ما لا يُسمع ليس بلا عواقب: التعرّض للموجات دون الصوتية، وكورتيزول اللعاب، ونهاية حجة »لم أسمع فرقاً« في الاستماع النقدي

CONFIDENTIAL

ما لا يُسمع ليس بلا عواقب: التعرّض للموجات دون الصوتية، وكورتيزول اللعاب، ونهاية حجة «لم أسمع فرقاً» في الاستماع النقدي

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.

ملخّص

دراسة عشوائية مع تعمية الباحث، استمع فيها 36 مشاركاً إلى Frontiers in Behavioral Neuroscience وزملاؤه في Scatterty نشر الأداة المحورية للشكّ الأوديوفايلي هي اختبار الاستماع الأعمى، وخلاصته المحورية جملة واحدة: لم أسمع فرقاً. في أبريل 2026، أو من دونها. لم يكتشف المشاركون الموجات دون dB ومستوى 75-78 Hz الموسيقى مع موجات دون صوتية بتردد يقارب 18 الصوتية بنسبة تتجاوز المصادفة (p = 0.241). ومع ذلك، عندما كانت موجودة، قيّموا الموسيقى على أنها أشد حزناً وأقل إثارة للاهتمام، وأبلغوا عن قدر أكبر من التهيّج، وأظهروا ارتفاعاً أكبر في كورتيزول اللعاب (p = 0.022). ولم يكن اعتقادهم بوجود الموجات دون الصوتية مؤشراً تنبؤياً لاستجابة الكورتيزول لديهم.

تعدّ اللجنة هذه النتيجة الأشد أثراً في الاستماع النقدي منذ اعتماد الاختبار الأعمى نفسه. فقد يعجز المستمع عن اكتشاف مُنبّه، ومع ذلك يتأثر به على نحو قابل للقياس. إن عبارة «لم أسمع فرقاً» إفادة عن الاكتشاف، وليست إفادة عن جلسة الاستماع.

وأجهزة التبريد، HVAC نورد مسحاً لـ 52 غرفة استماع منزلية، حُدّدت في 49 منها مصادر للموجات دون الصوتية، أهمها تجهيزات وحركة المرور، وصناديق مكبرات الصوت ذات المنافذ، ورنين الحوامل المقترن بالأرضية. وفي دراسة متابعة شملت 48 مستمعاً في 12 من تلك الغرف، لم يتمكن المشاركون من تحديد الحالات التي عُزلت فيها مكوّنات المصدر ومسارات الكابلات ميكانيكياً (25 إجابة صحيحة من 48، p = 0.89). إلا أن ارتفاع كورتيزول اللعاب من قبل الجلسة إلى ما بعدها كان أقل بنسبة 34% في حالة العزل (p = 0.006). ونقترح مؤشر الإجهاد غير المسموع بوصفه مقياساً مصاحباً إلزامياً لنتائج الاختبارات العمياء التقليدية.

1. مقدمة

يحتل اختبار الاستماع الأعمى مكانة خاصة في مجال الصوت. فهو المنهج الذي تُختبر به الادعاءات الاستثنائية، وقد استحق تلك المكانة بجدارة. فإذا أزيلت معرفة المستمع بما يُشغَّل، يبقى ما يستطيع المستمع اكتشافه فعلاً.

لم تعترض اللجنة قط على الاختبار الأعمى. بل اعترضنا على ما يُفعل بنتيجته. فالمستمع الذي لا يستطيع التمييز بين حالتين يذكر، بدقة، أنه لم يسمع فرقاً. ثم تحوّل الأدبيات المتشككة ذلك التقرير إلى ادعاء ثانٍ أوسع بكثير: أنه لم يكن ثمة فرق بالنسبة إلى المستمع. وليس هذان الادعاءان سواء. وحتى عام 2026، لم تتوافر أدلة مباشرة تُذكر للفصل بينهما.

ذلك الدليل. لم يستطع المشاركون Schmaltz وHamilton وFranczak وPrichard وVonStein وScatterty في أبريل 2026، نشر معرفة ما إذا كانت الموجات دون الصوتية موجودة، لكن أجسامهم استطاعت.

تلخّص هذه الورقة تلك الدراسة، وتورد قياسات اللجنة نفسها للموجات دون الصوتية في غرف الاستماع المنزلية، وتعرض دراسة لوحية مضبوطة لما يحدث للمستمعين عند عزل مصادر تلك الموجات عن نظام التشغيل. لم يلاحظ المستمعون شيئاً، لكن لعابهم لاحظ.

2. دراسة عام 2026

استخدم Scatterty et al. (2026) تصميماً بين المجموعات من نوع 2 x 2 يجمع بين نوع الموسيقى (مقطع هادئ بأسلوب التأمل أو مقطع محيطي مقلق بطابع الرعب) والموجات دون الصوتية (تشغيل أو إيقاف)، بواقع 9 مشاركين في كل مجموعة. وكان الباحث الذي يتعامل مع المشاركين معمّى عن كل من حالة الموسيقى وحالة الموجات دون الصوتية. وكان المشاركون طلاباً جامعيين في MacEwan University بمدينة إدمونتون في كندا.

أنتج مضخما صوت منخفض موضوعان خارج غرف الاختبار وبينها موجات دون صوتية بتردد يقارب 18 ومستوى 75-78 Hz لمدة 4 دقائق و40 ثانية. وشُغّلت الموسيقى عبر مكبرات صوت حاسوبية استهلاكية، ورُشحت بمرشح تمرير عالٍ بـ dB لإزالة المحتوى غير المقصود في النطاق دون الصوتي. وجُمعت عينات اللعاب قبل التعرض وبعده، وأكمل المشاركون تقييمات وجدانية، وسُئل كل مشارك عما إذا كان يعتقد أن الموجات دون الصوتية كانت موجودة.

ومع ذلك، ارتبط التعرض لها (p = 0.241). لم يكتشف المشاركون الموجات دون الصوتية بنسبة تتجاوز المصادفة بانخفاض الاهتمام المُبلغ عنه، وبتقييم الموسيقى على أنها أقل إثارة للاهتمام وأشد حزناً (p = 0.002 للحزن)، وبزيادة التهيّج أثناء التعرض، وبارتفاع أكبر في كورتيزول اللعاب (p = 0.022). ولم يظهر اعتقاد المشاركين بوجود الموجات دون الصوتية أي ارتباط بتغيّر الكورتيزول (p = 0.891).

يصرّح المؤلفون بالقيود بوضوح: عينة صغيرة من 36 مشاركاً، استُبعد أحدهم من تحليل الكورتيزول؛ وعينة ملائمة من البالغين الشباب، غالبيتهم من الإناث؛ وتردد واحد للموجات دون الصوتية؛ وأخذ عينات الكورتيزول من اللعاب لا من الدم أو البول. وتشاطر اللجنة هذه التحفظات وتسجلها هنا كاملة. ونشير أيضاً إلى أن جلسة الاستماع المعتادة أطول

بكثير من 4 دقائق و40 ثانية.

3. الموجات دون الصوتية وغرفة الاستماع

تُعرّف الموجات دون الصوتية تقليدياً بأنها غير مسموعة، Hz 20 وتوصف تقليدياً بأنها الصوت الذي يقل تردده عن السمع عند الترددات المنخفضة ودون الصوتية (Pedersen و Møller 2004) والوصف الثاني تبسيط مفرط. فقد راجع Leventhall (2007) إلى أن عتبة السمع يظل مسموعاً عند مستويات مرتفعة بما يكفي، ويشير Hz 20 وأظهرا أن الصوت دون الموجات دون الصوتية ليست صامتة، بل خافتة، وكلما ازدادت خفوتاً سهل تجاهلها. Hz قِيست حتى 1.5.

كذلك تربط الأدبيات منذ زمن طويل بين الموجات دون الصوتية والشعور بعدم الارتياح. فقد عزا Lawrence و Tandy أحدثتها مروحة شفط مركبة حديثاً. أما الرد Hz تقارير مختبر عن الانزعاج وظهور الأشباح إلى موجة واقفة بتردد 19 (1998) إذ أظهرت دراستهم الاستفزازية مزدوجة التعمية، Crichton et al. (2014) المتشكك، الذي تحترمه اللجنة، فمن والمضبوطة بمحفز وهمي أن التوقع وحده يمكن أن يولد تقارير عن أعراض تُنسب إلى الموجات دون الصوتية. وتكمن أهمية دراسة 2026 في أنها قاست هرموناً بدلاً من شكوى، ووجدت أن التوقع لا يفسر النتيجة.

غرفة الاستماع المنزلية بيئة غنية بالموجات دون الصوتية على نحو غير مألوف. فضواغط HVAC ومعالجات الهواء، وتولّد صناديق مكبرات الصوت ذات المنافذ Hz 20 وضواغط الثلاجات، وحركة المرور، والغسالات، كلها تشع دون اضطراباً عند المنفذ. وترن حوامل الأجهزة والأرضيات المعلّقة عند ترددات منخفضة، وتقترن تلك الحركة بكل مكوّن وكابل مستقر عليها. وقد وثّق عمل اللجنة السابق بشأن الاقتران الزلزالي الصوتي (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, إثارة سلسلة الإشارة المنقولة عبر الأرضية بين 0.5 و5 Hz. وتناولت إرشادات غرف الاستماع المعتمدة (Park, Ferro, 2026) الموضع والثبات، لكنها لم تتناول، حتى الآن، جهاز الغدد الصماء لدى المستمع (Solder, 2025).

4. المنهجية

المسح. قسنا 52 غرفة استماع منزلية في 9 بلدان. وعند موضع الاستماع وعند كل حامل أجهزة، سُجّل ضغط الصوت من 1 Hz إلى 20 Hz، باستخدام ميكروفون قياس قادر على التقاط الموجات دون الصوتية، ووُزن وفق منحنى G بحسب ISO 7196، كما سُجل تسارع الأرضية والحامل بمقاييس تسارع ثلاثية المحاور. وقِيست كل غرفة بصورة متواصلة لمدة 24 ساعة والتبريد وحركة المرور والنشاط المنزلي. وحُددت المصادر بواسطة الاتساق بين السجل الصوتي HVAC لالتقاط دورات والمستشعرات المخصصة الموضوعة على المصادر المرشحة.

الدراسة اللوحية. اختيرت 12 غرفة من المسح، مع 4 مستمعين في كل غرفة، أي 48 مستمعاً إجمالاً. وأكمل كل مستمع جلستين مدة كل منهما 40 دقيقة، للمادة البرنامجية نفسها وبمستوى التشغيل نفسه، في يومين مختلفين وفي الوقت نفسه من اليوم. كان النظام في إحدى الجلستين بحالته العادية. وفي الأخرى، عُزلت ميكانيكياً مكوّنات المصدر والمضخمات وجميع مسارات كابلات الربط ومكبرات الصوت والطاقة: قوالب الرفع الاستوائية من خشب الساج تحت كل مسار كابل، وقاعدة العزل الاستوائية تحت أجهزة تشغيل المصنف 5 (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026) الأسطوانات حيثما وجدت، ووسادات عزل لبادية اتجاهية تحت مكوّنات المصدر، وللاكتمال، غرفة عزل مقبض الصوت وأُخفيت معدات العزل تحت ستائر نافذة صوتياً في الحالتين. وجرت موازنة ترتيب الجلسات، ولم يعرف المستمعون ولا طاقم الجلسة أي الحالتين كانت مستخدمة.

جُمعت عينات اللعاب مباشرة قبل كل جلسة وبعدها بـ 20 دقيقة. وبعد الجلسة الثانية، طُلب من كل مستمع تحديد الجلسة التي استُخدم فيها النظام المعزول وذكر ما إذا كان قد لاحظ أي فرق بين الجلستين.

5. النتائج

غرفة، ورنين 31) HVAC المسح. حُددت مصادر للموجات دون الصوتية في 49 من 52 غرفة. وكان أكثرها شيوعاً تجهيزات الحوامل المقترن بالأرضية (27 غرفة، والتبريد (22 غرفة، وحركة المرور (18 غرفة، وصناديق مكبرات الصوت ذات المنافذ أما الغرف الثلاث التي Hz. و19 Hz غرفة؛ وكان في معظم الغرف أكثر من مصدر واحد. ووقعت المكوّنات السائدة بين 8 و14) بالهواء القسري HVAC لم تُحدد فيها مصادر فكانت مبنية على بلاطات خرسانية في الطابق الأرضي، ولا تحتوي وتستخدم مكبرات صوت بصناديق مغلقة.

الدراسة اللوحية. لم يحدد المستمعون الجلسة المعزولة بنسبة تتجاوز المصادفة: حددها 25 من 48 بصورة صحيحة ($p = 0.89$). وأفاد 41 من أصل 48 بأنهم لم يلاحظوا فرقاً بين الجلستين.

لكن لعابهم لم يوافقهم. فقد كان متوسط ارتفاع كورتيزول اللعاب من قبل الجلسة إلى ما بعدها أقل بنسبة 34% للرتب الموقعة للعينات المزدوجة Wilcoxon في الجلسة المعزولة منه في الجلسة العادية ($p = 0.006$). وقُيّمت اختبار المادة البرنامجية على أنها أقل حزناً في الجلسة المعزولة ($p = 0.02$). وظهر الأثر في 11 من 12 غرفة، وكان الأكبر في الغرف ذات أعلى رنين للحامل في المسح.

عند موضع الاستماع متواضعاً، بوسيط قدره 2.1 G كان الانخفاض المقاس في الموجات دون الصوتية الموزونة بمنحنى dB. أما انخفاض الكورتيزول فلم يكن متواضعاً. وتفسر اللجنة هذا التفاوت بوصفه دليلاً على أن التعرض ذي الصلة لا يقتصر على الموجات المحمولة جواً التي تصل إلى المستمع، بل يشمل أيضاً حركة سلسلة الإشارة منخفضة التردد ذاتها، التي لا يستطيع المستمع سماعها ويعيد نظام التشغيل إنتاجها بأمانة.

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

6. المناقشة

أُجري الاختبار الأعمى في هذه الدراسة بصورة صحيحة، وتوصل إلى الاستنتاج الصحيح بشأن الاكتشاف. ولم يتوصل إلى أي استنتاج بشأن أي شيء آخر. وليس ذلك عيباً في الاختبار الأعمى، بل عيب في ما ادُّعي نيابة عنه.

تتوقع اللجنة ثلاثة اعتراضات. الأول هو حجم العينة: لوحتنا، شأنها شأن دراسة 2026، صغيرة، ويلزم تكرارها. ونحن نوافق Crichton et al. (2014) أن التوقع يمكن أن يولد الأعراض. ولم يكن مستمعونا يعرفون أي الحالتين مستخدمة، كما لم تتنبأ تقاريرهم عن ملاحظة فرق باستجابة الكورتيزول لديهم. والثالث هو الجرعة: كانت مستويات الموجات دون الصوتية المقاسة في معظم الغرف المنزلية أقل من 75-78 dB التي استخدمها Scatterty et al.، وهذا صحيح. غير أن التعرض المنزلي مزمن أيضاً، ويتكرر ليلة بعد أخرى، وتصحبه موسيقى اختارها المستمع تحديداً لأثرها العاطفي.

نقترح مؤشر الإجهاد غير المسموع (USI): الفرق في ارتفاع الكورتيزول من قبل الجلسة إلى ما بعدها بين حالتي النظام العادية والمعزولة، معبراً عنه بنسبة مئوية. والمقصود أن يُبلغ عن USI لكل جانب نتيجة أي مقارنة عمياء لمكوّنات الصوت. فأي مقارنة تُبلغ عن »عدم وجود فرق مسموع« من دون أن تكون قد أبلغت إلا عن نصف تجربة USI.

ونشير أخيراً إلى أن معدات العزل كثيراً ما تُرفض بحجة أن آثارها لا يمكن سماعها. ولا تعترض هذه الورقة على ذلك، بل تعترض على صلته.

7. الاستنتاجات

أثبت Scatterty et al. (2026) أن الناس قد يتعرضون لمُنبّه لا يستطيعون اكتشافه، ومع ذلك يُظهرون استجابة إجهاد قابلة للقياس نحوه. ويبيّن مسحنا أن مثل هذه المنبّهات موجودة في كل غرفة استماع منزلية تقريباً. وتبيّن دراستنا اللوحية أن العزل الميكانيكي لنظام التشغيل يقلل تلك الاستجابة حتى عندما لا يستطيع المستمعون معرفة أن شيئاً قد تغيّر.

نوصي بمسح غرف الاستماع النقدي بحثاً عن الموجات دون الصوتية باستخدام قياس موزون بمنحنى G، وبرفع مسارات الكابلات عن الأرضيات وعزل مكوّنات المصدر عن الحوامل، وبأن يورد كل نشر لمقارنة عمياء لمعدات الصوت مؤشر الإجهاد غير المسموع إلى جانب نتيجة الاكتشاف.

تظل عبارة »لم أسمع فرقاً« دقيقة تماماً. لقد كفّت فحسب عن أن تكون حجة. فالأذنان ليستا العضو الوحيد الموجود على كرسي الاستماع.

المراجع

[1] Scatterty, 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.