

# Modulation of Audiovisual Training on the Cognitive Ability of Older Adults

Ao Guo

Department of Psychology, Faculty of Education, Hubei University, Wuhan Hubei  
Email: godcouldcry@163.com

Received: Apr. 6<sup>th</sup>, 2019; accepted: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Apr. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

**Objective:** To explore the modulation of audiovisual training on the cognitive ability of older adults. **Methods:** We combined the time factor with the space factor and investigated the cognitive alteration in experimental group and control group after audiovisual training, based on the paradigm of simultaneity judgment tasks. Then the basic Cognitive Ability Test was conducted to analyze quantitatively the cognitive ability of different groups in the condition of pretest and posttest. **Results:** The experimental group presented significantly better score in working memory of the posttest than pretest, however there was no significant difference between pretest and posttest in control group. **Conclusion:** Audiovisual training can enhance the capacity of working memory, which then can remodel the cognitive ability of older adults.

## Keywords

Audiovisual Temporal Simultaneity Judgment Tasks, Time Factor, Space Factor, Working Memory, Audiovisual Training

---

# 视听训练对老年人认知能力的重塑作用

郭 敖

湖北大学教育学院心理学系, 湖北 武汉  
Email: godcouldcry@163.com

收稿日期: 2019年4月6日; 录用日期: 2019年4月22日; 发布日期: 2019年4月29日

---

## 摘 要

**目的:** 本研究旨在探讨视听训练对老年人认知能力的重塑作用。**方法:** 在经典的视听时序同步性判断范

式基础上,将时间因素与空间因素相结合,考察了老年实验组与控制组在视听训练后的认知差异变化,并采用基本认知测验量化评分。结果:实验组与控制组进行对照后,实验组后测工作记忆得分显著高于前测得分,而控制组后测工作记忆得分与前测得分无显著差异。结论:视听训练可以提升老年人工作记忆水平,进而对认知能力起到重塑作用。

## 关键词

视听时序同步性判断,时间因素,空间因素,工作记忆,视听训练

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. 引言

认知能力包括了记忆、加工速度、问题解决等要素,是人脑加工、存储、提取信息的重要能力,是保证人们成功完成活动的重要心理条件。而年龄因素是制约着认知能力发展的重要因素(Craik, 1992; Lovden, Backman, Lindenberger, Schaefer, & Schmiedek, 2010)。随着年龄的增长,个体诸多的认知能力,如加工速度、工作记忆和执行功能均会出现下降,且老年人认知能力水平的下降,还可能发展为轻度认知障碍,甚至会转变为老年性痴呆,严重影响老年人的身心健康和生活质量,加重家庭和社会的负担(李旭,杜新,陈天勇,2014)。

但越来越多研究表明老年人的认知能力可以通过训练得以改善,此外训练可以使脑区功能激活水平发生变化,这一现象被称作认知能力可塑性(Baltes & Lindenberger, 1988),即通过训练干预可以重塑老年人的认知能力,延缓老化期。有研究发现,通过记忆、加工速度、推理训练可以提高老年人认知能力(Stine-Morrow, Gagne, Morrow, & DeWall, 2004),同时又有研究者发现通过记忆策略训练可以提高老年人的记忆能力等(Ball, Edwards, & Ross, 2007)。而 Mahncak 等人认为感知训练可以促进认知能力发展(Mahncke, Bronstone, & Merzenich, 2006)。具体而言,视觉辨别能力训练会提高工作记忆任务的完成效率(Berry et al., 2010)。而 Wong 等人利用 FMRI 研究老年人的认知能力补偿作用时得到类似结论,发现认知区域激活水平较高的区域与在单词再认训练任务中较好的表现相关(Wong, Marc, Sheppard, Gunasekera, & Sumitrajit, 2010)。

认知训练的目的是为了增强或保持认知能力,从而使得老年人的日常生活活动,如做饭、理财、就医、外出能够得到正常开展。本文的假设依据是如果老年人日常生活能力衰退是由认知的衰退(年龄因素)所导致,则找到适当的训练方法提升老年人的认知能力,可使得老年人日常生活能力得到提升。

## 视听整合训练

日常生活中,我们持续不断的接受来自不同感觉通道的感觉信息,而我们的大脑可以适当的把这些不同的信息资源加以整合,形成完整的认知,简称多感觉整合(Wallace, 1997)。且多感觉整合可以易化对事件的定位和探测(Lovelace, Stein, & Wallace, 2003; Stein & Wallace, 1996),提升我们对周围环境信息的感知能力。而老年人感知能力(视觉、听觉、嗅觉等)的逐渐衰退,导致了其生活灵活性的丧失(Freiherr, Lundstrom, Habel, & Reetz, 2013)。此外,感知能力的衰退会对认知功能产生影响,相对于青年人(感知能力较好)而言,老年人(感知能力较差)在注意、记忆、感知、决策、行动速度上都有明显下降(Glisky, 2007;

Van et al., 2014)。那么是否可以通过多感觉整合的作用来弥补老年人感知能力衰退所导致的认知能力下降呢？

随着多感觉整合研究的深入展开，越来越多的研究不再仅仅局限于对多感觉整合机制的探讨，而将对多感觉整合的研究延伸到对大脑认知的塑造上来，有研究表明在提升感知与认知能力上，多感觉整合有着十分重要的作用，相对于单通道而言，双通道的刺激输入会提升对事件的探测速度和准确性(Demattè, Sanabria, & Spence, 2009; Gottfried & Dolan, 2003)。在老年人双手协调研究中，相比于视觉单通道，当听觉单通道或者视听通道刺激呈现时，老年人在所有的协调任务中表现出更好的稳定性(Blais, Martin, Albarret, & Tallet, 2014)。此外，有研究表明，通过多感觉整合训练可以促进时间窗口(temporal binding window)的减小(只要刺激落在一定的时间范围内，即使它们之间存在一定的空间差距，也能发生整合)，使得感知敏感性提升(Waka, Shinsuke, Makio, & Shin'Ya, 2004)。同时，也有研究认为，视觉感知训练可以成功的提升跨通道的时序感知能力(Stevenson, Wilson, Powers, & Wallace, 2013)。最后，视听感知训练也被运用于认知障碍的改善上，在一项书面语言的再认任务中，发现视听任务训练可以促进声音语言特征的分辨能力，即阅读障碍的儿童通过视听任务训练，其单词再认水平得到显著提高(Huotilainen et al., 2011; Magnan & Ecalle, 2006)。尽管阅读障碍儿童在听觉加工机制存在缺陷，但通过视听训练可以使其得到明显改善(Veuillet, Magnan, Ecalle, Thai-Van, & Collet, 2007)。此外，对于语音感知中的听觉感知学习也可以通过视听训练得到提升(Bernstein, Auer, Eberhardt, & Jiang, 2013)。而在对单耳空间听觉的研究中，Strelnikov等认为视听训练可以提升其敏感度(Strelnikov, Rosito, & Barone, 2011)。

综上所述，研究普遍支持了视听任务训练可以在一定程度上促进认知能力的发展。但已有的研究中多采用单通道训练，如单听觉训练或单视觉训练，且实验范式单一较为简单，如对呈现刺激的时间序列判断，即判断视觉刺激在前还是听觉刺激在前(Bedard & Barnett-Cowan, 2016; Sekuler, Sekuler, & Lau, 1997)，又如对阅读障碍患者的视听再认训练(Magnan & Ecalle, 2006)。此外，现有视听任务训练旨在促进具体认知能力，如听觉敏感性、时序感知敏感性、再认能力等，而对综合训练任务研究不多，即训练任务只针对一项认知能力水平提升，如采用视觉搜索、动态目标追踪、视听差异刺激辨别等训练任务可以提升老年人加工速度(运动速度、知觉速度、认知速度)(Anderson, White-Schwoch, Choi, & Kraus, 2014)，而复述训练、地图作业训练或位置法被用于提升老年人记忆能力(韩笑, 石岱青, 周晓文, 杨颖华, 朱祖德, 2016)，本研究为了进一步了解视听训练对认知能力的重塑作用，将训练分为五个认知任务(空间表象、心算效率、工作记忆、记忆再认、知觉速度)进行评定，从而更全面的了解老年人认知能力是否得到提升。

## 2. 方法

### 2.1. 被试

被试选取湖北大学退休教职工 27 名，所有被试均为右利手，视力或矫正视力正常，听力正常，采用随机分组法，将被试分为训练组与对照组，训练组男性 3 名，女性 11 名，年龄 58~78 岁；对照组男性 4 名，女性 9 名，年龄 58~78 岁。所有参加实验的被试均得到一定报酬。

### 2.2. 实验仪器和实验材料

本实验采用 presentation 软件(Neurobehavioral Systems Inc., Albany, California, USA)编制以及呈现实验程序。视觉刺激为呈现在黑色背景上的白色圆环(外圈直径为 7 毫米，内圈直径为 6 毫米)，呈现在屏幕左侧或右侧，视角为 $-6^{\circ}$ 。听觉为 2000 HZ 的正弦声波，音高约为 65 db，通过耳机呈现在屏幕左侧或右侧。

数据统计处理采用 SPSS 20.0 统计软件处理, 数据比较采用相关样本 T 检验, 单侧  $p < 0.05$  为差异有显著意义。实验组中有两名被试数据未正常录入以及对照组中一名被试退出实验, 故数据分析时剔除这 3 名被试数据, 共有 24 名被试有效被试参与结果分析。

### 2.3. 训练任务

对实验组被试进行认知训练, 并告知被试认知训练的重要意义, 认知训练为双通道视听觉刺激训练, 视听刺激按时间和空间位置差异分为三种刺激类型, 见图 1。在时间差异维度上, 视听刺激的呈现时间间隔从+300 毫秒(视觉刺激先于听觉刺激)到-300 毫秒(听觉刺激先于视觉刺激), 不同的时间间隔差值为 20 毫秒如图 1(c)。在空间差异维度上, 视觉与听觉刺激同时出现在左侧或右侧或出现在对侧, 如图 1(a)~(b)。在时间空间差异维度上, 视听不仅存在时间间隔差异同时也存在空间位置差异, 如图 1(d)。被试在三种条件下, 如果感受到视觉与听觉刺激在时间和空间上为一一致性呈现, 则按鼠标左键, 如果感受到视觉与听觉在任何一个维度上不一致, 则按鼠标右键。在实验每个试次中, 黑色屏幕上首先呈现一个白色的注视点+号, 持续 3000 毫秒后消失, 随后屏幕出现视听任务刺激, 每个刺激的呈现时间为 15 毫秒, 在任务刺激呈现结束后, 被试有 1500 毫秒的反应时间(告知被试尽可能快而准确的反应), 如果反应按键正确, 屏幕会出现绿色“√”标记, 反应按键错误, 屏幕则会出现红色“×”标记, 呈现时间均为 500 毫秒。本实验为认知训练任务, 在避免天花板效应出现的前提下, 被试无需完成所有条件下的视听任务, 如当被试在时间差异维度条件下进行训练, 如果在 300 毫秒时间间隔条件下, 被试的反应正确率过高(90%), 则需降低时间间隔, 直至被试的反应正确率为 60%~70%。认知训练每周四次(一天一次), 持续四周, 根据被试的个体差异, 实验持续时间为 10 分钟到 20 分钟不等。

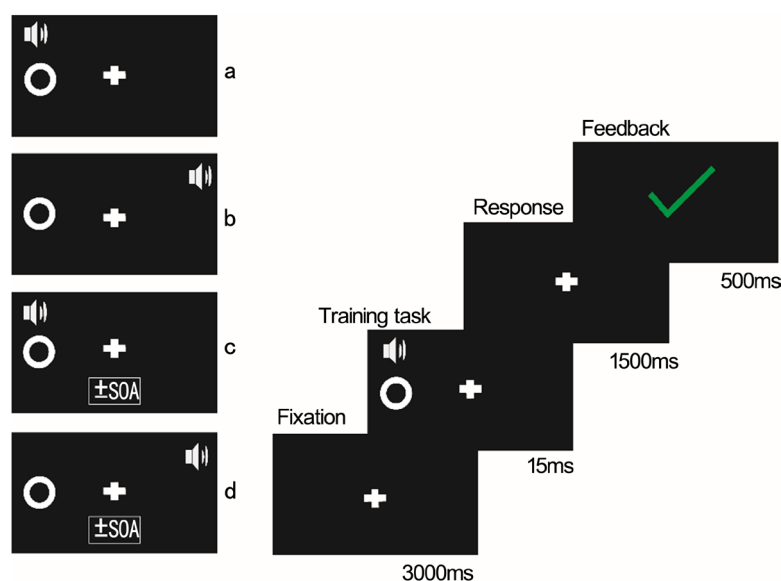


Figure 1. Audiovisual training  
图 1. 视听训练示意图

### 2.4. 认知训练评定标准

本研究采用《基本认知能力测验》(李德明, 刘昌, 李贵芸, 2001)及其软件(2.0 版)对训练效果进行评定, 完成 5 个不同的认知实验任务, 结果呈现为 5 个水平的认知能力得分(空间表象、心算效率、工作记忆、记忆再认、知觉速度)。将被试训练前与训练一个月后的基本认知能力进行评定, 评价训练效果。

### 3. 分析

#### 3.1. 对照组前后各有关变量差异显著性检验

从表 1 可知, 对照组在知觉速度、心算效率、空间表现、工作记忆在前测后测中均不存在显著性的差异, 可以认为对照组的认知能力在该时间段内未发生显著变化。

**Table 1.** Mean, SD of cognitive score in control group (pretest and posttest)

**表 1.** 对照组被试实验前后认知能力得分差异显著性检验(M ± SD)

认知能力分类	对照组( <i>n</i> = 12)		<i>t</i> 值	<i>P</i>
	前测	后测		
知觉速度	12.33 ± 3.31	12.17 ± 2.36	0.158	0.878
心算效率	13.83 ± 4.04	13 ± 2.63	0.585	0.570
空间表象	7.67 ± 3.17	7.17 ± 2.62	0.522	0.612
工作记忆	10.83 ± 5.08	9.33 ± 6.23	0.563	0.585
记忆再认	10.75 ± 3.84	11.08 ± 4.33	-0.332	0.746

#### 3.2. 实验组被试实验前后各有关变量的差异显著性检验

由表 2 可知, 经过视听训练的实验干预后, 相对于实验组前测认知能力得分, 实验组后测工作记忆认知能力得分成绩显著性提高( $P = 0.046$ ), 表明视听训练对提高工作记忆水平有明显效果。

**Table 2.** Mean, SD of cognitive score in experimental group (pretest and posttest)

**表 2.** 实验组被试实验后认知能力得分差异显著性检验(M ± SD)

认知能力分类	实验组( <i>n</i> = 12)		<i>t</i> 值	<i>P</i>
	前测	后测		
知觉速度	10 ± 4.55	11.5 ± 3.87	-1.055	0.314
心算效率	12 ± 4.90	13.50 ± 5.05	-1.682	0.121
空间表象	6.33 ± 3.28	8.50 ± 2.84	-2.315	0.141
工作记忆	8.33 ± 6.31	13.83 ± 3.46	-2.244	0.046
记忆再认	5.91 ± 4.58	8.17 ± 2.20	-2.109	0.059

### 4. 讨论

基于认知能力下降会对老年人生活产生影响, 许多研究者在积极探寻认知训练是否可以延缓认知能力下降(Ball, Edwards, & Ross, 2007), 而本研究得出的结论是认知能力可以通过认知训练得到提升, 这与一些研究结果一致(Ball, & Sekuler, 1986; Ball et al., 2002; Schaie, 1993)。本研究在传统的视听时序同步性判断训练任务上加入了空间因素, 是因为在现实生活中, 视听整合现象会面临更加复杂的加工, 此外同步性呈现的视觉和听觉刺激已经被证实可以提高在目标辨别和空间定位任务中的准确性(Van Wanrooij, Bell, Munoz, & Van Opstal, 2009), 在一定程度上说明了二因素的关联性。Poliakoff 等人认为, 当刺激无论呈现在相同位置或者不同位置时, 老年组的跨通道时序辨别能力都比青年组要差, 但无论青年组还是老年组, 对来自同一位置的刺激都会产生更大的最小可觉差(Poliakoff, Shore, Lowe, & Spence, 2006), 这

更加印证了当进行多感觉训练时, 需要把不同感觉通道所呈现刺激的相关空间位置纳入考虑范围。最后对训练结果进行评定时, 采用李德明、刘昌等编制的《基本认知能力测验》(李德明, 刘昌, 李贵芸, 2001), 从五个任务维度去探究认知能力变化。通过多维度的视听训练, 实验组被试在工作记忆的得分表现更好。

工作记忆, 被认为是一种在进行复杂任务(言语理解、推理、学习)进程中, 记住当前必要信息的系统, 其核心是大脑前额叶(Baddeley, 2010), 它也是一种在同时处理多项任务或分心情况下在短时间内操作与保持信息的能力, 是高级认知功能的决定性因素, 而工作记忆的衰退被认为是老年人认知衰退的重要指标之一(Engle, 2002)。当前工作记忆研究表明, 老年人的工作记忆可以通过训练来进行塑造(Li et al., 2008; Shipstead, Redick, & Engle, 2010), 如视觉整合、听觉、运动形式训练。本研究设计的视听刺激训练任务, 使得被试在工作记忆得分得到显著改善, 这可能与前额叶区域激活水平提高相关(Kimberg & Farah, 1993), 具体而言由于多种信息刺激输入, 对前额叶产生刺激, 对正常脑区功能产生了激活作用, 从而促进工作记忆提升。本文的研究结论也在前人的研究中得到印证(King, Kagerer, Harring, Contreras-Vidal, & Clark, 2011)。

此外, 老年人能够通过训练提高相应的认知能力, 表明老年人认知功能的可塑性存在(杜新, 陈天勇, 2010)。但由于训练任务类别与训练时效的差异, 各认知能力的提升存在一定差异。首先从训练效应上讲, 即训练组的老年人在认知干预中可获得较好的训练效应, 本文采用的训练任务为综合认知训练, 即训练任务主要包括了认知控制与记忆训练。可能会对记忆功能产生更大的影响效应。其次, 训练的时间长短可能对训练效果产生不同的影响, 如在之前的元分析研究中, 将认知训练按时间分为长于 12 小时与短于 12 小时两组, 结果发现训练时间较长的研究其训练效果量较小(Martin, Lars, Ulman, Sabine, & Florian, 2010; Toril, Reales, & Ballesteros, 2014)。而本实验中训练总时长为 16 小时, 属于训练时间较长的认知训练, 可能造成认知训练的效果量较低, 导致知觉速度、心算效率、记忆再认等方面没有产生提升作用。从训练效果的迁移效应来看, 即由训练带来的目标能力的改善能否运用到新任务情境中去, 根据迁移的范围大小, 把迁移分为近迁移与远迁移, 近迁移是指迁移任务与训练任务涉及的认知能力相同; 远迁移是指迁移任务与训练任务所涉及的认知能力不同, 或者是对日常生活能力的迁移(杜新, 陈天勇, 2010)。而本实验中训练任务与迁移效果评定任务属于远迁移范畴, 即迁移任务与训练任务所涉及的认知能力差异较大, 而可能造成整体可塑效应较低。

现有研究中, 大部分基于认知改善的训练方式都集中在对视觉通道与听觉通道的探讨, 如视听时序判断训练、视听一致性训练, 以及在此类范式上所衍生出来的新的研究设计。而我们应该尝试将关注点转移到其他形式的多感觉通道的整合训练, 如触觉与听觉的整合。此外由于当前面临着严重的人口老龄化问题, 研究视角也应将多感觉训练与健康老龄化相结合, 进而更好地改善老年人群体的认知能力和生活状态。

## 基金项目

湖北省教育厅人文社会科学青年项目(课题编号: 16Q030)。

## 参考文献

- 杜新, 陈天勇(2010). 老年执行功能的认知可塑性和神经可塑性. *心理科学进展*, 18(9), 1471-1480.
- 韩笑, 石岱青, 周晓文, 杨颖华, 朱祖德(2016). 认知训练对健康老年人认知能力的影响. *心理科学进展*, 24(6), 909-922.
- 李德明, 刘昌, 李贵芸(2001). “基本认知能力测验”的编制及标准化工作. *心理学报*, 33(5), 70-77.
- 李旭, 杜新, 陈天勇(2014). 促进老年人认知健康的主要途径(综述). *中国心理卫生杂志*, 28(2), 125-132.
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Choi, H. J., & Kraus, N. (2014). Partial Maintenance of Auditory-Based Cognitive Train-

- ing Benefits in Older Adults. *Neuropsychologia*, 62, 286-296. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.034>
- Baddeley, A. (2010). Working Memory. *Current Biology*, 20, R136-R140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Ball, K., & Sekuler, R., (1986). Improving Visual Perception in Older Observers. *Journal of Gerontology*, 41, 176-182. <https://doi.org/10.1093/geronj/41.2.176>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Michael, M., Tennstedt, S. L. et al. (2002). Effects of Cognitive Training Interventions with Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *JAMA*, 288, 2271. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
- Ball, K., Edwards, J. D., & Ross, L. A. (2007). The Impact of Speed of Processing Training on Cognitive and Everyday Functions. *The Journals of Gerontology: Series B*, 62, 19-31. [https://doi.org/10.1093/geronb/62.special\\_issue\\_1.19](https://doi.org/10.1093/geronb/62.special_issue_1.19)
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1988). On the Range of Cognitive Plasticity in Old Age as a Function of Experience: 15 Years of Intervention Research. *Behavior Therapy*, 19, 283-300. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(88\)80003-0](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(88)80003-0)
- Bedard, G., & Barnett-Cowan, M. (2016). Impaired Timing of Audiovisual Events in the Elderly. *Experimental Brain Research*, 234, 331-340. <https://doi.org/10.1007/s00221-015-4466-7>
- Bernstein, L. E., Auer, E. T., Eberhardt, S. P., & Jiang, J. (2013). Auditory Perceptual Learning for Speech Perception Can Be Enhanced by Audiovisual Training. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 34. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00034>
- Berry, A. S., Zanto, T. P., Clapp, W. C., Hardy, J. L., Delahunt, P. B., Mahncke, H. W., & Gazzaley, A. (2010). The Influence of Perceptual Training on Working Memory in Older Adults. *PLoS ONE*, 5, e11537. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011537>
- Blais, M., Martin, E., Albaret, J. M., & Tallet, J. (2014). Preservation of Perceptual Integration Improves Temporal Stability of Bimanual Coordination in the Elderly: An Evidence of Age-Related Brain Plasticity. *Behavioural Brain Research*, 275, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.08.043>
- Craik, F. I. M. (1992). Memory Changes in Aging. In I. Kostovic et al. (Eds.), *Neurodevelopment, Aging and Cognition* (pp. 304-320). Berlin: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6805-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6805-2_18)
- Demattè, M. L., Sanabria, D., & Spence, C. (2009). Olfactory Discrimination: When Vision Matters? *Chemical Senses*, 34, 103. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn055>
- Engle, R. W. (2002). Working Memory Capacity as Executive Attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00160>
- Freiherr, J., Lundstrom, J. N., Habel, U., & Reetz, K. (2013). Multisensory Integration Mechanisms during Aging. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 863. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00863>
- Glisky, E. (2007). Changes in Cognitive Function in Human Aging. In D. R. Riddle (Ed.), *Source Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms* (Chapter 1, pp. 3-20). Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9781420005523.sec1>
- Gottfried, J. A., & Dolan, R. J. (2003). The Nose Smells What the Eye Sees. *Neuron*, 39, 375-386. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00392-1](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00392-1)
- Huotilainen, M., Lovio, R., Kujala, T., Tommiska, V., Karma, K., & Fellman, V. (2011). Could Audiovisual Training Be Used to Improve Cognition in Extremely Low Birth Weight Children? *Acta Paediatrica*, 100, 1489-1494. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02345.x>
- Kimberg, D. Y., & Farah, M. J. (1993). A Unified Account of Cognitive Impairments Following Frontal Lobe Damage: The Role of Working Memory in Complex, Organized Behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 411-428. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.4.411>
- King, B. R., Kagerer, F. A., Harring, J. R., Contreras-Vidal, J. L., & Clark, J. E. (2011). Multisensory Adaptation of Spatial-to-Motor Transformations in Children with Developmental Coordination Disorder. *Experimental Brain Research*, 212, 257-265. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2722-z>
- Li, S. C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J., & Lindenberger, U. (2008). Working Memory Plasticity in Old Age: Practice Gain, Transfer, and Maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 731-742. <https://doi.org/10.1037/a0014343>
- Lovden, M., Backman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A Theoretical Framework for the Study of Adult Cognitive Plasticity. *Psychological Bulletin*, 136, 659-676. <https://doi.org/10.1037/a0020080>
- Lovelace, C. T., Stein, B. E., & Wallace, M. T. (2003). An Irrelevant Light Enhances Auditory Detection in Humans: A Psychophysical Analysis of Multisensory Integration in Stimulus Detection. *Cognitive Brain Research*, 17, 447-453. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(03\)00160-5](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(03)00160-5)
- Magnan, A., & Ecalle, J. (2006). Audio-Visual Training in Children with Reading Disabilities. *Computers & Education*, 46, 407-425. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.08.008>
- Mahncke, H. W., Bronstone, A., & Merzenich, M. M. (2006). Brain Plasticity and Functional Losses in the Aged: Scientific

- Bases for a Novel Intervention. *Progress in Brain Research*, 157, 81-109. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)57006-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)57006-2)
- Martin, L. V., Lars, B. C., Ulman, L., Sabine, S., & Florian, S. (2010). A Theoretical Framework for the Study of Adult Cognitive Plasticity. *Psychological Bulletin*, 136, 659-676. <https://doi.org/10.1037/a0020080>
- Poliakoff, E., Shore, D. I., Lowe, C., & Spence, C. (2006). Visuotactile Temporal Order Judgments in Ageing. *Neuroscience Letters*, 396, 207-211. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.11.034>
- Schaie, K. W. (1993). The Seattle Longitudinal Study: A Thirty-Five-Year Inquiry of Adult Intellectual Development. *Zeitschrift für Gerontologie*, 26, 129-137.
- Sekuler, R., Sekuler, A. B., & Lau, R. (1997). Sound Alters Visual Motion Perception. *Nature*, 385, 308. <https://doi.org/10.1038/385308a0>
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does Working Memory Training Generalize? *Psychologica Belgica*, 50, 245-276. <https://doi.org/10.5334/pb-50-3-4-245>
- Stein, B. E., & Wallace, M. T. (1996). Chapter 20 Comparisons of Cross-Modality Integration in Midbrain and Cortex. *Progress in Brain Research*, 112, 289-299. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)63336-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)63336-1)
- Stevenson, R. A., Wilson, M. M., Powers, A. R., & Wallace, M. T. (2013). The Effects of Visual Training on Multisensory Temporal Processing. *Experimental Brain Research*, 225, 479-489. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3387-y>
- Stine-Morrow, E. A. L., Gagne, D. D., Morrow, D. G., & DeWall, B. H. (2004). Age Differences in Rereading. *Memory & Cognition*, 32, 696-710. <https://doi.org/10.3758/BF03195860>
- Strelnikov, K., Rosito, M., & Barone, P. (2011). Effect of Audiovisual Training on Monaural Spatial Hearing in Horizontal Plane. *PLoS ONE*, 6, e18344. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018344>
- Toril, P., Reales, J. M., & Ballesteros, S. (2014). Video Game Training Enhances Cognition of Older Adults: A Meta-Analytic Study. *Psychology and Aging*, 29, 706-716. <https://doi.org/10.1037/a0037507>
- Van Wanrooij, M. M., Bell, A. H., Munoz, D. P., & Van Opstal, A. J. (2009). The Effect of Spatial-Temporal Audiovisual Disparities on Saccades in a Complex Scene. *Experimental Brain Research*, 198, 425-437. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1815-4>
- Van, H. A. H., Cameron, I. D., Jacobijn, G., Hein, P., Susan, K., De, C. A. J. M., Blom, J. W. et al. (2014). Disability Transitions in the Oldest Old in the General Population. The Leiden 85-Plus Study. *Age*, 36, 483-493. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9574-3>
- VeUILLET, E., Magnan, A., Ecalle, J., Thai-Van, H., & Collet, L. (2007). Auditory Processing Disorder in Children with Reading Disabilities: Effect of Audiovisual Training. *Brain*, 130, 2915-2928. <https://doi.org/10.1093/brain/awm235>
- Waka, F., Shinsuke, S., Makio, K., & Shin'Ya, N. (2004). Recalibration of Audiovisual Simultaneity. *Nature Neuroscience*, 7, 773-778. <https://doi.org/10.1038/nn1268>
- Wallace, M. T. (1997). The Development of Multisensory Integration in the Brain. *Perception*, 26, 35-35. <https://doi.org/10.1068/v970014>
- Wong, P. C. M., Marc, E., Sheppard, J. P., Gunasekera, G. M., & Sumitrajit, D. (2010). Neuroanatomical Characteristics and Speech Perception in Noise in Older Adults. *Ear Hear*, 31, 471-479. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181d709c2>

### 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](mailto:ap@hanspub.org)