

Таблет суурьтай сонсголын шинжилгээгээр Улаанбаатар хотын насанд хүрэгчдийн дунд сонсгол бууралтын тархалтыг судалсан дүн

Байгалмаа О.¹, Junghwa B.², Бямбасүрэн Л.³, Батзориг Б.⁴

¹Улсын нэгдүгээр төв эмнэлэг, Чих хамар хоолой судлал, мэс заслын тасаг

²Халлим Олон улсын мастерын их сургууль,
Сонсгол хэл ярианы эмгэг судлалын тэнхим

³Улсын нэгдүгээр төв эмнэлэг, Чих хамар хоолой судлал, мэс заслын тасаг

⁴Анагаахын шинжлэх ухааны үндэсний их сургууль, Нийгмийн эрүүл мэндийн сургууль
e-mail: amd22f065@gt.mnums.edu.mn

Abstract

Prevalence of Hearing Loss Among Adults in Ulaanbaatar Assessed by Tablet-Based Hearing Screening

Baigalmaa O.¹, Byambasuren L.², Junghwa B.³, Batzorig B.⁴

¹Department of Otorhinolaryngology, First Central Hospital of Mongolia, Mongolia

²Department of Otorhinolaryngology, First Central Hospital of Mongolia, Mongolia

³Department of Audiology and Speech-Language Pathology,
Hallym University of Graduate Studies, South Korea

⁴School of Public Health, Mongolian National University of Medical Sciences, Mongolia
e-mail: amd22f065@gt.mnums.edu.mn Ymac: 99000554

Introduction

Hearing loss adversely impacts communication, cognitive function, and quality of life, yet early detection among adults remains inadequate. Despite the availability of portable, cost-effective tablet-based audiometric screening tools, national-level prevalence data on adult hearing loss in Mongolia are scarce, and no large-scale screening studies in primary health care settings have been conducted to date.

Goal

This study aimed to determine the prevalence of screen-detected hearing loss among adults in Ulaanbaatar, evaluate its association with age and test frequency, and identify associated factors.

Material and Methods

A cross-sectional study was conducted at primary health care clinics across nine districts of Ulaanbaatar (2024–2025), enrolling 2,335 adults (≥18 years). Hearing screening was performed using the MAICO easyTone device with DD65 v2A headphones at 500–6000 Hz (30 dB HL at 500 Hz; 20 dB HL at remaining frequencies), with ambient noise monitored per ANSI S3.1-2008. Each ear was classified as Pass or Refer at each frequency. Outcomes included screen-detected hearing loss (SD-HL), speech-frequency hearing loss (SD-SFHL, 500–2000 Hz), and high-frequency hearing loss (SD-HFHL, 4000–6000 Hz), each categorized as bilateral or unilateral. Associated factors were assessed by univariable and multivariable logistic regression.

Results

SD-HL was identified in 37.2% of participants (bilateral: 31.5%; unilateral: 5.7%), SD-SFHL in 30.6%, and SD-HFHL in 36.3%. Prevalence increased markedly with age, from 29.9% (40–49 years) to 96.6% (≥ 70 years) ($p < 0.001$). On multivariable logistic regression, male sex was inversely associated with a positive screening result (OR=0.65, 95% CI: 0.42–0.99, $p = 0.049$).

Conclusion: The findings of this study confirm that the MAICO easyTone tablet-based hearing screening device is a feasible and appropriate tool for the early detection of hearing loss among adults in routine primary health care settings in Ulaanbaatar. The high prevalence of screening-detected hearing loss underscores the urgent need to establish adult hearing screening programs in Mongolia. Future studies should include standard audiometric confirmation in participants with positive screening results to determine the diagnostic validity of this hearing screening approach.

Keywords: Adults, Hearing loss, Prevalence, Screening-detected hearing loss, Tablet-based hearing screening, Ulaanbaatar

Pp. 9-19, Tables 9, Pictures 2, References 22

Оршил

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (ДЭМБ)-ын тооцоолсноор дэлхий дахинд ойролцоогоор 430 сая хүн дунд болон хүнд зэргийн сонсгол бууралттай амьдарч байгаа бөгөөд 2050 он гэхэд энэ тоо 700 саяд хүрнэ гэж таамаглаж байна [1]. Сонсгол бууралт нь харилцаа, нийгмийн оролцоо, хөдөлмөрийн бүтээмж болон сэтгэл зүйн эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдөг бөгөөд насжилт, чанга дуу чимээний удаан хугацааны нөлөөлөл, ототоксик эмийн хэрэглээ зэрэг хүчин зүйлсээс хамааран тархалт нэмэгдэж байна [1–3]. АНУ-д хийгдсэн үндэсний хэмжээний судалгаанд 12 ба түүнээс дээш насны хүн амын 22.7%-д сонсгол бууралт илэрсэн бөгөөд 70 ба түүнээс дээш насныхны дунд энэ үзүүлэлт 68%-д хүрсэн байна [4]. Түүнчлэн сонсгол бууралт нь танин мэдэхүйн үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөх, зөнөгрөл үүсэх эрсдэлийг нэмэгдүүлдэг гэж үзэж байна [3, 5, 6]. Харин насанд хүрэгчдийн дунд сонсголын эрт илрүүлэлт хязгаарлагдмал хэвээр байгаа ба оношилгоо ихэвчлэн хожуу шатанд хийгддэг [1, 2]. Ялангуяа бага

болон дунд орлоготой орнуудад хүн амд суурилсан сонсголын скринингийн судалгаа хомс бөгөөд өртөг багатай, хурдан хийж болох скринингийн аргуудыг хөгжүүлэх шаардлага тулгарч байна [7]. Сонсгол бууралтыг үнэлэх алтан стандарт арга нь цэвэр авианы аудиометр боловч хүн амыг хамарсан скрининг хийх нөхцөлд дуу тусгаарласан орчин, өндөр өртөгтэй тоног төхөөрөмж болон мэргэшсэн хүний нөөц шаарддаг тул өргөн хүрээнд хэрэгжүүлэхэд хязгаарлагдмал байдаг [2, 3]. Иймд энгийн, зөөврийн, өртөг багатай сонсголын скринингийн аргуудыг хөгжүүлэх нь чухал юм. Сүүлийн жилүүдэд таблет болон ухаалаг төхөөрөмжид суурилсан аудиометрийн технологи эрчимтэй хөгжиж, уламжлалт аудиометрийн үр дүнтэй сайн нийцэх, өндөр мэдрэг ба өвөрмөц чанартай болохыг судалгаанууд харуулж байна [8–11]. Олон улсын судалгаанууд таблет суурьтай сонсголын скринингийн мэдрэг чанар (77-100%), өвөрмөц чанар (79-90%), стандарт аудиометртэй сайн нийцэл ($kappa = 1.0$) болон анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагад хэрэгжүүлэх

боломжтойг харуулсан байна [10–15]. Монгол улсад насанд хүрэгчдийн дунд сонсголын эрт илрүүлэг болон сонсгол бууралтын тархалтын судалгаа хомс байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл болж байна.

Материал, арга зүй

Судалгааны загвар

Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагуудын орчинд MAICO easyTone таблет суурьтай сонсголын скринингийн төхөөрөмжийг ашиглан насанд хүрэгчдийн сонсгол бууралтыг эрт илрүүлэхэд чиглэсэн агшингийн судалгаа юм.

Судалгааны хүн ам

Судалгааг 2024–2025 онд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагуудын амбулаторийн нөхцөлд зохион байгуулсан. Судалгаанд 18 нас ба түүнээс дээш насны оролцохыг зөвшөөрсөн нийт 2335 насанд хүрэгчдийг хамруулсан.

Шинжилгээний хэрэгсэл ба аргачлал

Сонсголын скрининг шинжилгээнд MAICO easyTone таблет суурьтай төхөөрөмжийг үйлдвэрлэгчийн DD65 v2A дуу тусгаарлагч чихэвчтэй хамт ашигласан. Скринингийг олон улсын насанд хүрэгчдийн сонсголын эрт илрүүлгийн удирдамж болон өмнө хэвлэгдсэн судалгаануудад тулгуурлан,

бодит нөхцөлд тохируулан гүйцэтгэсэн [8, 9, 16, 17]. Скринингийн давтамжид 500, 1000, 2000, 4000, 6000 Гц-ийг хамруулсан бөгөөд 6 кГц-ийг насанд хүрэгчдэд түгээмэл илэрдэг өндөр давтамжийн сонсгол бууралтыг илрүүлэх зорилгоор тусгайлан оруулсан. Дууны хүчийг 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц, 6к Гц давтамжид 20 дБ, 500 Гц давтамжид 30 дБ түвшинд тогтоосон. Давтамж бүрт 3 өгөлтийн 2 буюу түүнээс дээш хариу өгсөн тохиолдолд pass буюу скринингээр сөрөг, харин аль нэг давтамж дээр хариу өгөөгүй тохиолдолд refer буюу скринингээр эерэг хариу гэж үнэлсэн. Скринингийн дэлгэцийн жишээг Зураг 1-д үзүүлэв. Скринингээр эерэг үр дүн гарсан оролцогчийг сонсголын нарийвчилсан шинжилгээнд илгээсэн. Скринингийн үр дүнд үндэслэн 500, 1 кГц, 2 к Гц давтамжид эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд скринингээр илэрсэн ярианы давтамжийн сонсгол бууралт (SD-SFHL) [17], 4 кГц болон 6 кГц давтамжид эерэг үр дүн гарсан тохиолдолд скринингээр илэрсэн өндөр давтамжийн сонсгол бууралт (SD-HFHL) [18] гэж тус тус тодорхойлсон. Хоёр чихэнд эерэг гарсан тохиолдолд скринингээр илэрсэн хоёр талын, зөвхөн нэг талд эерэг илэрсэн тохиолдолд скринингээр илэрсэн нэг талын сонсгол бууралт гэж үнэлсэн [1, 19]. Эдгээр ангилал нь скринингийн үр дүнд үндэслэсэн бөгөөд стандарт цэвэр авианы аудиометрийн баталгаажуулалт хийгдээгүй болно.

Pic. 1. Screenshot example of the easyTone screening interface. The interface displays selectable test frequencies, real-time ambient noise indicators (green, orange, and red), and user-friendly controls.



Шинжилгээг ANSU S3.1–2008 стандартад заасан MPANL–д нийцүүлэн гүйцэтгэсэн бөгөөд хүснэгт 1–д үзүүлснээр зөвхөн

ногоон индикатор идэвхтэй үед шинжилгээг гүйцэтгэсэн. Лавлагааны MPANL утгуудыг Хүснэгт 2–т үзүүлэв.

Table 1. easyTone's color coding criteria for noise intensity levels

Color	Noise intensity level range	Interpretation
Green	Noise level < MPANL – 3dB	Suitable for screening
Orange	MPANL – 3dB ≤ Noise level < MPANL	Marginal, screening not recommended
Red	Noise level ≥ MPANL	Unsuitable for screening

Table 2. easyTone's maximum allowable level for 25 dB HL screening

Frequency (Hz)	Screening intensity (dB HL)	Headphone attenuation (dB)	Reference MPANL (dB SPL)
500	30	42.1	72.1
1000	20	45.4	65.4
2000	20	57.6	77.6
4000	20	54.8	74.8
6000	20	Manufacturer value	Calculated accordingly

Судалгааны явц

Судлаачид easyTone төхөөрөмжийг үзлэгийн өрөөнд шууд зөөвөрлөн авчирч, оролцогч бүрт ганцаарчилсан байдлаар шинжилгээг явуулсан. Шинжилгээний үед оролцогчдыг Зураг 2-т үзүүлснээр шинжлэгчийг харахгүйгээр суулган, DD65 v2A дуу тусгаарлагч чихэвч зүүлгэн, дохио сонссон тохиолдолд хариу өгөх товчийг дарахыг зааварласан. Шинжилгээний дарааллыг баруун чихнээс эхэлж 1000, 2000, 4000, 6000, 500 Гц, дараа нь зүүн чихэнд ижил дарааллаар гүйцэтгэсэн. Нэг оролцогчид ногдох шинжилгээний нийт хугацаа ойролцоогоор 1–2 минут байсан. Бүх шинжилгээг ижил төхөөрөмж, ижил журам, ижил дарааллын дагуу нэгэн жигд гүйцэтгэсэн.

Тасралттай ба тасралтгүй тоон хувьсагчдыг хэвийн тархалттай эсэхээс хамаарч, дундаж стандарт хазайлт болон медиан ба интерквартил зааг байдлаар, чанарын үзүүлэлтийг хувиар илэрхийлэв. Чанарын үзүүлэлтүүд хоорондын ялгааг Хи квадрат ба Фишерийн тест, бүлэг хоорондын ялгааг тоон үзүүлэлтүүдийн хувьд Т тест ашиглан үнэллээ. Хоёр талт р утга 0.05–аас бага тохиолдолд статистик үнэн магадлалтай



Pic 2. Hearing screening using the MAICO easyTone device at a primary health care clinic in Ulaanbaatar, Mongolia. The participant is seated with their back to the examiner and wears DD65 v2A sound-attenuating headphones. Screening was performed beginning with the right ear at frequencies of 1000, 2000, 4000, 6000, and 500 Hz in a fixed sequence, followed by the left ear. Upon perceiving the stimulus tone, the participant presses the response button. The examiner administers the screening via the tablet and continuously monitors ambient noise levels in real time.

гэж үзэв. Бинар логистик регрессийн шинжилгээ хийж, харьцуулсан харьцаа (OR) буюу энгийн OR, засварласан OR тооцон, итгэх интервалыг 95% байхаар тогтоов. Судалгааны мэдээлэлд SPSS 26 програм ашиглан, боловсруулалт хийсэн.

Ёс зүй

Энэхүү судалгаа явуулах зөвшөөрлийг Анагаахын шинжлэх ухааны үндэсний их сургуулийн Судалгааны ёс зүйн хорооноос авсан (Зөвшөөрлийн дугаар: 2024/3-06, 2024 оны 6 дугаар сарын 14). Судалгаанд оролцох нь сайн дурын үндсэн дээр явагдсан бөгөөд оролцогч бүрт судалгааны зорилго, явц болон боломжит үр ашгийн талаар мэдээлсний дараа зөвшөөрлийг авсан. Оролцогчдын нэрийг нууцалж, өгүүлэлд хувийн мэдээллийг оруулаагүй болно.

Үр дүн

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагуудад нийт 2,335 насанд хүрэгч сонсголын

скрининг шинжилгээнд хамрагдсан. Оролцогчдын дундаж нас 44.3 ± 14.8 жил байв. Нийт оролцогчдын 65% нь эмэгтэй, 35% нь эрэгтэй байсан бөгөөд боловсролын түвшний хувьд 63.6% нь дээд, 35.8% нь дунд, 0.6% нь бага боловсролтой байв. Дүүргүүдийн хувьд хамгийн олон оролцогч Баянзүрх (26.7%),

Сонгинохайрхан (20.8%), Баянгол (16.2%), Хан-Уул (14.6%) дүүргээс хамрагдсан (Хүснэгт 3). Скрининг шинжилгээний нийт үр дүнгээр баруун чихний 66%, зүүн чихний 65.3% нь pass буюу скринингээр сөрөг үнэлгээтэй байсан бол баруун чихний 34%, зүүн чихний 34.7% нь refer буюу скринингээр эерэг үнэлгээтэй байв. Нийт оролцогчдын 37.2% скринингээр эерэг үр дүн илэрсэн бөгөөд үүнээс 31.5% нь хоёр талын, 5.7% нь скринингээр илэрсэн нэг талын сонсгол бууралттай байв. Скринингээр илэрсэн ярианы давтамжийн сонсгол бууралт (SD-SFHL) оролцогчдын 30.6%, өндөр давтамжийн сонсгол бууралт (SD-HFHL) 36.3%-д тус тус илэрсэн (Хүснэгт 4).

Table 3. Participant characteristic (N=2,335)

Characteristic	n (%) / Median (IQR)
Age, years	43 (33–55)
Sex	
Female	1,518 (65)
Male	817 (35)
Education level	
High	1,485 (64)
Middle	836 (36)
Lower	14 (0.6)
District	
Bagakhangai	13 (0.6)
Baganuur	55 (2.4)
Bayangol	377 (16.2)
Bayanzurkh	624 (26.7)
Chingeltei	139 (5.9)
Khan-Uul	342 (14.6)
Nalaikh	79 (3.4)
Sukhbaatar	219 (9.4)
Songinokhairkhan	487 (20.8)

Table 4. Pure-tone screening outcomes and prevalence of screen-detected hearing loss

Outcome	n (%)
Right ear, Pass	1,542 (66.0)
Right ear, Refer	793 (34.0)
Left ear, Pass	1,524 (65.3)
Left ear, Refer	811 (34.7)
Screen-detected hearing loss	
SD-Any hearing loss	869 (37.2)
Bilateral hearing loss	735 (31.5)
Unilateral hearing loss	134 (5.7)
SD-Speech-frequency hearing loss (SFHL)	714 (30.6)
SD-High-frequency hearing loss (HFHL)	847 (36.3)

Давтамж тус бүрийн үр дүнг авч үзэхэд 500 Гц давтамжид эерэг үр дүн хоёр чихэнд 15% байсан бол давтамж өсөх тутамд эерэг үр дүн нэмэгдэж байгаа нь ажиглагдсан.

Давтамж өсөх тутамд скринингээр эерэг үр дүн нэмэгдэх хандлага ажиглагдсан бөгөөд 4 кГц болон 6 кГц давтамжид хамгийн өндөр байсан (Хүснэгт 5).

Table 5. Pure-tone screening results by frequency

Frequency	Right ear Pass n (%)	Right ear Refer n (%)	Left ear Pass n (%)	Left ear Refer n (%)
500 Hz	1,992 (85)	343 (15)	1,986 (85)	349 (15)
1 kHz	1,808 (77)	527 (23)	1,845 (79)	490 (21)
2 kHz	1,801 (77)	534 (23)	1,770 (76)	565 (24)
4 kHz	1,628 (70)	707 (30)	1,595 (68)	740 (32)
6 kHz	1,649 (71)	686 (29)	1,611 (69)	724 (31)

Насны бүлгүүдийн хооронд скрининг шинжилгээний үр дүн болон скринингээр илэрсэн сонсгол бууралтын тархалтад

статистикийн ач холбогдолтой ялгаа ажиглагдсан ($p < 0.001$) (Хүснэгт 6).

Table 6. Pure-tone screening outcomes and prevalence of screen-detected hearing loss by age group (N=2,335)

Variable	Overall	18–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	≥70	p-value
Right ear									<0.001
Pass	1502 (65.4)	39 (95.1)	301 (90.4)	446 (86.8)	425 (74.4)	229 (50.7)	55 (20.7)	7 (5.9)	
Refer	793 (34.6)	2 (4.9)	32 (9.6)	68 (13.2)	146 (25.6)	223 (49.3)	211 (79.3)	111 (94.1)	
Left ear									<0.001
Pass	1485 (64.7)	40 (97.6)	306 (91.9)	438 (85.2)	425 (74.4)	223 (49.3)	49 (18.4)	4 (3.4)	
Refer	810 (35.3)	1 (2.4)	27 (8.1)	76 (14.8)	146 (25.6)	229 (50.7)	217 (81.6)	114 (96.6)	
SD-SFHL									<0.001
Right ear	617 (26.9)	1 (2.4)	23 (6.9)	55 (10.7)	105 (18.4)	162 (35.8)	171 (64.3)	100 (84.7)	

Left ear	626 (27.3)	1 (2.4)	17 (5.1)	60 (11.7)	102 (17.9)	167 (36.9)	178 (66.9)	101 (85.6)	
SD-HFHL									<0.001
Right ear	759 (33.1)	2 (4.9)	28 (8.4)	63 (12.3)	140 (24.5)	210 (46.5)	206 (77.4)	110 (93.2)	
Left ear	785 (34.2)	1 (2.4)	25 (7.5)	70 (13.6)	140 (24.5)	223 (49.3)	213 (80.1)	113 (95.8)	
SD-HL	868 (37.8)	2 (4.9)	37 (11.1)	89 (17.3)	171 (29.9)	236 (52.2)	219 (82.3)	114 (96.6)	<0.001
SD-Bilateral HL	735 (32.0)	1 (2.4)	22 (6.6)	55 (10.7)	121 (21.2)	216 (47.8)	209 (78.6)	111 (94.1)	<0.001
SD-Unilateral HL	133 (5.8)	1 (2.4)	15 (4.5)	34 (6.6)	50 (8.8)	20 (4.4)	10 (3.8)	3 (2.5)	

Скринингээр эерэг үр дүн 18–19 насны бүлэгт 4.9% байсан бол 70 ба түүнээс дээш насны бүлэгт 94.1% хүрсэн. Скринингээр илэрсэн ярианы давтамжийн болон өндөр

давтамжийн сонсгол бууралт мөн нас ахих тусам огцом нэмэгдсэн бөгөөд хоёр чихэнд ижил хандлага ажиглагдсан (Хүснэгт 6, 7).

Table 7. Frequency-specific refer rates by age group and ear (%)

Frequency/Ear	Overall	18–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	≥70	p-value
500 Hz									<0.001
Right	14.9	0.0	5.1	7.2	9.5	17.3	35.3	53.4	
Left	15.2	2.4	3.9	6.8	11.4	19.5	31.6	53.4	
1 kHz									<0.001
Right	23.0	2.4	6.3	9.1	15.6	29.0	55.6	76.3	
Left	21.3	2.4	4.2	9.1	13.3	28.3	51.5	72.9	
2 kHz									<0.001
Right	23.3	2.4	5.4	8.6	14.9	30.1	57.5	82.2	
Left	24.6	2.4	4.5	9.7	15.6	32.5	62.0	83.1	
4 kHz									<0.001
Right	30.8	2.4	7.5	10.7	23.1	42.0	74.1	90.7	
Left	32.2	2.4	6.6	12.5	22.8	46.0	75.9	95.8	
6 kHz									<0.001
Right	29.9	4.9	7.8	10.1	20.3	41.2	74.4	89.8	
Left	31.5	2.4	6.9	11.9	21.7	44.7	75.9	94.1	

Скринингээр эерэг болон сөрөг үр дүнтэй оролцогчдын хооронд насны хувьд статистикийн ач холбогдолтой ялгаа ажиглагдсан ба скринингээр эерэг гарсан оролцогчдын дундаж нас 54.5 ± 13.8 жил нь скринингээр сөрөг гарсан оролцогчдын дундаж нас 38.2 ± 11.8 жилээс статистикийн ач холбогдолтойгоор өндөр байв. Хүйсийн хувьд статистикийн ач холбогдолтой ялгаа

ажиглагдаагүй ($p=0.14$). Боловсролын түвшний хувьд дээд боловсролтой оролцогчдын 18.3%, дунд боловсролтой 69.7%, бага боловсролтой 100%-д скринингээр эерэг үр дүн илэрсэн ($p<0.001$). Налайх (54.4%) болон Сонгинохайрхан (46.2%) дүүрэгт скринингээр эерэг үр дүн харьцангуй өндөр байв ($p<0.001$) (Хүснэгт 8).

Table 8. Characteristics of participants according to hearing loss status

Characteristic	Overall (N=2335)	Pass (n=1466)	Refer (any HL) (n=869)	p-value
Age, mean (SD)	44.3 (14.8)	38.2 (11.8)	54.5 (13.8)	<0.001
Sex				0.14
Female	1518 (65)	970 (63.9)	548 (36.1)	
Male	817 (35)	496 (60.7)	321 (39.3)	
Education				<0.001
High	1485 (63.6)	1213 (81.7)	272 (18.3)	
Middle	836 (35.8)	253 (30.3)	583 (69.7)	
Lower	14 (0.6)	0 (0.0)	14 (100)	
Districts				<0.001
Bagakhangai	13 (0.6)	7 (53.8)	6 (46.2)	
Baganuur	55 (2.4)	34 (61.8)	21 (38.2)	
Bayangol	377 (16.1)	251 (66.6)	126 (33.4)	
Bayanzurkh	624 (26.7)	406 (65.1)	218 (34.9)	
Chingeltei	139 (6.0)	95 (68.3)	44 (31.7)	
Khan-uul	342 (14.6)	242 (70.8)	100 (29.2)	
Nalaikh	79 (3.4)	36 (45.6)	43 (54.4)	
Sukhbaatar	219 (9.4)	133 (60.7)	86 (39.3)	
Songinokhairkhan	487 (20.9)	262 (53.8)	225 (46.2)	

Нэг хүчин зүйлийн шинжилгээнд насны бүлэг, хүйс, боловсролын түвшин нь скринингээр илэрсэн сонсгол бууралттай статистикийн ач холбогдолгүй байв ($p>0.05$). Олон хүчин зүйлийн шинжилгээнд бусад хүчин зүйлийн нөлөөг тохируулсны дараа хүйс нь статистикийн ач холбогдолтой байсан ба

эрэгтэй оролцогчдын скринингээр эерэг үр дүн гарах магадлал эмэгтэйчүүдтэй харьцуулахад 35%-иар бага байсан ($OR=0.65$, 95% CI: 0.42–0.99, $p=0.049$).

Насны бүлэг болон боловсролын түвшин тохируулсан загварт статистикийн ач холбогдолгүй байв (Хүснэгт 9).

Table 9. Univariate and multivariable logistic regression analysis of factors associated with screen-detected hearing loss

Characteristic	N	Univariate OR (95% CI)	p-value	Multivariable OR (95% CI)	p-value
Age group	2,295				
18–19 (reference)		—		—	
20–29		1.89 (0.37–34.6)	0.544	1.33 (0.23–25.4)	0.796
30–39		2.83 (0.59–51.0)	0.311	1.68 (0.31–31.8)	0.628
40–49		3.84 (0.81–68.8)	0.189	2.38 (0.44–44.9)	0.417
50–59		1.85 (0.37–33.7)	0.553	0.92 (0.16–17.7)	0.940
60–69		1.56 (0.29–29.1)	0.674	0.82 (0.13–16.1)	0.857
≥70		1.04 (0.13–21.4)	0.971	0.70 (0.08–15.4)	0.775
Sex	2,335				
Female (reference)		—		—	
Male		0.72 (0.49–1.05)	0.099	0.65 (0.42–0.99)	0.049
Education	2,335				
High (reference)		—		—	

Lower		0.00	0.974	0.00	0.974
Middle		0.99 (0.68–1.42)	0.961	0.98 (0.62–1.54)	0.947

Хэлцэмж

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын насанд хүрэгчдийн 37.2%-д скринингээр илэрсэн сонсгол бууралт (SD-HL) тодорхойлогдсон бөгөөд энэ үзүүлэлт нь скринингийн эерэг үр дүнд үндэслэсэн тархалтын үнэлгээ юм. Скринингийн эерэг үр дүн харьцуулсан судалгаануудаас өндөр байгааг дараах хүчин зүйлстэй холбон тайлбарлаж болно. Нэгдүгээрт, скринингийн дууны хүчийг 20 дБ HL болгосон нь Gvin нарын судалгааны 25 дБ HL болон Louw нарын судалгааны 35 дБ HL-тай харьцуулахад бага тул скринингийн мэдрэг чанар өндөр, скринингээр эерэг үр дүн харьцангуй өндөр байсан. Хоёрдугаарт, нийт таван давтамжийн (500 Гц, 1, 2, 4, 6 кГц) аль нэгд 3 өгөлтийн 2-т хариу өгч чадаагүй тохиолдолд скринингээр эерэг үр дүн гарахад нөлөөлсөн байж болзошгүй юм. Гуравдугаарт, анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагад сонсголын бэрхшээлтэй болон ахмад насны хүмүүс давамгайлах хандлагатай байдаг нь скринингээр эерэг үр дүнг нэмэгдүүлэх хүчин зүйл болж болзошгүй юм. Энэхүү судалгааны үр дүн нь MAICO easyTone төхөөрөмжийг анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагын ердийн нөхцөлд насанд хүрэгчдийн сонсголын скринингэнд амжилттай ашиглах боломжтойг баталгаажуулж байна. Ижил төхөөрөмжийг ашигласан Yu нар (2025)-ын судалгаанд мэдрэг чанар 95.5–100%, өвөрмөц чанар 84.8–100% байсан нь MAICO easyTone төхөөрөмжийн найдвартай байдлыг дэмжиж байна. Насны бүлгээр авч үзэхэд скринингээр илэрсэн сонсгол бууралтын тархалт нас ахих тусам огцом нэмэгдэх хандлагатай байсан бөгөөд 70 ба түүнээс дээш насны бүлэгт 96.6% хүрсэн нь насжилттай холбоотой мэдрэл мэдрэхүйн сонсгол бууралтын тархалтыг харуулж байна [20–22]. Louw нарын судалгаанд 40 ба түүнээс дээш насны бүлэгт скринингээр

эерэг үр дүн 25.4%, Génin нар (2024)-ын судалгаанд 40 дээш насны бүлэгт скринингээр эерэг үр дүн 12%-аас 100% хүртэл нэмэгдсэн нь нас ахих тусам сонсгол бууралт нэмэгдэх хандлага нийтлэг болохыг харуулж байна. Давтамж тус бүрийн үр дүнг авч үзэхэд 4 кГц болон 6 кГц-ийн бүсэд скринингээр эерэг үр дүн хамгийн өндөр байсан нь насжилттай холбоотой сонсгол бууралт өндөр давтамжаас эхлэн илэрдэг нийтлэг хэв маягтай нийцэж байна.

Олон хүчин зүйлийн логистик регрессийн шинжилгээнд эрэгтэй оролцогчдын скринингээр эерэг үр дүн гарах магадлал эмэгтэйчүүдтэй харьцуулахад 35%-иар бага байсан (OR=0.65, 95% CI: 0.42–0.99, $p=0.049$). Louw нар (2017)-ын судалгаанд эсрэгээрээ эрэгтэйчүүдэд скринингээр эерэг үр дүн өндөр байсан нь энэхүү үр дүнтэй зөрчилдөж байгаа бөгөөд оролцогчдын 65% эмэгтэй байсантай холбоотой сонгомол хазайлт (selection bias) нөлөөлсөн байж болзошгүй юм. Боловсролын түвшин скринингээр илэрсэн сонсгол бууралттай статистикийн ач холбогдолтой хамааралтай байсан бөгөөд ($p<0.001$) дунд болон бага боловсролтой оролцогчдын дунд тархалт мэдэгдэхүйц өндөр байсан нь нийгэм эдийн засгийн байдал болон эрүүл мэндийн үйлчилгээний хүртээмж хязгаарлагдмал байдалтай холбоотой байж болно. Энэхүү судалгаа нь хэд хэдэн хязгаарлалттай байсан. Нэгдүгээрт, стандарт аудиометрийн баталгаажуулалт хийгдээгүй тул скринингийн мэдрэг болон өвөрмөц чанарыг тооцоолох боломжгүй байсан бөгөөд хэт шилжүүлэлт (over-referral) үүссэн байж болзошгүй юм. Хоёрдугаарт, оролцогчид анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагад ирсэн хүмүүс байсан тул бүх хүн амыг төлөөлөх боломжгүй байж болзошгүй бөгөөд сонгомол хазайлт үүссэн байж болно.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаа нь MAICO easyTone таблет суурьтай скринингийн төхөөрөмж нь Улаанбаатар хотын анхан шатны эрүүл мэндийн байгууллагын ердийн орчинд насанд хүрэгчдийн дунд сонсгол бууралтыг эрт илрүүлэхэд тохиромжтой, хэрэгжих боломжтой хэрэгсэл болохыг харуулж байна. Таблет суурьтай аудиометрийн скринингээр илэрсэн сонсгол бууралтын нийт тархалт 37.2% байсан бөгөөд насны бүлгээр авч үзэхэд 40–49 насны бүлэгт 29.9%-аас эхлэн 70 ба түүнээс дээш насны бүлэгт 96.6% хүртэл огцом нэмэгдсэн нь насжилттай холбоотой сонсгол бууралтыг тархалт огцом ихсэж байгааг харуулж байна. Олон хүчин зүйлийн логистик регрессийн шинжилгээгээр хүйс нь сонсгол бууралттай статистикийн ач холбогдолтой холбоотой байсан бөгөөд эрэгтэй оролцогчдын сонсгол бууралтын магадлал эмэгтэйчүүдтэй харьцуулахад бага байв. Гэхдээ энэхүү үзүүлэлт нь стандарт цэвэр авианы аудиометрийн баталгаажуулалтгүй скринингийн эерэг үр дүнд үндэслэсэн тул тархалтын дээд үнэлгээ гэж тайлбарлах нь зохимжтой. Богино хугацаанд хийх боломжтой, зөөврийн энэхүү технологи нь сонсголын мэргэжлийн боловсон хүчин хязгаарлагдмал орчинд сонсголын эрүүл мэндийн үйлчилгээний хүртээмжийг нэмэгдүүлэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэх боломжтой юм. Цаашдын судалгаан таблет суурьтай цэвэр авианы аудиометрийн скринингээр эерэг үр дүн илэрсэн оролцогчдод стандарт аудиометрийн нарийвчилсан шинжилгээ хийж скринингийн оношилгооны үнэ цэнийг тодорхойлох нь чухал ач холбогдолтой юм.

Талархал

Энэхүү судалгааг хэрэгжүүлэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулж, дэмжлэг үзүүлсэн Монголын чих хамар хоолойн эмч нарын нийгэмлэг, Улсын нэгдүгээр төв эмнэлэг, БНСУ-ын Рафаэл Интернэйшнл байгууллагын хамт олон болон судалгааны явцад үнэтэй санал, зөвлөгөө өгсөн БНСУ-ын Сөүлийн их сургуулийн эрхэм

профессор Пак Су Кён, мэргэжил нэгт эрхэм эмч нар, мэргэжлийн байгууллагын хамт олонд гүн талархал илэрхийлье.

Ном зүй

- 1 World Health Organization. World Report on Hearing. Geneva: World Health Organization, <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing> (2021).
- 2 Olusanya, Bolajoko O.; Neumann, Klaus J.; Saunders JE. The global burden of disabling hearing impairment: A call to action. *Bull World Health Organ* 2014; 92: 367–373.
- 3 Livingston G, Huntley J, Sommerlad A et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet* 2020; 396: 413–466.
- 4 Goman, Adele M.; Lin FR. Prevalence of Hearing Loss by Severity in the United States. *Am J Public Health* 2016; 106: 1820–1822.
- 5 Gopinath B, Schneider J, McMahon CM et al. Severity of age-related hearing loss is associated with impaired activities of daily living. *Age Ageing* 2012; 41: 195–200.
- 6 Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011; 68: 214–220.
- 7 Bright T, Mactaggart I, Kim M et al. Rationale for a Rapid Methodology to Assess the Prevalence of Hearing Loss in Population-Based Surveys. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 3731.
- 8 Bright T PD. Validity of a smartphone-based hearing screening test for adults. *Am J Audiol* 2016; 25: 1–9.
- 9 van Tonder J, Swanepoel DW, Mahomed-Asmail F et al. Automated smartphone hearing screening in adults. *Int J Audiol* 2017; 56: 67–75.
- 10 Yu CY, Park JG, Kang CW et al. Assessing the effectiveness of a tablet-based hearing screening device for school hearing screening. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2025; 2092–6529.

- 11 Гйнин А et al. Validation of a tablet-based application for hearing self-screening in an adult population. *Int J Audiol* 2024; 63: 639–647.
 - 12 Cheong J, Lowe E, Lee CW et al. Globally applicable solution to hearing loss screening: a diagnostic accuracy study of tablet-based audiometry. *BMJ Open* 2024; 14: e079582.
 - 13 Samelli, Alessandra G.; Rabelo, Camila M.; Sanches, Seisse G.G.; Aquino Camila P.; Gonzaga D. Tablet-Based Hearing Screening Test. *Telemed e-Health* 2015; 21: 747–751.
 - 14 Louw, Christine; Swanepoel, De Wet; Eikelboom, Robert H.; Myburgh HC. Smartphone-based Hearing Screening at Primary Health Care Clinics. *Ear Hear* 2017; 38: 93–100.
 - 15 El Mouahidine, Maria; Гйнин, Arnaud; Venail, Frédéric; Puel, Jean-Luc; Ceccato J-C. Hearing Screening in Private Family Practice Medicine Using Tablet Applications. *Ear Hear* 2024; 46: 1–10.
 - 16 Audiology AA of. Clinical practice guidelines: Childhood hearing screening. Reston, VA, 2011.
 - 17 American Speech-Language-Hearing Association. Adult Hearing Screening, <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/adult-hearing-screening/> (2021).
 - 18 Mehrparvar, Amir Houshang; Mirmohammadi, Seyed Jalil; Ghoreyshi, Abolfazl; Mollasadeghi, Abolfazl; Loukzadeh Z. High-frequency audiometry: a means for early diagnosis of noise-induced hearing loss. *Noise Heal* 2011; 13: 161–165.
 - 19 Mahomed-Asmail, Faheema; Swanepoel, De Wet; Eikelboom, Robert H.; Myburgh HC. Clinical validity of hearScreen smartphone hearing screening for school children. *Ear Hear* 2016; 37: e11-17.
 - 20 Haile LM, Kamenov K, Briant PS, et al. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2021; 397: 996–1009.
 - 21 Michels, Travis C.; Duffy, Michael T.; Rogers DJ. Hearing Loss in the Elderly. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580566/> (2023).
 - 22 National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. Quick Statistics About Hearing, Balance, & Dizziness, <https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/%0Aquick-statistics-hearing> (2023).
- Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:*
Анагаах ухааны доктор,
дэд профессор Г.Аянга