APPLICATION OF OTOACOUSTIC EMISSION TESTING IN ASSESSING HEARING LOSS AMONG CEMENT INDUSTRY WORKERS EXPOSED TO OCCUPATIONAL NOISE

Dang Thi Quynh Nam, Ha Lan Phuong, Dinh Thi Thu Hong

National Institute of Occupational and Environmental Health-No. 57, Le Quy Don Street, Hai Ba Trung Ward, Hanoi City, Vietnam

Received: 01/10/2025
Reviced: 04/10/2025; Accepted: 18/11/2025

ABSTRACT

Background: Pure-tone audiometry is the fundamental and mandatory method for diagnosing occupational noise-induced hearing loss; however, it is subjective and depends on the cooperation of the examinee. Otoacoustic emission (OAE) testing is an objective method that reflects the activity of outer hair cells in the organ of Corti and has been widely applied in pediatric hearing screening. In the context of periodic health examinations and occupational disease detection, which must be conducted on large populations of workers within a limited timeframe, applying OAE as a rapid, objective, and reliable screening tool is highly necessary.

Methods: A cross-sectional descriptive study was conducted on 322 workers at H1 Cement Company.

Results: The prevalence of hearing loss detected by pure-tone audiometry was 56.5%, with noise-induced hearing loss accounting for 35.7%. Distortion product otoacoustic emission (DPOAE) testing indicated 49.8% of ears as “Pass” and 50.2% as “Refer.” Compared with pure-tone audiometry at 4000 Hz, DPOAE demonstrated a sensitivity of 90.4%, specificity of 87.9%, positive predictive value of 90.6%, and negative predictive value of 87.6%.

Conclusions: OAE testing is an objective technique with high sensitivity and specificity in detecting noise-induced hearing loss. It can be effectively applied in periodic hearing screening for cement industry workers. Incorporating OAE testing into occupational health examination protocols is recommended to enhance early detection efficiency.

Keywords: otoacoustic emission, DPOAE, pure-tone audiometry, hearing loss.

*Corresponding author
Email: dangthiquynhnam@gmail.com **Phone**: (+84) 886775466 **Http**s://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD21.3804

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG KỸ THUẬT ĐO ÂM ỐC TAI ĐỂ ĐÁNH GIÁ GIẢM SỨC NGHE CỦA NGƯỜI LAO ĐỘNG SẢN XUẤT XI MĂNG TIẾP XÚC VỚI TIẾNG ỒN TRONG MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG

Đặng Thị Quỳnh Nam, Hà Lan Phương, Đinh Thị Thu Hồng

Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường-Số 57, phố Lê Quý Đôn, phường Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài: 01/10/2025
Ngày chỉnh sửa: 04/10/2025; Ngày duyệt đăng: 18/11/2025

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Đo sức nghe đơn âm là phương pháp cơ bản, bắt buộc trong chẩn đoán điếc nghề nghiệp do tiếng ồn, mang tính chủ quan và phụ thuộc vào sự hợp tác của người được đo. Đo âm ốc tai là phương pháp khách quan, phản ánh hoạt động của tế bào lông ngoài thuộc cơ quan Corti, đã được ứng dụng rộng rãi trong sàng lọc khiếm thính ở trẻ em. Trong bối cảnh khám sức khỏe định kỳ và khám phát hiện bệnh nghề nghiệp cần thực hiện trên số lượng lớn người lao động trong thời gian hạn chế, việc áp dụng đo âm ốc tai như một công cụ sàng lọc sức nghe nhanh, khách quan và đáng tin cậy là hết sức cần thiết.

Mục tiêu: Xác định giá trị của kỹ thuật đo âm ốc tai để đánh giá giảm sức nghe của người lao động sản xuất xi măng tiếp xúc với tiếng ồn trong môi trường lao động

Phương pháp: Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 322 công nhân tại công ty sản xuất xi măng H1

Kết quả: Tỷ lệ giảm sức nghe theo đo sức nghe đơn âm là 56,5%, trong đó do tiếng ồn chiếm 35,7%. Đo âm ốc tai méo cho thấy 49,8% tai "Pass" và 50,2% "Refer". Đối chiếu với đo sức nghe đơn âm tại 4000 Hz, đo âm ốc tai méo có độ nhạy 90,4%, độ đặc hiệu 87,9%, giá trị tiên lượng dương 90,6% và giá trị tiên lượng âm 87,6%.

Kết luận – khuyến nghị: Đo âm ốc tai là kỹ thuật khách quan, độ nhạy và đặc hiệu cao trong phát hiện giảm nghe do tiếng ồn, có thể áp dụng trong sàng lọc sức nghe định kỳ cho người lao động ngành xi măng. Cần xem xét bổ sung đo âm ốc tai vào quy trình khám bệnh nghề nghiệp để tăng hiệu quả phát hiện sớm.

Từ khóa: đo âm ốc tai, DPOAE, đo sức nghe đơn âm, giảm sức nghe.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đo sức nghe đơn âm (PTA) là phương pháp cơ bản, bắt buộc trong chẩn đoán điếc nghề nghiệp do tiếng ồn theo quy định hiện hành [1,2]. Đây là kỹ thuật chủ quan, phụ thuộc nhiều vào sự hợp tác của đối tượng, giúp xác định ngưỡng nghe theo từng dải tần số qua cả đường khí và đường xương. Trong số các phương pháp khách quan, đo âm ốc tai (OAE) được đánh giá cao nhờ khả năng phản ánh hoạt động của tế bào lông ngoài, dễ thực hiện, nhanh chóng và khách quan. Kỹ thuật này đã được ứng dụng rộng rãi trong sàng lọc khiếm thính ở trẻ em [4,5] và chứng minh giá trị ở người trưởng thành tiếp xúc tiếng ồn với độ nhạy và độ đặc hiệu cao [6]. Trong bối cảnh khám sức khỏe nghề nghiệp thường tiến hành tại cơ

*Tác giả liên hệ
Email: dangthiquynhnam@gmail.com **Điện thoại**: (+84) 886775466 **Https**://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD21.3804

sở lao động với số lượng lớn công nhân và thời gian hạn chế, việc áp dụng đo âm ốc tai có thể nâng cao hiệu quả sàng lọc thính lực. Xuất phát từ đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu với mục tiêu: "Xác định giá trị của kỹ thuật đo âm ốc tai để đánh giá giảm sức nghe của người lao động sản xuất xi măng tiếp xúc với tiếng ồn trong môi trường lao động."

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

NLĐ làm việc tại các vị trí/công việc tiếp xúc với tiếng ồn, có thời gian làm việc từ 1 năm trở lên và tự nguyện tham gia nghiên cứu.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại một công ty sản xuất xi măng (N1) ở Nghệ An từ tháng 7/2023 đến tháng 12/2023.

2.3 Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

2.4. Cỡ mẫu nghiên cứu

Áp dụng công thức tính trong nghiên cứu gồm 2 mẫu độc lập, xác định sự khác biệt giữa hai tỷ lệ [7], sử dụng phần mềm tính cỡ mẫu của WHO để tính cỡ mẫu cho nghiên cứu:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2}\,(p1 \times (1-p1) \times p2(1-p2)}{d^2}$$

Trong đó:

n: cỡ mẫu tối thiểu.

Z(1-α/2): giá trị từ phân bố chuẩn, được tính dựa trên

ý nghĩa thống kê (với α=0,05, Z(1- α/2)=1,96).

Dựa trên kết quả khảo sát trước khi tiến hành nghiên cứu của chúng tôi trên 30 người lao động (60 tai) được chọn ngẫu nhiên, thu được kết quả: 34/60 tai giảm nghe qua đo thính lực đơn âm; 31/60 tai có kết quả "Refer" theo phương đo âm ốc tai méo tiếng., Từ đó tính được:

P1 = 0,57 (Tỉ lệ giảm nghe theo phương pháp đo sức nghe đơn âm)

P2 = 0,52 (Tỉ lệ giảm nghe theo phương pháp đo âm ốc tai)

d: mức sai số tuyệt đối chấp nhận = 0,08

Theo công thức trên cỡ mẫu tính được là 298 người.

Thực tế chúng tôi đã thực hiện nghiên cứu trên 322 người lao động.

2.5. Phương pháp chọn mẫu

- Lập danh sách người lao động tiếp xúc với tiếng ồn theo từng phân xưởng sản xuất chính tiếp xúc với tiếng ồn (nguyên liệu, bột liệu, clinker, xi măng)

- Từ danh sách này, chọn toàn bộ người lao động đủ tiêu chuẩn, bao gồm:

+ Người lao động làm việc tại các vị trí tiếp xúc với tiếng ồn từ 4 năm trở lên

+ Người lao động không có bệnh lý tai ngoài và tai giữa

+ Tự nguyện tham gia nghiên cứu.

2.6. Biến số nghiên cứu

- Kết quả đo sức nghe đơn âm:

+ Bình thường: ngưỡng nghe ≤ 25 dB ở tất cả các tần số đo.

+ Giảm nghe: ngưỡng nghe > 25 dB tại ít nhất một tần số.

- Kết quả đo âm ốc tai méo tiếng:

+ Pass: đáp ứng âm ốc tai đạt tiêu chuẩn bình thường.

+ Refer: không đạt tiêu chuẩn

- Độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên lượng dương, giá trị tiên lượng âm của phương pháp đo âm ốc tai

2.7. Phương pháp thu thập thông tin

Đo sức nghe được thực hiện trong buồng cách âm bằng máy đo sức nghe Inventis Harp Basic LT (Italy). Đo ngưỡng nghe đường khí được thực hiện ở các tần số 500, 1000, 2000, 4000 và 8000 Hz; đo ngưỡng nghe đường xương được thực hiện ở các tần số 500, 1000, 2000 và 4000 Hz.

- Sức nghe bình thường: khi ngưỡng nghe tại tất cả các dải tần đo <= 25dB; giảm sức nghe khi ngưỡng nghe tại 1 tần số đo > 25dB.

Đo âm ốc tai Sử dụng máy GSI Corti (Mỹ) đo âm ốc tai méo tiếng (DPOAE)

Kỹ thuật đo thính lực, đo âm ốc tai thực hiện theo Thường quy kỹ thuật Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường, năm 2023 và được thực hiện bởi các cán bộ chuyên môn của khoa Khám bệnh chuyên ngành - Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường.

2.8. Phương pháp xử lý số liệu

Xử lý số liệu và phân tích bằng phần mềm SPSS 22.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Đặc điểm đối tượng nghiên cứu

Đặc điểm		
Giới tính	Nam	96,9%
	Nữ	3,1%
Tuổi đời trung bình (năm)	46,4 ± 8,76 (24 - 60)	
Tuổi nghề trung bình (năm)	24,3 ± 10,5 (4 - 42)	

Người lao động của công ty đa số là nam giới, chiếm 96,9%. Tuổi đời trung bình của người lao động là 46,4; công nhân trẻ nhất 24 tuổi và lớn tuổi nhất là 60 tuổi; tuổi nghề trung bình là 24,3 năm.

Bảng 2. Phân bố tình trạng sức nghe của người lao động (n = 322)

Kết quả đo sức nghe theo PTA		SL	%
Bình thường		140	43,5
Giảm nghe		182	56,5
Dạng giảm nghe	Giảm nghe do tiếng ồn	115	35,7
	Giảm nghe khác	67	20,8
Tổng		322	100

Trong tổng số 322 người lao động có 182 người giảm nghe các dạng khác nhau, chiếm tỉ lệ 56,5%. Trong đó, 115 người giảm nghe do tiếng ồn chiếm 35,7%. 67 người lao động giảm nghe các dạng khác, chiếm 20,8%.

Bảng 3. Kết quả đo DPOAE (n = 644)

Kết quả	Số lượng (tai)	Tỷ lệ (%)
Pass	321	49,84
Refer	323	50,16
Tổng	644	100

Trong số 644 tai đo âm ốc tai méo tiếng có 49,84% có kết quả Pass, 50,16% Refer.

Bảng 3.11. Đối chiếu kết quả đo âm ốc tai với kết quả đo sức nghe đơn âm tại tần số 4000Hz (n = 644)

DPOAE / PTA	Pass	Refer	Tổng
Bình thường	291	40	331
Giảm nghe	30	283	313
Tổng	321	323	644

Trong số 331 tai nghe bình thường qua đo sức nghe đơn âm có 291 tai đo DPOAE có kết quả Pass chiếm tỉ lệ 87,92%

Trong số 313 tai giảm nghe qua đo sức nghe đơn âm có 283 tai đo DPOAE có kết quả Refer, chiếm tỉ lệ 90,42%.

Đối chiếu kết quả đo âm ốc tai méo với kết quả đo sức nghe đơn âm tại tần số 4000Hz, chúng tôi tính độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên lượng dương và giá trị tiên lượng âm của phương pháp đo DPOAE theo các công thức sau:

- Độ nhạy: Tỷ lệ người có kết quả dương tính thật trên tổng số người thực sự có bệnh, cụ thể là tỷ lệ giữa số tai có kết quả DPOAE Refer trên tổng số tai thực sự giảm sức nghe.

$$\text{Độ nhạy} = \frac{TP}{TP+FN}$$

- Độ đặc hiệu: là tỷ lệ giữa số có kết quả âm tính trên tổng số không bệnh, cụ thể là tỷ lệ giữa số tai có kết quả DPOAE Pass trên tổng số tai có sức nghe bình thường.

$$\text{Độ đặc hiệu} = \frac{TN}{TN+FP}$$

- Giá trị tiên lượng dương là tỷ lệ số người có kết quả dương tính và thực sự mắc bệnh chia cho tổng số người có kết quả dương tính (bao gồm cả dương tính thật và dương tính giả), cụ thể: Tỷ lệ giữa số tai có kết quả DPOAE Refer và giảm nghe trên tổng số tai có kết quả DPOAE Refer.

$$\text{Giá trị tiên lượng dương (PPV)} = \frac{TP \times 100\%}{TP+FP}$$

- Giá trị tiên lượng âm là tỷ lệ số người có kết quả âm tính và không mắc bệnh chia cho tổng số người có kết quả âm tính (bao gồm cả âm tính thật và âm tính giả), cụ thể: Tỷ lệ giữa số tai có kết quả DPOAE

Pass và sức nghe bình thường trên tổng số tai có kết quả DPOAE Pass.

$$\text{Giá trị tiên lượng âm (NPV)} = \frac{TN \times 100\%}{TN+FN}$$

Trong đó:

- TP (True Positive): Số tai có kết quả DPOAE "Refer" trong nhóm "Giảm nghe" theo đo sức nghe đơn âm.

- FN (False Negative): Số tai có kết quả DPOAE "Pass" trong nhóm "Giảm nghe" theo đo sức nghe đơn âm.

- TN (True Negative): Số tai có kết quả DPOAE "Pass" trong nhóm "Bình thường" theo đo sức nghe đơn âm.

- FP (False Positive): Số tai có kết quả "Refer" trong nhóm "Bình thường" theo đo sức nghe đơn âm.

Bảng 4. Độ nhạy và độ đặc hiệu của DPOAE

Chỉ số	TP	FN	TN	FP	Độ nhạy (%)	Độ đặc hiệu (%)
Số lượng	283	30	291	40	90,42	87,92

Kết quả đối chiếu giữa DPOAE và đo thính lực đơn âm tại tần số 4000 Hz cho thấy kỹ thuật DPOAE có độ nhạy 90,42% và độ đặc hiệu 87,92% (Bảng 4). Điều này chứng tỏ DPOAE có khả năng phát hiện chính xác các trường hợp giảm thính lực do tiếng ồn với tỷ lệ bỏ sót thấp, đồng thời duy trì độ chính xác cao trong việc loại trừ các trường hợp bình thường.

Bảng 5. Giá trị tiên lượng của DPOAE

Chỉ số	TP	FN	TN	FP	Giá trị tiên lượng dương (%)	Giá trị tiên lượng âm (%)
Số lượng	283	30	291	40	87,62	90,65

Giá trị tiên lượng dương và âm của DPOAE cũng đạt mức cao, lần lượt là 87,62% và 90,65% (Bảng 5). Như vậy, khi kết quả DPOAE "Refer", khả năng người lao động thực sự bị giảm nghe là 87,62%; ngược lại, khi kết quả "Pass", khả năng người lao động có sức nghe bình thường là 90,65%. Các chỉ số này khẳng định DPOAE là một công cụ sàng lọc đáng tin cậy trong phát hiện sớm tổn thương thính giác do tiếp xúc tiếng ồn.

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi được tiến hành trên 322 công nhân sản xuất xi măng, trong đó nam giới chiếm tỷ lệ tuyệt đối (96,9%). Đây là đặc điểm phù hợp với thực tế lao động ngành xi măng, vốn đòi hỏi sức khỏe và thể lực, chủ yếu do nam giới đảm nhận. Tuổi đời trung bình của người lao động là 46,4 ± 8,76 năm, với tuổi nghề trung bình 24,3 ± 10,5 năm. Điều này cho thấy đối tượng nghiên cứu có thời gian tiếp xúc tiếng ồn kéo dài, làm tăng nguy cơ tích lũy tổn thương thính giác nghề nghiệp.

Kết quả đo sức nghe đơn âm cho thấy tỷ lệ giảm nghe ở công nhân là 56,5%, trong đó giảm nghe do tiếng ồn chiếm 35,7%. Tỷ lệ này cao hơn so với một số báo cáo trước đây ở công nhân các ngành công nghiệp khác, phản ánh mức độ nguy cơ lớn trong môi trường sản xuất xi măng. Phát hiện này nhấn mạnh vai trò quan trọng của giám sát sức nghe định kỳ để phòng ngừa bệnh điếc nghề nghiệp.

Kết quả đo DPOAE cho thấy gần một nửa số tai có kết quả "Refer" (50,16%). Kết quả này phản ánh rằng một tỷ lệ lớn công nhân có dấu hiệu rối loạn chức năng ốc tai, ngay cả khi chưa biểu hiện giảm nghe rõ rệt trên lâm sàng. DPOAE, với cơ chế phản ánh hoạt động của tế bào lông ngoài, có thể phát hiện sớm tổn thương chức năng ốc tai do tiếp xúc tiếng ồn kéo dài, trước khi tổn thương trở nên rõ trên đo sức nghe đơn âm.

Khi đối chiếu kết quả DPOAE với PTA tại tần số 4000 Hz – tần số nhạy cảm nhất với tổn thương do tiếng ồn – nghiên cứu cho thấy DPOAE có độ nhạy 90,42% và độ đặc hiệu 87,92%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Đăng Quốc Chấn (2010) với độ nhạy 92% và độ đặc hiệu 87% [6]. Bên cạnh đó, giá trị tiên lượng dương (87,62%) và giá trị tiên lượng âm (90,65%) khẳng định rằng kỹ thuật này có độ chính xác cao trong phát hiện tình trạng giảm nghe.

Với những ưu điểm nổi bật như tính khách quan, thời gian thực hiện nhanh, không xâm lấn và có khả năng phát hiện sớm tổn thương, DPOAE có thể được ứng dụng như một công cụ hữu hiệu trong khám sức khỏe định kỳ và sàng lọc thính lực nghề nghiệp, đặc biệt ở những ngành có môi trường tiếng ồn cao như sản xuất xi măng. Tuy nhiên, do hạn chế về khả năng đánh giá ngưỡng nghe chính xác ở mức suy giảm nặng, DPOAE nên được sử dụng kết hợp với đo sức nghe đơn âm để tăng cường hiệu quả phát hiện và theo dõi sức khỏe thính giác.

5. KẾT LUẬN

Phương pháp đo âm ốc tai méo tiếng cho thấy độ nhạy (90,42%) và độ đặc hiệu (87,92%) cao và giá trị tiên lượng tốt, có thể được sử dụng hiệu quả trong sàng lọc nhanh sức nghe ban đầu, đặc biệt trong môi trường lao động có nguy cơ tiếp xúc với tiếng ồn.

So với đo sức nghe đơn âm, DPOAE có ưu điểm về tính khách quan, thời gian đo ngắn và ít phụ thuộc vào sự hợp tác của người được khám. Trong bối cảnh khám sức khỏe nghề nghiệp với số lượng lớn và thời gian giới hạn, đo âm ốc tai là công cụ hỗ trợ hữu ích, giúp sàng lọc nhanh và có thể phối hợp với đo sức nghe đơn âm để nâng cao hiệu quả phát hiện sớm tổn thương sức nghe.

Từ kết quả nghiên cứu, có thể đề xuất áp dụng kỹ thuật đo âm ốc tai vào quy trình khám và chẩn đoán sớm bệnh điếc nghề nghiệp do tiếng ồn, đặc biệt trong các chương trình khám sức khỏe định kỳ cho người lao động làm việc trong môi trường có nguy cơ cao.

6. LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường và Bộ Y tế vì sự hỗ trợ và hướng dẫn trong suốt quá trình nghiên cứu. Đặc biệt, chúng tôi xin cảm ơn ban lãnh đạo và nhân viên của nhà máy xi măng H1 đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu thập dữ liệu. Cuối cùng, xin chân thành cảm ơn tất cả những cá nhân và tổ chức đã chia sẻ kiến thức chuyên môn và hỗ trợ nguồn lực, góp phần vào thành công chung của nghiên cứu này.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Y tế. Thông tư số 15/2016/TT-BYT ngày 15 tháng 5 năm 2016 quy định về bệnh nghề nghiệp được hưởng bảo hiểm xã hội. Hà Nội: Bộ Y tế; 2016.

[2] Bộ Y tế. Thông tư số 28/2016/TT-BYT ngày 30 tháng 6 năm 2016 hướng dẫn quản lý bệnh nghề nghiệp. Hà Nội: Bộ Y tế; 2016.

[3] Đặng Xuân Hùng. Thính học lâm sàng. Hà Nội: Nhà xuất bản Y học; 2018.

[4] Trường Đại học Y Dược Huế. Hướng dẫn sàng lọc khiếm thính sơ sinh tại Việt Nam. Huế: Trường Đại học Y Dược Huế; 2012.

[5] Nguyễn Tuyết Xương. Accuracy of otoacoustic emission in comparison to diagnostic test of auditory brainstem response in hearing screening for children in Vietnam. Syst Rev Pharm. 2020;11(5): 469–71.

[6] Nguyễn Đăng Quốc Chấn. Nghiên cứu ứng dụng phương pháp đo âm ốc tai méo tiếng vào phát hiện sớm và chẩn đoán điếc nghề nghiệp [luận văn tiến sĩ y học]. Đại học Y dược Thành phố Hồ Chí Minh; 2010.

[7] Hoàng Văn Minh, Lưu Ngọc Hoạt. Phương pháp chọn mẫu và tính toán cỡ mẫu trong nghiên cứu khoa học sức khỏe. Trường Đại học Y tế công cộng, Hà Nội; 2020. tr.32.