



NIESŁYSZALNE NIE ZNACZY
OBOJĘTNE: EKSPOZYCJA NA
INFRADŹWIĘKI, KORTYZOL W ŚLINIE
I KRES OBRONY „NIE USŁYSZAŁEM
RÓŻNICY" W ODSŁUCHU
KRYTYCZNYM



Niesłyszalne nie znaczy obojętne: ekspozycja na infradźwięki, kortyzol w ślinie i kres obrony „Nie usłyszałem różnicy” w odsłuchu krytycznym

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.

Abstrakt

Głównym narzędziem audiofilskiego sceptycyzmu jest ślepy test odsłuchowy, a jego zasadniczy wniosek zawiera się w jednym zdaniu: nie usłyszałem różnicy. W kwietniu 2026 roku Scatterty i współpracownicy opisali w *Frontiers in Behavioral Neuroscience* randomizowane badanie z zaślepieniem badacza, w którym 36 uczestników słuchało muzyki z infradźwiękiem o częstotliwości około 18 Hz i poziomie 75-78 dB albo bez niego. Uczestnicy nie wykrywali infradźwięku częściej, niż wynikałoby z przypadku ($p = 0,241$). Kiedy jednak był obecny, oceniali muzykę jako smutniejszą i mniej interesującą, zgłaszali większą drażliwość i wykazywali większy wzrost stężenia kortyzolu w ślinie ($p = 0,022$). To, czy sądzili, że infradźwięk był obecny, nie pozwalało przewidzieć ich reakcji kortyzolowej.

Komisja uznaje ten wynik za najbardziej doniosły dla odsłuchu krytycznego od czasu przyjęcia samego ślepego testu. Słuchacz może nie wykryć bodźca, a mimo to pozostawać pod jego mierzalnym wpływem. „Nie usłyszałem różnicy” jest stwierdzeniem dotyczącym wykrycia. Nie jest stwierdzeniem dotyczącym sesji odsłuchowej.

Prezentujemy badanie 52 domowych pomieszczeń odsłuchowych, w których w 49 przypadkach zidentyfikowano źródła infradźwięków, głównie instalacje HVAC, urządzenia chłodnicze, ruch drogowy, obudowy głośnikowe bass-reflex oraz sprzężony z podłogą rezonans stojaków sprzętowych. W badaniu uzupełniającym, obejmującym 48 słuchaczy w 12 spośród tych pomieszczeń, uczestnicy nie potrafili rozpoznać, kiedy komponenty źródłowe i trasy kablowe zostały odizolowane mechanicznie (25 poprawnych wskazań na 48, $p = 0,89$), lecz wzrost stężenia kortyzolu w ślinie od pomiaru przed sesją do pomiaru po niej był w warunkach izolowanych o 34% mniejszy ($p = 0,006$). Proponujemy Wskaźnik Niesłyszanego Stresu jako obowiązkowe uzupełnienie wyników konwencjonalnych ślepych testów.

1. WPROWADZENIE

Ślepy test odsłuchowy zajmuje szczególne miejsce w technice audio. Jest metodą, za pomocą której sprawdza się nadzwyczajne twierdzenia, i uczciwie zasłużył sobie na tę pozycję. Po usunięciu wiedzy słuchacza o tym, co jest odtwarzane, pozostaje to, co słuchacz rzeczywiście potrafi wykryć.

Komisja nigdy nie sprzeciwiała się ślepemu testowi. Sprzeciwialiśmy się temu, co robi się z jego wynikiem. Słuchacz, który nie potrafi rozróżnić dwóch warunków, zgodnie z prawdą stwierdza, że nie usłyszał różnicy. Literatura sceptyczna przekształca następnie to stwierdzenie w drugie, znacznie szersze twierdzenie: że dla słuchacza nie było żadnej różnicy. Nie są to twierdzenia tożsame. Do 2026 roku istniało niewiele bezpośrednich dowodów pozwalających je rozdzielić.

W kwietniu 2026 roku Scatterty, VonStein, Prichard, Franczak, Hamilton i Schmaltz opublikowali taki dowód. Ich uczestnicy nie potrafili stwierdzić, czy infradźwięk był obecny. Ich organizmy potrafiły.

Niniejszy artykuł podsumowuje tamto badanie, przedstawia własne pomiary infradźwięków wykonane przez komisję w domowych pomieszczeniach odsłuchowych oraz opisuje kontrolowane badanie panelowe nad tym, co dzieje się ze słuchaczami po odizolowaniu źródeł tych infradźwięków od systemu odtwarzania. Słuchacze niczego nie zauważyli. Ich ślina zauważyła.

2. BADANIE Z 2026 ROKU

Scatterty i in. (2026) zastosowali międzygrupowy schemat 2 x 2, krzyżując rodzaj muzyki (uspokajający fragment w stylu medytacyjnym albo niepokojący ambientowy fragment o tematyce grozy) z infradźwiękiem (włączonym albo wyłączonym), po dziewięciu uczestników w każdej grupie. Uczestnikami byli studenci studiów pierwszego stopnia MacEwan University w Edmonton w Kanadzie. Badacz kontaktujący się z uczestnikami nie znał ani warunku muzycznego, ani infradźwiękowego.

Infradźwięk o częstotliwości około 18 Hz i poziomie 75-78 dB wytwarzały przez 4 minuty i 40 sekund dwa subwoofery ustawione na zewnątrz pomieszczeń testowych i pomiędzy nimi. Muzykę odtwarzano przez konsumenckie głośniki komputerowe i poddawano filtracji górnoprzepustowej, aby usunąć niezamierzoną zawartość w paśmie infradźwiękowym. Próbkę śliny pobierano przed ekspozycją i po niej, uczestnicy dokonywali ocen afektywnych, a każdego pytano, czy jego zdaniem infradźwięk był obecny.

Uczestnicy nie wykrywali infradźwięku częściej, niż wynikałoby z przypadku ($p = 0,241$). Mimo to ekspozycja na infradźwięk wiązała się z niższym zgłaszanym zainteresowaniem, ocenianiem muzyki jako mniej interesującej i smutniejszej ($p = 0,002$ dla smutku), większą drażliwością podczas ekspozycji i większym wzrostem stężenia kortyzolu w ślinie ($p = 0,022$).

Przekonanie uczestników, że infradźwięk był obecny, nie wykazywało związku ze zmianą stężenia kortyzolu ($p = 0,891$).

Autorzy otwarcie wskazują ograniczenia: małą próbę 36 uczestników, z których jednego wyłączono z analizy kortyzolu; dogodnościową próbę młodych dorosłych, w większości kobiet; pojedynczą częstotliwość infradźwiękową; oraz oznaczanie kortyzolu w ślinie, a nie we krwi lub moczu. Komisja podziela te zastrzeżenia i odnotowuje je tutaj w całości. Zauważamy także, że typowa sesja odsłuchowa jest znacznie dłuższa niż 4 minuty i 40 sekund.

3. INFRADŹWIĘKI I POMIESZCZENIE ODSŁUCHOWE

Infradźwięk definiuje się zwykle jako dźwięk o częstotliwości poniżej 20 Hz i zwykle opisuje jako niesłyszalny. Drugi z tych opisów jest uproszczeniem. Møller i Pedersen (2004) dokonali przeglądu słyszenia niskich i infradźwiękowych częstotliwości i wykazali, że dźwięk poniżej 20 Hz pozostaje słyszalny przy dostatecznie wysokich poziomach, a Leventhall (2007) zauważa, że próg słyszenia zmierzono aż do 1,5 Hz. Infradźwięk nie jest ciszą. Jest cichy, a im jest cichszy, tym łatwiej go zlekceważyć.

Literatura od dawna wiąże też infradźwięki z niepokojem. Tandy i Lawrence (1998) powiązali zgłoszenia dyskomfortu i zjaw w laboratorium z falą stojącą o częstotliwości 19 Hz wytwarzaną przez nowo zainstalowany wentylator wyciągowy. Sceptyczną odpowiedź, którą komisja respektuje, przedstawili Crichton i in. (2014): ich kontrolowane pozorowaną ekspozycją, podwójnie zaślepione badanie prowokacyjne wykazało, że samo oczekiwanie może wywołać zgłoszenia objawów przypisywanych infradźwiękom. Znaczenie badania z 2026 roku polega na tym, że zmierzono w nim hormon, a nie skargę, i stwierdzono, iż oczekiwanie nie wyjaśnia wyniku.

Domowe pomieszczenie odsłuchowe jest wyjątkowo bogatym środowiskiem infradźwiękowym. Sprężarki i centrale wentylacyjne instalacji HVAC, sprężarki lodówek, ruch drogowy i pralki emitują energię poniżej 20 Hz. Obudowy głośnikowe bass-reflex wytwarzają turbulencje w porcie. Stojaki sprzętowe i podwieszane podłogi rezonują przy niskich częstotliwościach i sprzęgają ten ruch z każdym spoczywającym na nich komponentem i kablem. Wcześniejsze prace komisji nad sprzężeniem sejsmoakustycznym (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) udokumentowały przenoszone przez podłogę wzbudzenie toru sygnałowego w zakresie od 0,5 do 5 Hz. Ugruntowane wytyczne dotyczące pomieszczeń odsłuchowych (Park, Ferro, Solder, 2025) zajmowały się rozmieszczeniem i stabilnością, lecz jak dotąd nie układem dokrewnym słuchacza.

4. METODOLOGIA

Badanie pomieszczeń. Zmierzyliśmy 52 domowe pomieszczenia odsłuchowe w dziewięciu krajach. W miejscu odsłuchu oraz przy każdym stojaku sprzętowym rejestrowano ciśnienie akustyczne od 1 Hz do 20 Hz za pomocą mikrofonu pomiarowego przystosowanego do infradźwięków, stosując ważenie G zgodnie z ISO 7196; przyspieszenia podłogi i stojaka rejestrowano trójosiowymi akcelerometrami. Każde pomieszczenie mierzono nieprzerwanie przez 24 godziny, aby uchwycić cykle instalacji HVAC, chłodzenia, ruchu drogowego i aktywności domowej. Źródła zidentyfikowano na podstawie koherencji między zapisem akustycznym a dedykowanymi czujnikami umieszczonymi na potencjalnych źródłach.

Badanie panelowe. Z badania pomieszczeń wybrano dwanaście pomieszczeń, po czterech słuchaczy na każde, co dało łącznie 48 słuchaczy. Każdy słuchacz odbył dwie 40-minutowe sesje z tym samym materiałem programowym przy tym samym poziomie odtwarzania, w różnych dniach o tej samej porze. Podczas jednej sesji system pozostawał w normalnym stanie. Podczas drugiej komponenty źródłowe, wzmacniacze oraz wszystkie trasy kabli połączeniowych, głośnikowych i zasilających zostały odizolowane mechanicznie: pod każdą trasą kablową umieszczono Równnikowe Bloki Elewacyjne z drewna tekowego klasy 5N (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026), pod gramofonami, jeśli występowały, Równnikowy Cokol Izolacyjny, pod komponentami źródłowymi Kierunkowe Filcowe Podkładki Izolacyjne, a dla pełności zastosowano produkt Komora Izolacji Pokretla Głosności. W obu warunkach osprzęt izolacyjny ukryto pod przezroczystymi akustycznie tkaninami. Kolejność sesji zrównoważono, a ani słuchacze, ani obsługa sesji nie wiedzieli, który warunek był zastosowany.

Próbki śliny pobierano bezpośrednio przed każdą sesją i 20 minut po niej. Po drugiej sesji każdego słuchacza proszono o wskazanie, podczas której sesji użyto odizolowanego systemu, oraz o stwierdzenie, czy zauważył jakąkolwiek różnicę między sesjami.

5. WYNIKI

Badanie pomieszczeń. Źródła infradźwięków zidentyfikowano w 49 spośród 52 pomieszczeń. Najczęstsze były instalacje HVAC (31 pomieszczeń), sprzężony z podłogą rezonans stojaków sprzętowych (27 pomieszczeń), urządzenia chłodnicze (22 pomieszczenia), ruch drogowy (18 pomieszczeń) i obudowy głośnikowe bass-reflex (14 pomieszczeń); w większości pomieszczeń występowało więcej niż jedno źródło. Dominujące składowe mieściły się między 8 Hz a 19 Hz. Trzy pomieszczenia bez zidentyfikowanych źródeł zbudowano na betonowych płytach na poziomie gruntu, nie miały wymuszonej wentylacji i korzystały z głośników w obudowach zamkniętych.

Badanie panelowe. Słuchacze nie rozpoznawali sesji z izolacją częściej, niż wynikałoby z przypadku: poprawnie wskazała ją 25 z 48 osób ($p = 0,89$). Czterdziestu jeden spośród 48 słuchaczy zgłosiło, że nie zauważyło różnicy między sesjami.



Ich ślina była innego zdania. Średni wzrost stężenia kortyzolu w ślinie od pomiaru przed sesją do pomiaru po niej był podczas sesji z izolacją o 34% mniejszy niż podczas sesji normalnej (test rangowanych znaków Wilcozona dla par, $p = 0,006$). Materiał programowy oceniano podczas sesji z izolacją jako mniej smutny ($p = 0,02$). Efekt wystąpił w 11 z 12 pomieszczeń i był największy w pomieszczeniach o najwyższym zmierzonym w badaniu rezonansie stojaków.

Zmierzona redukcja infradźwięku ważonego krzywą G w miejscu odsłuchu była niewielka, a jej mediana wynosiła 2,1 dB. Redukcja kortyzolu nie była niewielka. Komisja interpretuje tę rozbieżność jako dowód, że istotną ekspozycją jest nie tylko docierający do słuchacza infradźwięk przenoszony przez powietrze, ale również niskoczęstotliwościowy ruch samego toru sygnałowego, którego słuchacz nie może usłyszeć, a system odtwarzania wiernie go reprodukuje.

6. DYSKUSJA

Ślepy test w tym badaniu przeprowadzono prawidłowo i doprowadził on do prawidłowego wniosku dotyczącego wykrycia. Nie doprowadził do żadnego wniosku w jakiegokolwiek innej kwestii. Nie jest to wada ślepego testu. Jest to wada twierdzeń wysuwanych w jego imieniu.

Komisja przewiduje trzy zastrzeżenia. Pierwsze dotyczy wielkości próby: nasz panel, podobnie jak badanie z 2026 roku, jest mały i konieczna jest replikacja. Zgadza się i prowadzimy rekrutację. Drugie dotyczy oczekiwania: Crichton i in. (2014) wykazali, że oczekiwanie może wywoływać objawy. Nasi słuchacze nie wiedzieli, który warunek był zastosowany, a ich zgłoszenia zauważenia różnicy nie pozwalały przewidzieć reakcji kortyzolowej. Trzecie dotyczy dawki: poziomy infradźwięków zmierzony w większości domowych pomieszczeń były niższe niż 75-78 dB użyte przez Scatterty'ego i in. To prawda. Ekspozycja domowa jest jednak również przewlekła, powtarza się noc po nocy i towarzyszy jej muzyka wybrana przez słuchacza specjalnie ze względu na jej oddziaływanie emocjonalne.

Proponujemy Wskaźnik Niesłyszanego Stresu (Unheard Stress Index, USI): różnicę między wzrostem kortyzolu od pomiaru przed sesją do pomiaru po niej w normalnym i izolowanym stanie systemu, wyrażoną procentowo. USI ma być podawany obok wyniku każdego ślepego porównania komponentów audio. Porównanie, w którym podano „brak słyszalnej różnicy” bez USI, opisuje połowę eksperymentu.

Na koniec zauważamy, że osprzęt izolacyjny jest często odrzucany na tej podstawie, iż jego działania nie można usłyszeć. Niniejszy artykuł tego nie kwestionuje. Kwestionuje znaczenie tego argumentu.

7. WNIOSKI

Scatterty i in. (2026) wykazali, że ludzie mogą być narażeni na bodziec, którego nie potrafią wykryć, a mimo to wykazywać mierzalną reakcję stresową na ten bodziec. Nasze badanie pomieszczeń pokazuje, że takie bodźce występują w niemal każdym domowym pomieszczeniu odsłuchowym. Nasze badanie panelowe pokazuje, że mechaniczna izolacja systemu odtwarzania ogranicza tę reakcję nawet wtedy, gdy słuchacze nie potrafią stwierdzić, że cokolwiek się zmieniło.

Zalecamy badanie pomieszczeń do odsłuchu krytycznego pod kątem infradźwięków za pomocą pomiaru ważonego krzywą G, podnoszenie tras kablowych znad podłogi i izolowanie komponentów źródłowych od stojaków, a także podawanie Wskaźnika Niesłyszanego Stresu obok wyniku wykrycia w każdym opublikowanym ślepym porównaniu urządzeń audio.

„Nie usłyszałem różnicy” pozostaje zdaniem całkowicie zgodnym z prawdą. Po prostu przestało być argumentem. Uszy nie są jedynym narządem znajdującym się w fotelu odsłuchowym.

BIBLIOGRAFIA

- [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*.