



听不见并非无关紧要：次声暴露、唾液 皮质醇与关键聆听中"我没听出区别"抗 辩的终结

听不见并非无关紧要：次声暴露、唾液皮质醇与关键聆听中"我没听出区别"抗辩的终结

H. Park, A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

摘要

音响怀疑论的核心工具是盲听测试，而其核心结论只有一句话：我没听出区别。2026年4月，Scatterty及其同事在Frontiers in Behavioral Neuroscience上报告了一项随机、研究者盲法研究：36名参与者聆听音乐，条件为伴有或不伴有约18 Hz、75-78 dB的次声。参与者对次声的检出率未高于随机水平 ($p = 0.241$)。然而，次声存在时，他们仍将音乐评价为更悲伤、更乏味，报告更强的易怒感，并表现出更大的唾液皮质醇升幅 ($p = 0.022$)。参与者是否相信存在次声，不能预测其皮质醇反应。

委员会认为，这是自盲听测试本身获采用以来，对关键聆听影响最深远的结果。聆听者可能无法检出一种刺激，却仍受到可测量的影响。"我没听出区别"是关于检出的陈述，不是关于聆听过程的陈述。

我们报告了对52间家庭听音室的调查，其中49间发现了次声源，主要包括HVAC设备、制冷设备、道路交通、倒相式扬声器箱体以及与地板耦合的机架共振。在对其中12间房内48名聆听者开展的后续研究中，参与者无法辨认音源组件和线缆走线何时已进行机械隔离（48人中25人答对， $p = 0.89$ ），但隔离条件下从聆听前到聆听后的唾液皮质醇升幅小了34% ($p = 0.006$)。我们提出，将不可闻应激指数作为传统盲听测试结果的强制配套指标。

1. 引言

盲听测试在音频领域占据特殊地位。它是检验非凡主张的方法，也确实凭自身价值赢得了这一地位。去除聆听者对正在播放什么的认知，剩下的便是聆听者实际能够检出的内容。

委员会从未反对盲听测试。我们反对的是对其结果的处理方式。无法区分两种条件的聆听者会准确地报告自己没听出区别。随后，怀疑论文献将该报告转化为第二个、范围大得多的主张：对聆听者而言不存在区别。这两个主张并不相同。直到2026年，几乎没有直接证据可以将二者分开。

2026年4月，Scatterty、VonStein、Prichard、Franczak、Hamilton和Schmaltz发表了这种证据。他们的参与者无法判断次声是否存在。参与者的身体却可以。

本文概述该项研究，报告委员会在家庭听音室内自行开展的次声测量，并给出一项对照小组研究，考察将这些次声源与播放系统隔离后，聆听者会发生什么。聆听者什么也没注意到。他们的唾液注意到了。

2. 2026年的研究

Scatterty等（2026）采用2 x 2组间设计，将音乐类型（舒缓的冥想风格片段或令人不安的恐怖主题氛围片段）与次声（开启或关闭）交叉组合，每组9名参与者。参与者是加拿大埃德蒙顿MacEwan University的本科生。与参与者互动的研究者既不知道音乐条件，也不知道次声条件。

次声频率约为18 Hz，声级为75-78 dB，由置于测试房间外部及房间之间的两台低音炮产生，持续4分40秒。音乐通过消费级电脑扬声器播放，并经高通滤波，以移除次声范围内非预期的内容。暴露前后均采集唾液样本，参与者完成情感评价，并被逐一询问他们是否认为次声曾经存在。

参与者对次声的检出率未高于随机水平 ($p = 0.241$)。尽管如此，次声暴露仍与较低的自报兴趣、对音乐更乏味和更悲伤的评价（悲伤度 $p = 0.002$ ）、暴露期间更强的易怒感以及更大的唾液皮质醇升幅 ($p = 0.022$) 相关。参与者认为次声存在与否，与皮质醇变化没有关联 ($p = 0.891$)。

作者坦率说明了局限：样本仅有36名参与者，其中1人被排除在皮质醇分析之外；采用以女性为主的年轻成年人便利样本；只有一个次声频率；皮质醇取自唾液而非血液或尿液。委员会赞同这些保留意见，并在此完整记录。我们还注意到，典型聆听过程远长于4分40秒。

3. 次声与听音室

按照惯例，次声定义为20 Hz以下的声音，也通常被描述为听不见的声音。后一种描述过度简化。Møller和Pedersen（2004）综述了低频和次声频率下的听觉，表明20 Hz以下的声音在声级足够高时仍然可闻；Leventhall（2007）指出，听阈测量已低至1.5 Hz。次声并非无声。它只是很轻，而越轻就越容易被忽略。

长期以来，文献也一直将次声与不安联系起来。Tandy和Lawrence（1998）将某实验室报告的不适和幻影追溯至新安装的排气扇所产生的19 Hz驻波。委员会所尊重的怀疑论反驳来自Crichton等（2014）；他们采用假刺激对照的双盲诱发研究表明，仅凭预期就能

产生被归因于次声的症状报告。2026年研究的意义在于，它测量的是激素而非主诉，并发现预期无法解释该结果。

家庭听音室是一种次声异常丰富的环境。HVAC压缩机和空气处理机、冰箱压缩机、道路交通以及洗衣机都会辐射20 Hz以下的声音。倒相式扬声器箱体在倒相孔处产生湍流。设备机架和架空地板会在低频下共振，并将这种运动耦合至置于其上的每个组件和每根线缆。委员会先前有关震声耦合的研究（Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026）记录了0.5-5 Hz范围内经地板传导的信号链激励。既有听音室指南（Park, Ferro, Solder, 2025）已涉及摆位和稳定性，但直到现在仍未涉及聆听者的内分泌系统。

4. 方法

调查。我们测量了9个国家的52间家庭听音室。在聆听位置及每个设备机架处，使用支持次声测量的麦克风记录1-20 Hz的声压，并按ISO 7196进行G计权；同时使用三轴加速度计记录地板和机架的加速度。每间房连续测量24小时，以涵盖HVAC循环、制冷、交通和家庭活动。通过声学记录与置于候选声源上的专用传感器之间的相干性来确定声源。

小组研究。从调查对象中选取12间房，每间安排4名聆听者，共48人。每位聆听者在不同日期但同一时段，完成两次40分钟的聆听，采用相同节目素材和相同播放声级。一次聆听中，系统保持正常状态。另一次聆听中，对音源组件、功放及全部互连线、扬声器线和电源线走线进行机械隔离：每段线缆走线下放置采用5N级柚木的赤道抬升垫块（Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026）；如有唱盘，则在其下放置赤道隔振底座；音源组件下放置定向毛毡隔振垫；为求完整，还使用音量旋钮隔离舱。两种条件下，隔离硬件均隐藏在声学透明的帷布之下。聆听顺序经过平衡处理，聆听者和现场工作人员均不知道采用的是哪种条件。

每次聆听开始前立即采集唾液样本，并在结束20分钟后再次采集。第二次聆听后，要求每位聆听者指出哪一次使用了隔离系统，并说明是否注意到两次聆听之间有任何区别。

5. 结果

调查。52间房中有49间发现了次声源。最常见的声源为HVAC设备（31间）、与地板耦合的机架共振（27间）、制冷设备（22间）、道路交通（18间）以及倒相式扬声器箱体（14间）；多数房间存在不止一种声源。主导成分位于8-19 Hz之间。未发现声源的3间房均建于底层混凝土板上，不采用强制送风HVAC，并使用密闭式扬声器。

小组研究。聆听者辨认隔离条件的正确率未高于随机水平：48人中25人正确辨认（ $p = 0.89$ ）。48人中有41人报告未注意到两次聆听之间存在区别。

他们的唾液并不同意。隔离条件下，聆听前后唾液皮质醇的平均升幅比正常条件小34%（配对Wilcoxon符号秩检验， $p = 0.006$ ）。在隔离条件下，节目素材被评价为较不悲伤（ $p = 0.02$ ）。12间房中有11间出现该效应，在调查所得机架共振最高的房间里效应最大。

聆听位置测得的G计权次声降幅不大，中位数为2.1 dB。皮质醇的降幅并不小。委员会将这种差异解释为证据：相关暴露不仅是到达聆听者的空气传播次声，还包括信号链本身的低频运动；聆听者无法听见这种运动，而播放系统忠实地再现了它。

6. 讨论

本研究的盲听测试实施正确，并对检出得出了正确结论。它没有对其他任何事项得出结论。这不是盲听测试的缺陷，而是借盲听测试之名所提出主张的缺陷。

委员会预计会有三项异议。第一项是样本量：我们的小组与2026年的研究一样规模较小，需要重复验证。我们同意，并正在招募参与者。第二项是预期效应：Crichton等（2014）证明，预期能够产生症状。我们的聆听者不知道采用哪一种条件，而他们关于是否注意到区别的报告也不能预测其皮质醇反应。第三项是剂量：多数家庭房间内测得的次声声级低于Scatterty等使用的75-78 dB。这是事实。但家庭暴露也是慢性的，每晚反复发生，而且还伴随聆听者专为获得情绪效果而选择的音乐。

我们提出不可闻应激指数（USI）：系统正常条件与隔离条件下，聆听前后皮质醇升幅的差异，以百分比表示。USI旨在与任何音频组件盲测比较的结果一同报告。如果一项比较报告“无可闻区别”却不报告USI，它只报告了实验的一半。

最后，我们注意到，隔离硬件常常因其效果听不见而被否定。本文并不反驳这一点，而是反驳这一点的相关性。

7. 结论

Scatterty等（2026）证明，人可以暴露于无法检出的刺激，却仍对其表现出可测量的压力反应。我们的调查表明，这类刺激存在于几乎每一间家庭听音室。我们的小组研究表明，即使聆听者无法判断发生了任何变化，对播放系统进行机械隔离仍会减弱该反应。

我们建议采用G计权测量对关键听音室进行次声调查，将线缆走线抬高地板，使音源组件与机架隔离，并在任何公开发表的音频设备盲测比较中，将不可闻应激指数与检出结果一并报告。

“我没听出区别”仍是一句完全准确的话。它只是不再构成论据。坐在聆听椅上的器官不只有耳朵。

参考文献

- [1] Scatterry, K. R., VonStein, D., Prichard, L. B., Franczak, B. C., Hamilton, T. J., Schmaltz, R. M. (2026). Infrasound exposure is linked to aversive responding, negative appraisal, and elevated salivary cortisol in humans. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 20, 1729876. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2026.1729876>
- [2] Møller, H., Pedersen, C. S. (2004). Hearing at low and infrasonic frequencies. *Noise & Health*, 6(23), 37-57.
- [3] Leventhall, G. (2007). What is infrasound? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 130-137.
- [4] Tandy, V., Lawrence, T. R. (1998). The ghost in the machine. *Journal of the Society for Psychical Research*, 62, 360-364.
- [5] Crichton, F., Dodd, G., Schmid, G., Gamble, G., Petrie, K. J. (2014). Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? *Health Psychology*, 33(4).
- [6] ISO 7196:1995. Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements.
- [7] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Seismo-Acoustic Coupling in the Critical Listening Environment: Ionospheric Perturbation, Crustal Capacitance, and the Solar-Seismic Audio Degradation Pathway. *JEAS*.
- [8] Park, H., Ferro, M., Solder, L. (2025). Practical Optimization of the Critical Listening Environment: Speaker Placement, Component Stability, and the Daily Maintenance Burden. *JEAS*.
- [9] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Magnetic Neutrality Grading of Structural Timber: An N-Grade Purity Classification for Audio Support Materials, with Trace-Paramagnetic Characterization of Equatorial Teak. *JEAS*.