

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：9~10 岁儿童和成人的一致性序列效应

作者：赵鑫，贾丽娜，周爱保

第一轮

审稿人 1 意见：

该研究关注一致性序列效应在不同任务中的年龄差异，研究方法上具有一定的创新性，任务 2 中通过采用 Stroop 试次和 Flanker 试次混合的实验设计来获得跨任务的 CSEs，以排除低水平加工过程的潜在影响，能够更加有效地说明认知控制的适应过程。研究结果发现 9~10 岁儿童已具备类似成人的、更一般化的冲突适应能力，这为该年龄阶段儿童认知控制适应能力的发展提供了行为证据。修改建议如下：

意见 1：本研究为什么选取 9-10 岁儿童与成人进行比较？请进一步给出充分的理由并阐述其意义？

回应：感谢审稿专家的意见，根据审稿专家的意见，我们对被试的选取进行了说明和阐述：

首先，一致性序列效应是以个体的抑制控制能力为基础的。一致性序列效应最早是在 Flanker 任务中发现的(Gratton, Coles, & Donchin, 1992)，之后应用到 Stroop 等其他抑制控制任务中(Kerns, 2006; Larson, Clawson, Clayson, South, 2012; Larson, Kaufman, Perlstein, 2009)。从研究范式上来看，考察一致性序列效应的研究范式与考察个体抑制控制能力的范式相同；从认知加工的角度来看，个体只有在当前任务(或当前试次)中，对干扰信息进行有效的抑制，将更多的注意力集中于目标信息，才能做出正确的反应，进而根据当前试次的信息，以适应其他冲突环境。因此，抑制控制能力是一致性序列效应的基础，一致性序列效应反映了抑制干扰信息的灵活性与适应性。有研究表明，9.6~11.5 岁是抑制能力发展较快的年龄阶段(Brocki & Bohlin, 2004)。此外，Zhao 和 Jia(2018)的研究采用改版 Stroop 任务对平均年龄为 10.48 岁的儿童进行干扰控制能力的训练，结果发现与成人被试相比，该年龄阶段儿童抑制控制的可塑性更强。综上可推断，9~10 岁可能也是一致性序列效应发展的关键期。因此，有必要考察当个体的抑制控制能力处于发展的关键期时，其适应冲突的能力是否也随之不断发展，表现出相应的一致性序列效应。

其次，目前对 9~10 岁儿童一致性序列效应的研究结论不一(Larson et al., 2012; Waxer & Morton, 2011)。如 Waxer 和 Morton(2011)探讨了不同年龄阶段的一致性序列效应，结果发现，青少年组和成人组均出现了显著的一致性序列效应，而在 9~11 岁的儿童间却没有发现显著的一致性序列效应。研究者认为，这可能是由于儿童的认知系统发育还不完善，尤其是与认知控制相关的前额皮层发育尚不成熟，导致未能出现一致性效应。Larson 等人(2012)选取 21 名平均年龄为 9.7 岁的儿童与 26 名成年人为被试，利用 Stroop 任务探讨了一致性序列效应，结果发现，儿童表现出显著的一致性序列效应，且与成人的一致性序列效应差异不显著。

最后，该年龄阶段的儿童大脑发育尚不成熟。研究发现，与认知控制相关的前部扣带回(ACC)皮层发展成熟要到成年早期(Adleman et al., 2002)，前额皮层(PFC)的发展成熟至少要到青少年时期(Luna & Sweeney, 2004)。根据大脑的发育状态，9~10 岁的儿童可能无法有效的适应冲突，行为上不能够表现出一致性序列效应。而如果儿童在行为上能够表现出与成人类似的一致性序列效应，则在一定程度上可以适度推测，这两个脑区在一致性序列效应的加

工中并不是主导的，还可能涉及到其他脑区的活动。因此，选取该年龄阶段的儿童为被试进行行为实验，可以根据儿童行为表现的结果，对一致性序列效应所涉及的脑区进行适度推测，为今后进一步的神经生理学上的研究提供基础和支持。

基于上述原因，我们选取了 9~10 岁儿童与成人进行比较，相应内容已在文中引言的第五段进行了补充说明。

参考文献：

Adleman, N. E., Menon, V., Blasey, C. M., White, C. D., Warsofsky, I. S., Glover, G. H., & Reiss, A. L. (2002). A Developmental fMRI Study of the Stroop Color-Word Task. *NeuroImage*, 16(1), 61–75.

Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571–593.

Luna, B., & Sweeney, J. A. (2004). The emergence of collaborative brain function: fMRI studies of the development of response inhibition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 296-309.

Waxer, M., & Morton, J. B. (2011). The development of future-oriented control: An electrophysiological investigation. *NeuroImage*, 56(3), 1648–1654.

Zhao, X., & Jia, L. (2018). Training and transfer effects of interference control training in children and young adults. *Psychological Research*, in press, doi:10.1007/s00426-018-1007-6

意见 2：任务 2 的程序描述问题 “实验设计与程序”部分对任务 2 的程序描述“在每个 block 中，包括 4 个 Stroop 刺激和 4 个 Flanker 刺激，每个 block 中的前两个试次涉及到任务的转换，即从 Stroop 刺激到 Flanker 刺激(之后简称 Stroop→Flanker)，或从 Flanker 刺激到 Stroop 刺激(之后简称 Flanker→Stroop)，接下来的试次涉及到相同任务的试次转换(Stroop→Stroop 或 Flanker→Flanker 转换)，之后的试次再次为不同任务的转换，构成了不同任务和相同任务间的转换”。根据这段描述，每个 block 的前 4 个试次似乎为“SFSS”或“FSFF”？单纯用文字表述不是很明确，可能引起对任务顺序的误解，能否通过符号举例说明实际采用的试次顺序？如任务转换实验中通常用“ABABABAB”或“AABBAABB”来表示任务顺序。

回应：根据审稿人的意见，我们对任务 2 的程序描述进行了修改，具体如下：“在每个 block 中，包括 4 个 Stroop 刺激和 4 个 Flanker 刺激。首先呈现任务转换试次，接下来为同一任务内的试次转换，即前四个试次的呈现顺序为 Stroop→Flanker→Stroop→Stroop 刺激(简称 SFSS)或 Flanker→Stroop→Flanker→Flanker 刺激(简称 FSFF)。”修改内容已在文中“实验设计与程序”部分标注。

审稿人 2 意见：

意见 1：本文的引言部分，对任务 1 作了明确的假设（预测），而任务 2 没有明确的假设。

回应：根据审稿人的意见，我们补充了任务 2 的假设，具体如下：“与单一任务(任务 1)相比，Flanker-Stroop 任务的难度相对有所增加，因此对认知控制的要求会提高，个体需要更多的认知资源来完成当前任务。有研究表明，在一定的条件下，在成人被试中发现了跨任务的 CSEs(Braem et al., 2014)，而对于儿童，其相关脑区发育尚不完善(Adleman et al., 2002; Luna & Sweeney, 2004)。由此我们预测，儿童在跨任务中，可能无法有效的调整认知资源，适应冲突的环境。因此，不同年龄间认知控制能力的差异可能会更显著(Benikos, Johnstone, & Roodenrys, 2013; Kray, Karbach, & Blaye, 2012)。”

相应内容已在文中引言的最后一段进行补充，并新增以下 2 篇文献：

Benikos, N., Johnstone, S. J., & Roodenrys, S. J. (2013). Varying task difficulty in the Go/Nogo task: The effects of inhibitory control, arousal, and perceived effort on ERP components. *International Journal of Psychophysiology*, 87(3), 262–272.

Kray, J., Karbach, J., & Blaye, A. (2012). The influence of stimulus-set size on developmental changes in cognitive control and conflict adaptation. *Acta Psychologica*, 140(2), 119–128.

意见 2：本文引言部分提到了三个理论，然而在讨论部分则没有提到结果与理论的关系。

回应：感谢审稿专家的意见，我们结合引言中提到的理论，对讨论部分进行了修改。具体如下：“因此，两个任务通过不同的方式，排除了刺激特征的完全重复，从而否定了基于特征整合或特征启动的解释。本研究结果在很大程度上支持了冲突监测理论，基于冲突监测理论的解释，与 cI 试次相比，被试在 iI 试次中的反应时显著较快且正确率较高，这可能由于当被试遇到冲突信息时，会持续对冲突信息进行监测，调整自己的注意资源，从而有利于下一冲突试次的适应。此外，在考察一致性序列的任务中，不可避免的会出现两个连续的一致试次或不一致试次，因此无法排除基于重复-预期的理论解释。神经生理学的研究表明，基于冲突监测理论的适应过程与基于重复-预期理论的适应过程之间存在着神经重叠(Duthoo et al., 2014b)。因此，在适应冲突的过程中，个体对同一类型试次的预期与自上而下的认知控制可能共同起着作用，帮助个体有效的适应冲突环境。”详见文中“讨论”部分第三段。

意见 3：在引言和讨论部分的内容都需要精炼。

回应：感谢审稿专家的意见，已对正文内容进行精炼，如对引言中“有研究从行为、脑结构以及脑功能水平上对执行功能……但同时研究结果会因具体任务和分析方法等因素的不同而不一致(Cragg, 2016; MacLeod, 1991; Rueda et al., 2004; Waszak, Li, & Hommel, 2010)。”等内容进行删除，相关内容整合到其他段落中。对讨论中“冲突适应的这种一般性……注意力的集中或扩大效应随后会影响 Flanker 任务中对中央和周围刺激的注意。”等内容进行了删除。并将讨论部分的第五段和第六段进行整合与精炼。具体修改内容见正文中的“引言”和“讨论”部分。

意见 4：文中说“一致性序列效应早在 5 岁时就出现了”，本研究选取 9-10 岁的理由是什么？

回应：根据审稿人的意见，我们对儿童被试选取的理由进行了详细说明：

首先，一致性序列效应是以个体的抑制控制能力为基础的。在抑制控制的任任务中，个体只有在当前任务(或当前试次)中，对干扰信息进行有效的抑制，将更多的注意力集中于目标信息，才能做出正确的反应，进而根据当前试次的信息，以适应其他冲突环境。因此，抑制控制能力是一致性序列效应的基础，一致性序列效应反映了抑制干扰信息的灵活性与适应性。有研究表明，9.6~11.5 岁是抑制能力发展较快的年龄阶段(Brocki & Bohlin, 2004)。此外，Zhao 和 Jia(2018)的研究采用改版 Stroop 任务对平均年龄为 10.48 岁的儿童进行干扰控制能力的训练，结果发现与成人被试相比，该年龄阶段儿童抑制控制的可塑性更强。虽然 Ambrosi, Lemaire 和 Blaye (2016)的研究发现，早在 5 岁时，儿童就已经能够表现出一致性序列效应，但这可能是最早开始出现冲突适应的年龄阶段，尚未进入发展的关键期。根据上述论述，抑制控制能力是一致性序列效应的基础，9~10 岁是个体抑制控制能力发展的关键期，由此可推断，9~10 岁可能也是冲突适应能力发展的关键期。因此，有必要考察冲突适应能力处于发展关键期时，儿童的行为表现。

其次，Ambrosi, Lemaire 和 Blaye (2016)的研究中，虽然采用了三个经典的抑制控制任

务(Flanker 任务、Simon 任务和 Stroop 任务)考察了儿童的一致性序列效应。然而,三个任务是独立进行的,在每个独立的任务中,有 50%的试次为重复试次(两个一致试次 cC 或两个不一致试次 iI),试次的重复导致了刺激特征的完全重复。因此,研究结果虽然发现 5 岁儿童已经能够表现出一致性序列效应,但在一定程度上无法排除 S-R 反应联结的影响。因此在本研究的任务 2 中,我们将不同的任务进行混合,以排除刺激的完全重复,更加纯净的考察一致性序列效应。另外,研究发现,与认知控制相关的前部扣带回(ACC)皮层发展成熟要到成年早期(Adelman et al., 2002),前额皮层(PFC)的发展成熟至少要到青少年时期(Luna & Sweeney, 2004)。虽然 5 岁儿童和 9~10 儿童的大脑发育均不完善,但对处于抑制控制发展关键期儿童行为的考察,可以更加有效的推测其大脑的发育状态,预测今后的行为,或对其进行适当的干预,更好的促进其发展。

最后,目前对 9~10 岁儿童一致性序列效应的研究结论不一(Larson et al., 2012; Waxer & Morton, 2011)。如 Waxer 和 Morton(2011)探讨了不同年龄阶段的一致性序列效应,结果发现,青少年组和成人组均出现了显著的一致性序列效应,而在 9~11 岁的儿童间却没有发现显著的一致性序列效应。研究者认为,这可能是由于儿童的认知系统发育还不完善,尤其是与认知控制相关的前额皮层发育尚不成熟,导致未能出现一致性效应。Larson 等人(2012)选取 21 名平均年龄为 9.7 岁的儿童与 26 名成年人为被试,利用 Stroop 任务探讨了一致性序列效应,研究结果表明,儿童表现出显著的一致性序列效应,且与成人的一致性序列效应差异不显著。因此,有必要在排除其他因素(S-R)影响的条件下,再次考察 9~10 岁儿童是否能够表现出一致性序列效应。

具体修改内容见文中引言部分的第五段。

意见 5: 文中说“由于试次是随机的,因此不同重复类型中的试次的组合数量并不相等”,这需要说明不等的距离有多大,是否会影响统计效应。

回应: 感谢审稿专家的意见,在最初的数据分析中,我们试图将试次进一步分为部分重复试次(反应重复但刺激不重复,例如 cC Flanker→Stroop: 所有箭头均指向右,反应按键为“J”;之后为绿色的“绿”字,反应同样为“J”键)以及完全变化试次(反应和刺激均发生变化,例如 cC Stroop→Flanker: 绿色的“绿”字,反应按键为“J”,之后 Flanker 刺激所有的箭头指向左,反应按键为“F”)。按照该标准进一步区分,发现在实验中,Stroop→flanker 和 flanker→Stroop 转换类型中,不同重复类型中的试次组合数量并不相等,其中,在反应重复的试次中,cC 和 iI 的试次数大于 cI 和 iC 的试次数。因此,在最初的分析中,我们纳入了试次类型(完全变化 vs. 反应重复)这一因素。然而,结果发现,在反应重复试次和完全变化试次中,并没有发现显著的前一试次与当前试次的交互作用,说明该因素是无效的。因此,在最终的数据分析中,我们没有根据这一因素进一步分离数据。

此外,在任务 2 的实验设计中,我们将两种刺激类型混合,在一定程度已经排除了简单的刺激特征的完全重复,而一致性序列效应主要关注的试次类型为 cI、iI、IC 和 cC 试次,在 Stroop→Flanker 和 Flanker→Stroop 转换中,均包括相等数量的 cC, cI, iC, iI 试次,因此主要关注的试次类型数量相等。而试次类型(完全变化 vs. 反应重复)这一因素,并不是我们主要感兴趣的,对其分析的结果也并不会影响现有的实验结论,因此在上一稿的正文中,结果部分我们也并没有汇报该结果。综上,结合审稿专家的意见,我们对“数据分析”部分的描述进行了精炼,删除了与结果无关的阐述,具体见“数据分析”的第二段。

意见 6: 该研究可以在行为实验的基础上进一步的研究(如采用 ERP、fMRI、NIR 等)探讨其神经生理及心理机制。

回应：感谢审稿专家的意见，根据审稿专家的意见，我们在文中的展望部分补充了相关的神经生理学的研究，具体如下：“最后，虽然 9~10 儿童大脑区域(如 ACC 和 PFC)的发展相对不成熟，但在行为结果上，几乎达到了成人的水平，这为今后神经生理学的研究提供了证据和支持。Larson 等人(2012)利用脑电技术的研究发现，儿童与成人在冲突适应的过程中，表现出相似的 SP 波幅(与冲突解决相关的成分)变化。Waxer 和 Morton(2011)的研究中，利用脑电的溯源分析发现，与 cI 试次相比，成人和青少年在 iI 试次上 ACC 的活动降低，然而并未在儿童身上发现这样的模式。Wilk 和 Morton (2012)的研究中，利用功能性磁共振成像技术，考察 9 岁至 32 岁个体冲突适应中大脑活动的变化，结果发现，尽管各年龄组的行为表现相似，但年龄较大的被试在前扣带回、前脑岛、外侧前额叶和顶内沟皮层的激活程度更强。因此，未来的研究应利用多种不同的技术，深入考察 9~10 儿童冲突适应过程中是否涉及更广泛的脑区，并进一步明确 CSEs 本质及其年龄差异。”

修改内容见文中“讨论”部分的最后一段。

意见 7：文中出现的两处数据是否有误，请核查：（1）“实验设计与程序”部分的第三段中，正式实验有 4 个 block,每个 block 有 64 个 trial,共应该是 256 个 trial。然而，文中则说共 255 个 trial。请核查是否表述有误。（2）“结果”部分的最后一段文字中，其他的 F 检验的第二个自由度均为 65，然而任务转换主效应显著的 F 值的报告中第二个自由度为 64。请核查是否表述有误。

回应：感谢审稿专家的意见，（1）在“实验设计与程序”部分，由于我们对两个任务介绍时的不统一以及表述的不清，使得在试次数量上容易发生混淆。在上一稿中，介绍任务 1 时，我们采用的是“试次组合”这一词汇，即第一个试次与第二个试次形成一个组合，之后第二个试次与第三个试次形成一个组合等。因此，第一个试次并不包含在试次组合的数量中，从而构成了 255 个试次组合。然而，在任务 2 的介绍中，我们又以“单个试次”为标准进行了报告，因此共 256 个试次。结合审稿专家的意见，我们统一采用“单个试次数量”这一标准，对两个任务的试次数量进行明确说明。具体修改内容见“实验设计与程序”部分的第三段。

（2）在“结果”部分，由于在任务 2 的数据采集过程中，一名成人被试的数据丢失，故数据分析时排除了该被试的数据(正文“数据分析”部分的第二段，已对此情况进行了说明)。因此，与任务 1 相比，任务 2 的数据分析时少 1 个数据，即在任务 2 中，包括成人数据 32 个，儿童数据 34 个，共 66 个数据。由此，任务 1 中 F 值对应的自由度为(1, 65)，任务 2 为(1, 64)(在文中表格下方的表注中进行了说明)。因此，在任务 2 的主效应分析中，任务转换主效应分析对应的自由度为 64，而之后交互作用显著后的简单效应分析中，对应的自由度为 65。

第二轮

审稿人意见：根据上次提出的 7 个方面的问题和建议，作者都进行了认真的分析、思考并根据其意见建议进行了较大幅度的修改，本稿在上一稿的基础上有了质的变化。同意发表。

回应： 谢谢审稿专家肯定。

编委复审：修改已达到发表的水平，同意发表。

主编终审：一致性序列效应是以个体的抑制控制能力为基础的，对一致性序列效应的探究能反映个体抑制干扰信息的灵活性与适应性。本研究以 9~10 岁的儿童和成人为被试，采用单任务的色-词 Stroop 任务及 Stroop 刺激和 Flanker 刺激的混合任务，探究了一致性序列效应在不同任务中的年龄差异。结果发现，9~10 岁的儿童在两个任务中表现出与成人类似的一致性序列效应。本研究问题明确，实验设计合理，研究方法上具有一定的创新性。