

A Review of the Influencing Factors on Estimating Strategy Execution

Chuanlin Zhu^{1*}, Feng Lu², Yuan Zhao¹, Shanshan Ma¹, Dianzhi Liu^{1*}

¹School of Education, Soochow University, Suzhou Jiangsu

²College of Educational Science, Taizhou University, Taizhou Jiangsu

Email: ^{*}zclpsy@163.com, ^{*}dianzhiliu@foxmail.com

Received: Apr. 28th, 2019; accepted: May 16th, 2019; published: May 23rd, 2019

Abstract

Estimation is a common way to solve problems. This paper aims to sort out the research on the execution of the estimation strategy in recent years at home and abroad, and summarize the key factors that have an important impact on the execution of the estimation strategy. Based on this, the future research direction is prospected to further promote research on estimating strategy execution.

Keywords

Estimation, Strategy Execution, Influencing Factors

估算策略执行的影响因素述评

朱传林^{1*}, 卢 凤², 赵 源¹, 马姗姗¹, 刘电芝^{1*}

¹苏州大学教育学院, 江苏 苏州

²泰州学院教育科学学院, 江苏 泰州

Email: ^{*}zclpsy@163.com, ^{*}dianzhiliu@foxmail.com

收稿日期: 2019年4月28日; 录用日期: 2019年5月16日; 发布日期: 2019年5月23日

摘 要

估算是一种常见的解决问题的方法, 本文旨在对近年来国内外围绕估算策略执行效果展开的研究进行梳理, 总结出对估算策略执行效果具有重要影响的关键因素, 并在此基础上对未来研究方向进行了展望,

^{*}通讯作者。

以进一步促进有关估算策略执行方面的研究。

关键词

估算, 策略执行, 影响因素

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 相关概念

日常生活中,人们经常会遇到各种通过心算难以解决的计算问题。例如,个体的身高与体重、机器折旧率、两地之间的距离等等,此时我们倾向于通过估算得到一个较为准确的答案。估算是指在没有精确计算的前提下,个体通过使用某些规则或程序进行心算,进而对算术问题给出尽量接近正确答案的过程(Hinault & Lemaire, 2017; Lemaire & Brun, 2016)。人们在估算过程中通常会用到各种策略。策略是个体完成较高水平目标或任务的一个或一系列程序(Lemaire & Reder, 1999; Si, Xu, Feng, Xu, & Zhou, 2014)。策略运用是指个体结合给定任务,通过合理选择策略(策略选择),以及使用某种给定策略解决问题的过程(策略执行)(Lemaire & Lecacheur, 2011; Siegler & Lemaire, 1997)。

有效的策略执行是衡量个体认知能力的重要指标,也是进行高效学习的必要条件。然而,有研究者发现,个体在获得相关策略之后,在遇到类似问题的时候,无法根据实际需要灵活的选择或者执行该策略,或者即便个体执行了该策略,但依然不能从中获益,他们把这种现象叫作“利用性缺陷”(utilization deficiency)(Miller & Harris, 1988; Miller & Seier, 1994)。研究者围绕利用性缺陷展开了深入研究,并取得了一系列丰富的成果,结果发现利用性缺陷是诸多主观/客观因素共同作用的结果,下文将对这些因素进行梳理。

2. 影响估算策略执行效果的客观因素

首先,策略难度会影响个体估算策略执行的效果。在一项先前研究中(Uittenhove & Lemaire, 2013a),被试被告知使用(简单的)下舍策略、(较难的)上调策略或者混合策略完成两位数加法估算任务。下舍策略是指将被加数和加数均保持十位数不变,个位数变为0,然后再进行计算。例如, $34 + 52 = 30 + 50 = 80$ 。上调策略是指将被加数和加数的十位数分别进一位,个位数变为0,然后再进行计算。例如, $27 + 79 = 30 + 80 = 110$ 。混合策略是指将被加数十位不变、个位数变为0,加数十位数进一位、个位数变为0(或被加数与加数的调整规则互换),然后再进行计算。例如, $24 + 58 = 20 + 60 = 80$ 。结果显示,与简单的下舍策略相比,在执行较难的上调策略之后再执行其他策略时被试的反应时更长。这种现象被称作策略序列困难效应(strategy sequential difficulty effect, SSD effect)。而且上述效应不仅存在于健康个体,也存在于阿尔兹海默症患者,说明该效应具有较为稳定的跨人群普适性。此外,诸多后续研究(Taillan, Ardiale, & Lemaire, 2015; Uittenhove & Lemaire, 2013b; Uittenhove, Poletti, Dufau, & Lemaire, 2013)也证实了该效应是稳定存在的。以上研究共同表明,策略序列困难效应应具有较好的跨人群普适性和稳定性。

其次,任务呈现方式和多任务中各个任务的作答顺序也会影响策略执行的效果。例如,司继伟等人(司继伟,徐艳丽,刘效贞,2011)发现,同样是完成乘法估算任务,与应用题情境相比,纯数字情境下个体的正确率更高。仲蕾蕾(2013)发现,与常规呈现方式即被乘数、乘数和乘号都在固定位置呈现)相比,钟

表式呈现条件下(即把圆圈平分成若干份,然后用数字标注不同刻度的大小)个体使用上调/下调策略完成两位数乘法估算题的正确率更低,反应时更长。此外,艾继如等人(艾继如,张红段,司继伟,卢淳,张堂正,2016)结合选择/无选范式,设置两位数加法估算任务和字母替代任务,考察了任务呈现方式和双任务反应顺序对估算策略执行的影响。其中字母替代任务的具体含义如下:首先,将字母 A、B、C 和 D 依次赋值为 1、2、3、和 4;其次,将任意两个字母组合为一对,总共 12 对,正式实验时每个字母对中的两个字母依次快速呈现,第二个字母消失后被试就要给出两个字母之和。例如,如果第一个字母为 C,第二个字母为 D,被试应该输入 7,否则视为回答错误。对任务呈现方式的操控具体表现为:首先,同时呈现估算题和字母对中的一个字母,然后呈现相同的估算题,接着同时呈现前面的估算题和字母对中的另一个字母。紧接着,估算任务呈现方式按照被试作答时是否呈现估算题分为:1) 估算题一直显示在显示器上,直到被试输入相应的答案之后才消失;2) 出现空屏,直到被试输入答案后进入下一界面。双任务作答顺序分为:1) 先完成估算任务,后完成字母替代任务;2) 先完成字母替代任务,后完成估算任务。结果发现:首先,就任务呈现方式而言,与估算题目消失相比,估算题目不消失条件下个体运用指定策略(上调策略和下调策略)完成加法估算任务的正确率更高。其次,就双任务反应顺序而言,无论先完成哪种任务都会影响估算策略执行的正确率,但只有先完成字母替代任务后完成估算任务才会对个体估算策略执行的速度造成影响。上述结果共同表明任务呈现方式和双任务中不同任务的作答顺序均会对估算策略执行的效果造成影响。

第三,中央执行负荷也会对个体估算策略执行的效果产生影响。在一项以成人被试为研究对象的实验中(司继伟,杨佳,贾国敬,周超,2012),要求被试在不同中央执行负荷条件下完成双任务。其中估算任务为主要任务,次要任务为数字或字母任务,其中两个任务为估算任务和数字任务时定义为一致任务,估算任务加字母任务定义为不一致任务。不同负荷的实验条件如下:1) 一致高负荷任务:随机呈现一个三位数,要求被试在给出的数字的基础上连续多次完成加 3 任务,然后呈现加法估算题,被试输入估算结果(主任务),接下来要求被试给出加 3 任务的结果(次要任务)。2) 一致低负荷任务:先呈现一个六位数字字符串,然后完成两位数加法估算任务,接下来随机呈现一个数字,要求被试判断该数字是否出现在先前呈现的六位数字字符串中。3) 不一致高负荷任务:随机出现一串字母,要求被试对其进行排序,然后完成加法估算任务,接下来输入排序后的字符串。4) 不一致低负荷任务:先呈现字母串,然后完成加法估算任务,接下来自己回忆字母串中出现的字母。5) 无负荷任务,只有两位数加法估算任务。结果发现,对于主次一致任务而言,中央执行负荷对估算策略执行的正确率影响不大,但与个体的作答速度成反比,即中央执行负荷越大(小),个体的作答速度越慢(快)。对主次不一致任务而言,较低的中央执行负荷对个体估算策略执行的正确率和反应时都不会产生显著影响。在最近的一项研究中,杨伟星等人(杨伟星,张堂正,李红霞,张佳佳,司继伟,2018)结合选择/无选择范式,以数学困难儿童和健康个体为研究对象,设置了不同难度的中央执行负荷任务:1) 高负荷任务:显示器上会依次呈现 5 个阿拉伯数字,然后呈现一个两位数加法算式,接下来显示器上会对先前呈现的 5 个阿拉伯数字进行排序,被试通过按键反应对该排序的正确与否做出判断,然后输入加法题的估算结果;2) 低负荷任务:呈现 3 个阿拉伯数字,其他地方与高负荷任务相同;3) 无负荷任务:无数字排序题,只需完成加法估算题。结果发现,就正确率而言,无论是对于数学困难儿童还是对于健康个体而言,中央执行负荷的高低与个体的正确率成反比,即中央执行负荷越低(高),个体的正确率越高(低)。反应时上也发现了类似的结果。以上研究共同表明,中央执行负荷对个体估算策略执行的成绩会造成显著影响。

第四,个体估算策略执行的效果还会受到年龄的影响。例如,有研究发现,随着年龄的增长,儿童使用指定策略完成估算任务的成绩会越来越好(Lemaire & Lecacheur, 2011)。在另一项研究中,显示器上会同时呈现两位数乘法算式,并同时呈现提示线索(未必一定是最佳策略)告诉被试使用哪种策略进行估算,

接下来呈现同样的算式,但不再有提示线索,被试既可以按照提示线索给定的策略来完成估算任务,也可以选择其他策略进行估算,结果发现,线索提示的策略不是最佳策略时,年轻组比老年组更倾向于使用最佳策略来完成估算任务(Taillan et al., 2015)。也有研究发现,与七年级学生相比,五年级学生重复使用某一策略的频率更高,而且五年级重复使用较难策略和较易策略的频率之间差异不显著,但三年级学生重复使用较易策略的频率高于使用较难策略的频率(Lemaire & Brun, 2016; Lemaire & Bruna, 2018)。还有研究(Si, Li, Sun, Xu, & Sun, 2016)发现,与四年级学生相比,六年级和成人使用给定策略完成两位数加法估算任务的速度更快。此外,也有研究(Hinault & Lemaire, 2016)表明,老年人使用给定策略完成估算任务的成绩比年轻人差。上述研究一致表明年龄会对估算策略执行效果产生影响。

第五,文化差异也会对个体的估算策略执行效果产生影响。例如,Zhou 等人(Zhou et al., 2007)让受英国和葡萄牙教育模式影响的香港和澳门学生和大陆学生完成乘法估算任务,结果发现,与被乘数比乘数小的估算题(例如, 3×7)相比,大陆学生在完成被乘数比乘数大的乘法估算任务时,在估算题呈现 120-750 ms 这个时间窗内诱发的 ERP 波幅更大,而港澳学生则没有出现这种差异,这可能是由于大陆学生从小使用的九九乘法口诀表都是被乘数比乘数小,而港澳学生所使用的九九乘法口诀表既包含被乘数比乘数大,也包含被乘数比乘数小的情况。该研究说明与西方国家相比,大陆学生完成估算任务时存在顺序效应,即大陆学生完成被乘数比乘数小的估算题的成绩更好。此外,Imbo 和 Lefevre (Imbo & Lefevre, 2009)以让比利时人、加拿大人和华人为研究对象,结果发现,当用指定策略完成加法估算任务时,华人的作答速度最快,比利时人居中,加拿大人的答题速度最慢。作者认为这可能与东西方国家基础教育阶段的教学方法、数量语言的差异以及非正式的文化规范有关。后续研究中,研究者们也发现了类似的现象(Imbo & LeFevre, 2011; Zhao, Valcke, Desoete, Burny, & Imbo, 2014)。上述研究共同表明,个体的估算策略执行效果也会受到文化因素的影响。

此外,殷明等人(殷明,陶玲霞,刘电芝,2018)指出,教师介入和个体所处的外在环境也会影响策略执行的效果。除上面所提到的诸多因素以外,应该仍有其他客观因素会影响个体的估算策略执行效果,这有待于在后续研究中进一步探讨。

3. 影响估算策略执行效果的主观因素

首先,数学焦虑会对个体估算策略执行的效果产生影响。数学焦虑是指与个体完成数学任务有关的紧张、忧虑或恐惧等负性情绪体验(Ashcraft, 2002; Hill et al., 2016; Ma & Xu, 2004; Maloney & Beilock, 2012)。数学焦虑水平可以有效的预测个体的数学成绩,数学焦虑水平与个体的数学成绩之间成负相关,具体而言,数学焦虑水平越高,个体的数学成绩越差(Caviola, Carey, Mammarella, & Szűcs, 2017; Hill et al., 2016)。研究表明(司继伟,徐艳丽,刘效贞,2011),无论是在纯数字情境条件下,还是在应用题情境条件下,低焦虑被试使用给定策略完成乘法估算任务的反应时都比高焦虑被试短。上述研究一致表明,数学焦虑导致较差的数学表现,这与衰减焦虑模型(the Debilitating Anxiety Model) (Hembree, 1990)的基本观点是一致的。

其次,认知风格会对个体估算策略执行的效果产生影响。认知风格是指个体感知/获取信息、作出决策在多大程度上受到外部环境的影响。按照受外部环境的影响程度,认知风格通常分为场独立型和场依存型两类。场独立型个体更倾向于以自我为参照,不易受外部环境的影响,而场依存型个体更倾向于以所处的环境作为参照,容易受外部环境的影响(Weymer, 2002; Yan, 2010)。贾国敬(2012)使用眼动技术考察了认知风格与个体估算策略执行效果之间的关系,结果发现,在使用上调策略和下调策略完成两位数乘法估算任务时,虽然认知风格对个体使用上调和下调策略完成估算任务的正确率无显著影响,但与场依存型个体相比,场独立型个体的作答速度更快。眼动结果表明,与场依存型被试相比,场独立型被试

的眼跳时长更长。此外,张红段等人(张红段,王玉璇,胡冬梅,李红霞,司继伟,2015)发现,不同认知风格的被试在完成两位数乘法估算任务时,与场依存型个体相比,场独立型个体注视被乘数与乘数的十位数和个位数的时间都更长。眼跳是指从当前注视点到下一个注视点的运动,眼跳使个体接下来要注视的对象处于中央窝(视网膜最敏感的区域)附件,从而形成对加工对象最清晰的视觉,眼跳时长是反应信息提取的眼动指标,眼跳时长越长,说明个体在单位时间内获取的信息相对较多,认知加工的效率更高(张仙峰,叶文玲,2006)。因而上述研究结果表明,与场依存型个体相比,场独立型个体执行上调和下调策略的效率更高。

第三,工作记忆负荷也会对个体估算策略执行的效果造成影响。在一项先前研究(Imbo, Duverne, & Lemaire, 2007)中,被试需要使用上调策略(对应的任务称为复杂任务)或下调策略(对应的任务称为简单任务)完成两位数乘法估算任务。并通过让被试判断随机呈现的声音刺激的音调高低来控制被试的工作记忆负荷。其中一半被试先完成乘法估算任务(无工作记忆负荷),然后完成相同的乘法估算任务,并需要判断与乘法任务同时呈现的声音刺激的音调高低(有工作记忆负荷),另一半被试的作答顺序刚好相反。结果显示,无工作记忆负荷条件下,个体使用上调策略(1974 ms)作答的速度比使用下调策略(1316 ms)慢,而且工作记忆负荷会将这种差距加大,即有工作记忆负荷条件下,个体使用上调策略(2644 ms)与下调策略(1815 ms)作答的速度之间不仅存在差异,而且这种差异比无工作记忆负荷条件下的差异更明显。此外,还有研究(Uittenhove & Lemaire, 2013b)表明,SSD效应与工作记忆负荷成负相关,即工作记忆负荷越大时,SSD效应越小。此外,低工作记忆负荷组被试在完成两位数加法估算任务时会出现SSD效应,但高工作记忆负荷组被试完成估算任务时却没有SSD效应。上述研究共同揭示了工作记忆负荷对估算策略执行的影响。

第四,个体现有知识水平也会对估算策略执行的效果产生影响。例如,杨伟星等人(杨伟星,张堂正,李红霞,张佳佳,司继伟,2018)采用选择/无选择范式,考察不同认知负荷条件对数学困难儿童和正常儿童估算成绩的影响。在无负荷条件下,个体只需完成两位数加法估算任务即可。在有负荷条件下,先依次呈现多个数字,然后让被试使用上调和下调策略完成两位数加法估算任务,接下来对先前呈现的单个数字按照从大到小的顺序排序。乘法任务前呈现的数字越少,负荷越低,数字越多,负荷越高。实验结果表明,与正常组相比,无论有无负荷,数学困难组使用上调和下调策略完成估算任务的正确率更低;且在无负荷和低负荷条件下,数学困难组的反应速度比正常组慢。无负荷条件下两组被试完成估算任务成绩之间仍然存在差异,这表明该类人群的数学知识水平对其估算策略执行效果会产生消极影响。

第五,认知灵活性也会影响估算策略执行的效果。例如,周超(2013)采用改进后的选择/无选择范式和运算数再认范式,考察了认知灵活性对估算策略执行的影响。在该研究中,首先呈现注视点,然后出现策略提示线索(告知被试使用上调还是下调策略完成后面的两位数乘法估算题),接下来呈现一个两位数,呈现时间不限,被试按任意键之后就呈现下一个数字,待第二个数字呈现之后,被试需要完成大小判断任务(判断前面呈现的两个数哪个更大)或者颜色深浅判断任务(判断前面呈现的两个数字哪个的颜色更深),待被试做出相应的按键反应之后再呈现第三个数字,此时被试需要用大小或颜色深浅判断任务中选出的数字乘以第三个数字,待产生答案之后,按任意键,并在弹窗中输入答案。实验结果发现,数字大小比较任务和颜色深浅判断任务对估算任务正确率转换成本之间差异不显著,但与颜色深浅判断任务相比,数字大小比较任务导致了更大的估算任务反应时转换成本。这可能是由于和颜色深浅判断任务相比,数字大小比较任务和估算任务的属性更为接近(均是数字加工任务),所以在完成估算任务之前需要更多的认知资源来对数字大小比较任务进行抑制,换言之,与数字大小比较任务相比,个体可以更灵活的从颜色深浅判断任务转换到估算任务,所以颜色深浅任务带来的估算反应时转换成本相对较低。

4. 主客观因素共同影响估算策略执行的效果

需要注意的是,个体估算策略执行的效果不仅会分别受到各种客观因素和主观因素的影响,也会同时受二者的共同影响,例如,先前研究(Si et al., 2016)发现,当使用给定策略完成估算任务时,低焦虑个体的正确率比高焦虑个体更高,而且与四年级被试相比,这种差异在六年级被试上表现得更加突出。说明焦虑和年龄会共同影响个体的估算策略执行效果。还有研究(贾国敬, 2012)发现,在无中央执行负荷条件下,场独立型和场依存型个体使用上调和下调策略完成两位数乘法估算任务的正确率之间差异不显著,但在有中央执行负荷条件下,上述两类人群完成相同任务的正确率之间差异显著,说明中央执行负荷与认知风格共同影响个体的估算成绩。因而无论是在实际教学工作中,还是在实验研究过程中,都应综合考虑主客观因素的不同作用,从而更好的解释估算策略执行的认知机制。

5. 未来研究展望

首先,就研究技术手段而言,现有研究多采用传统的行为实验与问卷法,虽然这在一定程度上确实有助于帮助我们认识估算策略执行效果与各种主客观因素之间的关系,但这种关系仅仅停留在现象层面,潜在的认知机制仍不清楚。因而在后续研究中,可通过采用 ERP、fMRI 等技术,同时结合行为学指标和生理指标,深入考察不同因素影响估算策略执行效果的脑机制。

其次,就运算规则而言,现有研究在考察估算策略执行效果时,主要聚焦在考察不同因素对个体使用各种估算策略完成加法和乘法估算任务的影响,鲜有研究考察不同因素对个体使用估算策略完成减法和除法任务的影响,因而后续研究中,也可继续验证对个体完成加法和乘法估算任务造成影响的因素是否会对其完成减法和除法估算任务造成影响。

第三,情绪是一种常见的心理现象,虽然前期研究中研究者们也考察了情绪因素对个体完成估算任务的影响,但这主要集中于考察数学焦虑这一负性情绪的作用。然而,除了数学焦虑,个体还有其他多种情绪体验,后续研究中可以深入考察数学焦虑以外的其他情绪在估算策略执行中扮演的角色。

基金项目

本文受如下基金资助:江苏省研究生科研与实践创新计划项目(项目批准号:KYCX17_1962)、教育部人文社会科学研究规划基金项目(项目批准号:18YJA190008)。

参考文献

- 艾继如,张红段,司继伟,卢淳,张堂正(2016). 任务呈现方式、双任务反应顺序影响算术估算策略选择与执行. *心理学报*, 48(10), 1248-1257.
- 贾国敬(2012). *认知风格、中央执行负荷对估算策略运用的影响*. 硕士论文, 济南: 山东师范大学.
- 司继伟,徐艳丽,刘效贞(2011). 数学焦虑、问题形式对乘法估算的影响. *心理科学*, (2), 407-413.
- 司继伟,杨佳,贾国敬,周超(2012). 中央执行负荷对成人估算策略运用的影响. *心理学报*, 44(11), 1490-1500.
- 杨伟星,张堂正,李红霞,张佳佳,司继伟(2018). 数学困难儿童估算策略运用的中央执行负荷效应. *心理学报*, 50(5), 36-48.
- 殷明,陶玲霞,刘电芝(2018). 学习策略选择、执行与转换的影响因素探析. *苏州大学学报(教育科学版)*, 6(1), 47-56.
- 张红段,王玉璇,胡冬梅,李红霞,司继伟(2015). 场认知风格、中央执行成分影响个体算术策略运用的眼动研究. *心理研究*, 8(1), 43-51.
- 张仙峰,叶文玲(2006). 当前阅读研究中眼动指标述评. *心理与行为研究*, 4(3), 236-240.
- 仲蕾蕾(2013). *转换功能影响个体的算术估计策略运用:行为与眼动证据*. 硕士论文, 济南: 山东师范大学.
- 周超.(2013). *转换功能影响个体的算术估计策略运用:行为与ERP证据*. 硕士论文, 济南: 山东师范大学.

- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Caviola, S., Carey, E., Mammarella, I. C., & Szűcs, D. (2017). Stress, Time Pressure, Strategy Selection and Math Anxiety in Mathematics: A Review of the Literature. *Frontiers in Psychology*, 8, 1488. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01488>
- Hembree, R. (1990). The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 33-46. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths Anxiety in Primary and Secondary School Students: Gender Differences, Developmental Changes and Anxiety Specificity. *Learning & Individual Differences*, 48, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006>
- Hinault, T., & Lemaire, P. (2016). Age-Related Changes in Strategic Variations during Arithmetic Problem Solving: The Role of Executive Control. *Progress in Brain Research*, 227, 257-276. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.03.009>
- Hinault, T., & Lemaire, P. (2017). Aging and List-Wide Modulations of Strategy Execution: A Study in Arithmetic. *Experimental Aging Research*, 43, 323-336. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2017.1333817>
- Imbo, I., & Lefevre, J.-A. (2009). Cultural Differences in Complex Addition: Efficient Chinese versus Adaptive Belgians and Canadians. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 1465-1476. <https://doi.org/10.1037/a0017022>
- Imbo, I., & LeFevre, J.-A. (2011). Cultural Differences in Strategic Behavior: A Study in Computational Estimation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 1294-1301. <https://doi.org/10.1037/a0024070>
- Imbo, I., Duverne, S., & Lemaire, P. (2007). Working Memory, Strategy Execution, and Strategy Selection in Mental Arithmetic. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 1246-1264. <https://doi.org/10.1080/17470210600943419>
- Lemaire, P., & Brun, F. (2016). Age-Related Differences in Children's Strategy Repetition: A Study in Arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 150, 227-240. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.05.014>
- Lemaire, P., & Bruna, F. (2018). Age-Related Changes in Children's Strategies for Solving Two-Digit Addition Problems. *Journal of Numerical Cognition*, 3, 582-597. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i3.117>
- Lemaire, P., & Lecacheur, M. (2011). Age-Related Changes in Children's Executive Functions and Strategy Selection: A Study in Computational Estimation. *Cognitive Development*, 26, 282-294. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2011.01.002>
- Lemaire, P., & Reder, L. (1999). What Effects Strategy Selection in Arithmetic? The Example of Parity and Five Effects on Product Verification. *Memory & Cognition*, 27, 364-382. <https://doi.org/10.3758/BF03211420>
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The Causal Ordering of Mathematics Anxiety and Mathematics Achievement: A Longitudinal Panel Analysis. *Journal of Adolescence*, 27, 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math Anxiety: Who Has It, Why It Develops, and How to Guard against It. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 404-406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.008>
- Miller, P. H., & Harris, Y. R. (1988). Preschoolers' Strategies of Attention on a Same-Different Task. *Developmental Psychology*, 24, 628-633. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.24.5.628>
- Miller, P. H., & Seier, W. L. (1994). Strategy Utilization Deficiencies in Children: When, Where, and Why. *Advances in Child Development and Behavior*, 25, 107-156. [https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)60051-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)60051-8)
- Si, J., Li, H., Sun, Y., Xu, Y., & Sun, Y. (2016). Age-Related Differences of Individuals' Arithmetic Strategy Utilization with Different Level of Math Anxiety. *Frontiers in Psychology*, 7, 1612. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01612>
- Si, J., Xu, Y., Feng, H., Xu, X., & Zhou, C. (2014). Differences of Arithmetic Strategy Use in Adults with Different Math Anxieties: An ERP Study. *Acta Psychologica Sinica*, 46, 1835-1849. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2014.01835>
- Siegler, R. S., & Lemaire, P. (1997). Older and Younger Adults' Strategy Choices in Multiplication: Testing Predictions of ASCM Using the Choice/No-Choice Method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 71-92. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.126.1.71>
- Taillan, J., Ardiale, E., & Lemaire, P. (2015). Relationships between Strategy Switching and Strategy Switch Costs in Young and Older Adults: A Study in Arithmetic Problem Solving. *Experimental Aging Research*, 41, 136-156. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2015.1001651>
- Uittenhove, K., & Lemaire, P. (2013a). Strategy Sequential Difficulty Effects in Alzheimer Patients: A Study in Arithmetic. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35, 83-89. <https://doi.org/10.1080/13803395.2012.753036>
- Uittenhove, K., & Lemaire, P. (2013b). Strategy Sequential Difficulty Effects Vary with Working-Memory and Response-Stimulus-Intervals: A Study in Arithmetic. *Acta Psychologica*, 143, 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.02.007>
- Uittenhove, K., Poletti, C., Dufau, S., & Lemaire, P. (2013). The Time Course of Strategy Sequential Difficulty Effects: An ERP Study in Arithmetic. *Experimental Brain Research*, 227, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3397-9>

- Weymer, R. A. (2002). Factors Affecting Students' Performance in Sixth Grade Modular Technology Education. *Journal of Technology Education*, 13, 33-46. <https://doi.org/10.21061/jte.v13i2.a.3>
- Yan, J. H. (2010). Cognitive Styles Affect Choice Response Time and Accuracy. *Personality and Individual Differences*, 48, 747-751. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.01.021>
- Zhao, N., Valcke, M., Desoete, A., Burny, E., & Imbo, I. (2014). Differences between Flemish and Chinese Primary Students' Mastery of Basic Arithmetic Operations. *Educational Psychology*, 34, 818-837. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.832150>
- Zhou, X., Chen, C., zhang, H., Chen, C., Zhou, R., & Dong, Q. (2007). The Operand-Order Effect in Single-Digit Multiplication: An ERP Study of Chinese Adults. *Neuroscience Letters*, 414, 41-44. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.06.078>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>期刊邮箱: ap@hanspub.org