

教师脑科学素养提升之“生理过程影响脑与学习”

李璐

昆明文理学院基础教育学院, 云南 昆明

收稿日期: 2023年2月10日; 录用日期: 2023年4月6日; 发布日期: 2023年4月19日

摘要

睡眠、营养、锻炼等作为青少年学生健康梯度的重要中介, 教育领域需给予足够的重视程度。作为教师脑科学素养中的必备素养模块之一, 有关生理过程影响脑与学习的系统性知识, 是每位教师或教育工作者应学习和具备的。本文通过对以往国内外相关研究的整理分析, 回顾并批判当前与睡眠、营养和健康所关联的神经神话, 详细阐述教师应具备的与三者相关的正确生理与营养知识, 以期助力基础教育教师脑科学素养的进一步提升。

关键词

脑科学素养, 神经神话, 睡眠, 营养, 健康

Brain Science Literacy for Teachers: Physiological Processes Affecting the Brain and Learning

Lu Li

Faculty of Basic Education, College of Arts and Sciences Kunming, Kunming Yunnan

Received: Feb. 10th, 2023; accepted: Apr. 6th, 2023; published: Apr. 19th, 2023

Abstract

Sleep, nutrition, and exercise need to be given a sufficient degree of attention in the field of education as they are important mediators of the health of young students. As one of the required mod-

ules in teacher brain science literacy, systematic knowledge about physiological processes affecting the brain and learning is something that every educator should have. This paper is a compilation and analysis of previous domestic and international research on this subject, reviews and critiques the current neurological myths associated with sleep, nutrition and health, and elaborates on the correct physiological and nutritional knowledge that teachers should have in relation to all three. This will help improve overall brain science literacy among teachers.

Keywords

Brain Science Literacy, Neuromyths, Sleep, Nutrition, Health

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

教育神经科学的崛起与发展，也标志着我国教育开始进入到一个以脑科学知识与研究为基础的教育新时代。与此同时，教育神经科学的兴起对基础教育教师的脑科学素养提出了新的要求与挑战。基础教育教师作为国家教育领域的储备力量，不仅需要自身具备且正确运用脑科学知识，还承担着传播脑科学知识、推动家长和其他教育工作者运用脑科学知识的职责。由此，直接与间接地推动全社会运用更加科学的知识来教育和养育孩子。教育神经科学的实践探索尚属于起步阶段，大部分教育工作者对脑科学的认识仅停留在抽象概念上的“有用”层面，而对于究竟“如何用”、“怎么用”仍然模糊不清[1]。因而，加强基础教育教师的脑科学知识，帮助其形成脑科学素养，并提出行之有效的脑科学素养的发展策略，是教育神经科学领域迫切需要解决的问题之一。

近年来，随着脑科学研究的不断发展和深化，“脑与健康”的融合运用也成为焦点。神经科学研究表明，睡眠、营养和运动影响学习，因此构成了教育学的生理逻辑基础[2] [3]。越来越多的研究表明，青少年大脑发育受到与健康 and 身体发育因素的影响，如睡眠、营养和青春期发育等，这反过来又影响其社会功能和认知发展[2]，比如学习和记忆就深受个体生理发展的影响。各种营养素、营养缺乏或丰富、食品、饮食质量和饮食类型也会影响青少年睡眠健康和心理健康。跨文化研究共同表明，不同学科的教师都对生理、脑与学习的研究结果表现出极大的兴趣，并希望将其纳入他/她们的教育教学过程中去[4]。教育工作者对神经科学的天然兴趣激发了针对教育工作者和家长的多种产品市场的开发，这些产品据称是基于神经科学的，但实际支持的科学证据却很少。教育媒体甚至商业公司都利用了这种效果；它们充满了大胆、引人注目但空洞的承诺，比如“当个体在睡觉的时候，大脑也在学习”或“通过‘健脑操’将使儿童激发先天智慧”。将所谓的“神经神话”（即对脑科学研究在教育领域中的误解、误读和误用等）整合到学校和教育系统中，会浪费大量的教育资金、时间和精力成本[5]。

尽管“神经神话”已经为学界所知 20 年，但“脑与健康”的教育主题仍然是持续研究的焦点。世界经济与合作发展组织(OECD)一直在呼吁教师关注神经神话问题，这几乎与它呼吁基于脑科学为基础的教学和学习一样长[6]。提升基础教育教师脑科学素养，必须关注教育的生理逻辑基础。本文通过对国内外文献综合整理分析的方法，主要概述当前与睡眠、营养和健康有关的神经神话，批判性地分析其相关研究理论和流行状态，并引导正确的脑科学素养观，以期促进教师脑科学素养提升。

2. 与睡眠、营养和健康关联的神经神话

2.1. 睡眠

关于“个体在睡眠时学习也在发生”的神经神话已经被很多学者批判[6] [7]。Grospietsch 和 Mayer (2020) [8]认为这一与睡眠和学习有关的神经神话，起初基于夜间大脑中的记忆信息重组(或巩固)的过程可以产生新的见解，但人们可能会错误地得出结论，认为个体可以在睡觉时学习全新的内容；甚至过度解读为他们可以通过让自己接触声音刺激来利用睡眠的时间来学习。这导致错误地建议学习者在睡觉时可以播放音频文件来学习，例如，睡觉时听二语词汇来学习新语言。然而，从科学准确性的角度来看，信息在个体清醒时被编码被储存，并在其睡觉时得到重组或巩固。这两个过程都是将知识存储在长时记忆中必需的。换句话说，这就是学习[8]，但睡觉时却不可能学习新的内容[9]。在睡眠期间编码新信息会扰乱先前编码信息的巩固过程[9]。在睡眠期间，尽管个体大脑可以通过改变呼吸强度对气味等感官输入做出反应，但此时大脑却与外界相对封闭，处于有意识却无注意存在的状态[10]。

2.2. 食物与营养

有关食物与营养的神经神话诸多，如“一天的饮水量少于 6 至 8 杯会引起脑萎缩”；又如“含有奥米加-3 (Omega-3)或奥米加-6 (Omega-6)的保健品会提升儿童心理能力和智力”；再比如“含糖饮料会降低儿童注意力”等[1] [4] [11]。提倡多喝水作为支持健康的学习和生活无可厚非，但没有科学证据表明饮水量不足 6~8 杯会导致脑萎缩[11]。除了涉及剧烈运动、健康状况不佳或天气异常炎热的情况外，也没有证据表明儿童在体育课上脱水或与此相关的认知影响[1]。事实上，忘记喝水通常也不是问题，因为大脑已经进化出一个精密的系统，当身体(还有脑)需要更多的液体时，个体就会感觉到口渴。此外，研究表明很多基础教育工作者不知道或不确信习惯性或过量使用咖啡因会抑制而不是增强认知[11]。对于含糖饮料的神经神话，Heatherley 及其同事的研究表明[12]，9~10 岁的儿童如果习惯性地每天饮用不超过 2 罐可乐，那么相对于低使用者来说，他们的警觉性就会暂时稍有下降，然而暂时性的警觉水平下降却在教育领域中被夸大化。就 Omega-3 或 Omega-6 等营养补充剂的潜在积极作用而言，目前还没有科学有效的证据表明在普通青少年人群中的积极效果[1]。因为涉及这类营养补充剂的研究被试均为不同发育障碍的儿童，且不同的研究显示的结果还不一致[11]。

2.3. 健脑操

与生理和大脑半球之间关系的另一个神经神话涉及“健脑操”的有效性。但是诸如“健脑操促进脑与身体更优的学习”等项目的理论和方法本身就值得怀疑，且没有科学证据支持[13]。这个神经神话背后的真理内核是，一条交叉的神经通路将大脑的左半球与身体的右侧联系起来，反之亦然[8]。基于这个真理的内核，人们错误地得出结论，跨体协调练习中的运动问题是由于两个半球之间缺乏协调。学习困难也被错误地解说是两个半球之间缺乏合作的结果[1]。甚至还有教育者错误地认为，两个半球之间的合作可以通过增加它们之间的突触连接数量而得到改善，而且跨体协调练习可以提高一个人的心理能力和学习能力。最终演变为了可供出售的“健脑操”项目，声称可以防止学习困难，改善学生的学习或创造力，甚至提高他们的智力。然而，从科学准确的角度来看，只要连接两个半球的神经带——冠状体保持完整，两个大脑半球就会不断地相互协调并交换信息[14]。学习困难反而是由于工作记忆能力或处理速度的差异。它们也可以由缺乏注意力、不利的动机条件或使用学习策略的缺陷引起[13]。虽然协调练习可以提高学生的体能水平和运动技能，但并不能提高他们的认知能力。任何主观上或客观上认为的认知改善，反而是由于伴随着这种练习的心理循环改善而产生的[13] [14]。

3. 教师脑科学素养之生理与营养素养提升

3.1. 睡眠是学习的关键“生理媒介”

在学习的生理需求中，睡眠是其中之一。近几十年来积累的证据表明，睡眠是学习的关键生理媒介[9][10]。学生课堂上的困倦被认为是有效学习的阻力，然而睡眠不足的现象甚至在学龄儿童身上也能观察到。大量的研究表明，睡眠可以增强记忆处理，反之，睡眠中断将会导致严重的学习障碍[10][15]。良好的睡眠质量已被证明有利于记忆的巩固、重组、概括和调用。这些心理学上的发现与人类神经影像学上的研究相呼应，显示睡眠有利于记忆痕迹的重新激活和神经解剖学上的重组，并与学习成正比[16]。睡眠的认知作用的基本机制显示[15]，非快速眼动(NREM)睡眠的典型慢速振荡在学习后会增强，与学龄前儿童的学习量成正比，并且在实验过程中提高了学习效率。

为了清醒的活动而越来越多地牺牲睡眠，这对教育效果而言是相当令人担忧的。夜间沉迷电子设备(如智能手机)对学生的睡眠质量非常有害。睡眠不佳也是健康疾病的风险因素，如营养不良、肥胖、糖尿病和高血压，并与各种智力商数(IQ)的学术缺陷相关[15]。睡眠依赖性认知功能的机制涉及大脑振荡和与突触可塑性有关的钙依赖性分子级联[16]。持续清醒导致睡眠不足，直接影响到这些级联从而不利于次日学习。实验室研究显示睡眠不足会妨害实验室环境中新知识内容的获得，也就是说，参加实验训练前的良好睡眠是获得新知识的必要条件[10]。良好的睡眠质量也已被证明可以改善实验室中陈述性和程序性内容的学习和记忆[16]。近年来，这些实验已经成功地拓展到学校环境中，甚至可能使一年级学生的阅读流利程度翻倍[15]。越来越清晰的是，学校必须在需要时为儿童和青少年提供充足睡眠的机会，以帮助其巩固新知识内容的获得情况，或恢复其次日重新学习的能力。在学校环境中午睡时间安排是很重要的，在家庭环境甚至是寄宿制学校环境中更应提倡按时保质的晚睡，这可以充分释放学生和教师的学习和教学潜力。

3.2. 锻炼促进脑与健康

大量证据表明，体育锻炼通过各种机制有益于认知，其中可能包括神经营养因子的上调和海马体神经突触的产生与增强[17][18]，因此对学校最佳锻炼计划进行系统研究是必要的。值得注意的是，运动和认知是协同作用的：尽管有氧运动单独导致毛细血管密度和神经突触发生的增加，但只有当有氧运动与环境丰富性相结合时才会出现星形细胞和神经细胞体积的增大[17]。此外，更多神经突触的产生和神经细胞体积的持续变化，超过了运动的时期，需要环境的丰富性[13]。研究表明运动更多 and 身体更健康的儿童往往在学校表现更好[19]。更健康 and 更活跃的儿童往往在认知和学术测试中取得更好的成绩，在许多情况下，神经影像学工具被用来证明支持更好行为表现的大脑区域和网络：如有氧运动会导致一连串的分子和细胞改变，包括增加生长因子水平、神经生成、血管生成(血管的生长)和突触生成，从而鼓励产生新的神经元和血管以及树突的复杂性和脊柱密度[17][18]。还可以观察到大脑结构的好处，包括灰质体积和白质完整性；大脑功能，包括电生理标记物、脑血量和血流量；以及认知任务执行期间和休息时的神经网络激活变化[18]。

体育活动不足甚至对整个社会经济阶层也有影响，导致大量公民体重增加和严重的健康成本。尽管早在2011年，世界卫生组织(WHO)就建议公民参加广泛的健康运动，但大多数儿童并没有进行足够的体育活动以获得最大化的健康益处。事实上，美国国家体育活动计划联盟2018年的调查表明，只有不到24%的6至17岁的儿童从事建议的每天60多分钟的中度至重度体育活动。在众多好处中，体育活动促进了影响大脑和认知的几个变量的改善，如大脑结构和功能的积极变化以及脑源性神经营养因子(BDNF)的增加，这是一种参与大脑中与学习和记忆有关的可塑性变化的关键蛋白质[17]。适当的定期体育活动安

排对儿童和青少年的认知和大脑健康是必要的。运动对学生的认知发展有积极影响,包括执行功能和注意力,这对提高他们在校期间的学习效果和学术表现很重要。来自神经科学、心理学和教育科学的研究共同表明,体育活动和有氧健身有利于大脑健康和幸福感的增加[19]。因此,学校为师生提供充足且有效的体育活动和锻炼机会,教师理解并践行与睡眠、营养和训练背景相结合会促使学生更好的发展,是至关重要的。

3.3. 营养支持脑的功能需求

大脑是所有身体器官中最大的葡萄糖消耗者,研究表明实验训练前服用葡萄糖可以促进短时记忆的有效学习[13]。但热量摄入却不是学习的唯一饮食要求,如高脂肪饮食会导致对学习至关重要的 NMDA 谷氨酸受体脱敏[20]。充分了解膳食成分和学习之间的关系的努力被神经科学家视为一个严峻的挑战,因为营养干预虽可以有效地改善教育效果,但却深受个体差异的制约。提供充足营养的学校早餐将会提升儿童的营养状况,从而提高学校的出勤率和学生学术成绩,特别是提高算术和数学成绩[13]。无独有偶,在中国农村小学为儿童提供多种维生素的补充项目研究中,也观察到了类似的结果[21]。

人脑的营养需求取决于身体几个功能系统的能量需求:大脑占身体质量的 2%,却消耗身体能量的 20%左右[22]。特别是,在整个生命周期中,神经发育的特点表现出营养需求的复杂性。这些复杂的需求取决于参与食物消化和吸收营养物质的生理系统间的相互依存和整合。这些系统还受到由大脑与肠道及其微生物群的互动和血脑屏障的调节[22]。最佳的大脑发育取决于在特定时间充分供应不同的营养物质。虽然几乎所有营养素都与大脑发育有关,但蛋白质、碳水化合物、不饱和脂肪、铁、铜、锌、碘、叶酸和维生素 A、B6 和 B12 等,对个体发育的早期阶段就开始产生重要影响[22]。在发展的关键期或敏感期,它们的存在或缺失可能会影响神经发育。在少数情况下,缺乏或缺失关键的营养物质(如缺铁),有可能会影响的个体大脑认知功能的正常发育[23]。虽然营养需求在大脑功能组织化程度较高的时期更为关键,但大脑功能并非都是在同一时间组织化的:至少在生命的前 20 年,不同的神经网络是在不同时间组织化的。例如,到了个体生命周期的第 2 年,作为主要能量来源的葡萄糖消耗量,已经约与成年人的消耗相当,但这并不意味着大脑的发育已经完成[24]。除了葡萄糖,还有其他一些重要的脑细胞功能所必需的营养物质,如突触的形成和修剪,丰富的营养将使得这些功能在生命最初的头 3 年得以顺利构建[24]。与此同时,在成年人的大脑中,供给大脑功能成熟和发展的葡萄糖消耗量约占人脑总代谢量的 10%;在儿童时期,这一比率远可以达到约 30%的峰值[24][25]。因此,由于大脑发育是一个终生的过程,充足的营养对于从受孕到成年后期都至关重要。关于营养支持学生大脑发育的生理知识,也是基础教育教师不可或缺的脑科学素养之一。

4. 小结

睡眠是缓解压力以及编码和巩固学习记忆的一个关键因素;适当的锻炼和良好的营养供给,对青少年大脑发育和身心健康都起着重要作用。理解并避免与睡眠、营养和健康关联的神经神话所带来的错误教育理念,是基础教育教师所应该具备的脑科学素养。基于教育神经科学的视野,正确获得与生理和营养素养关联的脑科学知识,才能够符合以脑科学知识与研究为基础的教育新时代的要求。

基金项目

本研究受云南省教育厅科学研究基金教师项目支持(项目编号:2021J0867)。

参考文献

[1] 塞尔吉奥·德拉·萨拉, 迈克·安德森. 教育神经科学的是与非[M]. 周加仙, 陈菊咏, 译. 上海: 上海教育出版社,

- 2020.
- [2] Hosker, D.K., Elkins, R.M. and Potter, M.P. (2019) Promoting Mental Health and Wellness in Youth through Physical Activity, Nutrition, and Sleep. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, **28**, 171-193. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2018.11.010>
 - [3] Peuhkuri, K., Sihvola, N. and Korpela, R. (2012) Diet Promotes Sleep Duration and Quality. *Nutrition Research*, **32**, 309-319. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2012.03.009>
 - [4] Dekker, S., Lee, N.C., Howard-Jones, P. and Jolles, J. (2012) Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Frontiers in Psychology*, **3**, Article 429. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429>
 - [5] Pasquinelli, E. (2012) Neuromyths: Why Do They Exist and Persist? *Mind, Brain, and Education*, **6**, 89-96. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2012.01141.x>
 - [6] OECD (2002) Understanding the Brain: Towards a New Learning Science. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264174986-en>
 - [7] Krammer, G., Vogel, S.E. and Grabner, R.H. (2021) Believing in Neuromyths Makes Neither a Bad Nor Good Student-Teacher: The Relationship between Neuromyths and Academic Achievement in Teacher Education. *Mind, Brain, and Education*, **15**, 54-60. <https://doi.org/10.1111/mbe.12266>
 - [8] Grospietsch, F. and Mayer, J. (2020) Misconceptions about Neuroscience-Prevalence and Persistence of Neuromyths in Education. *Neuroforum*, **26**, 63-71. <https://doi.org/10.1515/nf-2020-0006>
 - [9] Gais, S. and Born, J. (2004) Declarative Memory Consolidation: Mechanisms Acting during Human Sleep. *Learning & Memory*, **11**, 679-685. <https://doi.org/10.1101/lm.80504>
 - [10] Arzi, A., Shedlesky, L., Ben-Shaul, M., et al. (2012) Humans Can Learn New Information during Sleep. *Nature Neuroscience*, **15**, 1460-1465. <https://doi.org/10.1038/nn.3193>
 - [11] Howard-Jones, P.A. (2014) Neuroscience and Education: Myths and Messages. *Nature Reviews Neuroscience*, **15**, 817-824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
 - [12] Heatherley, S.V., Hancock, K.M.F. and Rogers, P.J. (2006) Psychostimulant and Other Effects of Caffeine in 9- to 11-Year-Old Children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **47**, 135-142. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2005.01457.x>
 - [13] Jones, P.H. (2009) Introducing Neuroeducational Research: Neuroscience, Education and the Brain from Contexts to Practice. Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9780203867303>
 - [14] Blais, M., Amarantini, D., Albaret, J.-M., Chaix, Y. and Tallet, J. (2018) Atypical Inter-Hemispheric Communication Correlates with Altered Motor Inhibition during Learning of a New Bimanual Coordination Pattern in Developmental Coordination Disorder. *Developmental Science*, **21**, e12563. <https://doi.org/10.1111/desc.12563>
 - [15] Erath, S.A., Tu, K.M., Buckhalt, J.A. and El-Sheikh, M. (2015) Associations between Children's Intelligence and Academic Achievement: The Role of Sleep. *Journal of Sleep Research*, **24**, 510-513. <https://doi.org/10.1111/jsr.12281>
 - [16] Diekelmann, S. and Born, J. (2010) The Memory Function of Sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, **11**, 114-126. <https://doi.org/10.1038/nrn2762>
 - [17] Erickson, K.I., Voss, M.W., Prakash, R.S., et al. (2011) Exercise Training Increases Size of Hippocampus and Improves Memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**, 3017-3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
 - [18] Van der Borght, K., Kóbor-Nyakas, D.É., Klauke, K., et al. (2009) Physical Exercise Leads to Rapid Adaptations in Hippocampal Vasculature: Temporal Dynamics and Relationship to Cell Proliferation and Neurogenesis. *Hippocampus*, **19**, 928-936. <https://doi.org/10.1002/hipo.20545>
 - [19] Valkenborghs, S.R., Noetel, M., Hillman, C.H., et al. (2019) The Impact of Physical Activity on Brain Structure and Function in Youth: A Systematic Review. *Pediatrics*, **144**, e20184032. <https://doi.org/10.1542/peds.2018-4032>
 - [20] Valladolid-Acebes, I., Merino, B., Principato, A., et al. (2012) High-Fat Diets Induce Changes in Hippocampal Glutamate Metabolism and Neurotransmission. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **302**, E396-E402. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00343.2011>
 - [21] Luo, R., Shi, Y., Zhang, L., et al. (2012) Nutrition and Educational Performance in Rural China's Elementary Schools: Results of a Randomized Control Trial in Shaanxi Province. *Economic Development and Cultural Change*, **60**, 735-772. <https://doi.org/10.1086/665606>
 - [22] Woodhouse, A. and Lampert, M.A. (2012) The Relationship of Food and Academic Performance: A Preliminary Examination of the Factors of Nutritional Neuroscience, Malnutrition, and Diet Adequacy. *Christian Perspectives in Education*, **5**, Article 1.
 - [23] Lozoff, B., Corapci, F., Burden, M. J., et al. (2007) Preschool-Aged Children with Iron Deficiency Anemia Show Al-

-
- tered Affect and Behavior. *The Journal of Nutrition*, **137**, 683-689. <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.683>
- [24] Goyal, M.S., Iannotti, L.L. and Raichle, M.E. (2018) Brain Nutrition: A Life Span Approach. *Annual Review of Nutrition*, **38**, 381-399. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082117-051652>
- [25] Goyal, M.S., Hawrylycz, M., Miller, J.A., Snyder, A.Z. and Raichle, M.E. (2014) Aerobic Glycolysis in the Human Brain Is Associated with Development and Neotenus Gene Expression. *Cell Metabolism*, **19**, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.11.020>