

当你的耳朵掌握了分辨技能

Angela M. AuBuchon^{1*} 和 Ryan W. McCreery²

¹博艾斯国立研究医院, 工作记忆与语言实验室 (美国, 内布拉斯加州, 奥马哈)

²博艾斯国立研究医院, 听力、知觉与认知实验室 (美国, 内布拉斯加州, 奥马哈)

少年审稿人



IAGO

年龄: 13



ROADRUNNERS
& COBRAS

年龄: 10-11

听觉系统 (Auditory system)

负责听觉的身体系统, 包括类似机器的结构和神经元, 将声音信息从耳朵传递到大脑。

重要的声音有助于学习。然而, 要将重要的声音与噪音区分开来可能是一件很困难的事。大脑的不同部位会受到不同类型噪音的影响, 这会给学习带来困难。随着大脑的不断发育, 我们能够更好地将重要的声音与噪音分离。不过, 也有一些技巧可以帮助儿童和成人在噪音中聆听和学习。

我们通常希望孩子们能在吵闹的教室中学习, 椅子在地板上摩擦, 割草机在外面割草, 其他学生在隔壁桌说话。事实上, 我们最近测量了 157 个教室的声音; 即使教室里没有学生, 也有 137 个教室的噪音足以干扰听力 [1]! 声音从耳朵传到大脑的距离看似很短, 但是噪音还是会通过多种形式干扰我们学习。尤其令人沮丧的是, 有时噪音对成年人的干扰不如对儿童大, 原因是因为儿童的听觉系统仍在成长和变化中 (图 1)。此外, 成年人具有处理噪音的能力。在本文中, 我们将讨论那些似乎不重要的声音如何使我们难以理解其他所见之物。然后, 我们会介绍在噪音中聆听和学习的技巧。

噪音的分类

不同的噪音以不同的方式影响我们的听觉系统。我们将重点关注三种类型的噪音。首先是随时间变化的噪音, 这可能是你两位同学交谈时

图 1

在这里, 我们可以看到听觉系统中类似机器的结构和神经元。图中标出了与听觉和忽略噪音最相关的部分。耳廓将声音引入耳道, 它最擅长收集我们前方的声音, 所以为了听清, 我们应该看向重要的声音。耳蜗将声音转化为电信号, 然后通过听觉神经传递到脑干。接着, 电信号通过丘脑到达大脑颞叶的听觉皮层。

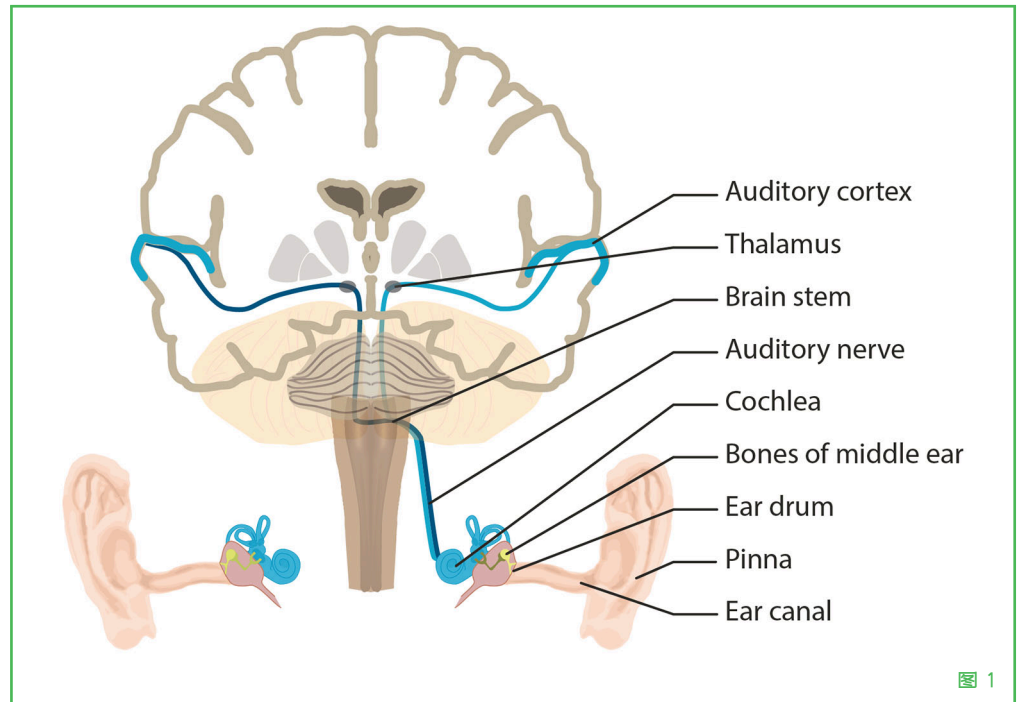


图 1

的噪音, 也可以是在学习时听的爵士乐。当噪音变化时, 有时音调很高, 就像小号一样; 有时音调很低, 犹如大号一般。有时噪音很大, 有时噪音很小。我们用分贝 (dB) 来衡量声音的响度, 轻微的声音 (如树叶沙沙声) 约为 20dB, 而像飞机引擎这样响亮的声音则超过 100dB。第二种是稳定的噪音, 这种声音听起来都基本相同, 包括计算机的嗡嗡声, 割草机的轰鸣声, 以及食堂里大家同时说话的叽喳声。第三种类型的噪音是突然而短暂的, 通常会让人感到惊讶。这些噪音可能像摔门声一样响亮, 但并不一定非常大声, 只是比周围的声音大。如果房间里其他地方都很安静, 手机发出的轻微嗡嗡声就属于这一类。

耳廓

(Pinna (plural: pinnae))

听觉系统中连接到头部外侧的部分, 人们通常称之为耳朵, 而科学家将从耳廓到耳蜗的所有部分称为耳朵。

耳蜗

(Cochlea (plural: cochleae))

螺旋状结构, 将声波转化为神经信号, 通过听觉神经离开耳蜗, 听觉神经是绕过脊髓的 12 条特殊颅神经之一。

分离声音和噪音

当一个地方有许多声音, 这些声音再传到我们耳朵时就会混合在一起。你的“耳朵”不仅仅是你头部两侧弯曲的声波捕捉器, 也就是耳廓, 还包括了通往鼓膜的耳道、鼓膜、鼓膜另一侧非常小的骨头, 以及一个叫做耳蜗的结构。耳蜗将声波转化为听觉系统神经元可以理解的电信号, 耳蜗处的声音也是混合的。想象一下, 你的耳蜗就像一个池塘, 进入耳蜗的声音就像石块被扔进池塘后留下的涟漪。如果食堂里的每个学生都往池塘里扔石头, 那么池塘里就会到处都是涟漪, 最终, 这些涟漪会互相碰撞, 混在一起后, 就很难分辨出哪些涟漪来自哪些学生。这就是嘈杂的环境下难以学习的第一个原因: 两种声音不太适合同时出现在同一个地方, 相反, 两种声音会混合成一种混乱、令人困惑的声音。所有这三种噪音都会与重要的声音混合, 但稳定的噪音与其他声音混合得最多。与突然的噪音不同, 稳定的噪音会持续很长时间; 与变化的噪音不同, 稳定的噪音永远不会变小。当变化的噪音变得安静时, 哪怕只是一

瞬间，重要的声音也会独占耳蜗。一个窍门就是利用这些安静的瞬间来“瞥见”重要的声音。我们的耳蜗在出生前就已经发育完全，因此声音在耳蜗中的混合程度对成人和儿童来说是一样的。不过，成年人更善于利用“瞥见”等技巧来听到重要的声音。这是因为随着年龄的增长，我们大脑处理声音的能力会越来越强。

为了理解周围发生的事情，我们需要将混合的声音分成单独的部分。分离声音的一个小窍门是让重要的声音变大。想象一下，学生们向一个池塘里扔了很多石子，荡起很多涟漪；现在老师扔进一块巨石，巨石的涟漪可能仍然与学生石头的涟漪混合在一起，不过巨石的波纹非常大，很容易就能分开。我们让听力正常的儿童和听力受损的儿童在背景噪音中聆听重要的句子。当句子的声音小于噪音或句子和噪音的声音相同时，两组儿童中很少有人能听懂句子。只要句子的音量比噪音大几个分贝，大多数听力正常的儿童就能将声音和噪音区分开来，并听懂句子。但是，有些儿童需要句子的声音比噪音大得多才能将它们分开（图 2）。

图 2

当说话者的声音小于噪音时，大多数孩子能听懂的内容不到一半。例如，图的底部就像是老师在说话（大多数人的说话声约为 60 分贝），旁边是割草机（70 分贝）。大多数听力正常的儿童需要说话者的声音至少和噪音一样大（右侧）。靠近图表顶端的儿童需要说话者的声音比噪音大。请注意，几乎所有有听力受损的儿童都在图表顶部附近（左侧），这说明听力受损的儿童即使使用了助听器，在噪音中听清楚也是很困难的 [6]。

习惯化 (Habituation)

当相同的听觉、视觉、嗅觉或触觉长时间出现时，反应会减弱。

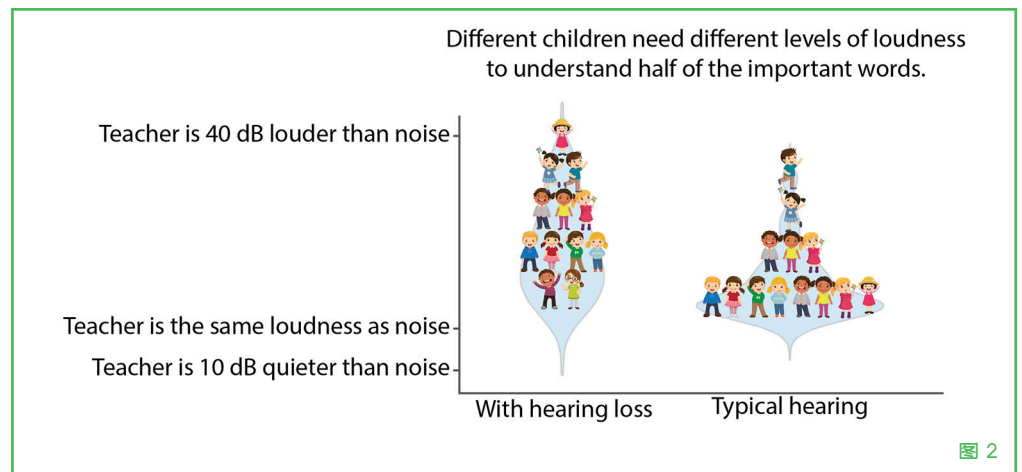


图 2

将重要的声音调大是一个很有用的技巧，有很多方法可以让你老师的声音更大，比如你可以要求老师提高声音，或者你可以靠近老师，还可以试着让噪音变小，如果外面有噪音，可以要求关上窗户。我们的大脑还有一个有用的功能，可以让不太重要的噪音听起来更小，这个功能叫做“习惯化”。习惯化是指同样的事物重复出现，我们不再对其做出反应，发生在听觉、视觉、嗅觉和触觉中。你有没有做过闻起来非常香的爆米花？等过了一段时间，你就不再注意这种味道了，然后你去了趟洗手间，回来时又闻到了爆米花的香味。这就是对气味习惯化的一个例子。爆米花的味道还在，只是你的大脑不再注意它了。同样的情况也会发生在声音上，尤其是稳定的噪音。尽管稳定的噪音实际上并没有变小，但随着时间的推移，它产生的大脑反应会变小，从而使重要的声音相比之下显得更大。不幸的是，即使是 9-11 岁的儿童也需要比成人更长的时间来习惯声音 [2]。成人即使在有噪音的情况下也能比儿童更好地理解重要词语，原因之一可能是他们对稳定噪音的习惯化能力 [3]。

丘脑 (Thalamus)

大脑深处的一个结构, 将有关听觉、视觉、味觉和触觉的信息传递给大脑的其他部分, 它可以提醒我们的大脑注意周围环境的变化。

我们还可以通过确定声音的来源来区分声音。这是因为我们有两只耳朵, 右边的声音在右耳听起来会比左耳大一点点(见文末“声音演示”), 右边的声音传到右耳的速度也会比传到左耳的速度快一点点。这种差异非常小(半毫秒), 你根本不会注意到。不过, 你的听觉系统会注意到! 声音信息离开耳蜗后, 会沿着一条叫做听觉神经的特殊神经直接到达脑干。脑干接收来自两个耳蜗的神经信号, 并能分辨出哪个耳蜗先听到声音, 哪个耳蜗听到的声音更大。当我们长大成人时, 我们的脑干已经知道声音在我们的头部传播需要多长时间(以及响度的变化)。在我们 6 岁之前, 我们的头部仍在快速发育, 这使得年幼的孩子更难找到声音。了解每种声音的来源有助于我们的听觉系统识别声音。

我们还可以通过注意一种声音而忽略其他声音来分离混合的声音。我们并不完全了解大脑是如何做到这一点的。有时, 我们似乎可以决定我们注意什么, 但有时似乎是我们的大脑替我们决定。如果你正在上课, 门突然关上了, 学生们会看向门。你的听觉系统听到了这个声音, 知道它来自哪里, 并认为这个声音可能很重要, 值得注意。有一种观点认为, 大脑深处的丘脑有助于确定信息的优先级 [4]。丘脑可以获取视觉、视觉、味觉和触觉的信息, 监控我们所处的环境, 检测听觉、视觉或触觉何时发生变化。如果声音突然出现或发生变化, 就更有可能引起我们的注意。这意味着, 即使在我们不希望的情况下, 不断变化的声音也可能引起我们的注意。

噪音使我们难以学习所看到的内容

噪音不仅会让人难以注意重要的声音, 还会让人难以注意我们看到的重要信息。在儿童九岁之前, 即使是稳定的噪音, 如空调声, 也有可能损害他们的记忆 [5]。稳定的噪音似乎不会对成年人造成太大的困扰, 这可能是因为他们已经习惯了这些噪音。然而, 当背景噪音不断变化时, 儿童和成人都很难记住单词, 尤其是当变化的噪音中也有单词时。这意味着, 如果电视开着, 你就不太可能记住读过的内容。即使是 12 岁的孩子, 在变化的声音中没有单词时也很难记住, 比如爵士乐。换句话说, 当我们年幼时, 所有的噪音都会干扰记忆, 但随着年龄的增长, 不同的噪音变得更容易被忽略。这表明, 随着年龄的增长, 我们的大脑会更好控制哪些声音如何引起我们的注意。一旦我们控制了大脑的注意力, 就能更好地在噪音中聆听和学习。

用眼睛帮助听力

一个非常重要的听力技巧就是注视重要的声音的来源。注视某样东西有助于我们关注它, 这将帮助我们噪音中分辨出重要的声音。我们还可以利用某人嘴唇的形状来猜测他们所说的声音。请你的朋友在不发出声音的情况下说出“dark”和“mark”这两个词, 注意他们的嘴唇是

如何合在一起发出“m”音的？善于利用这些口型线索的人也能更好地理解噪音中的声音。

结语

噪音使人难以听清和学习，儿童在噪音中听清和学习尤其困难，因为他们的听觉系统仍处于发育阶段。不过，科学家已经发现了一些帮助我们听得更清楚的技巧：(1) 让重要的声音大一些，让噪音小一些；(2) 找出重要声音的来源；(3) 注视重要声音的来源。

音频演示

当你不戴耳机来听这段声音，你能分辨出老师在读什么故事吗？现在，请戴上耳机，你是否注意到老师在教室里走来走去，而噪音却一动不动？找到老师的位置有助于我们分辨出她的声音，并理解“杰克和魔豆”故事中的台词。



致谢

这项研究得到了 NIH/NIDCD R01 DC013591 和 NIH/NIGMS P20 GM109023 的资助。作者们感谢 Hans Packer 博士在制作图表方面的帮助，感谢 G. Chris Stecker 博士使用 Calandruccio 等人提供的声音资源制作音频演示文件 [7]。他们还要感谢翻译这个系列文章的人，让非英语国家的孩子也可以阅读这篇文章，同时感谢 Jacobs Foundation 提供的文章翻译资金支持。本篇文章的荷兰语翻译由 Tieme Janssen 完成。

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。感谢罗鑫澧对本文中文翻译及编辑的贡献；感谢左西年、张蕾对本文中文审校的贡献。

参考文献

1. Spratford, M., Walker, E. A., and McCreery, R. W. 2019. Use of an application to verify classroom acoustic recommendations for children who are hard of hearing in a general education setting. *Am. J. Audiol.* 28:927–34. doi: 10.1044/2019_AJA-19-0041
2. Muenssinger, J., Stingl, K. T., Matuz, T., Binder, G., Ehehalt, S., and Preissl, H. 2013. Auditory habituation to simple tones: reduced evidence for habituation in children compared to adults. *Front. Hum. Neurosci.* 7:377. doi: 10.3389/fnhum.2013.00377

3. Hall, J. W. III, Grose, J. H., Buss, E., and Dev, M. B. 2002. Spondee recognition in a two-talking masker and a speech-shaped noise masker in adults and children. *Ear Hear.* 23:159–65. doi: 10.1097/00003446-200204000-00008
4. Nakajima, M., and Halassa, M. M. 2017. Thalamic control of functional cortical connectivity. *Curr. Opin. Neurobiol.* 44:127–31. doi: 10.1016/j.conb.2017.04.001
5. AuBuchon, A. M., McGill, C. I., and Elliott, E. M. 2019. Auditory distraction does more than disrupt rehearsal processes in children's serial recall. *Mem. Cogn.* 47:738–48. doi: 10.3758/s13421-018-0879-4
6. McCreery, R. W., Walker, E., Spratford, M., Lewis, D., and Brennan, M. 2019. Auditory, cognitive, and linguistic factors predict speech recognition in adverse listening conditions for children with hearing loss. *Front. Neurosci.* 13:1093. doi: 10.3389/fnins.2019.01093
7. Calandruccio, L., Leibold, L. J., and Buss, E. 2016. Linguistic masking release in school-age children and adults. *Am. J. Audiol.* 25:34–40. doi: 10.1044/2015_AJA-15-0053

线上发布: 2023 年 12 月 29 日

编辑: [Jessica Massonnié](#)

科学导师: [Susana Martinez-Conde](#) 和 [Tobias Overath](#)

引用: AuBuchon AM 和 McCreery RW (2023) 当你的耳朵掌握了分辨技能. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00104-zh

英文原文: AuBuchon AM and McCreery RW (2020) When Choosing NOT to Listen Helps You Hear and Learn. *Front. Young Minds* 8:104. doi: 10.3389/frym.2020.00104

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 © 2023 AuBuchon 和 McCreery. 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

IAGO, 年龄: 13

我叫 Iago, 七年级。我最喜欢的科目是写作, 数学, 社会研究和科学。我的爱好是演戏, D&D 和假剑斗。我认为科学家为孩子写文章很重要, 这样孩子们就可以学会如何批判性地思考, 并对世界的运作提出问题。我的妈妈和爸爸都是“疯狂”的科学家, 因为他们为了魔术把一张牌插进了脑子里——幸好那个脑子是果冻做的!

ROADRUNNERS & COBRAS, 年龄: 10-11

我们是一群充满创造力的五年级学生, 渴望了解更多关于世界的知识。我们非常享受对这篇文章进行创造性思考, 并了解更多我们每天都会遇到的事物: 噪音。我们很高兴能成为 *Frontiers for Young Minds* 的一部分!



作者



ANGELA M. AUBUC

安吉拉·奥布松的研究目标是理解人们如何记住重要信息 (并忽略不那么重要的信息) 来解决问题。要进一步了解安吉拉的研究, 请在 Facebook 上关注她的实验室 @BoysTownWMLL。当安吉拉不在做研究时, 她会去当地学校教授学生关于神经科学的知识。她最喜欢的课程是帮助学生解剖羊脑。她还是内布拉斯加州, 斯普林菲尔德市, 普拉特维尤高中的啦啦队教练。加油, 特洛伊人!
[*angela.aubuchon@boystown.org](mailto:angela.aubuchon@boystown.org)



RYAN W. MCCREERY

瑞安·麦克里瑞是一名科学家, 他致力于帮助丧失听力的儿童听说和学习。了解瑞安的研究, 请在 Facebook 上关注 @APCLaboratory。瑞安是 Boys Town National Research Hospital 的研究主任, 也是三个可爱的孩子, 利亚姆, 安娜和夏洛特, 以及两只狗, 洛拉和乔乔的骄傲的父亲。