

修改说明

非常感谢各位审稿专家的宝贵建议和意见!这些建设性的意见对我们修改本篇投稿,以及完善今后的研究非常有帮助!根据专家的审稿意见,我们认真地做了修改和完善,具体请见下文(修改之处以蓝色字体标出):

第四次审稿意见:

终审复审意见

本论文对自闭症儿童基于事件前瞻记忆的损伤进行了考察,并对执行功能在其中发挥的作用进行了探究。参考外审专家意见多次修改后,文章的质量得到了较明显提升。但讨论中的部分内容需要进一步完善:研究者从发展角度对前瞻记忆的差异进行了解释,建议研究者对执行功能的发展模式进行更详细介绍,以便读者更好从发展视角理解执行功能与前瞻记忆的关系。

回应:按照建议,我们对稿件的引言和讨论部分进行了修改和完善,主要是进一步对执行功能的发展模式进行了详细地阐述,以力求从执行功能发展角度明晰执行功能与前瞻记忆的关系。

首先,在引言部分,我们完善了有关执行功能发展特点的相关陈述,基于前瞻记忆和执行功能类似的发展趋势,推测个体前瞻记忆的年龄差异可能是由其执行功能发展差异所导致的。具体内容如下:

“发展性研究表明,前瞻记忆的发展轨迹呈倒“U”型,随着年龄增长,前瞻记忆能力逐渐提高,老年时期则会逐渐下降(Rose et al., 2010; Zimmermann & Meier, 2010; Kliegel et al., 2008; Mahy & Moses, 2011; Wang et al., 2008, 2011)。同前瞻记忆一样,正常个体执行功能的发展也遵循类似的发展规律(Munakata et al., 2012; Mahy et al., 2014; Best & Miller, 2010; Anderson et al., 2008; Mattli et al., 2014)。但是,就自闭症个体而言,从幼儿到成年的整个发展过程中,执行功能在其不同年龄阶段存在不同程度的损伤(Luna et al., 2007)。具体来说,在认知灵活性、流畅性和工作记忆等方面存在差异,且差异在青春期最小,并在成年后增强(Demetriou et al., 2018)。因此,前瞻记忆发展差异可能受到年龄相关的执行功能差异的调节(Mahy et al., 2014)。换言之,不同年龄段的自闭症个体的前瞻记忆表现可能因执行功能差异而有所不同。”(详见修改稿第2页)

其次,基于引言中关于执行功能发展特点的阐述,在讨论部分展开相应的讨论。一方面,针对本研究结果支持执行功能受损可能导致基于事件的前瞻记忆缺陷这一假设,我们进行了补充论证分析:“如前所述,发育正常个体的执行功能发展也遵循着倒“U”

型发展轨迹，在幼儿期迅速发展(Munakata et al., 2012; Kliegel & Jäger, 2007; Mahy & Moses, 2011)，到青春期和成年早期继续向前发展(Best & Miller, 2010; Best et al., 2011)，而在老年期则表现得较差(Anderson et al., 2008; Mattli et al., 2014)。而自闭症儿童和正常儿童执行功能的比较研究则显示，自闭症儿童存在明显的执行功能障碍(Berenguer et al., 2018; Demetriou et al., 2018; Filipe et al., 2018; Geurts et al., 2014)，而且随着年龄增长，其执行功能损伤越来越大(Lai et al., 2017; Demetriou et al., 2018; Luna et al., 2007; Kouklari et al., 2018; Rosenthal et al., 2013)。本研究发现 3~6 岁自闭症儿童的执行功能发展明显迟缓于同龄甚至更年幼的正常儿童。这种因年龄增长所带来的自闭症儿童执行功能发展的延迟与不均衡，将会导致自闭症儿童的前瞻记忆成绩受损。”(详见修改稿第 9-10 页)

另一方面，本研究仅发现抑制控制可以显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现，我们对此进行了较为深入地讨论：“从发展角度而言，执行功能各成分可能具有不同的发展轨迹，并以不同的速度发展成熟(Anderson, 2002; Diamond, 2002; Zelazo et al., 1996, Zelazo & Frye, 1997)。Best 和 Miller (2010)的研究也表明，正常儿童的抑制控制能力在 4 岁已经开始发展，更新在 4~14 岁呈线性发展且在之后趋于稳定，而转换能力则在 8~10 岁飞速发展。抑制被认为是一种相对发展较早的执行功能成分，先于并促使其他执行功能成分的发展(Altemeier et al., 2008; Carlson & Moses, 2001; Diamond, 2013)。因此，抑制控制可能更快地从幼儿期发展到儿童初期，而更新涉及注意和工作记忆容量的调节，发展会更加缓慢，一直持续到青少年期前期(see Best & Miller, 2010; Van't et al., 2019)。Demetriou 等人(2018)对自闭症群体执行功能的元分析也发现，随着年龄增长，抑制控制作用持续受损，且达到中等效应。Schnitzspahn 等人(2013)用结构方程模型分析了执行功能对正常成年人的前瞻记忆表现的影响，结果发现抑制控制对其前瞻记忆表现预测作用最大，其次才是更新，而转换不具有预测作用。因此，执行功能各成分发展的非均衡性特点可能导致其对个体前瞻记忆的影响也不一样。本研究结果说明，至少就自闭症儿童而言，抑制控制能力在基于事件的前瞻记忆发展中起着重要作用。”(详见修改稿第 11 页)

补充参考文献：

Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, P. J. (2008). *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective*. New York, NY: Taylor & Francis.

Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(5), 588–606.

- Berenguer, C., Roselló, B., Colomer, C., Baixauli, I., & Miranda, A. (2018). Children with autism and attention deficit hyperactivity disorder. Relationships between symptoms and executive function, theory of mind, and behavioral problems. *Research in developmental disabilities*, 83, 260–269.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72(4), 1032–1078.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.
- Diamond, A. (2002). "Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy, and biochemistry," in *Principles of Frontal lobe Function*, eds D. T. Stuss and R. T. Knight (New York: Oxford University Press), 466–503.
- Filipe, M. G., F Sónia, & Vicente, S. G. (2018). Executive functions and prosodic abilities in children with high-functioning autism. *Frontiers in Psychology*, 9, 359.
- Geurts, H.M., van den Bergh, S.F.W.M. and Ruzzano, L. (2014), Inhibition in ASD: meta-analyses. *Autism Research*, 7(4), 407–420.
- Kouklari, E. C., Tsermentseli, S., & Auyeung, B. (2018). Executive function predicts theory of mind but not social verbal communication in school-aged children with autism spectrum disorder. *Research in developmental disabilities*, 76, 12–24.
- Lai, C. L. E. , Lau, Z. , Lui, S. S. Y. , Lok, E. , Tam, V. , & Chan, Q. , et al. (2017). Meta-analysis of neuropsychological measures of executive functioning in children and adolescents with high-functioning autism spectrum disorder. *Autism Research*, 10(5), 911–939.
- Munakata, Y., Snyder, H. R., & Chatham, C. H. (2012). Developing cognitive control: three key transitions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 71–77.
- Rosenthal, M., Wallace, G. L., Lawson, R., Wills, M. C., Dixon, E., Yerys, B. E., & Kenworthy, L. (2013). Impairments in real-world executive function increase from childhood to adolescence in autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, 27(1), 13–18.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1(2), 198–226.
- Zelazo, P. D., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive Development*, 11(1), 37–63.

第三次审稿意见：

审稿专家一

1. 结果部分。表四中，自变量为什么是“年龄 × 抑制控制”，是二者的交互作用吗？或者是作者写作错了？

回应：非常感谢审稿专家的指正！“年龄 × 抑制控制”是经逐步多元分析后纳入解释的自变量，两者可以共同解释自闭症组前瞻记忆表现。我们已经对这一表述进行了修改，详见修改稿第 7 页表 4。

表 4 两组儿童的前瞻记忆表现与执行功能的多元回归分析结果

因变量	纳入解释的自变量	R^2	ΔR^2 值	F	β	t
自闭症组前瞻记忆表现	年龄	0.32	0.29	11.50**	0.56	3.39**
	年龄 × 抑制控制	0.44	0.39	9.41*	0.35	2.31*
正常儿童前瞻记忆表现	言语智商	0.18	0.15	5.96*	0.42	2.44*

注：*为 $p < 0.05$ ，**为 $p < 0.01$ 。

2. 讨论部分仍缺乏层次。比如第二段缺乏明显的逻辑论述链条。

（1）第一句话“先前研究”与本研究有什么差异？是先前研究没有发现差异，然后本研究发现了差异了？完整叙述是否是“然而，与先前研究多选取正常智商水平的成年人 (Altgassen et al., 2012)、青少年(Jones et al., 2011)或学龄儿童等自闭症群体(Altgassen et al., 2009, 2010; Williams et al., 2013)的研究结果不同，他们发现自闭症个体基于事件的前瞻记忆依旧完好，并不存在缺陷；而本研究选取年龄更小的自闭症儿童(3-6 岁)，发现了基于事件的前瞻记忆缺陷，这表明前瞻记忆差异可能是生理年龄导致的。”

（2）“这表明前瞻记忆差异可能是生理年龄导致的”。建议不要用“导致的”，这个推断过强。可以用“这表明前瞻记忆差异可能是与年龄发展有关”等。

（3）那接下来的应该进一步论述的是为什么年龄大的没有差异，年龄小的就有差异？然而作者接下来的论述，并未就这一点提供很好的解释，就迅速过度到执行功能（尽管执行功能与前瞻记忆存在密切的关联，但之前提出的问题并没有得到解释）。

（4）另外，这一段重点看似是执行功能与前瞻记忆的关系，但是混杂着年龄差异的论述，又没有理清几者之间的关系，使得综合来看，读者不太明白这一段要表达的意思，建议重写。

整体而言，尽管研究者数据分析部分有很大的改观，但研究意义以及研究结果的解释仍缺乏深度，尤其是涉及到有关前瞻记忆的发展视角，以及关于执行功能为什么和前

瞻记忆有关系的论述，需要进一步修改。

回应：非常感谢审稿专家对我们论文讨论部分的行文与逻辑思路提出的建设性意见！首先，根据建议，我们修改了不恰当表述。正如专家在**问题 1** 和**问题 2** 所提及的，原表述旨在说明本研究发现了 3~6 岁自闭症儿童基于事件的前瞻记忆缺陷，这是以往研究中观察到的。同时通过对比研究的被试特征差异，本研究发现，这种基于事件的前瞻记忆缺陷的发现可能与被试的年龄有关。我们已经完善相关陈述，具体如下：“**先前研究多选取智商达到或超过正常水平的成年人(Altgassen et al., 2012)、青少年(Jones et al., 2011)或学龄儿童等自闭症群体(Altgassen et al., 2009, 2010; Williams et al., 2013)，而本研究中选**取年龄更小的自闭症儿童(3~6 岁)，发现了基于事件的前瞻记忆缺陷，这表明前瞻记忆差异可能与年龄发展有关”。（详见修改稿第 8 页）

其次，针对审稿专家在**问题 3** 中提出到的“作者在提出‘**前瞻记忆差异可能与年龄发展有关**’之后，并未就这一点提供很好的解释，而迅速过度到执行功能”行文逻辑问题，我们对讨论部分的全部内容进行重新梳理。在第二段首句叙述“**3~6 岁自闭症儿童基于事件前瞻记忆已经出现明显损伤**”基础上，接下来进一步论述这一结果与以往研究的差异及其可能存在的原因和解释，包括年龄差异和任务特征。具体如下：

“首先，**本研究的结果**同预期假设一样，与正常儿童相比，自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现更差，说明 3~6 岁自闭症儿童基于事件前瞻记忆已经出现明显损伤。这一发现支持了以往的部分研究结果(Altgassen et al., 2012; Brandimonte et al., 2011; Jones et al., 2011; Yi et al., 2014)，但与 Altgassen 等人(2012)、Williams 等人(2013)和 Jones 等人(2011)的研究结果不同，他们发现自闭症个体基于事件的前瞻记忆依旧完好，不存在缺陷。以下两个方面或许可以解释这些研究发现的 inconsistency。一方面，被试的年龄特点可能导致研究结果的差异。前瞻记忆的发展性研究表明前瞻记忆发展遵循倒“U”型曲线规律(Hering et al., 2016)。个体的前瞻记忆能力从幼儿时期到青少年，甚至成人阶段，持续发展，而后开始下降(Kliegel et al., 2008; Mattli et al., 2014, 2011; Zimmermann & Meier, 2006; Zöllig et al., 2007, 2010; Ślusarczyk et al., 2018)。先前研究多选取智商达到或超过正常水平的成年人(Altgassen et al., 2012)、青少年(Jones et al., 2011)或学龄儿童等自闭症群体(Altgassen et al., 2009, 2010; Williams et al., 2013)，而本研究选取年龄更小的自闭症儿童(3~6 岁)，发现了基于事件的前瞻记忆缺陷，这表明前瞻记忆差异可能与年龄发展有关。3~6 岁是前瞻记忆发展的早期阶段，正常儿童在这一阶段已经可以成功完成前瞻记忆任务(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018; Kvavilashvili et al., 2008; Kliegel & Jäger, 2007)，前瞻记忆能力已得到较好发展。在本研究中，3~6 岁正常儿童的前瞻记忆表现整体较高，而自闭症儿童前瞻记忆表现则较差，

并且年龄和前瞻记忆表现的相关性分析也表明自闭症儿童的基于事件的前瞻记忆表现会随着年龄增长而有所改善。因此，这种基于事件的前瞻记忆损伤更大可能存在于自闭症儿童早期，而更年长的自闭症群体基于事件的前瞻记忆表现则随着年龄增长得以改善。如前所述，自闭症的主要症状通常在 2~3 岁时出现，而本研究发现 3~6 岁自闭症儿童已经出现明显的基于事件前瞻记忆损伤，这说明自闭症儿童基于事件前瞻记忆损伤可能与其症状表现具有共病性。换句话说，自闭症儿童的基于事件前瞻记忆损伤可能是伴随着自闭症症状的出现而产生的。需要指出的是，本研究未对两组儿童的智商水平进行严格匹配，导致自闭症儿童的智商水平普遍低于同龄正常儿童。但是，在控制了智商水平变量后，分析结果依旧表明自闭症儿童基于事件的前瞻表现显著低于正常儿童。不可否认，这种智商差异存在会一定程度研究结论准确性，所以，对于“3~6 岁自闭症儿童基于事件的前瞻记忆存在损伤”这一结论仍需谨慎。未来的研究应该对被试的智商水平、年龄等因素加以严格操纵，以保持结果的可靠和准确性。

另一方面，方法和任务上的异质性也可能导致结果差异。不同于以往研究采用自然条件下的前瞻记忆任务(Altgassen et al., 2012)或实验室条件下的图片命名任务(Williams et al., 2013)，本研究采用基于实验室条件下的生命判断任务，与自然情境的前瞻记忆任务相比，对注意资源要求可能更高，且可能因自闭症个体年龄更小(3~6 岁)而加剧。在本研究中，自闭症儿童的前瞻记忆任务和进行中任务的表现都显著低于正常儿童，这表明 3~6 岁自闭症儿童在完成整个任务中普遍存在困难。Altgassen 等人(2012)采用自然情境下的卡片命名任务，结果显示，自闭症儿童记住递给实验者前瞻记忆目标卡片明显少于对照组，这表明即使面对非常简单的进行中任务，完成基于事件的前瞻记忆任务对于年幼的自闭症儿童也很困难。相反，对 3~6 岁正常儿童而言，基于实验室的生命判断任务可能相对比较简单，所以其整体任务表现也较好。其中，近 66%的正常儿童完成前瞻记忆线索任务的正确率达到 0.80 以上。这些结果说明不同的任务设置可能导致研究结果上的巨大差异。Kvavilashvili、Kyle 和 Messer (2008)也强调，在前瞻记忆研究中，选择适合儿童年龄的任务非常重要，对于自闭症儿童来说尤其重要，即使是简单的日常活动对他们而言也具有挑战性。”

接着，针对“执行功能与前瞻记忆的关系”、“前瞻记忆年龄差异”以及“年龄和执行功能、前瞻记忆的关系”等内容陈述混乱等问题（问题 4），我们重新梳理了相关内容，力求使行文表达更加清晰、更易理解。在结构上，讨论部分首先针对“3~6 岁自闭症儿童基于事件前瞻记忆已经出现明显损伤”这一发现，从年龄差异和任务特征两个方面进行解释。紧接着，根据自闭症儿童执行功能表现及其与基于事件前瞻记忆的显著相关关系等结果，进一步陈述了“执行功能受损可能导致基于事件的前瞻记忆缺陷”，

并进行相关解释。具体如下：

“其次，研究结果支持了执行功能受损可能导致基于事件的前瞻记忆缺陷的假设。相比于正常儿童，3~6 岁自闭症儿童在执行功能各个成分的任务表现更差，这与以往研究结果相一致，自闭症儿童存在执行功能缺陷(Hill, 2004; Demetriou et al., 2018)。同时，执行功能各成分上任务表现与基于事件前瞻记忆表现显著相关。由此，自闭症儿童基于事件的前瞻记忆缺陷伴随着执行功能损伤(Cui et al., 2010)，即自闭症儿童的前瞻记忆缺陷与其执行功能受损有关。成功完成前瞻记忆任务需要执行功能的参与和支持。一方面，脑科学研究发现，前瞻记忆的执行主要激活了前额皮层区域，这与执行功能关联脑区域存在很多重叠(Friedman & Miyake, 2016)。伴随年龄增长，个体大脑逐渐发育成熟，而受前额叶皮层支配的执行功能得以提高，包括抑制、转换和更新(Martin et al., 2003)，因而带来前瞻记忆的发展。因此，执行功能可能是前瞻记忆发展的驱动机制(Voigt et al., 2011)。而临床群体的研究表明，执行功能脑损伤(主要是额叶皮层)个体也表现出前瞻记忆缺陷(Burgess et al., 2009; Zamroziewicz et al., 2017)。另一方面，发展性研究也表明，执行功能受到年龄的强烈影响，也最先显现出年龄相关的缺陷(Wiebe & Karbach, 2017)。本研究发现 3~6 岁自闭症儿童的执行功能发展明显迟缓于同龄甚至更年幼的正常儿童。这种因年龄增长所带来的自闭症儿童执行功能发展的延迟与不均衡，将会导致自闭症儿童的前瞻记忆表现出现损伤。相反，在本研究中，正常儿童中并未发现前瞻记忆与执行功能显著相关。推测其中原因，可能有以下两点：首先，研究方法的差异可能导致未获得预期结果。虽然本研究采用了三个已广泛适用于儿童的执行功能实验任务，但未使用其他能够有效评估儿童执行功能发展水平的问卷量表作为补充。由于自闭症儿童潜在执行功能缺陷，采用单一的实验方法测量自闭症儿童的执行功能可能十分灵敏。但是，对正常儿童来说，单一的实验方法可能导致测量结果不够全面，未能真实反映实际的执行功能发展水平。同时，但由于执行功能成分的复杂性，单一任务难以全面测量儿童执行功能的水平。未来的研究应该采用实验和量表等多种方法以及多个任务综合评估儿童的执行功能发展水平。其次，任务设置上的特殊考虑可能导致研究结果不显著。为保证实验任务对自闭症儿童的适用性，本研究降低了任务难度。这也由此可能带来另一个问题：低难度的任务可能导致正常儿童的任务表现容易出现天花板现象。

鉴于自闭症个体普遍存在执行功能缺陷问题，因此在“双任务”前瞻记忆范式下可能无法有效地策略分配注意资源。自闭症个体在完成对注意控制和策略加工均具有较高要求的前瞻记忆任务中存在困难，比如涉及多个子任务和/或低显著性线索(Altgassen et al., 2012, 2017; Kretschmer et al., 2014)。这可能就解释了为什么自闭症个体存在基于事件的前瞻记忆缺陷。当低显著性(如 Kretschmer et al., 2014; Brandimonte et al., 2011)、非聚

焦性线索(Yi et al., 2014)出现, 或在高认知需求的进行中任务中(Altgassen et al., 2017, 2019), 自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现受损; 反之, 执行前瞻记忆任务将对策略控制的依赖降低, 而依靠自发提取加工, 因而自闭症儿童前瞻记忆表现与正常发展儿童一样保存完好。如前所述, 本研究采用生命判断任务和而非聚焦性前瞻记忆任务, 以遇到动物图片按键作为前瞻记忆任务, 这无疑增加了线索识别和意图提取过程中对策略控制的依赖程度。根据多重加工理论(McDaniel & Einstein, 2000), 在前瞻记忆任务中, 前瞻线索的识别和意图提取更具策略性, 而策略加工的有效使用十分依赖于执行功能。这些对于存在明显的执行功能缺陷的自闭症儿童而言十分困难, 因此自闭症儿童在基于事件的前瞻记忆任务中表现受损。

但是, 本研究仅发现抑制控制可以显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现, 执行功能的其他成分并不能显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现, 这表明具有一定抑制能力的自闭症儿童在前瞻记忆任务中表现得更好(Kliegel et al., 2008; Mahy et al., 2014; Schnitzspahn et al., 2013)。这与 Ford 等人(2012)研究结果相一致, 抑制控制与学龄前儿童的聚焦性前瞻记忆任务表现存在正相关, 即儿童的抑制能力随年龄增长逐渐提高(Lee et al., 2013), 抑制是聚焦性前瞻记忆表现的基础(Ford et al., 2012; Mahy & Moses, 2011; Zuber et al., 2016, 2019)。为了探测背景环境中的前瞻记忆线索并在适当时间执行前瞻记忆任务, 有效抑制和中断进行中任务至关重要(Voigt et al., 2011)。当前瞻线索出现时, 儿童需要抑制对进行中任务的反应, 并转换到前瞻记忆任务。在本研究中, 自闭症儿童的前瞻记忆表现可能因抑制能力有限而难以同时处理两项任务而受影响。Demetriou 等人(2018)关于自闭症执行功能的元分析也发现, 随着年龄增长, 抑制控制作用持续受损, 且达到中等效应。因此, 本研究结果说明, 至少就自闭症儿童而言, 抑制控制能力在基于事件的前瞻记忆发展中起着重要作用。至于为什么执行功能的其他成分不能显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现, 推测其中的原因, 可能源于执行功能的更新、抑制、转换各子成分的发展差异。具体来说, 更新涉及注意和工作记忆容量的调节, 会持续发展到青少年期前期, 因此比其他因素更加缓慢地发展, 而抑制机制则更快地从幼儿期发展到儿童初期, 部分研究也证实了这一点(Best & Miller, 2010; Van't et al., 2019)。(详见修改稿第 9~11 页)

此外, 针对审稿专家关于“本研究的研究意义以及研究结果的解释仍缺乏深度”等问题, 我们也在讨论部分的相应内容加以修改、补充并完善。具体如下:

“本研究发现 3~6 岁自闭症儿童基于事件前瞻记忆已经出现明显损伤, 这不仅揭示了自闭症儿童早期前瞻记忆的特点, 有助于将自闭症群体前瞻记忆研究扩展到更早的年龄范围, 而且为自闭症群体基于事件前瞻记忆损伤进一步提供证据支持。”(详见修改稿第 9~11 页)

最后,我们也针对论文语言表述等其他方面存在的问题进行了修改和完善。例如,
“为了解 3~6 岁自闭症儿童基于事件前瞻记忆能力的**发展**特点和损伤机制,本研究采用实验室前瞻记忆范式,比较了自闭症儿童**与**正常儿童基于事件的**前瞻记忆和执行功能表现**。结果显示,**相比于正常儿童**,自闭症儿童基于事件前瞻记忆表现**存在明显缺陷**。**而且,自闭症儿童**基于事件前瞻记忆能力受损与其执行功能障碍有相关,**自闭症儿童抑制控制能力的发展显著预测其基于事件的前瞻记忆能力**。”(详见修改稿第 1 页)

“**自闭症的主要症状通常在个体 2-3 岁时已经出现,之后持续发展**。但目前关于**自闭症群体的**前瞻记忆研究多集中于学龄期儿童(Brandimonte et al., 2011; Henry et al., 2014; Peisley et al., 2020; Yi et al., 2014)、青少年(Sheppard et al., 2016; Altgassen et al., 2019; Desautay et al., 2019; Jones et al., 2011; Williams et al., 2013)以及成人(Altgassen et al., 2012; Altgassen & Koch, 2014; Kretschmer et al., 2014, 2016; Landsiedel et al., 2020)。”(详见修改稿第 2 页)

责编委复审意见:

本论文比较了自闭症儿童和正常儿童在基于事件前瞻记忆中的表现,并对执行功能在基于事件前瞻记忆中的作用进行了探究。经过多次修改后,本论文的质量已经有了较明显提升,但仍存在部分可以进一步完善之处,如对研究结果的解释需要进一步梳理。

回应:感谢审稿专家论文修订的肯定以及提出的宝贵意见。针对论文研究结果的解释和讨论部分存在的问题,我们对相关内容进行了进一步梳理和完善,具体修和和完善情况同审稿专家 1 的意见回应。

第二次审稿意见：

审稿专家一

1. 作者根据审稿人意见进行了认真修改，解决了相关的重要问题。参考文献部分存在着字体格式不统一问题，请检查完善。

回应：非常感谢审稿专家的宝贵意见和建议！我们已对参考文献的字体格式进行了仔细检查和修改。

审稿专家二

1. 关于年龄差异的问题。实际上，年龄差异统计比较需要要打一个问号。“3.1 两组被试的任务表现差异”中，研究者首先进行 t 检验，然后有进行了 2 因素方差分析。然而，自闭症组被试只有 27 名，但文中并没有交代 3-6 岁儿童的是如何分组的，分成四组？由于被试人数有限，通过这样的比较来强调年龄差异似乎不太合理。个人认为，结果部分可以考虑弱化年龄差异的比较，也就是在“3.1 两组被试的任务表现差异”中，只需要维持原来的“表 2”中的结果就可以了。仅仅在相关分析中将年龄变量纳入即可。引言部分，由于这个结果的证据比较弱，也弱化年龄差异的假设。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。如您所言，由于本研究被试人数有限（27 名自闭症儿童），因此通过 2（组别：自闭症组、对照组）× 4（年龄：3、4、5、6 岁）两因素方差分析比较两组儿童的前瞻记忆年龄差异似乎不太合理。根据审稿专家的指导意见，我们在结果部分“3.1 两组被试的任务表现差异”中删除了关于年龄差异比较的相关内容。同时，在引言和讨论部分也相应地删减了关于年龄差异比较的研究假设和论述。

此外，在“3.2 各变量之间的相关分析”中补充了年龄变量与儿童的智商水平、前瞻记忆表现以及执行功能表现的相关关系分析结果。详见结果部分第二段和表 3：为探究两组被试的前瞻记忆发展与其年龄、智力发展以及执行功能的潜在关系，分别对两组被试的前瞻记忆任务、言语和非言语智商、执行功能任务表现进行 Pearson 相关分析。结果表明，自闭症儿童的前瞻记忆表现与其年龄($r_p = 0.56, p < 0.01$)、言语智商($r_p = 0.67, p < 0.001$)、非言语智商($r_p = 0.64, p < 0.001$)、工作记忆刷新能力($r_p = 0.48, p < 0.001$)以及认知灵活性($r_p = 0.29, p < 0.05$)均存在显著正相关，说明自闭症儿童的前瞻记忆能力随着年龄的增长也在逐步提高，其言语和非言语智商、工作记忆能力均能正向预测自闭症儿童的前瞻记忆表现。而自闭症儿童的前瞻记忆表现与工作记忆刷新任务的反应时($r_p = -0.36, p < 0.01$)以及抑制控制表现存在显著负相关($r_p = -0.58, p < 0.01$)，表明自闭症儿童的工作记忆刷新任务反应时和抑制控制能力负向预测其前瞻记忆表现。但是，自闭症组儿童的年龄与其执行功能各成分的表现之间并

不存在显著相关($ps > 0.05$)。与之相反, 对照组儿童的前瞻记忆表现只与其言语智商存在显著正相关($r_p = 0.42, p < 0.05$), 与其年龄以及执行功能各成分的表现均不存在显著相关关系($ps > 0.05$)。此外, 对照组儿童的年龄与其非言语智商($r_p = 0.38, p < 0.05$)、刷新任务表现($r_p = 0.43, p < 0.05$)以及抑制控制表现($r_p = -0.48, p < 0.05$)均存显著相关。这表明, 对于正常儿童而言, 其年龄可以显著预测其非言语智商、刷新能力以及抑制控制能力。(详见修改稿第 6 页)

表 3 两组儿童的年龄、前瞻记忆任务以及执行功能各子成分的相关矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8
1 前瞻记忆表现	—							
2 年龄	0.56** (0.23)	—						
3 言语智商	0.67** (0.42*)	0.32 (0.17)	—					
4 非言语智商	0.64** (0.24)	0.37 (0.38*)	0.90** (0.12)	—				
5 刷新任务表现	0.48** (0.03)	0.30 (0.43*)	0.58** (0.23)	0.63** (0.23)	—			
6 刷新任务反应时	-0.36** (0.01)	-0.03 (-0.04)	-0.40** (-0.29)	-0.41** (-0.25)	0.29** (0.21)	—		
7 抑制控制 d'	-0.58** (0.10)	-0.01 (-0.48*)	0.23** (0.18)	0.83** (-0.36)	0.67** (-0.59**)	0.38** (-0.11)	—	
8 认知灵活性	-0.29* (-0.17)	-0.15 (-0.10)	-0.56** (0.07)	-0.48** (-0.10)	-0.26 (-0.05)	0.38** (0.13)	0.49** (0.13)	—

注: *为 $p < 0.05$, **为 $p < 0.01$, 括号内的数值表示对照组儿童的年龄、前瞻记忆任务以及执行功能之间的相关系数。

2. 相关分析报告存在问题。

“对照组儿童的前瞻记忆与智力和执行功能均不显著相关。具体结果见表 3。对照组儿童的前瞻记忆表现与其执行功能各子成分的表现均不存在显著相关($ps < 0.05$)。” 是否可以直接表述为“对照组儿童的前瞻记忆表现与智力和执行功能各子成分的表现均不存在显著相关($ps < 0.05$)”。

另外, 在回归分析中, 对照组的言语智商是可以预测前瞻记忆的。但上述相关分析的表述又说, “对照组儿童的前瞻记忆与智力和执行功能均不显著相关”, 似乎有矛盾。请重新检查数据, 并调整表达。

回应: 感谢审稿专家的意见。针对相关分析存在的问题以及与回归分析中的表述相矛盾的表述, 我们已经重新检查和分析数据。结果发现, 对照组儿童的前瞻记忆表现与其言语智商的显著正相关关系, 这与后文回归分析中“正常儿童的言语智商能显著预测其前瞻记忆表现”

的表述相一致。我们已经修改相关表述，详见“3.2 各变量之间的相关分析”部分：但是，自闭症组儿童的年龄与其执行功能各成分的表现之间并不存在显著相关($p > 0.05$)。与之相反，对照组儿童的前瞻记忆表现只与其言语智商存在显著正相关($r_p = 0.42, p < 0.05$)，而与其年龄以及执行功能各成分的表现均不存在显著相关关系($p > 0.05$)。(详见修改稿第 6 页)

3. 从引言来看，前瞻记忆、执行功能的关系按理在正常儿童也应存在，但本研究没有发现显著结果。请对不显著的结果也做出一定的解释。

这也牵涉到另外一个问题，研究者针对自闭儿童降低了任务难度，那么是否适合正常儿童？以及正常儿童中各个变量相关不显著，是否也与该问题有关？

回应：感谢审稿专家的宝贵建议。如引言所述，从理论和神经生理学角度，前瞻记忆与执行功能密切相关(Zuber et al., 2016, 2019; Friedman & Miyake, 2016)，但本研究在正常儿童中并未发现前瞻记忆与执行功能显著相关。推测其中原因，可能有以下两点：

首先，研究方法的差异可能导致未获得预期结果。虽然本研究采用了三个已广泛适用于儿童的执行功能实验任务，但未使用其他能够有效评估儿童执行功能发展水平的问卷量表作为补充。由于自闭症儿童潜在执行功能缺陷，采用这种单一的实验方法测量自闭症儿童的执行功能可能十分灵敏。相反，对正常儿童来说，这种单一的实验方法可能导致测量结果不够全面，未能真实反映实际的执行功能发展水平。同时，但由于执行功能成分的复杂性，单一任务难以全面测量儿童执行功能的水平。未来的研究应该采用实验和量表等多种方法以及多个任务综合评估儿童的执行功能发展水平。

其次，任务设置上的特殊考虑可能导致研究结果不显著。为保证实验任务对自闭症儿童的适用性，本研究降低了任务难度。这也由此带来另一个问题：低难度的任务可能导致正常儿童的任务表现容易出现天花板现象。例如，在本研究中，近 66%的正常儿童完成前瞻记忆线索任务的正确率达到 0.80 以上，前瞻记忆任务表现整体偏高。因此，通过降低任务难度保证任务的适用性导致正常儿童的前瞻记忆与执行功能不显著相关。

然而，事实上，自闭症儿童和正常儿童在智力发展水平上的巨大差异，这使得选择完全适用于两组儿童的实验任务存在巨大困难和挑战。这是本研究的一个不足之处，在未来进一步的研究中需要综合考虑自闭症儿童和正常儿童特点，选择和设置更为合适的任务，以全面揭示低龄儿童前瞻记忆和执行功能的关系。(详见修改稿第 10 页)

相关参考文献：

Friedman, N. P. , & Miyake, A. (2016). Unity and diversity of executive functions: individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204.

- Zuber, S., Kliegel, M., & Ihle, A. (2016). An individual difference perspective on focal versus nonfocal prospective memory. *Memory & Cognition*, 44(8), 1192–1203.
- Zuber, S., Mahy, C. E. V., & Kliegel, M. (2019). How executive functions are associated with event-based and time-based prospective memory during childhood. *Cognitive Development*, 50, 66–79.

第一次审稿意见：

审稿专家一

以 3~6 岁自闭症儿童为研究对象，较有意义。但引言和讨论部分的逻辑性、深入性有待加强。

1. 引言第二段在介绍执行功能后，应紧随“执行功能在前瞻记忆发展中起着重要作用”一句，然后再介绍具体执行功能在前瞻记忆中的作用。

回应：非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。根据您的意见，我们已经修改相关表述。详见引言部分第二段：“执行功能是一种对思想和行为有意识控制的高级认知能力，在儿童早期迅速发展，包括更新、抑制控制和认知灵活性等成分(Miyake et al., 2000; Zelazo et al., 2008)。执行功能在前瞻记忆的加工过程中起着重要作用(Atance & Jackson, 2009; Mackinlay et al., 2009; Rendell et al., 2009; Wang et al., 2008)。首先，在意图形成和编码过程中需要作出计划(Kliegel et al., 2002)；再者，在执行进行中任务时，需要回溯/工作记忆来存储延迟意图(Marsh & Hicks, 1998)；同时，个体需要对环境进行监控，以识别启动意图行为的适当时机(Kliegel et al., 2008)；最后，为了成功地执行意图，个体必须将注意从进行中任务转移到前瞻记忆任务上，这需要认知灵活性和抑制控制的参与(Kliegel et al., 2002)。”（详见修改稿第 1 页）

2. 引言第三段最后一句“前瞻记忆缺陷可能与自闭症较高的患病率间接相关”，含义不易理解。

回应：非常感谢审稿专家的意见。此处原文确实没有表述清楚，现已经进行了修改和完善。详见引言第三段：自闭症个体在认知灵活性(Leung & Zakzanis, 2014)、计划(Lind et al., 2014; Olde Dubbelink & Geurts, 2017)以及抑制等执行功能方面存在明显缺陷(Demetriou et al., 2018)。执行功能障碍是自闭症核心症状的基础(Russell, 1997)，自闭症的发生与执行功能障碍密切相关(Hill, 2004; Rajendran & Mitchell, 2007)。如前所述，执行功能在前瞻记忆加工过程中起重要作用，而自闭症个体普遍存在执行功能缺陷，可以推测，自闭症个体的前瞻记忆能力可能存在缺陷。（详见修改稿第 1 页）

3. 引言第五段，“这些矛盾的研究结果，除方法学原因(如研究中所设置的前瞻记忆任务不同等)外，也与认知能力差异(比如执行功能)有关，但以往研究并未考虑在内。”根据写作逻辑，接下来的内容应进一步解释为何与认知能力差异有关，但原稿内容却为前瞻记忆的年龄发展特点。

回应：感谢审稿专家的意见。根据您的意见，我们修改了相关表述，进一步补充解释了为什么矛盾的研究结果与认知能力差异有关。详见引言第五段：如前所述，儿童的前瞻记忆发展

与其执行功能有关(Hering et al., 2016; Mackinlay et al., 2009; Yang et al., 2011)。但对自闭症个体而言,在整个发展过程中(从幼儿到成年),其执行功能在不同年龄阶段受到不同程度的损伤(Luna et al., 2007),在认知灵活性、流畅性和工作记忆方面等存在差异,且差异在青春期最小,并在成年后增强(Demetriou et al., 2018)。发展研究表明前瞻记忆的发展轨迹呈倒“U”型,随着年龄的增长,个体的前瞻记忆能力逐渐提高,老年时则会逐渐下降(Rose et al., 2010; Zimmermann & Meier, 2010; Kliegel et al., 2008; Mahy & Moses, 2011; Wang et al., 2008, 2011)。因此,前瞻记忆的发展差异可能受到执行功能年龄差异的调节(Mahy et al., 2014)。换言之,不同年龄段个体的前瞻记忆表现可能会因执行功能差异而有所不同。(详见修改稿第 2 页)

4. 引言第五段最后一句话,是本研究的假设,应在文中明确指出。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们已经在文中明确指出本研究的假设。详见引言第五段:从这个角度出发,本研究的目的是:(1)比较 3~6 岁自闭症儿童和正常发展儿童基于事件前瞻记忆表现和年龄差异;(2)探讨 3~6 岁自闭症儿童的执行功能在其前瞻记忆发展中的作用。鉴于执行功能在前瞻记忆中的作用以及自闭症儿童执行功能受损的事实(Hill, 2004; Kenworthy et al., 2008),有理由推测执行功能受损将降低自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现。具体来说,我们假设自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现低于儿童。而就自闭症儿童而言,其前瞻记忆表现可能存在明显的年龄差异,即年长儿童的前瞻记忆表现要好于年幼儿童。此外,由于执行功能各子成分的发展是非均衡的,所以执行功能各成分对前瞻记忆的影响可能也不一样。Schnitzspahn 等人(2013)利用结构方程模型分析发现,抑制控制对成年人前瞻记忆表现的预测作用最大。其次是更新,而转换与前瞻记忆无关。Ford 等人(2012)研究发现只有抑制控制和更新能力与学龄前儿童的前瞻记忆表现存在显著正相关。因此,儿童前瞻记忆能力发展的关键可能是抑制控制能力(Wang et al., 2008),我们预期自闭症儿童的前瞻记忆缺陷可能与其执行功能发展有关,特别是抑制控制能力。(详见修改稿第 3 页)

5. 前瞻记忆任务是研究的核心任务。应详细说明该任务的安排,如前瞻线索的位置、指导语、成绩计算方法等。特别是对于自闭症幼儿被试,如何让其理解任务要求、确认记住任务线索?这些都是实验中的关键问题,要说明。

回应: 非常感谢您提出的宝贵意见。由于篇幅原因,原稿对前瞻记忆任务等实验任务未进行详细说明,是我们的疏忽。我们已经在正文中对前瞻记忆任务安排和实验指导语进行了补充介绍,详见正文“2.2 实验任务和流程”部分第 2 段:实验在安静且熟悉的教室进行,主试与被试一对一完成任务,主试为心理学研究生。实验开始前,主试先与被试进行简单的

交流，以缓解被试可能出现的害羞、紧张等情绪。实验任务大约 45~50 分钟，包含 1 项前瞻记忆任务以及 3 项执行功能子任务。所有实验任务被编写成应用程序并通过平板电脑呈现，各实验任务的完成顺序在被试间平衡。其次，关于前瞻线索的位置，正式实验阶段包含 6 个组块，每个组块各 1 个前瞻线索，共 6 个前瞻线索。其中，6 个前瞻线索在每个组块的第 5 个试次之后的位置出现，随机分布在第 7、10、15、18、23 和 28 个试次。由于本研究的对象为 3~6 岁儿童，而且自闭症儿童在言语智力和非言语智力上均明显低于正常同龄儿童，为确保被试能够充分理解并完成任务，在每个实验开始之前，主试先进行任务演示，然后根据被试的接受程度进行多次指导，直到幼儿操作较为熟练时，方可进入正式实验。练习试次与正式实验的材料不重复，被试反应不计入最终的结果分析。

最后，关于成绩计算方法。被试每正确完成一次前瞻线索任务计 1 分，得分范围是 0~6 分。被试完全忘记前瞻记忆任务计 0 分，且视为无效数据。最终，被试完成前瞻线索任务的正确率纳入到结果分析。（详见修改稿第 4 页）

6. 测试执行功能的任务，是否适合自闭症儿童？应说明其适应性。

回应：非常感谢审稿专家给出的意见。关于任务的适应性，首先，以往关于自闭症群体执行功能的实验研究多是根据已有的执行功能不同成分经典研究范式，采用包括 N-back、Go/No-go 以及维度变化卡片分类任务等在内的实验任务对自闭症幼儿的工作记忆、抑制控制、转换等执行功能进行评估。其次，为了适应自闭症儿童的年龄特征、认知水平等问题，研究多通过降低已有研究范式的难度，增加任务趣味性，适当延长或减少任务时间，增加休息时间等方式来实现(侯婷婷，杨福义，2016)。因此，本研究在参照以往研究基础上(Kimhi et al., 2014; Sinzig et al., 2014)，采用了三个已广泛适用儿童的执行功能任务(Zuber et al., 2019)。我们在 N-back 任务和 Go/No-go 任务中均采用卡通图片刺激作为实验材料，增加任务趣味性，以吸引自闭症儿童对任务的注意；另一方面，在具体任务设置上，采用卡片分类任务以及减少任务试次等方式来降低任务难度，以保证任务适用于自闭症儿童。在修改稿中，我们已经补充了相关表述：参照以往研究(Kimhi et al., 2014; Sinzig et al., 2014)，本研究使用三个已广泛适用儿童的执行功能任务(Zuber et al., 2019)。同时，为保证执行功能任务适用于自闭症儿童，所有任务采用卡通图片刺激或卡片作为实验材料，在具体任务设置上也通过减少任务试次等方式来降低任务难度。（详见修改稿第 4 页）

参考文献：

侯婷婷，杨福义. (2016). 学龄前自闭症儿童的执行功能研究综述. *中国特殊教育*, 3, 10–16.

Jones, E. A. , & Carr, E. G. . (2004). Joint attention in children with autism: theory and intervention. *Focus on Autism & Other Developmental Disabilities*, 19(1), 13–26.

- Kimhi, Y., Shoam-Kugelmas, D., Agam Ben-Artzi, G., Ben-Moshe, I., & Bauminger-Zviely, N. (2014). Theory of mind and executive function in preschoolers with typical development versus intellectually able preschoolers with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(9), 2341–2354.
- Sinzig, J., Vinzelberg, I., Evers, D., & Lehmkuhl, G. (2014). Executive function and attention profiles in preschool and elementary school children with autism spectrum disorders or ADHD. *International Journal of Developmental Disabilities*, 60(3), 144–154.
- Zuber, S., Mahy, C. E. V., & Kliegel, M. (2019). How executive functions are associated with eventbased and time-based prospective memory during childhood. *Cognitive Development*, 50, 66–79.

7. 讨论部分第一段，作者对“与正常儿童相比，自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现更差”的结果进行讨论，主要围绕了两点：一是可能和年龄有关，二是可能和任务有关。但均只提出这种观点，没有对其中的可能的机制进行明确阐述。

回应：感谢审稿专家的宝贵建议，我们已经针对其中可能的机制进行了进一步阐述。详见讨论部分第一段：伴随年龄增长，个体大脑逐渐发育成熟，而受前额叶皮层支配的执行功能得以提高，包括抑制、转换和更新(Martin et al., 2003)，因而带来前瞻记忆的发展。因此，执行功能可能是前瞻记忆发展的驱动机制(Voigt et al., 2011)。发展性研究也表明，执行功能受到年龄的强烈影响，也最先显现出年龄相关的缺陷(Wiebe & Karbach, 2017)。本研究发现 3-6 岁自闭症儿童的执行功能发展明显迟缓于同龄甚至更年幼的正常儿童。这种因年龄所产生的自闭症儿童执行功能发展的延迟与不均衡，将会导致自闭症儿童的前瞻记忆表现出现损伤。6 岁儿童的前瞻记忆表现明显好于其他年龄段的儿童，但这一特点主要表现在自闭症儿童组，在正常儿童中并不明显。这也符合前瞻记忆发展的倒“U”型曲线规律(Hering et al., 2016)。从发展角度来看，3~6 岁是儿童前瞻记忆发展的早期阶段，正常儿童在这一阶段已经可以成功完成前瞻记忆任务(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018)，前瞻记忆能力已得到较好发展。在本研究中，3~6 岁正常儿童的前瞻记忆表现整体较高，而自闭症儿童前瞻记忆表现则较差，并且存在显著年龄差异。在一定程度上说明伴随执行功能发展迟缓甚至缺陷，3~6 岁自闭症儿童前瞻记忆出现发展迟缓甚至缺陷。其次，不同的任务设置上也可能导致结果差异。与自然情境前瞻记忆任务相比，本研究采用实验室前瞻记忆任务，对注意资源要求可能更高，且可能因自闭症个体年龄更小(3~6 岁)而加剧。相反，对 3~6 岁正常儿童而言，基于实验室的生命判断任务可能相对比较简单，所以其整体任务表现也较好。其中，近 66%的正常儿童完成前瞻记忆线索任务的正确率达到 0.80 以上。

这些结果说明不同的任务设置可能导致研究结果上的巨大差异。（详见修改稿第 8~9 页）

审稿专家二

该研究考察了 3~6 岁幼儿前瞻记忆的特征以及执行功能的作用，研究结果具有一定的启示意义。但有以下问题需要作者进一步思考：

1. 题目及其引言部分

1) 题目“3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆的发展”中的“发展”二字有待商榷。研究只是分析了 3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆的特征以及和正常儿童的差异，既没有横断比较不同年龄阶段的儿童基于事件前瞻记忆的特征，更没有追踪分析 3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆发展特征，所以，直接在题目说“发展”有言过其实。

另外，引言中也存在同样的情况。本研究的重点感觉是研究执行功能对 3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆的作用，以及与正常儿童的差异，并没有直接比较发展特征以及上述关系的发展变化。

回应：感谢审稿专家的意见。首先，正如您所说，只有通过横断比较不同年龄阶段的儿童基于事件前瞻记忆的特征，或追踪分析 3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆发展特征，才能探究和揭示 3~6 岁自闭症儿童前瞻记忆的发展特征。根据您的意见，为保证题目的准确和严谨，我们已经将题目中“发展”一词删除。现在的题目为：3~6 岁 ASD 儿童基于事件前瞻记忆的损伤：执行功能的作用。

其次，关于研究重点，本研究是试图通过比较 3~6 岁自闭症儿童和正常发展儿童基于事件的前瞻记忆表现和年龄差异，从执行功能角度揭示自闭症儿童早期前瞻记忆的损伤和加工特点。但是，在原稿中缺少关于 3~6 岁自闭症儿童和正常儿童基于事件前瞻记忆年龄差异比较的相关论述。因此，我们在修改稿中补充了关于不同年龄的自闭症儿童和正常儿童前瞻记忆表现年龄差异的相关论述。详见引言第五段：本研究的目的是：（1）比较 3~6 岁自闭症儿童和正常发展儿童基于事件的前瞻记忆表现和年龄差异……具体来说，我们假设自闭症儿童基于事件的前瞻记忆表现低于正常儿童。并且，自闭症儿童的前瞻记忆表现可能存在明显年龄差异，年长自闭症儿童的前瞻记忆表现要好于年幼儿童。（详见修改稿第 3 页）

在结果和讨论部分，我们也相应地补充了相关分析和讨论：

此外，本研究采用两因素方差分析进一步分析了两组儿童的前瞻记忆年龄差异。结果显示，年龄主效应显著， $F(3, 57) = 3.44, p < 0.05$ ，6 岁儿童的前瞻记忆表现显著高于其他年龄段儿童($ps < 0.05$)。这种前瞻记忆的年龄差异主要体现在自闭症儿童组，正常组各年龄段儿童的前瞻记忆表现并不存在显著差异($ps > 0.05$)。年龄和组别的交互作用不显著， $F(3, 57) = 1.57, p > 0.05$ 。（详见修改稿第 6 页）

6岁儿童的前瞻记忆表现明显好于其他年龄段的儿童，但这一特点主要表现在自闭症儿童组中，在正常儿童组中并不明显。这也符合前瞻记忆发展的倒“U”型曲线规律(Hering et al., 2016)。从发展角度来看，3~6岁是儿童前瞻记忆发展的早期阶段，正常儿童在这一阶段已经可以成功完成前瞻记忆任务(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018)，前瞻记忆能力已得到较好发展。在本研究中，3~6岁正常儿童的前瞻记忆表现整体较高，而自闭症儿童前瞻记忆表现则较差，并且存在显著年龄差异。在一定程度上说明伴随执行功能发展迟缓甚至缺陷，3~6岁自闭症儿童前瞻记忆出现发展迟缓甚至缺陷。（详见修改稿第3页）

2) 引言最后一段中“前瞻记忆的发展呈倒“U”型”这一论据是在支持什么观点？似乎与本文重要探讨的内容没有直接关系。

回应：感谢审稿专家的意见。个体前瞻记忆的发展遵循倒“U”型曲线，表明在不同年龄阶段个体的前瞻记忆表现是不同的，即前瞻记忆的表现差异可能是由于生理年龄导致的。根据这一特点，3~6岁属于个体前瞻记忆发展的早期阶段，因此这一时期个体的前瞻记忆能力已开始发展，以往研究证明了这一点(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018)。伴随年龄增长，个体大脑逐渐发育成熟，而受前额叶皮层支配的执行功能得以提高，包括抑制、转换和更新(Martin et al., 2003)，因而带来前瞻记忆的发展。因此，“前瞻记忆的发展呈倒“U”型”这一论据可以间接说明前瞻记忆的发展差异可能受到执行功能年龄差异的调节(Mahy et al., 2014)。换言之，不同年龄段个体的前瞻记忆表现可能会因执行功能差异而有所不同。总之，在一定程度上为以往研究出现矛盾结果的可能推测提供了佐证。原稿表述的不够清楚，修改稿中我们已经重新组织论述：

如前所述，儿童的前瞻记忆发展与其执行功能有关(Hering et al., 2016; Mackinlay et al., 2009; Yang et al., 2011)。但对自闭症个体而言，在整个发展过程中(从幼儿到成年)，其执行功能在不同年龄阶段受到不同程度的损伤(Luna et al., 2007)，在认知灵活性、流畅性和工作记忆方面等存在差异，且差异在青春期最小，并在成年后增强(Demetriou et al., 2018)。发展研究表明前瞻记忆的发展轨迹呈倒“U”型，随着年龄的增长，个体的前瞻记忆能力逐渐提高，老年时则会逐渐下降(Rose et al., 2010; Zimmermann & Meier, 2010; Kliegel et al., 2008; Mahy & Moses, 2011; Wang et al., 2008, 2011)。因此，前瞻记忆的发展差异可能受到执行功能年龄差异的调节(Mahy et al., 2014)。换言之，不同年龄段个体的前瞻记忆表现可能会因执行功能差异而有所不同。（详见修改稿第2页）

3) 引言最后一段中“儿童前瞻记忆能力发展的关键可能是抑制控制能力

(Wang et al., 2008)”需要给出一定的解释，具体阐述聚焦抑制控制的意义。

回应：感谢审稿专家的意见。由于执行功能各子成分的发展是非均衡的，所以执行功能各成分对前瞻记忆的影响可能不同。Schnitzspahn 等人(2013)利用结构方程模型分析发现，抑制控制对成年人的前瞻记忆表现预测作用最大。其次是更新，而转换与前瞻记忆无关。Ford 等人(2012)研究发现只有抑制控制和更新能力与学龄前儿童前瞻记忆表现存在显著正相关。所以，儿童前瞻记忆能力发展的关键可能是抑制控制能力(Wang et al., 2008)。这一点也作为本研究提出理论假设的依据，假设自闭症儿童的前瞻记忆缺陷可能与其抑制控制能力发展有关。在修改稿中已经重新组织相关陈述：此外，由于执行功能各子成分的发展是非均衡的，所以执行功能各成分对前瞻记忆的影响可能也不一样。Schnitzspahn 等人(2013)利用结构方程模型分析发现，抑制控制对成年人的前瞻记忆表现预测作用最大。其次是更新，而转换与前瞻记忆无关。Ford 等人(2012)研究发现只有抑制控制和更新能力与学龄前儿童前瞻记忆表现存在显著正相关。因此，儿童前瞻记忆能力发展的关键可能是抑制控制能力(Wang et al., 2008)，我们预期自闭症儿童的前瞻记忆缺陷可能与其执行功能的发展有关，特别是抑制控制能力。（详见修改稿第 3 页）

2. 方法部分

1) 本研究使用三个已广泛适用儿童的执行功能任务，请给出核心参考文献。

回应：感谢审稿专家的意见，已补充相关参考文献，详见方法部分“2.2.2 执行功能任务”：参照以往研究(Kimhi et al., 2014; Sinzig et al., 2014)，本研究使用三个已广泛适用儿童的执行功能任务(Zuber et al., 2019)。同时，为保证执行功能任务适用于自闭症儿童，所有任务采用卡通图片刺激或卡片作为实验材料，在具体任务设置上也通过减少任务试次等方式来降低任务难度。（详见修改稿第 4 页）

参考文献：

Kimhi, Y., Shoam-Kugelmas, D., Agam Ben-Artzi, G., Ben-Moshe, I., & Bauminger-Zviely, N. (2014). Theory of mind and executive function in preschoolers with typical development versus intellectually able preschoolers with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(9), 2341–2354.

Sinzig, J., Vinzelberg, I., Evers, D., & Lehmkuhl, G. (2014). Executive function and attention profiles in preschool and elementary school children with autism spectrum disorders or ADHD. *International Journal of Developmental Disabilities*, 60(3), 144–154.

Zuber, S., Mahy, C. E. V., & Kliegel, M. (2019). How executive functions are associated with eventbased and time-based prospective memory during childhood. *Cognitive Development*, 50, 66–79.

2) 作者仅给出了每个任务整体流程，没有给出几个任务的先后关系，以及对主试做简单介绍。

回应：感谢您提出的宝贵意见。我们已经从整体上补充和修改了对实验任务流程的表述，对几个实验任务之间的关系以及主试情况也进行了补充说明。详见方法部分“2.2 实验任务和流程”第2段：实验在安静且熟悉的教室进行，主试与被试一对一完成任务，主试为心理学研究生。实验开始前，主试先与被试进行简单的交流，以缓解被试可能出现的害羞、紧张等情绪。整个实验任务大约 45~50 分钟，包含 1 项前瞻记忆任务以及 3 项执行功能子任务。所有实验任务编写成应用程序并通过平板电脑呈现，各实验任务的完成顺序在被试间平衡。为确保被试能够充分理解并完成任务，在每个实验开始之前，主试先进行任务演示，然后根据幼儿的接受程度进行多次指导，直到幼儿操作较为熟练时，方可进入正式实验。练习试次与正式实验的材料不重复，被试的反应也不计入结果的统计分析。（详见修改稿第 4 页）

3) 表 2 中的没有给出效应大小。另外，在控制智力差异的时候，上述差异是否仍然显著？

回应：感谢审稿专家的宝贵意见，我们对此已进行了如下修改：首先，在表 2 中补充了效应量 cohen's d 数据。（详见修改稿第 6 页）

表 2 两组被试在各项任务中的表现差异

	组别		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
	自闭症组 (<i>n</i> =27)	对照组 (<i>n</i> =30)			
前瞻记忆任务正确率	0.52 (0.28)	0.83 (0.22)	6.38	0.000	0.52
进行中任务正确率	0.51 (0.25)	0.86 (0.14)	6.48	0.000	0.65
工作记忆更新正确率	0.52 (0.19)	0.68 (0.09)	5.05	0.000	0.47
工作记忆更新反应时	1937.85 (509.26)	1445.33 (509.52)	-3.65	0.001	0.44
抑制控制(<i>d'</i>)	-0.89 (0.76)	-2.83 (0.58)	-10.96	0.000	0.82
认知灵活性	1217.78 (359.79)	740.80 (334.85)	-5.18	0.000	0.57

再者，我们在控制了总体智商这一变量后，再次分析和比较了自闭症组和对照组儿童在所有任务表现上的差异。结果发现，两组儿童除在工作记忆更新任务的正确率和反应时上不存在显著差异外，其他任务的表现仍然存在显著差异(*ps* < 0.05)。鉴于控制智力差异这一因

素后，两组被试仅在工作记忆更新任务的表现上不存在显著差异，我们未再单独呈现控制智商水平后的两组被试在各项任务中表现差异的相关表格数据。但是，已补充相关文字表述，详见结果部分“3.1 两组被试的任务表现差异”第一段：在控制了总体智商水平这一变量后，除在工作记忆更新任务的正确率和反应时上不存在差异外，两组儿童之间在其他任务上的表现差异依然显著（ $ps < 0.05$ ）。（详见修改稿第 5~6 页）

4) 相关分析和回归分析为什么只分析了自闭症儿童？作为比较对照组儿童的结果也应该给出。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。根据您的建议，已经补充关于对照组儿童的回归分析结果，详见表 4。由于对照组儿童各变量间的相关分析结果均不显著，所以并未在表格中呈现。但是，我们增加了相关表述对此加以说明。详见修改稿第 6 页“3.2 各变量之间的相关性分析”部分：对照组儿童的前瞻记忆表现与其执行功能各子成分的表现均不存在显著相关($ps < 0.05$)。（见修改稿第 6~7 页）

表 4 两组儿童的前瞻记忆表现与执行功能的多元回归分析结果

因变量	自变量	R^2	ΔR^2 值	F	β	t
自闭症组前瞻记忆表现	年龄	0.32	0.29	11.50**	0.56	3.39**
	年龄	0.44	0.39	9.41*	0.35	2.31*
	抑制控制					
正常儿童前瞻记忆表现	言语智商	0.18	0.15	5.96*	0.42	2.44*

5) 本研究中的最大的一个问题是，27 人的自闭症组的多元回归分析是否合理？非言语智商和言语智商相关高达 0.90，另外还有几个变量的相关也在 0.60 以上，样本又比较小，作者放入的这些变量，是否存在多重共线性，分析结果有效性要打一个问号。

另外，就结果呈现而言，多层回归分析更合理的方式是以表格的方式呈现出来。其他两种执行功能的显著性大小如何，也需要报告。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。关于多元回归的样本量问题，首先，Harrell (2015)指出在回归模型中遵循有效样本量一般为自变量数量的 10 倍以上的原则。因此，如您所言：27 个自闭症儿童样本进行多元回归是不合理的。结合审稿人所提出的多重共线的担忧，我们采用逐步回归将可能共线性的自变量自动剔除后，就自闭症儿童组而言，最终纳入回归模型的有效自变量只有年龄和抑制控制这两个变量。因此，根据 2 个自变量所需要的有效样本量至少为 20 个， $27 > 20$ ，因此可以重新进行多元回归分析。其次，考虑到被试为自闭症儿童，具

有特殊性，招募足够多的自闭症儿童被试数量存在一定难度。所以，本研究在参照前人研究基础上(Yi et al., 2014)，以 27 个样本量进行多元回归分析。

再者，关于多重共线性，在线性回归模型中，一般认为自变量之间的相关系数大于 0.7 可考虑存在多重共线性。多重共线性诊断一般采用两个统计指标，即容差和方差膨胀因子，当容差值(Tolerance)<0.2 或方差膨胀因子(VIF)>5 时，则说明回归模型存在严重的共线性问题。而本研究中非言语智商和言语智商相关高达 0.90，其他几个变量的相关也在 0.60 以上，样本量又比较小，可能存在多重共线性。因此，我们重新对实验数据进行了分析，采用逐步回归将可能共线性的自变量自动剔除，并进行多重共线性诊断。最终纳入回归模型的有效自变量只有年龄和抑制控制这两个变量，且这两个变量的 VIF 值均小于 10，不存在多重共线性。

最后，多层回归分析已经修改为表格呈现。如上所述，本研究回归分析采用逐步回归方法，其他执行功能子成分因存在多重共线性被剔除，表格中仅保留纳入回归模型的自变量结果。详见修改稿第 7 页“3.3 回归分析”和表 4：以年龄、智商水平以及执行功能各成分为自变量，分别对两组儿童的前瞻记忆表现进行逐步多元回归分析。结果显示，年龄和抑制控制能显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现，年龄和抑制控制对自闭症儿童前瞻记忆表现共同解释量是 44%；对于正常儿童来说，只有言语智商能显著预测其前瞻记忆表现，对其前瞻记忆表现的解释量是 18% (具体回归分析结果见表 4)。（详见修改稿第 7 页）

参考文献：

Yi, L., Fan, Y., Joseph, L., Huang, D., Wang, X., Li, J., & Zou, X. (2014). Event-based prospective memory in children with autism spectrum disorder: The role of executive function. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(6), 654–660.

Harrell, F. E. (2015). *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*. Second edition. Heidelberg: Springer.

3. 讨论部分

1) 和引言类似，“研究表明，个体前瞻记忆的发展遵循倒“U”型曲线。从童年到成年，随着年龄的增长，前瞻记忆能力逐渐提高”。这些论述在文中的意义是什么？是为了支持“这表明前瞻记忆差异可能是生理年龄导致的”的论点吗？不太清楚作者第一段核心的观点是什么。结果是发现自闭组和正常组的差异，但是讨论似乎都讲前瞻记忆的发展差异。请重新组织论述。

回应: 感谢审稿专家的意见。原稿的确没有表述清楚, 我们对此进行了修改和完善。首先, 关于“自闭症儿童比正常儿童基于事件的前瞻记忆表现更差”的结果讨论, 我们归结于两点: 年龄和任务设置。个体前瞻记忆的发展遵循倒“U”型曲线, 表明个体在不同年龄阶段的前瞻记忆表现是不同的, 即前瞻记忆的表现差异可能是由于生理年龄的成熟导致的。根据这一特点, 3~6岁属于个体前瞻记忆发展的早期阶段, 因此这一时期个体的前瞻记忆能力已获得发展, 以往的研究证明了这一点(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018)。同时, 对自闭症个体而言, 在整个发展过程中(从幼儿到成年), 其执行功能在不同年龄阶段受到不同程度的损伤(Luna et al., 2007)。而本研究中所发现的自闭症儿童较低的前瞻记忆表现和年龄差异特点, 在一定程度上说明伴随执行功能发展迟缓甚至缺陷, 3~6岁自闭症儿童的前瞻记忆能力可能出现发展迟缓甚至缺陷。因此, 结合前瞻记忆的发展遵循倒“U”型曲线, 能够充分说明前瞻记忆的表现差异受年龄因素的影响。详见讨论第一段: 如前所述, 儿童的前瞻记忆发展与其执行功能有关(Hering et al., 2016; Mackinlay et al., 2009; Yang et al., 2011)。但对自闭症个体而言, 在整个发展过程中(从幼儿到成年), 其执行功能在不同年龄阶段受到不同程度的损伤(Luna et al., 2007), 在认知灵活性、流畅性和工作记忆方面等存在差异, 且差异在青春期最小, 并在成年后增强(Demetriou et al., 2018)。发展研究表明前瞻记忆的发展轨迹呈倒“U”型, 随着年龄的增长, 前瞻记忆能力逐渐提高, 老年时则会逐渐下降(Rose et al., 2010; Zimmermann & Meier, 2010; Kliegel et al., 2008; Mahy & Moses, 2011; Wang et al., 2008, 2011)。因此, 前瞻记忆的发展差异可能受到执行功能年龄差异的调节(Mahy et al., 2014)。换言之, 不同年龄段个体的前瞻记忆表现可能会因执行功能差异而有所不同。(详见修改稿第2页)

2) 和引言类似, “不仅扩展了自闭症群体前瞻记忆研究的年龄范围, 有助于全面揭示自闭症儿童早期前瞻记忆的发展特点”, 如果作者尝试比较3~6年龄段前瞻记忆的特征及其他年龄段的特征再说发展特点可能更好。

回应: 感谢审稿专家的意见。我们补充了关于3~6岁儿童前瞻记忆年龄特征比较的相关内容。首先, 在结果部分我们增加了关于3~6岁自闭症儿童前瞻记忆年龄差异的结果分析, 详见“3.1 两组被试的任务表现差异”第二段: 此外, 本研究采用两因素方差分析进一步分析了两组儿童的前瞻记忆年龄差异。结果显示, 年龄主效应显著, $F(3, 57) = 3.44, p < 0.05$, 6岁儿童的前瞻记忆表现显著高于其他年龄段儿童($ps < 0.05$)。这种前瞻记忆的年龄差异主要体现在自闭症儿童组, 正常组各年龄段儿童的前瞻记忆表现不存在显著差异($ps > 0.05$)。年龄和组别的交互作用不显著, $F(3, 57) = 1.57, p > 0.05$ 。(详见修改稿第6页)

其次, 在讨论部分, 我们也针对这一结果补充了相关论述: 伴随年龄增长, 个体大脑逐渐发育成熟, 而受前额叶皮层支配的执行功能得以提高, 包括抑制、转换和更新(Martin et al., 2003), 因而带来前瞻记忆的发展。因此, 执行功能可能是前瞻记忆发展的驱动机制(Voigt et

al., 2011)。发展性研究也表明, 执行功能受到年龄的强烈影响, 也最先显现出年龄相关的缺陷(Wiebe & Karbach, 2017)。本研究发现 3~6 岁自闭症儿童的执行功能发展明显迟缓于同龄甚至更年幼的正常儿童。这种因年龄所产生的自闭症儿童执行功能发展的延迟与不均衡, 将会导致自闭症儿童的前瞻记忆损伤。6 岁儿童的前瞻记忆表现明显好于其他年龄段的儿童, 但这一特点主要表现在自闭症儿童组, 在正常儿童中并不明显。这也符合前瞻记忆发展的倒“U”型曲线规律(Hering et al., 2016)。从发展角度来看, 3~6 岁是儿童前瞻记忆发展的早期阶段, 正常儿童在这一阶段已经可以成功完成前瞻记忆任务(Mahy et al., 2014; Wang et al., 2008; Zhang et al., 2017; Ślusarczyk et al., 2018), 前瞻记忆能力已得到较好发展。在本研究中, 3~6 岁正常儿童的前瞻记忆表现整体较高, 而自闭症儿童前瞻记忆表现则较差, 并且存在显著年龄差异。在一定程度上说明伴随执行功能发展迟缓甚至缺陷, 3~6 岁自闭症儿童前瞻记忆出现发展迟缓甚至缺陷。(详见修改稿第 8 页)

3) 由于结果部分的回归分析要打一个问题, 所以, 讨论部分关于抑制控制是前瞻记忆能力的最佳预测因的探讨是否必要, 也需要保持谨慎。

回应: 感谢审稿专家的意见。如前所述, 我们在排除了多重共线性、样本量等问题的基础上, 重新进行了回归分析。结果发现, 只有年龄和抑制控制两个因子可以显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现。因此, 本研究中, 仅有执行功能子成分中的抑制控制可以显著预测自闭症儿童的前瞻记忆表现。在讨论部分依然需要对抑制控制对自闭症儿童前瞻记忆能力的显著预测作用进行论述。但不可否认, 由于被试量样本量不够充分, 所以对这一结果的讨论和分析还需谨慎。我们将上述相关讨论补充到研究局限中, 详见“5 结论”部分: 而抑制控制作为自闭症儿童前瞻记忆表现的显著预测因子, 它的发展可能有助于改善自闭症儿童的前瞻记忆表现。但是需要指出的是, 由于本研究的被试样本量不够充分, 所以关于抑制控制的显著预测作用的解释还需谨慎。未来研究需要增加被试量以进一步检验不同执行功能子成分对(自闭症)儿童前瞻记忆表现的影响。(详见修改稿第 10 页)

