神经科学
线上发布: 2025 年 6 月 20 日
doi: 10.3389/frym.2020.00050-zh

空间思维与数学能力

Katie A. Gilligan *

萨里大学讲师/高级讲师（英国, 吉尔福德）

少年审稿人

GONI

年龄: 11

空间思维让你了解物体的位置和尺寸，以及不同物体之间的联系。它还可以让你在脑海中想象和操作物体和形状。新的研究表明空间思维不仅对日常任务非常重要，而且对数学学习也至关重要。擅长空间任务的儿童和青少年也擅长数学问题。我们还知道，大脑中用于空间思维的部分在我们做数学运算时也会被激活。好消息是，许多研究表明可以通过"训练"来提高空间思维能力。这意味着练习空间游戏和做空间活动可以提高你的空间表现。在这篇文章中，我们讨论了如何提高空间思维能力，并研究了空间训练可以提高数学能力的证据。

引言

你怎么知道如何整理物品，比如打包行李箱或把书放进书包里？你怎么知道把鞋子穿在正确的脚上，正确地扣上衬衫扣子？你怎么在购物中心里找到路？如果你在错误的车站下车，你又怎么知道该怎么做？这些任务都依赖于空间能力。人们每天上百次地依赖于他们的空间思维能力而不自知。甚至在日常活动之外，大多数人，包括老师，都没有意识到空间思维可以影响在学校的表现，尤其是数学课。那么，什么是空间思维？有没有可能成为一个熟练的空间思维者？

空间能力 (Spatial Thinking)
大脑处理不同物体的位置和形状的过程。

数学 (Mathematics)
与数字和数量相关的问题。

空间思维: 我们如何衡量它?

我们用空间思维来理解物体的位置和尺寸 (如长度和大小), 以及不同的物体是如何相互关联的。重要的是要理解空间思维不仅仅是一种技能, 而是一系列不同的技能。下面将介绍一些最重要的空间技能, 以及科学家用来测量它们的测试。

心理旋转

心理旋转允许我们在头脑中转动 (操纵) 图像。闭上眼睛想象一个物体, 比如一辆车。现在, 你能想象把车倒过来会是什么样子吗? 要做到这一点, 你必须使用心理旋转。在图 1 中, 可以看到一个心理旋转测试。你能在下面的图片中选出和上面的图片一样的图片吗? 要想弄清楚这一点, 你必须在头脑中将牛进行旋转。然后你就会发现左边的牛和上面的牛是一样的。不管你把右边的牛旋转多少次, 它总是朝着错误的方向。完成这个测试需要心理旋转, 你不仅可以在头脑中旋转物体, 还可以想象一个物体被折成两半、折叠或弯曲时会是什么样子。

图 1
心理旋转任务。

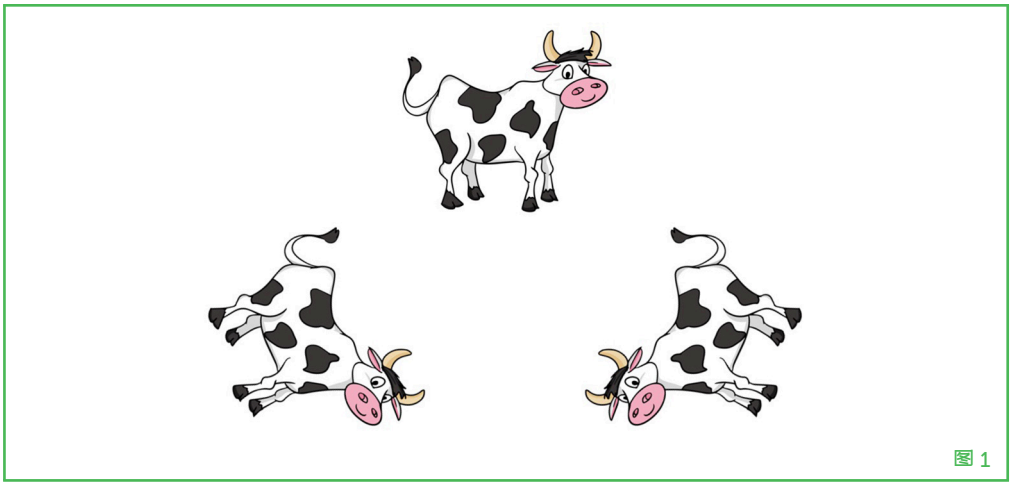


图 1

去隐蔽能力

去隐蔽能力是一种空间技能, 需要将一个物体或图片从更复杂的背景中分离出来。这使我们能够理解复杂的结构是如何由不同的部分组成的。图 2 显示了一个非常简单的例子。你能在复杂的图像中找到橙色的形状吗?

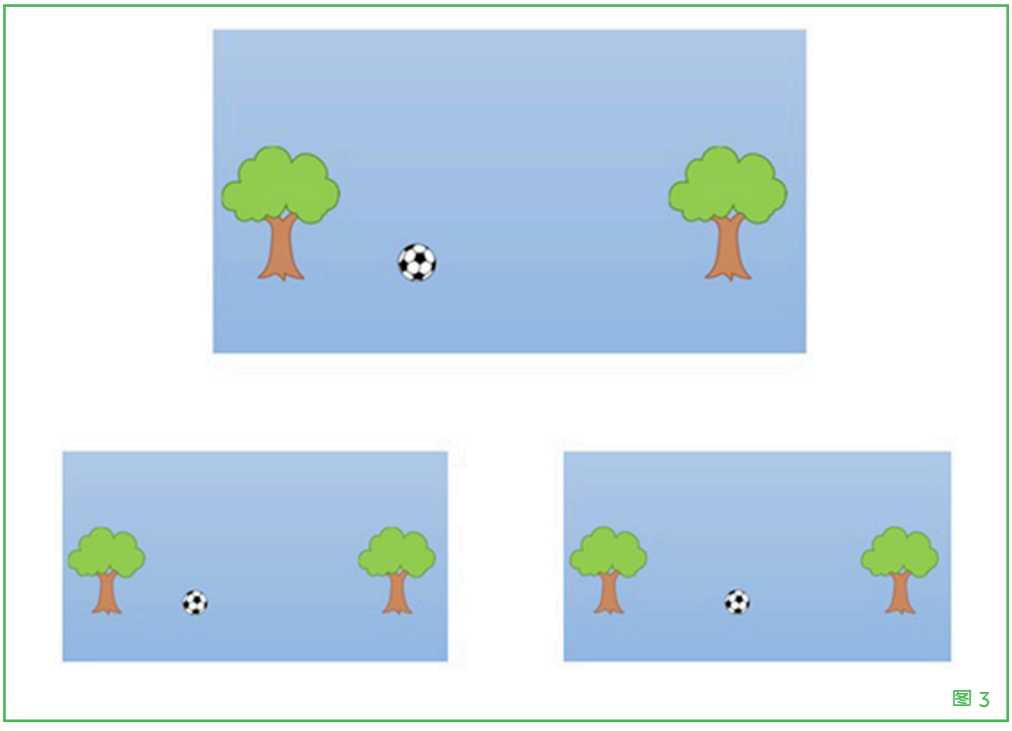
空间缩放

空间缩放是在不同大小的表征之间转换信息的能力。例如, 空间缩放需要能够理解你在手机地图上看到的公园图片代表的是你所站的公园。另一个例子是使用带有图片的说明书来组装像衣柜一样的家具。要组装衣柜, 你必须能够理解说明书中衣柜门的图片表示需要组装的实际大小的门。在图 3 的每张图中, 都有一个位于两棵树之间的球。下面的哪张图片和上面的图片一样? 你会注意到下面的两张图片和上面的图片尺

图 2
脱嵌任务。

寸不一样。这意味着在比较它们时必须使用空间缩放 (正确的答案是左边)。

图 3
空间缩放任务。



导航能力

导航能力对于我们在周围的环境中移动并将我们带到要去的地方是至关重要的。要正确地导航, 你必须能够理解建筑物之间的关系, 使用地标, 从不同的角度想象街道或建筑物的样子, 学习路线, 并建立对环境布局的理解。

空间思维很重要

除了在日常生活中显而易见的重要性之外，事实证明，空间思维对于在学校的表现也很重要，尤其是数学课。擅长空间思维任务的人在数学测试中也能获得高分。不同年龄的人都会表现出良好的空间思维能力和数学能力之间的联系。例如，研究表明，擅长搭积木的婴儿在数数和数字测试方面做得更好 [1]。对于小学生来说，许多研究者已经表明不同类型的空间思维对于不同的数学任务是相当重要的 [2]。擅长空间缩放的儿童也擅长在数轴上定位数字，擅长心理旋转的儿童更擅长做缺少数字的计算任务，比如 3 + ☒ = 5。对于成年人来说，拥有良好的空间技能对于某些工作来说是非常重要的。例如，工程师需要空间技能来可视化桥梁或建筑物的结构，地质学家需要空间技能来浏览风景，医生需要空间技能来确保注射在正确的位置并正确地看 x 射线，生物学家需要空间技能来了解食物如何通过消化系统的不同部分。研究表明，那些在青少年时期就拥有良好空间技能的人在成年后更有可能从事科学、技术、工程和数学方面的工作。

不擅长空间任务的话，怎么办呢？

如果你不擅长空间任务，也不用担心。空间思维是一种认知技能，可以通过训练来提高。许多研究试图通过不同类型的认知训练来提高空间能力。虽然''训练''这个词经常与体育锻炼联系在一起，但是当认知 (大脑) 科学家使用''训练''这个词时，他们通常指的是练习。''空间训练''通常包括练习纸和笔的空间任务，在电脑上完成空间游戏，或者做一些空间活动，比如用积木搭房子。许多研究表明空间思维可以通过练习来提高 [3]。

认知训练 (Cognitive Training)

练习特定的思考技能，使它们得到提升。

更好的消息来自一项新研究，该研究表明：如果你提高了空间思维能力，数学测试的成绩也会提高。当一种技能的训练导致另一种技能的提高时，这被称为迁移。对其他思维方式的研究表明，大脑训练很难迁移到未经训练的技能。你可以阅读其他类型的大脑训练及其效果 [7]。因此，空间思维训练非常不寻常也非常重要，有证据表明空间思维训练确实能迁移到其他技能上，例如数学。

我最近完成的一项研究表明，儿童在观看了有关空间思维的短片后，在数学测试中获得了更高的分数 [4]。其他研究人员也表明，使用七巧板和其他空间游戏可以提高数学技能 [5]。不幸的是，学校通常不教空间思维。然而，有很多方法可以很容易地将它引入到你的家庭和学校生活中。学习新知识时使用更多的图表，当你向朋友或兄弟姐妹解释困难的想法时，使用更多的空间语言 (包括上面、周围、穿过、平行、对称等) 和手势，练习用积木、乐高或拼图搭东西，整理家具，甚至包装礼物。像《我的世界》(Minecraft) 这样的电脑游戏 (玩家必须使用 3-D 积木来搭建房屋和城市建筑) 或需要玩家在迷宫或陌生空间中导航的游戏，也可能提高空间思维能力。

空间思维与数学能力

作为研究人员，我们仍在试图回答的一个问题是：为什么空间和数学技能相关联。换句话说，为什么擅长空间思维的人也擅长数学？一种可能性是，我们用于空间任务的大脑的相同部分也用于数学。当我们进行特定类型的活动时，一种观察大脑哪些部分被激活的方法是功能性磁共振成像 (fMRI)。这项技术使用一个扫描仪来显示大脑的哪些部分在不同的时间是活跃的。例如，当我们进行数学活动时，它可以用来判断大脑的哪个部分变得活跃。研究表明一些空间和数学技能都依赖于大脑的一个部分——顶叶 [6]。这意味着练习空间思维的训练项目可能会加强大脑这部分神经元 (脑细胞) 之间的联系。这对空间思维和数学都有帮助。

结论

下次当你装行李箱或者看手机上的地图时，记住你的空间能力是多么宝贵。也许空间思维能力比阅读和计算能力对我们日常生活的影响更大。此外，正如这篇文章所述，抓住更多的机会来练习我们的空间思维也可能提高我们的数学技能。让我们创造机会来发展我们的空间思维吧！

利益冲突声明

作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

作者贡献

本文由 Katie A. Gilligan 撰写，由 Stephan Vogel 编辑。

致谢

我们要由衷感谢那些帮助翻译本合辑文章的人，使非英语国家的孩子们能够阅读这些文章。同时，我们感谢雅各布斯基金会提供必要的资金来进行翻译。对于这篇文章，我们特别感谢 Nienke van Atteveldt 和 Sabine Peters 对荷兰语翻译的贡献。

感谢脑与心智毕生发展研究中心、发展人口神经科学研究中心对本文中文翻译的贡献。感谢刘斯漫对本文中文翻译的贡献，感谢范雪如对本文中文编辑的贡献；感谢左西年、王泉对本文中文审校的贡献。

原文

Gilligan, K. A., Hodgkiss, A., Thomas, M. S., and Farran, E. K. 2019. The developmental relations between spatial cognition

and mathematics in primary school children. *Dev. Sci.* 22:e12786. doi: 10.1111/desc.12786

参考文献

1. Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Filipowicz, A. T., and Chang, A. 2014. Deconstructing building blocks: preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. *Child Dev.* 85:1062–76. doi: 10.1111/cdev.12165
2. Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y.-L., Young, C., Hambrick, D. Z., Ping, R., et al. 2016. Separate but correlated: the latent structure of space and mathematics across development. *J. Exp. Psychol. Gen.* 145:1206–27. doi: 10.1037/xge0000182
3. Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., et al. 2013. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychol. Bull.* 139:352–402. doi: 10.1037/a0028446
4. Gilligan, K. A., Thomas, M. S. C., and Farran, E. K. 2019. First demonstration of effective spatial training for near-transfer to spatial performance and far-transfer to a range of mathematics skills at 8 years. *Dev. Sci.* e12909. doi: 10.1111/desc.12909
5. Cheng, Y. L., and Mix, K. S. 2014. Spatial training improves children's mathematics ability. *J. Cogn. Dev.* 15:2-11. doi: 10.1080/15248372.2012.725186
6. Hawes, Z., Moriah Sokolowski, H., Ononye, C. B., and Ansari, D. 2019. Neural underpinnings of numerical and spatial cognition: An fMRI meta-analysis of brain regions associated with symbolic number, arithmetic, and mental rotation. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 103:316–33. doi: 10.1016/j.neubiorev.2019.05.007
7. Goffin, C., and Ansari, D. 2018. Can brain training train your brain? Using the scientific method to get the answer. *Front. Young Minds* 6:26. doi: 10.3389/frym.2018.00026

线上发布: 2025 年 6 月 20 日

编辑: Stephan E. Vogel

科学导师: Elizabeth Johnson

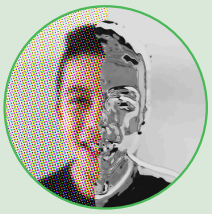
引用: Gilligan KA (2025) 空间思维与数学能力. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2020.00050-zh

英文原文: Gilligan KA (2020) Make Space: The Importance of Spatial Thinking for Learning Mathematics. Front. Young Minds 8:50. doi: 10.3389/frym.2020.00050

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 © 2020 © 2025 Gilligan. 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者，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



GONI, 年龄: 11
我喜欢阅读、电子游戏和运动。我踢足球、打篮球、击剑, 还喜欢越野跑。我最喜欢的食物是越南河粉或寿司。我喜欢历史、地理和动物研究。我会弹钢琴, 会说希伯来语和英语, 并且正在学习中文。我刚从以色列待了一年回到美国。

作者

KATIE A. GILLIGAN
我的研究探讨儿童如何学习数学, 特别是空间思维在数学成就中的作用。我感兴趣的是开发不同类型的训练, 以提高儿童在课堂上的数学技能, 例如: 玩使用形状和空间思维的电脑游戏、观看教授空间策略的视频、以及使用积木和乐高等操作性教具进行学习。
邮箱: *k.gilligan@surrey.ac.u