《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：超重/肥胖个体工作记忆的神经机制及干预

作者：刘永 陈红

第一轮

审稿人意见：

《超重/肥胖个体工作记忆的神经机制及干预》探讨了超重个体食物特异工作记忆的神经机制，并在此基础上探索这种特异性与一般工作记忆神经机制的差异。研究还进一步考察了食物特异工作记忆与超重发展的渐变关系，明晰了食物特异工作记忆对个体体质变化的预测作用。最后，研究拟通过干预食物特异抑制控制来提升超重个体的食物特异工作记忆能力。

在论文呈现过程中，有以下问题需要与作者进一步商榷：

意见 1：建议将问题的提出部分进一步明确，详细阐述该项研究的“科学问题”。就目前的文章来看，问题的提出部分比较单薄，只是简单交代做什么研究，要解决什么问题。建议作者在梳理完相关的文献之后，提出该项研究的内在逻辑；

回应：感谢您提出的问题。本项目拟解决三个科学问题：（1）探明超重/肥胖个体工作记忆的认知神经机制。以往围绕工作记忆开展的研究大多是行为层面的，其较多关注一般工作记忆。 那么，超重/肥胖个体食物特异的工作记忆及其认知神经机制，以及超重/肥胖个体一般工作记忆和食物特异的工作记忆是否具有相同的行为和神经模式，是本项目首先需要解决的关键科学问题。（2）刻画食物特异工作记忆及其脑活动与超重/肥胖发展的渐变关系。食物特异工作记忆及其脑活动是否可以有效预测个体未来的饮食管理及超重/肥胖的发展，是本项目拟解决的第二个关键科学问题。（3）从工作记忆的视角，探索超重/肥胖问题的有效干预技术。抑制控制训练具有方便、易操作的特点。本项目尝试从工作记忆的视角引入，探讨食物特异抑制控制训练对超重/肥胖个体食物特异工作记忆的提升作用，探索塑造健康饮食行为习惯的干预技术，使基础研究有效转化，是本项目拟解决的另一个关键问题。我们已在“3 问题提出”相应部分阐述了相关的科学问题。

此外，我们在“3 问题提出”部分对项目逻辑关系进行了补充，现内容如下：本项目围绕“超重/肥胖个体食物工作记忆的神经机制及干预研究”展开。研究包含三个部分。第一部分

采用事件相关电位技术（ERP）考察超重/肥胖个体一般和食物特异工作记忆的神经电生理机制，并探讨超重/肥胖个体一般和食物特异工作记忆是否具有相同的行为和神经模式；在此基础上，第二部分采用功能磁共振技术（fMRI）探索食物特异工作记忆及其神经基础与个体饮食管理和体质变化间的渐变关系；第三部分基于食物特异抑制控制训练，以工作记忆为靶点，探索食物特异抑制控制训练对超重/肥胖个体食物特异工作记忆的有效提升作用，以期为超重/肥胖问题的有效干预提供科学和实践基础，明确其转化的应用价值。本项目的研究设计环环相扣，研究逻辑层层递进。

意见 2：研究构想部分的介绍也略显单薄，作者在研究范式方面的创新和改进，也建议在这部分补充；

回应：非常感谢您的建议。我们补充了研究构想部分内容，现如下（见研究构想部分）：

4.1 超重/肥胖个体工作记忆的神经电生理活动

研究一采用事件相关电位技术（ERP）旨在探明超重/肥胖个体工作记忆的神经电生理活动。拟探明超重/肥胖个体工作记忆的认知神经机制。该部分包含 1 个 ERP 实验（方案 1），采用一般刺激的 2-back 任务和食物特异的 2-back 任务，考察超重/肥胖个体一般工作记忆和食物特异工作记忆的大脑活动时程特点，并进一步探讨超重/肥胖个体一般工作记忆和食物特异工作记忆是否具有相同的行为和神经模式。本研究采用 2（被试类型：超重/肥胖个体和正常体重个体）×3（刺激类型：高热量、 低热量食物图片和一般刺激）混合实验设计。其中被试类型为组间变量，刺激类型为组内变量。食物特异 2-back 任务中的高低热量食物图片选取自本团队开发的食物图片库（下同）。食物 2-back 任务前后，要求所有被试对食物图片的愉悦度（liking）和渴望度（wanting）进行 5 点主观评定，此为了控制任务前后被试的食物愉悦度和渴望度。本研究假设超重/肥胖个体在工作记忆任务中的表现显著差于正常体重个体，其神经表征可能是 N2 振幅、P3 振幅以及 theta，alpha 能量等的变化。另外，由于食物的奖赏效应，超重/肥胖个体一般和食物特异工作记忆可能具有不同的神经模式。

4.2 食物特异工作记忆及其脑活动与超重/肥胖发展的渐变关系

研究二在研究一的基础上进一步探讨食物特异工作记忆及其脑活动与超重/肥胖发展的渐变关系。本研究综合横断和前瞻性设计并采用 fMRI 技术，包含 2 个实验。方案 2 探讨食物特异工作记忆及其脑活动对超重/肥胖个体饮食管理的预测作用。方案 3 探讨食物特异工作记忆及其脑活动对超重/肥胖个体体质变化的预测效应。本研究的横断面采用采用 2（被

试类型：超重/肥胖个体和正常体重个体）×2（刺激类型：高热量和低热量食物图片）混合实验设计。其中被试类型为组间变量，刺激类型为组内变量。本研究结合抑制控制能力改编食物 1-back 任务，该任务不仅需要被试的工作记忆能力，还需要涉及抑制控制能力。在本任务中，要求被试对出现的刺激进行尽快按键反应（背景任务），如果当前试次出现的刺激与上一试次的刺激完全相同，则需要被试抑制自己的反应（记忆任务）。工作记忆任务的前后要求被试对食物图片进行愉悦度（liking）和渴望度（wanting）的评定。横断任务完成后，对被试的饮食行为进行为期一周的跟踪调查，每天随机向被试发放 7 次有关饮食管理的问题，收集被试的饮食管理情况。实验完成 6 个月后，邀请所有被试再次到达实验室，完成身体成分测量，获取被试的人体成分信息（BMI、腰臀比和体脂率等）。本研究假设超重/肥胖个体的工作记忆任务表现差于正常体重个体，且较好的食物特异工作记忆可以预测较成功的饮食管理和较小的 BMI 和腰臀比等。另外，正常体重个体相比，超重/肥胖个体控制相关脑区的激活较小，但是奖赏相关脑区激活较大。食物特异工作记忆任务中控制相关脑区较大的激活可以预测较成功的饮食管理和较小的 BMI，腰臀比等，食物特异工作记忆任务中奖赏相关脑区较大的激活则预测不成功的饮食管理和较大的 BMI，腰臀比等。

4.3 超重/肥胖个体食物特异工作记忆的干预研究

在前两个研究的基础上，研究三拟探索超重/肥胖问题的有效干预技术和方法。采用食物抑制控制训练（方案 4），并结合 fMRI 技术，重点考察食物特异抑制控制训练对超重/肥胖个体食物特异工作记忆的有效提升作用。采用 2（被试分组：食物特异抑制控制训练组和一般抑制控制训练组）×2（测试：前测和后测） ×2（刺激：高热量和低热量食物图片）的混合实验设计。其中被试分组为组间变量，测试和刺激为组内变量。本研究的任务同研究二部分（食物 1-back 任务）。食物特异抑制控制训练采用食物 go/no-go 任务，go 刺激为花朵图片，no-go 刺激为高热量食物图片，要求被试看到花朵图片时立即进行按键反应，看到高热量食物图片时抑制自己的反应。一般抑制控制训练采用辅音字母“M”和“W”。要求被试看到“M”时进行尽快按键反应（go），看到“W”则抑制自己的按键反应。该任务其他设置与食物特异抑制控制训练相同。本研究假设一般抑制控制训练和食物特异抑制控制训练均可以显著改善超重/肥胖个体食物特异工作记忆表现，但是食物特异抑制控制训练的效果较好。一般抑制控制训练和食物特异抑制控制训练均可增强超重/肥胖个体在食物特异工作记忆中涉及到的控制相关脑区的活动，但是两种训练对神经活动可能具有不同的影响。

意见 3：建议在论文之后的部分（问题的提出部分、技术路线和研究方案部分以及理论构想

部分）加强此项目科学问题的阐述。

回应：非常感谢您的建议。本项目拟解决三个关键科学问题：（1）探明超重/肥胖个体工作记忆的认知神经机制；（2）刻画食物特异工作记忆及其脑活动与超重/肥胖发展的渐变关系；（3）从工作记忆的视角，探索超重/肥胖问题的有效干预技术和方法。我们已在修改稿件中的问题提出，研究构想和理论建构等部分阐述了本项目拟解决的关键科学问题。（详见修改稿红色字体部分）

第二轮

审稿人意见：同意发表

编委 1 意见：

该研究设想拟从工作记忆的视角理解超重/肥胖执行功能的损伤及其制控制训练改善超重/肥胖个体的饮食方式。虽然有一定理论和实践价值，但也存在一些问题。（1）也许工作记忆与超重个体的饮食之间存在某种关系，但与其他心理特征或过程（如注意、知觉、认知控制以及人格、情绪等）相比，这种关系的程度似乎更为微弱。研究设计的 3 个问题看起来都比较宏大。每一个问题似乎都可以作为一个独立课题展开。（2）在“理论构建”中，作者重点介绍了“做什么”和“如何做”，而少有“理论构建”内容。读者无法了解该“设想”的理论贡献是什么。

编委 2 意见：这篇论文有如下问题，建议修后再审。

意见 1：文字啰嗦，需要进一步精简文字。

回应：感谢您的建议。我们在不影响表达的情况，对全文进行了文字上的精简。

意见 2：研究的必要性不清晰。研究食物特异性工作记忆的必要性与重要性并未非常清晰的阐述，神经研究相较行为实验能带来什么新的研究推进作者并未写清楚。

回应：非常感谢您的建议。我们认为探究食物特异工作记忆的神经机制和与超重/肥胖之间的关系，提升超重/肥胖个体的食物特异工作记忆能力，具有重要的研究意义和现实应用价值，我们已在修改稿中增加了此方面的阐述。超重/肥胖已经成为全球性的流行病，而不健康的饮食行为是肥胖成因的重要因素之一。研究表明工作记忆在健康饮食行为中起重要作

用。较强的工作记忆能力可以使个体坚持将健康饮食作为长期目标，从而抵制短期的诱惑。较强工作记忆也与自我报告食用较多的水果和蔬菜，以及选择低热量食物有关。此外，肥胖/超重个体一般工作记忆能力显著差于健康人群。食物特异工作记忆是指我们在记忆任务中对于食物信息的特殊记忆能力，该能力可能对我们的饮食选择和食量调控有重要的影响。然而，目前对于肥胖/超重个体的食物特异工作记忆的探究尚少，肥胖/超重个体对一般和食物特异工作记忆的加工模式是否存在差异也属于未知。因此，探究食物特异工作记忆与超重/肥胖之间的关系具有必要性和重要性。（详见修改稿 P8、P9 红色字体部分）

神经研究主要提供系统机制，神经电生理和大脑活动。相较行为实验，神经研究可以探究食物特异工作记忆的神经机制和与一般工作记忆神经机制的差异，及揭示不同脑区之间的关系和互动。现存超重/肥胖个体工作记忆相关神经证据比较少，而有关食物特异工作记忆更加稀少。同时，我们采用前瞻性的研究设计，可以考察食物特异工作记忆与超重/肥胖发展的渐变关系，探索食物特异工作记忆及其神经活动对个体饮食管理和体质变化的预测作用。（详见修改稿 P7、P9、P10、P12、P13 红色字体部分）

意见 3：作者试图来说明研究间具有逻辑性，但是研究间的逻辑性我认为有待进一步理清，如为何研究 1 用 ERP，研究 2 用 fMRI？为何这个基金需要从这几个方面来进行支撑，我没有看到相关的论述。

回应：感谢您提出的问题。我们认为使用两种技术，可以在神经机制的多方面获得更全面的信息。研究 1 的 ERP 证据可以提供更好的时间分辨率信息，使我们能更好理解神经信息处理的动态过程。而研究 2 的 fMRI 证据可以提供更好的空间分辨率，更好的研究各脑区之间的相互作用和功能组织。两个研究可以互相补充。（详见修改稿 P12、P13 红色字体部分）

意见 4：对于工作记忆的定义，建议作者明确其定义。作者将 Baddeley，Engle 等人的观点揉在了一起，但是他们对工作记忆的定义是不同的，这也决定了如何去设置工作记忆任务来进行监测，建议作者明确工作记忆的含义。

回应：非常感谢您的建议。我们同意您的观点，工作记忆是一个广泛的概念，不同学者在其定义和测量上存在差异。Baddeley 和 Engle 是两位在工作记忆领域的知名学者，我们认为将他们对工作记忆的定义融合在一起，比选取其中一人的定义更加全面和准确。在我们的研究中，我们借鉴了 Baddeley、Engle 等人对工作记忆的定义，将其定义为“在短时间内对头脑中的信息进行保持和操作的能力(Diamond, 2013)，是个体面对竞争或分散注意力的信息时，

在脑海中储存、处理重要信息，以及对不同信息之间的关系进行推理和整合的能力(Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001)”。至于工作记忆任务，我们研究采用的是 n back 任务，是测量工作记忆的经典任务。此外，相较于其他常见的工作记忆任务（digital span task、task switching 等），我们可以通过改变 n back 任务的刺激类型，测量食物特异工作任务，更适合我们的实验目的。（详见修改稿 P7 红色字体部分）

第三轮

编委 2 意见：稿件的质量比上次有所提升。其他问题：

意见 1：在文字方面，建议作者进一步润色，现在论文有不少长句以及冗余。

回应：感谢您的建议。我们对论文全文进行了精简和润色。

意见 2：不同于一般的 complex span task，n-back 目前更多用来反映工作记忆的更新能力（特别是固定记忆负荷的情况下），因此建议作者说明为何要用 n-back，甚至讨论获得结果的局限性。

回应：非常感谢您的建议。我们使用 n-back 的原因是本研究重点考察工作记忆更新能力。研究发现，工作记忆刷新是饮食行为的关键因素之一，有助于个体坚持健康饮食等长期目标，并抵制与长期目标矛盾的短期愿望。高工作记忆刷新能力可以使个体有效的表征一个给定的长期目标，通过保持目标相关信息或抑制与长期目标矛盾的信息，将注意力从诱人的刺激物转移。因此，长期目标得到“保护”，诱惑的欲望也会得到下调。而在有健康饮食目标的个体中，工作记忆刷新信息的能力与更频繁地食用水果和蔬菜有关。所以，较强的工作记忆刷新能力可能会促进健康饮食行为的养成。因此，本项目中我们重点考察工作记忆刷新能力（采用 n-back 任务）与饮食行为的关系。（详见修改稿 P9 红色字体部分）

尽管 n-back 任务是评估工作记忆更新能力的一种常用方法，其存在一定局限性。具体而言，个体在 n-back 任务中表现出较好的更新能力，不代表其在工作记忆其他能力也会有较好的表现，如工作记忆容量。（详见修改稿 P13 红色字体部分）

意见 3：事件相关电位不包括神经震荡，因此“采用事件相关电位技术（ERP）从时间动态和神经振荡的视角”来讲是不严格的，更准确的是采用脑电技术。

回应：感谢您的建议。为了更准确的表达，本文中已将事件相关电位技术(ERP)改为脑电技术。