



电流能提高大脑的学习效率吗？

Rachel Donaldson, Sicong Liu 和 Lawrence Gregory Appelbaum*

杜克大学, 医学院精神病学和行为科学系, 人类, 表现优化实验室 (美国, 北卡罗来纳州, 达勒姆)

少年审稿人



DILWORTH
MIDDLE
SCHOOL

年龄: 12-14

当你在篮球比赛中投篮没进, 或者手绘的画作和心中想象的不太一样时, 是不是会觉得有点沮丧? 想象一下, 如果有一种方法能让我们学得更快, 让大脑和手更默契地配合, 那该多好! 就像外科医生的培训一样。在他们真正熟练掌握手术技巧之前, 需要通过一种特殊的装置——模拟器来练习。这种模拟器让人感觉就像在做真实手术, 但又不会对病人造成风险。你知道吗? 我们的大脑其实是通过电流和身体沟通的。基于这个原理, 科学家们测试了一种想法: 在人们使用模拟器练习时, 给他们的大脑通一点电, 看看这是否能帮助他们更快地掌握技能。结果发现, 这个方法真的有效! 这表明, 适量的电流可以帮助大脑更快地学习新技能, 尤其是那些需要手眼协调的技能。

外科手术如何帮助我们理解技能学习?

医生是我们健康的守护者, 他们在我们的身体遇到问题时伸出援手。有时候, 我们需要进行体检, 以确保身体没有出现问题。在其他时候, 如果身体某部分受伤或损坏, 我们可能需要医生的帮助进行修复。手术是医生治疗病患的一种重要方法。在很多手术过程中, 医生会在病人的身体上做一个切口, 以便修复藏在皮肤下面的某个部位。手术的种类繁多, 每种手术的方法也各有不同。有些手术需要在皮肤上做一个较大的开口, 而有些则只需要一个非常小的切口。在某些手术中, 医生会通过

腹腔镜手术 (Laparoscopic surgery)

种通过皮肤小切口将微型摄像头和器械插入患者体内的手术。

图 1

(A) 腹腔镜手术。屏幕呈现的就是摄像头在体内拍摄到的画面。(B) 医生用于练习腹腔镜手术钉转移 (PEG 转移) 任务的模拟器。(C) 不同视角下的 PEG 转移训练。

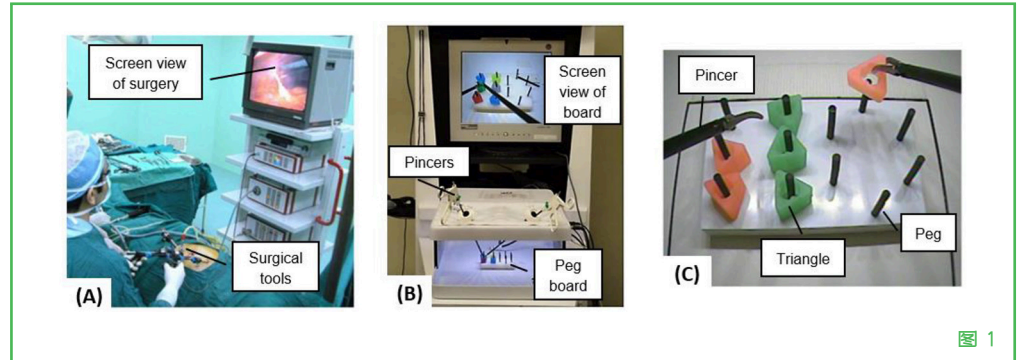


图 1

眼手协调 (Eye-hand coordination)

种能够实现视觉指引和手部动作同步的能力。

模拟器 (Simulator)

让人们以逼真的方式练习复杂活动的设备,如手术、开车或开飞机。

如果你曾经尝试过穿针引线或画一幅肖像画,你可能已经体会到了让双手完全按照大脑的意愿行动有多么困难。外科手术也面临着类似的挑战,因为医生需要精确地协调眼睛和手的动作,这被称为**眼手协调**。手术之所以难以掌握,还因为即使是微小的失误也可能给病人带来严重的问题。正因为这样,医生在为真正的病人进行手术之前,必须经过充分的练习。这就像你刚开始学习骑自行车时,为了避免摔倒受伤,可能会使用训练轮。由于外科手术所需的一些技能与我们日常生活中使用的技能相似,研究这些技能的学习过程,可以帮助我们更好地理解人类是如何学习和掌握新事物的。

医生是如何训练的?

就像你通过练习来提高篮球或绘画技能一样,医生也需要花费大量时间在**模拟器**上训练,以提高他们的手术技巧。手术模拟器是一种特殊的机器,它让医生在模拟环境下身临其境地练习手术,但实际上并不涉及真实的人体。外科医生在模拟器上练习的一个具体例子是手术钉转移 (PEG 转移,可以参见图 1B 和 C)。在这项训练中,医生的任务是使用一把钳子,将六个小三角形从一个钉子移动到另一个钉子上。这项任务可以让医生使用与真实手术中类似的工具,练习快速准确地转移物体。

当医生完成一项富有挑战性的测试时,他们就能知道自己的练习是否已经足够。这项测试包括要求医生完成他们所练习的操作,比如 PEG 转移任务,或者其他技能练习,如打结或切割形状。要想顺利通过这个测试,医生必须操作迅速并且准确无误。这样的测试非常关键,因为研究显示,那些在测试中表现更出色的医生在实际手术中也能做得更好,能为患者提供更高质量的医疗服务 [1]。

神经元 (Neuron)

种携带电脉冲的特殊细胞；一种神经细胞。

初级运动皮层 (Primary motor cortex)

大脑中与肌肉有直接关联、支配躯体运动的主要区域，亦称“M1”。

图 2

(A) 图中所示是一台带有海绵的 tDCS 设备。微弱电流从负极海绵流向正极海绵，经过大脑。(B) 头部图像，朝向方框左下角，显示颅骨内的大脑，颅骨外侧的正极海绵 (红色) 和负极海绵 (蓝色)，覆盖着 M1。

经颅直流电刺激 (tDCS) (Transcranial direct current stimulation (tDCS))

用电流刺激大脑，帮助神经元与彼此更好地沟通。

¹ 警告：请勿在家中尝试！tDCS 始终是在实验室的严密条件下进行的，以确保电流不会对人体造成伤害。

电流能帮助我们更快地学习新技能吗？

你可能知道，电视机和电灯都需要有电才能运行，但你可能没想到，我们的身体里其实也有电！我们的大脑由很多叫做神经元的微小细胞构成。神经元和我们身体的大多数其他部分不同，它们可以通过电来相互沟通。神经元帮助我们完成各种事情，比如说话、呼吸和看东西。在我们的大脑中，有一组特殊的神经元来支配躯体运动，被称为初级运动皮层，简称 M1。如果没有 M1，我们就无法动手做三明治，也无法跑动双腿。医生在手术中也依赖 M1，因为他们需要精确地控制双手来进行手术操作。

由于 M1 依靠电流支配躯体运动，因此用电流刺激 M1 可以帮助我们更快的学习有关运动的新技能。据此，科学家们找到了一种叫做经颅直流电刺激 (tDCS) (图 2A) 的方法。“经颅”的意思就是“经过头颅”，指的是让电流经过头颅刺激大脑。

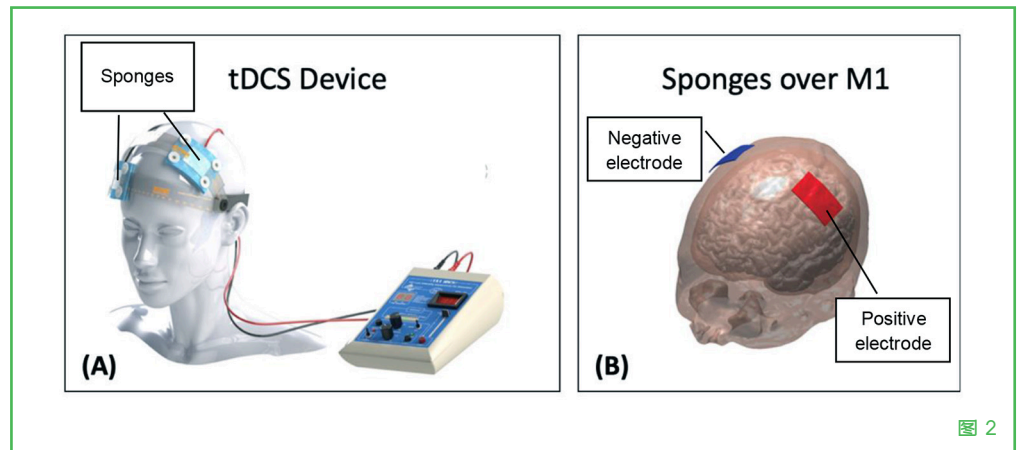


图 2

tDCS 的工作原理是通过放置在头部的湿润海绵向大脑输入微量电流 [2]。为了引导电流，需要两块海绵。电流会从负极海绵流出，经过大脑，流向正极海绵。tDCS 疼痛感不强，通常只会感觉到轻微的刺痛感。虽然 tDCS 使用的电流非常微弱，但其中一些电流能够到达大脑中的神经元，帮助它们更好地相互沟通。通过促进神经元之间的交流，tDCS 能够帮助大脑更有效地学习新技能。¹

tDCS 能帮助我们更好更快地学习吗？

因此，你可能会好奇，tDCS 是否能帮助你更好地进行双手协调的活动，比如玩电子游戏或弹钢琴。以前的研究显示，tDCS 能加快人们学习单手完成任务的速度 [3]。但我们想要测试的是，tDCS 是否也能帮助人们更快地学习使用双手的技能。我们的实验是这样进行的：当人们在手术模拟器上练习转移手术钉的任务时，我们给他们的大脑通电。在练习过程中，我们测量了他们移动三角形的速度和犯错的次数。在实验中，每个参与者的 M1 区域（大脑的一部分）上都戴着电流海绵，如图 2B

所示。其中一组人在练习时接受了很低强度的电流，弱到他们几乎感觉不到。而另一组则进行了所谓的“假刺激”——也就是关闭了电源进行练习。“假刺激”的意思是虽然参与者以为他们接受了电刺激，但实际上电源是关闭的。由于人们无法辨别电流是否真的通着，这种设置可以帮助我们了解在没有电流帮助的情况下人们的学习速度，为我们提供了一个基准，以判断电刺激是否真的有助于学习。通过这样的对比，我们能更准确地评估 tDCS 对于提高双手协调任务学习速度的效果。

我们的实验结果发现，那些在练习时大脑 M1 区域被通电的组别，比接受假刺激的组别学习得更快，得分也更高（如图 3 所示）。这意味着，与那些没有接受电刺激的人相比，接受电刺激的人在完成任务上更为熟练，而且速度更快。

图 3

在这项研究中，我们可以清楚地看到电刺激对学习的积极影响。图表中的绿线代表接受电刺激的 M1 组，而黑线则代表未接受电刺激的假刺激组。你会注意到，绿线的上升幅度更大，上升速度也更快，这表明电确实能帮助人们更好地学习。图表中每个数据点上的细竖线，我们称之为“误差条”。这些误差条展示了数据中的一些不可避免的不确定性。“*”表示 M1 组和假刺激组之间存在显著的数据差异。

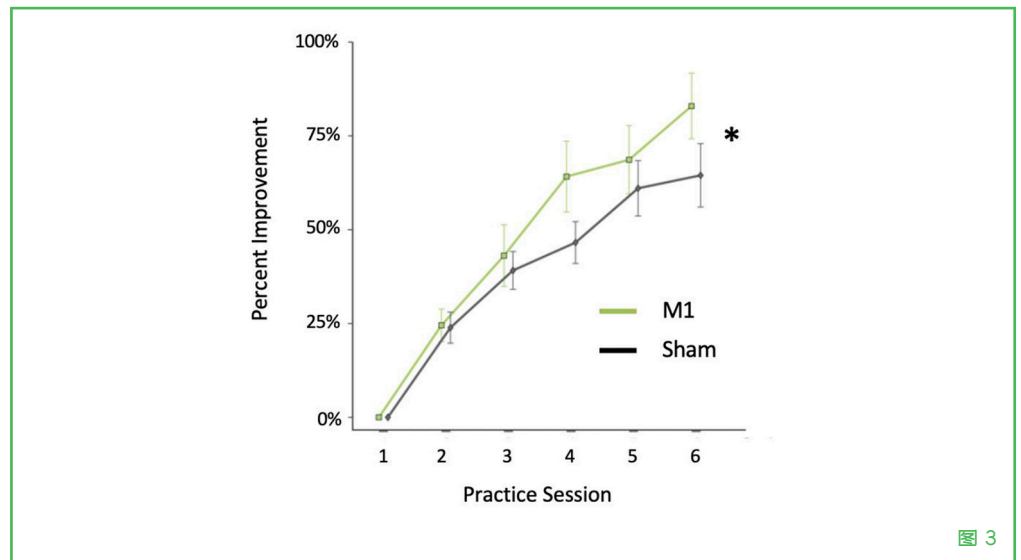


图 3

本研究的意义

本研究结果表明，用电流刺激大脑可以帮人们更快地掌握手眼协调技能。这一发现能够辅助想要成为外科医生的人进行训练，也可以帮助我们学习其他技能。良好地手眼协调能力在体育、音乐或电子游戏中都是非常重要地，所以用电流刺激大脑或许也能帮助我们更快地掌握与这些活动相关的技能。tDCS 技术或许也有助于其他类型的学习，如提高解决问题的能力或记忆力，但需要进一步研究来确定这是否属实。所以，希望你能继续关注我们的研究，看看用微弱电流刺激大脑还能帮助我们更快地学习哪些技能！

研究资金支持

本文得到了美国陆军研究办公室提供的资金支持（编号 W911NF-15-1-0390）。

致谢

本文作者感谢 Moxy 和 Layla Appelbaum 对本文草稿提供的反馈意见。

原文

Cox, M. L., Deng, Z.-D., Palmer, H., Beynel, L., Watts, A., Young, J. R., et al. 2020. Utilizing transcranial direct current stimulation to enhance laparoscopic technical skills training: a randomized controlled trial. *Brain Stimulat.* 13:863–72. doi: 10.1016/j.brs.2020.03.009

参考文献

1. McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Cohen, E. R., Barsuk, J. H., and Wayne, D. B. 2011. Medical education featuring mastery learning with deliberate practice can lead to better health for individuals and populations. *Acad. Med.* 86:e8–9, doi: 10.1097/ACM.0b013e3182308d37(2011)
2. Berg, M., Morrow, A., and Hout, M. 2019. Wake up, brain!: using electricity to think and feel differently. *Front. Young Minds.* 7:62. doi: 10.3389/frym.2019.00062
3. Reis, J., Schambra, H. M., Cohen, L. G., Buch, E. R., Fritsch, B., Zarahn, E., et al. 2009. Noninvasive cortical stimulation enhances motor skill acquisition over multiple days through an effect on consolidation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106:1590e5. doi: 10.1073/pnas.0805413106

线上发布: 2024 年 2 月 08 日

编辑: Mubarak H. Syed

科学导师: Taissa Lytchenko

引用: Donaldson R, Liu S 和 Appelbaum LG (2024) 电流能提高大脑的学习效率吗? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2022.767519-zh

英文原文: Donaldson R, Liu S and Appelbaum LG (2022) Can Electricity Help Our Brains Learn Faster? *Front. Young Minds* 10:767519. doi: 10.3389/frym.2022.767519

利益冲突声明: 作者声明, 该研究是在没有任何可能被解释为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

版权 © 2022 © 2024 Donaldson, Liu 和 Appelbaum. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例, 在注明原作者和版权所有, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款, 则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人



DILWORTH MIDDLE SCHOOL, 年龄: 12 - 14

本文由 Ellis 女士和她八年级科学班的学生们审阅, 他们来自内华达州斯帕克斯的 Dilworth 中学。同学们对电流如何帮助我们更快地学习这一话题表现出了极大的兴趣。班级里进行了一次投票, 以探讨如果存在这样的永久设备, 他们是否愿意尝试: 结果显示 11 票赞成, 6 票反对。同学们都认为, 这项技术非常酷, 绝对值得尝试!

作者



RACHEL DONALDSON

Rachel Donaldson 是杜克大学 2020 年的毕业生, 她主修神经科学, 并以优异的成绩毕业。她还担任了神经科学专业联盟的副主席。



SICONG LIU

Sicong Liu 博士是宾夕法尼亚大学安南堡传播学院的研究助理。他获得了佛罗里达州立大学的运动和锻炼心理学博士学位, 以及测量与统计学的硕士学位。



LAWRENCE GREGORY APPELBAUM

Lawrence Gregory Appelbaum 博士是加州大学圣地亚哥分校的教授, 领导 OptiLab 实验室。该实验室致力于认知神经科学领域的研究, 专注于测试加速学习和提高表现的方法。*lg.appelbaum@gmail.com