.381	-0.018	0.034	-0.52	0.604
一致性	0.027	0.009	2.62	0.011	0.047	0.012	3.86	<0.001	0.083	0.012	6.66	<0.001
语素意识	-0.003	0.006	-0.43	0.670	0.001	0.007	0.09	0.926	0.005	0.008	0.58	0.566
词汇知识	-0.029	0.008	-3.44	<0.001	-0.026	0.008	-3.12	0.002	-0.025	0.011	-2.22	0.029
语素意识: 语义相关性	-0.004	0.005	-0.76	0.477	-0.007	0.011	-0.69	0.493	-0.003	0.005	-0.53	0.596
词汇知识: 语义相关性	-0.010	0.005	-1.90	0.064	0.009	0.009	0.97	0.336	-0.010	0.006	-1.56	0.123
一致性: 语义相关性	-0.004	0.017	-0.25	0.805	-0.007	0.025	-0.27	0.782	0.010	0.016	0.58	0.559
语素意识: 一致性	0.002	0.004	0.470	0.639	-0.000	0.008	-0.02	0.986	0.012	0.005	2.13	0.037
词汇知识: 一致性	-0.003	0.005	-0.72	0.473	-0.007	0.008	-0.91	0.364	-0.013	0.005	-2.29	0.022
语素意识: 相关性: 一致性	0.001	0.010	0.11	0.910	-0.028	0.017	-1.66	0.107	-0.014	0.010	-1.36	0.200
词汇知识: 相关性: 一致性	-0.006	0.011	-0.57	0.572	0.015	0.018	0.83	0.412	0.005	0.011	0.44	0.660

注: 各眼动指标的最终收敛模型: 1)凝视时间 = 一般认知能力 + 年级 + 词汇知识 × 语义相关性 × 一致性 + 语素意识 × 语义相关性 × 一致性 + (1 + 语义相关性 + 语义相关性: 一致性||被试) + (1 + 语义相关性 + 词汇知识 + 一致性 + 语义相关性: 词汇知识 + 语义相关性: 一致性 + 语义相关性: 语素意识 + 语义相关性: 词汇知识: 一致性 + 语义相关性: 语素意识: 一致性||项目); 2)第二次阅读时间 = 一般认知能力 + 年级 + 词汇知识 × 语义相关性 × 一致性 + 语素意识 × 语义相关性 × 一致性 + (1 + 语义相关性||被试) + (1 + 一般认知能力 + 语义相关性 + 年级 + 语素意识 + 一致性 + 一致性: 语素意识 + 语义相关性: 语素意识||项目); 3)回视路径时间 = 一般认知能力 + 年级 + 词汇知识 × 语义相关性 × 一致性 + 语素意识 × 语义相关性 × 一致性 + (1 + 语义相关性||被试) + (1 + 语素意识 + 一致性 + 一致性: 语素意识 + 语义相关性: 语素意识: 一致性||项目)。

一致关键词的回视路径时间更短, 修复速度更快。对于语素意识, 在一致和不一致条件下, 主效应均不显著($p_s > 0.228$), 交互作用显著可能在于一致和不一致条件下语素意识预测的方向不同。

3.2.2 语素意识作用的中介效应分析

首先, 表 6 呈现了各变量的均值、标准差和彼此之间的相关系数。其中, 眼动指标为不一致条件下的阅读时间。本分析旨在探究语素意识是否通过词汇知识作用于儿童对不一致信息的监控过程。从各变量的相关分析来看, 语素意识仅和不一致条件下的第二次阅读时间相关显著, 因此中介分析围绕第二次阅读时间进行。

在控制一般认知能力的基础上, 以语素意识作

为自变量, 词汇知识为中介变量, 第二次阅读时间为因变量建立中介模型。在分析之前, 对各变量进行标准化处理。采用 R 语言宏程序 PROCESS 中的 Model 4 进行中介效应分析。

结果显示, 语素意识显著负向预测第二次阅读时间($\beta = -0.02$, $p = 0.017$, 95% CI = [-0.032, -0.003]), 即总效应显著。纳入词汇知识为中介变量后, 语素意识能够正向预测词汇知识($\beta = 0.31$, $p < 0.001$, 95% CI = [0.153, 0.476]), 而对第二次阅读时间的预测不再显著($\beta = -0.01$, $p = 0.353$, 95% CI = [-0.020, 0.008]), 词汇知识负向预测第二次阅读时间($\beta = -0.03$, $p < 0.001$, 95% CI = [-0.051, -0.018])。此结果说明词汇知识在语素意识和第二

表 6 各变量的均值、标准差及彼此之间的相关系数

变量	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6
一般认知能力	42.4	7.27	—					
词汇知识	735	173	0.321***	—				
语素意识	7.79	2.05	0.110	0.372***	—			
凝视时间	351	90	-0.138	-0.369***	-0.146	—		
第二次阅读时间	409	118	-0.088	-0.426***	-0.233*	0.399***	—	
回视路径时间	861	287	-0.044	-0.262**	0.012	0.478***	0.623***	—

注: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ 。

次阅读时间中起到完全中介作用,语素意识越高,词汇知识越丰富,儿童对不一致目标词的修复速度越快。词汇知识的中介效应值为-0.01,中介效应为62.15%,95%的置信区间为[-0.019, -0.005]。

在此基础上,以年级为调节变量,采用R语言宏程序PROCESS中的Model 5进行中介效应分析。结果显示语素意识到词汇知识路径仍然显著($\beta = 0.31, p < 0.001, 95\% CI = [0.153, 0.476]$),词汇知识到第二次阅读时间的效应同样显著($\beta = -0.03, p = 0.001, 95\% CI = [-0.050, -0.013]$)。此结果说明间接效应(语素意识到词汇知识再到第二次阅读时间)在两个年级间保持稳定。

4 讨论

结合眼动技术和不一致觉察范式,本研究对三、五年级儿童阅读理解监控的发展进行了研究。首先,可以肯定的是,随着儿童年龄的增加,儿童的阅读时间在变短,如果阅读时间在一定程度上反映阅读效率,那么儿童的阅读效率在提高,这和Blythe和Joseph(2011)研究结果一致。在此基础上,我们发现三、五年级儿童无论在觉察阶段还是修复阶段都表现出理解监控能力,其发展差异表现在修复阶段,五年级儿童的调节修复能力更强。文本特征语义相关性未表现出对儿童理解监控过程的调节,但会提升三年级儿童的阅读效率。词汇知识能够调节理解监控的修复阶段,表现为词汇知识越丰富的儿童,修复能力越强。语素意识不能直接调节儿童的理解监控能力的发展,但会通过词汇知识发挥作用。

4.1 三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展差异

三年级或以下年级儿童是否表现出阅读理解监控能力,以往研究还存在一定争议(如Kim et al., 2018; Zargar et al., 2019)。本研究发现三年级已经具有良好的阅读理解监控能力,此结果与Zargar等(2019)的研究结果存在分歧,该研究在三年级儿童中无论是在凝视时间,亦或第二次阅读时间上,都没有发现一致性效应。两研究的分歧一方面可能在于本研究不一致信息设置为句内违背,而Zargar等(2019)的不一致信息体现在上下两个分句中。对三年级儿童来说,句内违背更容易被监控。此外,两者的分歧也可能和语言特征有关。中文的句法标记较为模糊(Bai et al., 2008; Inhoff & Liu, 1998; Li et al., 2015),语义理解是中文阅读理解中的重要组成部分。因此,中文儿童对语义信息的监控更为高效。

然而,无论如何,我们发现五年级儿童理解监控能力强于三年级儿童,这种发展差异和Zargar等(2019)和Connor等(2015)的发现均一致。Connor等(2015)发现理解监控能力会随年龄的增长而变得更强,表现在8个月后学术语言能力强的儿童对不一致信息的凝视时间和重读时间都更长。Zargar等(2019)发现四、五年级儿童的理解监控能力表现在不一致句子的修复阶段,而三年级儿童未表现出这种能力。当前研究发现三、五年级儿童均表现出对阅读过程的理解监控,但五年级儿童的修复更快。因此,从发展的角度,儿童的理解监控能力越来越好。这也符合儿童元认知能力的发展进程,小学三年级是儿童元认知能力开始发展的重要阶段(Del Giudice, 2014)。年龄越小的儿童,工作记忆容量有限,由于工作记忆的限制,中低年级儿童在阅读理解过程中能够调动的资源有限,而高年级儿童可以调动更多的认知资源用于一致性监控(Kendeou et al., 2012)。

4.2 文本特征语义相关性在儿童阅读和理解监控中的作用

有关理解监控的发展,以往研究更多的是聚焦在个体特征上,忽略了文本特征的作用。本研究通过操纵词汇间的语义相关性,对文本特征以及文本特征和个体特征可能存在的交互进行了研究。研究结果发现词汇间的语义关联能够提升三年级儿童的阅读效率,但是对五年级儿童没有显著影响。此外,语义关联并未表现出对三、五年级儿童理解监控过程的调节。

语义相关性对三年级儿童阅读效率的作用和Cui等(2024)的研究结果不同,Cui等(2024)在9~12岁儿童中未发现相关性的作用。然而,此分歧恰恰说明在探究文本相关性的作用时需要考虑年级差异,Cui等(2024)混淆了3~5年级儿童,因此未有效揭示相关性的作用。本研究结果进一步说明,在文本表征的初建阶段,三年级儿童由于背景知识较为匮乏,会更依赖于词汇之间的相关性(自下而上信息)来构建文本内容的基础表征(Kintsch, 1988; McNamara et al., 1996; McNamara, 2001)。而对于高年级儿童来说,随着阅读能力的发展,儿童的背景知识和阅读策略也逐渐丰富,自下而上词汇层面的语义相关性的作用也逐渐减弱。

然而,无论在三年级还是五年级儿童中,词汇间的语义相关性对理解监控过程均未起到调节作用。根据阅读的认知观,儿童的阅读理解可分为两

个过程,一个过程是低水平的语义提取阶段,另一个过程是高水平的理解监控阶段(Kendeou et al., 2009, 2014)。从当前结果来看,文本关联性可能促进了三年级儿童低水平的语义提取过程,对高水平的理解监控并未产生影响。但是,语义相关性在理解监控阶段不发挥作用,也可能是因为本研究操纵的文本相关性是通过词汇间的语义关联获得,未来研究可考虑操纵句子水平的语义关联,进一步探究文本语义关联性对儿童阅读理解监控能力发展的影响。然而,无论如何,本研究揭示文本特征在儿童阅读理解监控能力发展中的作用较为有限。

4.3 个体特征词汇知识和语素意识在儿童阅读和理解监控中的作用

不同于文本特征,个体特征如词汇知识不仅能够促进儿童的阅读效率,还能有效调节儿童的阅读理解监控过程。一方面,本研究发现词汇知识越丰富的儿童,其阅读速度越快,而且,这种预测在眼动指标所反映的不同加工过程中均保持稳定。此发现说明词汇知识不仅能够预测儿童的阅读理解成绩(Quinn et al., 2015),同时也能有效调节儿童的阅读过程。在此基础上,我们也发现词汇知识能有效调节儿童的阅读理解监控过程。与以往研究一致的是,词汇知识的调节主要体现在回视路径时间所反映的修复加工阶段(Connor et al., 2015; Zargar et al., 2019)。与以往研究不同的是,本研究进一步控制了儿童的一般认知能力、年级、语素意识,以及文本的相关性。据此,可以肯定的是,词汇知识在影响儿童阅读理解监控发展的诸多因素中占据核心地位。结合阅读理解监控能力发展的年级差异:高年级的儿童对不一致信息修复速度更快。我们预测中文儿童阅读理解监控发展的眼动模式表现为:随着语言知识的丰富或年级的升高,儿童对不一致内容的修复速度提升。此发现为高水平的理解监控和低水平的认知因素的交互发展模式提供了证据(Cutting & Scarborough, 2006; Cutting et al., 2009),词汇知识越丰富,儿童的理解监控能力越强。

有关语素意识对理解监控的作用,以往研究并未过多探究。但是,考虑到中文的语言特征,以及语素意识在中文儿童阅读发展中的重要地位(Zhang et al., 2017),当前研究对语素意识的作用进行了研究。然而,研究结果并未揭示语素意识对儿童理解监控过程的直接调节,但却可以通过词汇知识发挥作用。即语素意识越高的儿童,词汇知识越丰富,对冲突信息的修复更快(和词汇知识的调节

作用方向一致)。此结果和以往来自儿童阅读理解能力的研究(线下测验,通过阅读理解成绩达成)一致,研究者亦发现语素意识可以通过词汇知识间接作用于儿童阅读理解能力的发展(Jin & Song, 2022)。本研究在此基础上,进一步证实语素意识通过词汇知识亦可影响儿童的阅读理解监控。此发现一方面为间接阅读效率模型提供了证据(Kim, 2017, 2019),另一方面也揭示了语素意识在中文儿童理解监控能力发展中的作用模式。

4.4 理论贡献与展望

无论如何,本研究同时关注文本特征和个体特征,对推进儿童阅读理解监控能力的理解具有重要的作用。阅读的认知观认为阅读理解不仅是以词汇解码、词汇知识为中心所进行的语义表征的构建,也依赖于高水平的加工过程,比如理解监控(Kendeou et al., 2014)。本研究通过记录儿童的实时阅读过程,肯定了他们在中文阅读中能够有效地监控自身理解过程。但是就低水平的认知因素和高水平的理解监控的关系,本研究发现两者并非独立。低水平的认知因素亦能促进高水平的理解监控能力的发展,此发现更符合 Cutting 等(2009)的观点,即高低水平的因素交互作用于儿童阅读理解能力的发展。在此基础上,本研究进一步明确了在中文儿童阅读理解监控的发展中,个体的词汇知识和语素意识远比文本特征更为重要。

但是,鉴于本研究所关注的文本特征和个体特征还很有限,元语言意识仅探究了语素意识,文本的特征也仅操纵了词汇间语义的相关性。为了进一步探究低水平的认知能力和高水平的理解监控的关系,未来研究可以考虑将语音意识、字词识别这些词汇解码能力纳入研究。同时进一步操纵文本中句子层面的语义关联性,构建更为综合的模型,以便更深入地探究多种认知能力和文本特征在儿童阅读理解监控发展中的交互作用模式。此外,当前研究仅聚焦在三、五年级儿童,尽管两个年级代表了阅读学习的重要阶段,但是,年龄的跨度非常有限。因此,未来研究需要进一步扩大儿童年龄范围,在更小或更大的年龄阶段对儿童的阅读理解监控能力进行研究。

5 结论

结合眼动技术和不一致觉察范式,本研究旨在探究三、五年级儿童阅读理解监控能力的发展,以及文本特征语义相关性和个体特征词汇知识、语素

意识在其中的作用。研究发现三、五年级儿童在阅读过程中都能有效对文本内容进行监控,在此过程中,词汇知识起着重要的调节作用。语素意识不能直接发挥作用,但是通过词汇知识间接影响儿童的阅读理解监控能力的发展。

参考文献

- Abdel-Khalek, A. M. (2005). Reliability and factorial validity of the standard progressive matrices among Kuwaiti children ages 8 to 15 years. *Perceptual and Motor Skills, 101*(2), 409-412
- Bai, X., Yan, G., Zang, C., Liversedge, S. P., & Rayner, K. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 34*(5), 1277-1287.
- Baker, L. (1984). Spontaneous versus instructed use of multiple standards for evaluating comprehension: Effects of age, reading proficiency, and type of standard. *Journal of Experimental Child Psychology, 38*(2), 289-311.
- Baker, L. (1985). How do we know when we don't understand? Standards for evaluating text comprehension. In D. Forrest-Pressley, G. MacKinnon, & T. Waller (Eds.), *Metacognition, cognition and human performance* (pp. 155-205). New York, NY: Academic.
- Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of Memory and Language, 68*(3), 255-278
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software, 67*(1), 1-48.
- Bicknell, K., & Levy, R. (2011). *Why readers regress to previous words: A statistical analysis*. Paper presented at the 33rd annual conference of the Cognitive Science Society, Boston, MA.
- Blythe, H. I., & Joseph, H. S. S. L. (2011). Children's eye-movements during reading. In S.P. Liversedge, I. Gilchrist & S. Everling (Eds.), *The Oxford handbook of eye-movements*. (pp. 645-651). Oxford University Press.
- Brown, V. A. (2021). An introduction to linear mixed-effects modeling in R. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 4*(1), 1-19.
- Cain, K., & Oakhill, J. (2006). Profiles of children with specific reading comprehension difficulties. *British Journal of Educational Psychology, 76*(4), 683-696.
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology, 96*(1), 31-42.
- Camblin, C. C., Gordon, P. C., & Swaab, T. Y. (2007). The interplay of discourse congruence and lexical association during sentence processing: Evidence from ERPs and eye tracking. *Journal of Memory and Language, 56*(1), 103-128.
- Cartwright, K. B., Lee, S. A., Taboada Barber, A., DeWyngeart, L. U., Lane, A. B., & Singleton, T. (2020). Contributions of executive function and cognitive intrinsic motivation to university students' reading comprehension. *Reading Research Quarterly, 55*(3), 345-369.
- Chen, B. R. (2011). *The development of Chinese lexical awareness in primary school children: A study of the characteristics and role in reading comprehension* [Unpublished master's thesis]. Shaanxi Normal University, Xi'an.
- [陈泊蓉. (2011). 小学中高年级儿童汉语语素意识的发展特点及其与阅读理解的关系 (硕士学位论文). 陕西师范大学, 西安.]
- Chen, X., Hao, M. L., Geva, E., Zhu, J., & Shu, H. (2009). The role of compound awareness in Chinese children's vocabulary acquisition and character reading. *Reading & Writing, 22*, 615-631.
- Cheng, Y., Zhang, J., Li, H., Wu, X., Liu, H., Dong, Q., ... Sun, P. (2017). Growth of compounding awareness predicts reading comprehension in young Chinese students: A longitudinal study from Grade 1 to Grade 2. *Reading Research Quarterly, 52*(1), 91-104.
- Connor, C. M., Radach, R., Vorstius, C., Day, S. L., McLean, L., & Morrison, F. J. (2015). Individual differences in fifth graders' literacy and academic language predict comprehension monitoring: An eye-movement study. *Scientific Studies of Reading, 19*(2), 114-134.
- Cui, N., Wang, Y., Luo, J., & Wu, Y. (2024). The role of executive functions in 9-to 12-year-old children's sentence processing: An eye-movement study. *Journal of Research in Reading, 47*(2), 201-219.
- Cutting, L. E., Materek, A., Cole, C. A. S., Levine, T. M., & Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia, 59*(1), 34-54.
- Cutting, L. E., & Scarborough, H. S. (2006). Prediction of reading comprehension: Relative contributions of word recognition, language proficiency, and other cognitive skills can depend on how comprehension is measured. *Scientific Studies of Reading, 10*(3), 277-299
- Del Giudice, M. (2014). Middle childhood: An evolutionary-developmental synthesis. *Child Development Perspectives, 8*(4), 193-200.
- Ehri, L. C. (2014). Orthographic mapping in the acquisition of sight word reading, spelling memory, and vocabulary learning. *Scientific Studies of Reading, 18*(1), 5-21.
- Eilers, S., Tiffin-Richards, S. P., & Schroeder, S. (2018). Individual differences in children's pronoun processing during reading: Detection of incongruence is associated with higher reading fluency and more regressions. *Journal of Experimental Child Psychology, 173*, 250-267.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods, 41*(4), 1149-1160.
- Florit, E., De Carli, P., Rodà, A., Cain, K., & Mason, L. (2025). Reading from paper, computers, and tablets in the first grade: The role of comprehension monitoring. *Computers & Education Open, 8*, Article 100243.
- Fong, Y. C., & Ho, C. S. H. (2017). What are the contributing cognitive linguistic skills for early Chinese listening comprehension? *Learning and Individual Differences, 59*, 78-85.
- Garner, R. (1980). Monitoring of understanding: An investigation of good and poor readers' awareness of induced miscomprehension of text. *Journal of Reading Behavior, 12*(1), 55-64.
- Gombert, J. E. (1992). *Metalinguistic development* (pp. 176-178). University of Chicago Press. (Original work published 1990).
- Hessel, A. K., Nation, K., & Murphy, V. A. (2021). Comprehension monitoring during reading: An

- eye-tracking study with children learning English as an additional language. *Scientific Studies of Reading*, 25(2), 159–178.
- Hudson, N., Scheff, J., Tarsha, M., Cutting, L. E. (2016). Reading comprehension and executive function neurobiological findings. *Perspectives on Language and Literacy*, 42(2), 23–29.
- Inhoff, A. W., & Liu, W. (1998). The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(1), 20–34.
- Jin, Z., & Song, Y. (2022). The influence of morphological awareness, vocabulary knowledge, and syntactic knowledge on Korean-Chinese children's Chinese reading comprehension. *Chinese Language Education and Research*, 38, 21–32.
- Kendeou, P., Papadopoulos, T. C., & Spanoudis, G. (2012). Processing demands of reading comprehension tests in young readers. *Learning and Instruction*, 22(5), 354–367.
- Kendeou, P., Van Den Broek, P., Helder, A., & Karlsson, J. (2014). A cognitive view of reading comprehension: Implications for reading difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(1), 10–16.
- Kendeou, P., van den Broek, P., White, M. J., & Lynch, J. S. (2009). Predicting reading comprehension in early elementary school: The independent contributions of oral language and decoding skills. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 765–778.
- Kieffer, M. J., Vukovic, R. K., & Berry, D. (2013). Roles of attention shifting and inhibitory control in fourth-grade reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 48(4), 333–348.
- Kim, Y.-S., Wagner, R. K., & Lopez, D. (2012). Developmental relations between reading fluency and reading comprehension: A longitudinal study from Grade 1 to Grade 2. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(1), 93–111.
- Kim, Y.-S. G. (2017). Why the simple view of reading is not simplistic: Unpacking Component Skills of reading using a direct and indirect effect model of reading (DIER). *Scientific Studies of Reading*, 21(4), 310–333.
- Kim, Y.-S. G. (2019). Toward integrative reading science: The direct and indirect effects model of reading (DIER). *Journal of Learning Disabilities*, 53(6), 469–491.
- Kim, Y.-S. G., Vorstius, C., & Radach, R. (2018). Does online comprehension monitoring make a unique contribution to reading comprehension in beginning readers? Evidence from eye movements. *Scientific Studies of Reading*, 22(5), 367–383.
- Kinnunen, R., & Vauras, M. (2010). Tracking online metacognition: Monitoring and regulating comprehension in reading. In A. Efklides & P. Misailidi (Eds.), *Trends and prospects in metacognition research* (pp. 209–258). New York, NY: Springer.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163–182.
- Li, X., Liu, P., & Rayner, K. (2015). Saccade target selection in Chinese reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 524–530.
- Liu, Y., & Liu, D. (2020). Morphological awareness and orthographic awareness link Chinese writing to reading comprehension. *Reading and Writing*, 33(7), 1701–1720.
- Markman, E. M. (1979). Realizing that you don't understand: Elementary school children's awareness of inconsistencies. *Child Development*, 50(3), 643–655.
- McBride-Chang, C., Wagner, R. K., Muse, A., Chow, B. W.-Y., & Shu, H. (2005). The role of morphological awareness in children's vocabulary acquisition in English. *Applied Psycholinguistics*, 26(3), 415–436.
- McNamara, D. S. (2001). Reading both high-coherence and low-coherence texts: Effects of text sequence and prior knowledge. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 55(1), 51–62.
- McNamara, D. S., Kintsch, E., Songer, N. B., & Kintsch, W. (1996). Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction*, 14(1), 1–43.
- Moats, L.C. (2005). How spelling supports reading. *American Educator*, 29, 12–43.
- Oakhill, J., Hartt, J., & Samols, D. (2005). Levels of comprehension monitoring and working memory in good and poor comprehenders. *Reading and Writing*, 18(7–9), 657–686.
- Qiu, C., Hatton, R., & Hou, M. (2020). Variations in Raven's Progressive Matrices scores among Chinese children and adolescents. *Personality and Individual Differences*, 164, 110064.
- Quinn, J. M., Wagner, R. K., Petscher, Y., & Lopez, D. (2015). Developmental relations between vocabulary knowledge and reading comprehension: A latent change score modeling study. *Child Development*, 86(1), 159–175.
- Rapp, D. N., & Van Den Broek, P. (2005). Dynamic text comprehension: An integrative view of reading. *Current Directions in Psychological Science*, 14(5), 276–279.
- Raven, J. C. (1960). *Guide to the standard progressive matrices: Sets A, B, C, D and E*. H.K. Lewis.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Rayner, K., Pollatsek, S., Ashby, J., & Clifton, C. (2012). *Psychology of reading* (2nd ed.). New York, NY: Psychology Press.
- Rayner, K., & Schotter, E. R. (2014). Semantic preview benefit in reading English: The effect of initial letter capitalization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(6), 1617–1628.
- Vorstius, C., Radach, R., Mayer, M., & Lonigan, C. (2013). Monitoring local comprehension monitoring in sentence reading. *School Psychology Review*, 42(2), 191–206.
- Wang, X, Tao, B. (1996). *The scale and assessment of vocabulary for primary school* (in Chinese). Shanghai Educational Press.
- [王孝玲, 陶保平. (1996). 小学生识字量测试题库及评价量表. 上海教育出版社.]
- Warren, T., & McConnell, K. (2007). Investigating effects of selectional restriction violations and plausibility violation severity on eye-movements in reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(4), 770–775.
- Zargar, E., Adams, A. M., & Connor, M. D. (2019). The relations between children's comprehension monitoring and their reading comprehension and vocabulary knowledge: an eye-movement study. *Reading and Writing*, 33(3), 511–545.
- Zhang, Y., Dong, Q., Shu, H., & Wu, Y. (2017). The roles of phonological awareness, naming speed, and morphological awareness in Chinese reading development. *Psychological Development and Education*, 33(4), 401–409.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123(2), 162–185.

The development of reading comprehension monitoring ability and its moderating factors among third and fifth grade children

JIANG Bofan¹, CHEN Qiyang², CUI Nannan³, WU Yan¹

⁽¹⁾ School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

⁽²⁾ Xuemen Honors School of Childhood Education, Ningbo Childhood Education College, Ningbo 315336, China)

⁽³⁾ Normal College, Yanbian University, Yanji 133002, China)

Abstract

Comprehension monitoring refers to the metacognitive process whereby readers detect a mismatch between their current situation model and new information encountered in the text (awareness) and repair this mismatch by reconstructing the situation model. Previous research has shown that comprehension monitoring plays a critical role in reading, as it helps children focus on relevant information. However, deficits in word recognition and decoding can also lead to reading difficulties and are closely related to cognitive abilities. At present, there is relatively little research on developmental patterns of comprehension monitoring across grade levels, and studies on how cognitive abilities modulate children's comprehension monitoring have mainly focused on second language learners or children with special educational needs. Drawing on eye-tracking methodology and employing an inconsistency detection paradigm, the present study investigates how children monitor inconsistencies and related information in texts during reading, and examines developmental differences and the moderating roles of relevant cognitive abilities. Two studies were conducted. Study 1 adopted a 2 (Grade: third vs. fifth) \times 2 (Semantic consistency: consistent vs. inconsistent) \times 2 (Semantic relatedness: related vs. unrelated) three-factor mixed experimental design, with semantic consistency and semantic relatedness as within-subjects variables and grade as a between-subjects variable. On the basis of the preceding analyses, we additionally examined whether morphological awareness and vocabulary knowledge moderated the relations involving comprehension monitoring. We also conducted path analyses to clarify how morphological awareness and vocabulary knowledge exert their effects on comprehension monitoring. Participants were required to read the experimental materials and complete comprehension judgment tasks. The results showed that (1) both third- and fifth-grade children effectively monitored textual information, as reflected by significantly longer Gaze duration, Second reading time, and Regression-path duration in the inconsistent than in the consistent condition; (2) text relatedness did not modulate the comprehension monitoring process, but related text information enhanced reading efficiency among third graders; and (3) vocabulary knowledge moderated children's comprehension monitoring, such that children with richer vocabulary knowledge repaired inconsistencies more rapidly. Although morphological awareness did not exert a direct effect, it influenced comprehension monitoring indirectly through vocabulary knowledge. These findings indicate that third-grade children already exhibit a certain level of comprehension monitoring ability, and that improvements in this ability are closely associated with vocabulary knowledge and morphological awareness.

Keywords comprehension monitoring, vocabulary knowledge, morphemic awareness, semantic relevance