

Дуу шуугианы бохирдол түүний нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудал

Төгөлдөр М.^{1,2}, Ариунсанаа Б.², Энхжаргал А.¹

¹Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

²Монгол Улсын их сургууль

Цахим шуудан: tuguldur.2gyno@gmail.com

Abstract

Noise pollution and its public health consequences

Tuguldur M.^{1,2}, Ariunsanaa B.², Enkhjargal A.¹

¹National Center for Public Health

²National University of Mongolia

Introduction

Noise pollution is an important environmental factor that can adversely affect human health and quality of life. Exposure to excessive or prolonged noise is associated not only with hearing impairment but also with sleep disturbance, psychological stress, cognitive dysfunction, and cardiovascular health risks.

Goal

The aim of this review was to examine the effects of noise pollution on human health, with particular attention to the short- and long-term consequences of noise exposure and its physiological, psychological, cognitive, and cardiovascular effects.

Materials and Methods

A narrative review of scientific literature was conducted using the references included in the present study. Published research addressing environmental and transportation noise, noise exposure, sleep disturbance, stress-related responses, cognitive function, cardiovascular health, mental health, and related outcomes was reviewed and synthesized. The reviewed evidence was considered according to exposure duration, intensity, and reported health effects.

Results

The reviewed studies indicate that short-term exposure to high-intensity noise may cause annoyance, fatigue, reduced concentration, sleep disturbance, and temporary physiological and psychological responses. Prolonged and repeated exposure may increase the risk of sleep disorders, psychological stress, cardiovascular disease, hearing impairment, and cognitive dysfunction. Environmental noise may also affect children's language, reading, and comprehension abilities. Transportation noise has been associated with cardiovascular and immune-system responses, while anthropogenic noise can affect communication and behavior in various animal species.

Conclusion

Noise pollution should be considered a significant environmental health risk extending beyond hearing damage. Reducing exposure to excessive environmental noise and implementing appropriate noise-control measures are important for protecting human health, improving quality of life, and supporting ecological well-being.

Keywords: Noise pollution; Human health; Disease; Sleep disturbance; Cardiovascular health; Cognitive function

Рр.80-87, References 51

Оршил

Хотжилт, хүн амын төвлөрөл, автотээврийн хөдөлгөөний эрчим нэмэгдэхийн хэрээр хүрээлэн буй орчны дуу шуугиан нь нийгмийн эрүүл мэнд, хот төлөвлөлтийн анхаарал татсан асуудлын нэг болж байна. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагаас (ДЭМБ) хүрээлэн буй орчны дуу шуугианы өртөлтийг бууруулах, ялангуяа зам тээврийн эх үүсвэрээс үүсэх дуу шуугианыг эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл үзүүлэхгүй байх хэмжээнд хязгаарлах шаардлагатайг зөвлөсөн байдаг [1].

Хүрээлэн буй орчны дуу шуугиан нь хүний бие махбодын болон сэтгэцийн эрүүл мэнд, сайн сайхан байдалд нөлөөлөх хүрээлэн буй орчны томоохон эрсдэлт хүчин зүйлсийн нэг бөгөөд Европын орнуудад түүнтэй холбоотой өвчлөлийн ачаалал ихээхэн нэмэгдсээр байна [2].

Түүнчлэн автотээврийн хэрэгслээс үүдэлтэй дуу шуугиан 10 dB-ээр нэмэгдэх бүрд зүрх судасны өвчлөлийн эрсдэл 2%, харвалтын эрсдэл 3.4%, зүрхний дутагдлын эрсдэл 5% тус тус нэмэгдэж байгааг Фуй Шин [3] нарын судлаачид тогтоосон байна.

Хүрээлэн буй орчны дуу чимээ, хүрээлэн буй орчны бохирдол болох нь

Хий, шингэн, хатуу биеэс тогтсон харимхай орчны бөөмсийн хэлбэлзэх хөдөлгөөн долгион байдлаар тархахыг дуу гэнэ [4]. Тухайн бие болоод биесийн систем тэнцвэрийн байрлалаасаа гарах, буцаж орох гэх мэтээр олон дахин давтагдах процессыг хэлбэлзэх хөдөлгөөн гэнэ. Дууны хэлбэлзэл ба долгион үүсэх, тарах, бодистой харилцан үйлчлэлцэх үзэгдлийг судалдаг физикийн салбарыг акустик хэмээн нэрлэдэг. Дууны ойлголтыг биологийн болоод физикийн талаас нь хоёр ангилж үздэг. Хүний чих хүлээн авдаг хэлбэлзэл долгионыг биологийн утгаар

дуу гэж ойлгоно. Хүний чихний янз бүрийн давтамж бүхий дууг сонсох муж 15-20000 Гц-ийн хооронд оршдог [4].

Уян харимхай орчин буюу хатуу, шингэн, хийн орчинд тархаж байгаа механик хэлбэлзлийг дуу шуугиан гэнэ. Дуу шуугиан гэдэг нь хүний чихэнд сонсогдох тасралтгүй спектр бүхий хэлбэлзэх авиа юм [1]. Шуугианыг энгийнээр тодорхойлбол хүсээгүй дуу чимээ юм [6,7]. Шуугианыг дицибел (дБА) нэгжээр илэрхийлдэг [8].

Хүрээлэн буй орчны дуу шуугиан нь хүн төдийгүй зэрлэг амьтдын эрүүл мэнд, сайн сайхан байдалд мэдэгдэхүйц сөрөг нөлөө үзүүлдэг бохирдуулагч хүчин зүйл юм. Хүн амын хамгийн их өртдөг дуу шуугианы эх үүсвэр нь тээврийн хэрэгсэл ялангуяа авто замын хөдөлгөөн гол эх үүсвэр болдог.

Тээврийн хэрэгслээс ялгарах хорт бодисын ялгарал болон дуу шуугианы нь хавсран агаарын бохирдлыг бий болгодог. Автотээврийн хэрэгслээс үүдэн гарч буй дуу шуугианы бохирдлоос гадна үйлдвэрлэл, барилга угсралт, амралт зугаалга, хотын хог хаягдал цуглуулах үйл ажиллагаа зэрэг бусад эх үүсвэрүүд нь харьцангуй бага хэмжээгээр боловч тавгүй байдал болон нойрны хямрал үүсгэдэг тул дуу шуугианыг агаарын бохирдлын нэг гэж албан ёсоор үздэг байна [9].

Хүрээлэн буй орчны дуу шуугиан нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудал болох нь

ДЭМБ дуу шуугианы бохирдлыг хөдөлмөрийн, нийгмийн болон хүрээлэн буй орчны аль ч нөхцөлд үзүүлэх сөрөг эрүүл мэндийн болон нийгмийн нөлөөг дараах долоон ангилсан байна. Үүнд: сонсголын гэмтэл, харилцан ярианд саад болох, зүрх судасны эмгэгүүд, сэтгэцийн эрүүл мэндийн асуудлууд, танин мэдэхүйн

буурал, сөрөг нийгмийн зан үйл, нойрны хямрал зэрэг багтана [5].

Дуу шуугианы бохирдол гэдэг нь хүний амьдрах орчинд тархаж бие, сэтгэлзүйд сөргөөр нөлөөлөх хэмжээнд хүрч, физик үүслийн хувьд өөр өөр далайц, давтамж нь санамсаргүй өөрчлөгдөх эмх цэгцгүй олон авианы цогц юм. Дууны долгионы эрчим үүсгүүрээс холдох тусам сулрах, тархах явцдаа орчны саад руу ойж, шингэж улмаар орчиндоо сарних үзэгдэл ажиглагдана. Үүний улмаас анх үүсвэрээс гарсан дуу шуугиан хүний чихэнд өөрчлөгдөж хүрэх тохиолдол байдаг [4].

Сүүлийн үеийн судалгаагаар тээврийн хэрэгслийн дуу чимээ, ялангуяа авто зам болон нисэх онгоцноос гарах дуу шуугианы түвшин нэмэгдэж, стресс үүсгэж, зүрх судасны эмгэг үүсгэх эрсдэлт хүчин зүйл болохыг судлан тогтоосон цөөнгүй судалгаа байдаг [9, 10]. Хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй олон төрлийн дуу чимээ байдаг бөгөөд авто зам, усан тээвэр, агаарын тээвэр, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа зэрэг олон төрлийн дуу чимээний бохирдол байдаг [12–15]. Түүнчлэн сүүлийн үед судлаачдын үзэж буйгаар дуу шуугианы бохирдол нь гэрлийн бохирдолтой уялдаа холбоотой байж болохыг судлан тогтоосон байна [16].

Дуу шуугианы бохирдол хүний танин мэдэхүйн чадварт сөргөөр нөлөөлдөг болох талаар хийгдсэн тархвар судлалын судалгааны мета-анализын үр дүнгээс харахад дуу шуугианы бохирдлын улмаас бага насны хүүхдийн хэл яриа, уншиж, ойлгох чадвар буурах мөн насанд хүрэгчдийн танин мэдэхүйн үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж байгааг тогтоожээ [17].

Ер нь хүнд дуу шуугиан нь сонсголын алдагдал үүсгэхээс гадна тасралтгүй үргэлжлэх үед хүний бие махбодод стрессийн даавар болох кортизол, адреналины түвшинг нэмэгдүүлж, исэлдэлтийн үйл явцыг хурдасган, сэтгэлийн түгшүүрийг эрчимжүүлж, улмаар цусны даралт ихсэх, зүрхний өвчинд хүргэдэг байна [18].

Улмаар дуу шуугиан хүний тархи, мэдрэлийн системд сөргөөр нөлөөлж танин мэдэхүйн үйл ажиллагааны сулрал, исэлдэлтийн стресс, сэтгэлийн хямрал, түгшүүр, мэдрэлийн эсийн дегенератив эмгэгт хүргэдэг байна [18–26].

Гэхдээ дуу шуугианыг стресстэй холбон тайлбарлах нь олонтаа байдаг ч сүүлийн үеийн судалгаанууд хүрээлэн буй орчны дуу шуугиан нь стрессийн үйл явцын үр дүнд (стрессийн даавар, дархлааны үзүүлэлтүүд, сэтгэцийн эрүүл мэнд) шууд нөлөө үзүүлэхгүй байгааг тогтоосон байна [27, 28].

Дуу шуугианы бохирдлын улмаас үүсэж буй эрүүл мэндийн сөрөг нөлөөллийг хугацаа, өртөлтийн эрчим болон илрэх шинж тэмдгийн онцлогоос нь хамааруулан богино болон урт хугацааны нөлөөлөл гэж ангилан авч үзэж болно. Богино хугацааны өртөлтийн үед чанга дуу чимээ нь хүний анхаарал, сэтгэл хөдлөл болон автономит мэдрэлийн тогтолцоонд түр зуурын хариу урвал үүсгэж, цочрол, тавгүй байдал, анхаарал төвлөрөл буурах, нойр хямрах зэрэг шинжээр илэрч болно. Харин дуу шуугианд удаан хугацаагаар, давтамжтай өртөх үед эдгээр хариу урвал давтагдан, нойрны чанар, стрессийн зохицуулалт, зүрх судасны тогтолцоо, мэдрэлийн тогтолцоо болон ерөнхий сэтгэцийн эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл нэмэгдэнэ. Иймээс дуу шуугианы эрүүл мэндийн нөлөөллийг зөвхөн сонсголын өөрчлөлтөөр хязгаарлахгүйгээр сонсголын бус физиологи, сэтгэлзүйн болон зан үйлийн үр дагаврыг хамруулан авч үзэх нь зүйтэй [18–26].

Дууны чанга сулын түвшин, давтамж, өртөх хугацаа зэрэг шинж чанар нь хүн болон хүрээлэн буй орчинд харилцан адилгүй нөлөө үзүүлдэг [29]. Хэт өндөр давтамжтай дуу шуугианд удаан хугацаагаар өртөх нь бага зэргийн тавгүй байдлаас эхлээд эрүүл мэндэд ноцтой сөрөг үр дагавар хүртэл олон төрлийн нийгмийн эрүүл мэндийн ноцтой асуудал үүсгэж болох бөгөөд энэ нь дуу шуугианыг яаралтай анхаарал

хандуулах шаардлагатай хүрээлэн буй орчны бохирдлын нэг хэлбэр болохыг баталж байна [30].

Богино хугацааны чанга дуу чимээний хүний биед үзүүлэх нөлөө

Богино хугацаанд чанга дуу чимээнд өртөхөд хүний бие дуу чимээг стресс үүсгэгч хүчин зүйл хэмээн хүлээн авч, түр зуурын физиологийн болон сэтгэлзүйн хариу урвал үзүүлж болно. Өртөлтийн түвшин, үргэлжлэх хугацаа, давтамж болон тухайн хүний мэдрэг байдлаас хамааран нойрны хямрал, цочромтгой байдал, анхаарал төвлөрөл буурах, ядрах зэрэг зовиур илэрч болох бөгөөд шөнийн өртөлт нь амралт, нөхөн сэргэлтийн үйл явцад илүү мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэх боломжтой [32–34].

Нойрны хямрал нь амьдралын чанар, өдрийн гүйцэтгэлд нөлөөлдөг тул хамгийн хор хөнөөлтэй сонсголын бус нөлөөнд тооцогддог [5–7].

Шөнийн цагаар тасалдсан галт тэрэг эсвэл замын хөдөлгөөний чанга дуу чимээнд өртөснөөр кортизолын түвшин ихсэж байж болно [32–34]. Зам тээврээс үүсэх дуу шуугиан нь дархлааны системд нөлөөлж IL-12 дархлааны системийн чухал мэдээлэл дамжуулдаг уураг болох C-реактив уургийн түвшинг нэмэгдүүлж, харин NKCell буюу байгалийн устгагч эсүүдийн идэвхийг бууруулдаг [28–30]. Дархлааны систем нь цусны эргэлтийн кортизолын түвшин нь дуу шуугиантай хамааралтай [36, 37].

Ялангуяа 85 децибел ба түүнээс дээш өндөр эрчимтэй дууны түвшин нь бие махбодь болон сэтгэл зүйн хувьд илүү хортой үр дагавартай байдаг[21]. Ийм өндөр түвшний дуу шуугианы бохирдол нь стресс, нойрны хямрал зэрэг эрүүл мэндэд богино хугацаанд сөрөг нөлөө үзүүлдэг [22]. Хүлээн зөвшөөрөгдсөн урт хугацааны эрүүл мэндийн сөрөг үр дагаварт зүрх судасны өвчин, мэдрэлийн гэмтэл, сонсголын бэрхшээл орно [23, 24].

Иймээс дуу шуугианы эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг богино болон урт хугацааны

гэсэн хоёр үндсэн хүрээнд авч үзэн, тухайн хугацаанд илрэх физиологийн, сэтгэлзүйн болон эрүүл мэндийн үр дагаврыг дараах байдлаар авч үзэв.

Урт хугацааны дуу чимээний хүний биед үзүүлэх нөлөө

Урт хугацааны дуу шуугианы өртөлт нь нэг удаагийн хүчтэй өртөлтөөс ялгаатайгаар өдөр тутам давтагдах шинжтэй байдаг. Ийм давтамжтай өртөлт нь хүний стрессийн хариу урвалыг дахин дахин өдөөж, нойрны чанар алдагдах, сэтгэлзүйн ачаалал нэмэгдэх, улмаар зүрх судасны болон бодисын солилцооны эрсдэлт хүчин зүйлс нэмэгдэхэд нөлөөлж болзошгүй. Мөн дуу чимээний эх үүсвэр, өдрийн болон шөнийн цаг, өртөлтийн түвшин, хувь хүний мэдрэг байдал зэрэг нь эрүүл мэндийн үр дагаврын илрэл, хүчийг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой[38].

Дуу шуугианы бохирдол болон сэтгэцийн эрүүл мэндийн сөрөг нөлөөлөл нь сэтгэлзүйн болон зан үйлийн механизмын цогц харилцан үйлчлэлийг харуулдаг. Вольфганг Бабишийн боловсруулсан дуу шуугиан ба стрессийн харилцан хамаарлыг тогтоох аргачлалын дагуу дуу шуугианд өртөх нь хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх хоёр үндсэн замтай [38].

"Шууд зам" нь өөрөөр хэлбэл хэт өндөр децибелийн (>100 дБ(А)) өртөх нь чихийг шууд гэмтээж, "шууд бус зам" гэж нэрлэгддэг 50-70 дБ(А) децибелийн доод түвшинд өртөх нь өдөр тутмын үйл ажиллагаа, нойр болон харилцаанд нөлөөлдөг. Нойрны хямрал нь сэтгэлийн түгшүүр, сэтгэлийн хямрал зэрэг сэтгэцийн эрүүл мэндийн асуудалуудтай хүчтэй холбоотой байдаг [39].

Энэхүү бага децибелийн дуу чимээ нь симпатик болон дотоод шүүрлийн үйл ажиллагааг идэвхжүүлж, танин мэдэхүйн болон сэтгэл хөдлөлийн хэд хэдэн стрессийн хариу үйлдэл, тухайлбал ядаргаа, сэтгэл гутралтай төстэй байдал, стрессийн дааврын түвшин нэмэгдэж, симпатик мэдрэлийн системийг идэвхжүүлдэг сэтгэцийн стресс зэрэгт хүргэдэг.

Тааламжгүй, таагүй мэдрэмжээр тодорхойлогддог чимээ шуугиан нь стрессийн түвшинг нэмэгдүүлж, сэтгэцийн эрүүл мэндийн асуудлуудыг идэвхжүүлэх эсвэл хурцатгахад хувь нэмэр оруулдаг [40]. Энэхүү чимээ шуугианаас үүдэлтэй эмгэг физиологид нь зөвхөн сэтгэцийн эрүүл мэндийн байдал төдийгүй зүрх судасны эрсдэлт хүчин зүйлс, зүрх судасны өвчнийг дэмждэг[40]. Хамгийн чухал нь архаг сэтгэцийн стресс нь бие махбодийн болон сэтгэцийн эрүүл мэндийн аль алинд нь эрсдэлт хүчин зүйл болдог [41]. Шөнийн цагаар онгоцны болон хэт чанга, хурц дуу чимээнд өртөх нь сэтгэл хөдлөлийн стресс, стрессийн гормоны хэт их ялгаралтаас үүдэлтэй broken-heart хам шинж гэж нэрлэгддэг такоцубо кардиомиопати үүсгэдэг [42]. Ерөнхийдөө дуу шуугиан нь архаг ядаргаа болон стресс нь дасан зохицох чадварыг бууруулж, стресст өртөмтгий байдлыг нэмэгдүүлж, стресст тэсвэртэй байдал, даван туулах чадварыг бууруулдаг. Нэмж дурдахад, дуу чимээнд өртөх нь дасан зохицох чадваргүй хэв маягийг, муу зуршлийг (архи, тамхи) бий болгож болзошгүй бөгөөд сэтгэцийн эрүүл мэндийн эмзэг байдлыг нэмэгдүүлдэг [43–51].

Дуу шуугиан 10 дБА-гаар нэмэгдэх нь нойрны чанарт нөлөөлж, бодисын солилцооны өөрчлөлтөд нөлөөлж, чихрийн шижин өвчнийг үүсгэдэг. Мөн дуу шуугиан нь таргалалтад нөлөөлж болзошгүй байна [9].

Дуу шуугиан ба амьтан

Хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй дуу чимээ нь амьтдын сонсголыг бууруулдаг бөгөөд энэ нь харилцаа холбоо, орон зайн ашиглалт болон нөхөн үржихүй зэрэгт нөлөөлдөг нь нотлогдсон [50, 51]. Тухайлбал шувуу, хоёр нутагтан, хэвлээр явагчид, загас, хөхтөн амьтад, сээр нуруугүй амьтад зэрэг олон биологийн төрөл зүйлд нөлөөлдөг [49–51].

Дүгнэлт

Дуу шуугианы бохирдол нь сонсголын алдагдал, зүрх судасны өвчин, стресс,

нойрны хямрал зэрэг хүний эрүүл мэндэд өргөн хүрээний сөрөг нөлөө үзүүлэхээс гадна зэрлэг амьтдын харилцаа холбоо, үржил, амьдрах орчны сонголтод нөлөөлж, экосистемийн хэвийн үйл ажиллагааг алдагдуулах эрсдэлтэй байна. Иймээс дуу шуугианы бохирдлыг бууруулахдаа эх үүсвэрийн хяналт, замын гадаргуугийн сайжруулалт, дуу чимээ багатай технологийн хэрэглээ, дуу тусгаарлах хаалт, бүсчлэлийн зохицуулалт болон олон нийтийн мэдлэг, хандлагыг сайжруулах зэрэг цогц арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлагатай.

Улаанбаатар хотын хувьд автозамын хөдөлгөөний ачаалал, хоногийн цагийн ялгаа, тээврийн хэрэгслийн тоо болон дуут дохионы хэрэглээ зэрэг хүчин зүйл нь гадаад орчны дуу шуугианы түвшинд нөлөөлөх боломжтой тул дуу шуугианыг бодит хэмжилтээр тогтмол үнэлж, нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлох нь чухал байна. Судалгааны үр дүнд тулгуурлан дуу шуугианы гол эх үүсвэрийг хянах, өртөлтийг бууруулах, авто замын хөдөлгөөний зохицуулалтыг сайжруулах арга хэмжээг төлөвлөх нь хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалахад ач холбогдолтой.

Ном зүй

1. World Health Organization Regional Office for Europe. Environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2018
2. Hänninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, Rappolder M, Carrer P, Fanetti AC, Kim R, Buekers J, Torfs R, Iavarone I, Classen T, Hornberg C, Mekel OC; EBoDE Working Group. Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environ Health Perspect.* 2014 May;122(5):439-46. doi: 10.1289/ehp.1206154. Epub 2014 Feb 28. PMID: 24584099; PMCID: PMC4014759.
3. Fu X, Wang L, Yuan L, Hu H, Li T, Zhang J, et al. Long-term exposure to traffic noise and risk of incident cardiovascular diseases: a systematic review and dose-response meta-analysis. *J Urban Health.*

- 2023;100(4):788–801. doi:10.1007/s11524-023-00769-0
4. Н. Түгжсүрэн. Физик Экологи. Vol. 1. Улаанбаатар: “БЭМБИ САН” ХХК; 2012.
5. Goines L, Hagler L. Noise Pollution: A Modern Plague. *South Med J*. 2007 Mar;100(3):287–94.
6. What Is Noise Pollution? [Internet]. [cited 2025 Aug 5]. Available from: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/what-is-noise-pollution>
7. Noise pollution | Definition, Examples, Effects, Control, & Facts | Britannica [Internet]. [cited 2025 Aug 5]. Available from: <https://www.britannica.com/science/noise-pollution>
8. South Australia Environment Protection Authority. Guidelines for the assessment of noise from rail infrastructure. 2013.
9. Мьнзел Т, Molitor M, Kuntic M, Hahad O, Рццсли М, Engelmann N, et al. Transportation noise pollution and cardiovascular health. *Circ Res*. 2024 Apr 26;134(9):1113–35.
10. Мьнзел Т, Sørensen M, Daiber A. Transportation noise pollution and cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2021 Sep 1;18(9):619–36.
11. Мьнзел Т, Daiber A, Engelmann N, Рццсли М, Kuntic M, Banks JL. Noise causes cardiovascular disease: it's time to act. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [Internet]. 2025 Jan 1 [cited 2025 Jul 28];35(1):24–33. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41370-024-00732-4>
12. Lengagne T. Traffic noise affects communication behaviour in a breeding anuran, *Hyla arborea*. *Biol Conserv*. 2008 Aug;141(8):2023–31.
13. Vasconcelos RO, Amorim MCP, Ladich F. Effects of ship noise on the detectability of communication signals in the Lusitanian toadfish. *Journal of Experimental Biology*. 2007 Jun;210(12):2104–12.
14. Brown AL. Measuring the effect of aircraft noise on sea birds. *Environ Int*. 1990;16(4–6):587–92.
15. Mason JT, McClure CJW, Barber JR. Anthropogenic noise impairs owl hunting behavior. *Biol Conserv*. 2016 Jul 1;199:29–32.
16. Newport J, Shorthouse DJ, Manning AD. The effects of light and noise from urban development on biodiversity: Implications for protected areas in Australia. *Ecological Management and Restoration*. 2014;15(3):204–14.
17. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014;383(9925):1325–1332. doi:10.1016/S0140-6736(13)61613-X
18. Cohen S, Weinstein N (1981) Nonauditory effects of noise on behavior and health. *J Soc Issues* 37
19. Thompson R, Smith RB, Bou Karim Y, Shen C, Drummond K, Teng C, et al. Noise pollution and human cognition: An updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. *Environ Int*. 2022 Jan 1;158:106905.
20. Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Мьнзел Т. Environmental Noise-Induced Effects on Stress Hormones, Oxidative Stress, and Vascular Dysfunction: Key Factors in the Relationship between Cerebrocardiovascular and Psychological Disorders. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2019 Nov 11 [cited 2025 Aug 5];2019:1–13. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/4623109/>
21. Jafari MJ, Khosrowabadi R, Khodakarim S, Mohammadian F. The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019 Sep 15;7(17):2924–31.
22. Halperin D. Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health? *Sleep Sci*. 2014;7(4):209–12.

23. Bisogno A, Scarpa A, Di Girolamo S, De Luca P, Cassandro C, Viola P, et al. Hearing loss and cognitive impairment: Epidemiology, common pathophysiological findings, and treatment considerations. *Life (Basel)*. 2021 Oct 1;11(10):1102.
24. Baiduc RR, Sun JW, Berry CM, Anderson M, Vance EA. Relationship of cardiovascular disease risk and hearing loss in a clinical population. *Sci Rep*. 2023 Dec 1;13(1):1642.
25. Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J* [Internet]. 2014 Apr 1 [cited 2025 Aug 5];35(13):829–36. Available from: <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehu030>
26. How does environmental noise pollution impact my health? | European Environment Agency's home page [Internet]. [cited 2025 Aug 5]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/en/about/contact-us/faqs/how-does-environmental-noise-pollution-impact-my-health>
27. Beutel ME, J nger C, Klein EM, Wild P, Lackner K, Blettner M, et al. Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general Population- the contribution of aircraft noise. *PLoS One*. 2016 May 1;11(5):e0155357.
28. Smith AP. Noise and health: Why we need more research. Institute of Noise Control Engineering. 2010;
29. Smith AP. Effects of noise, job characteristics and stress on mental health and accidents, injuries and cognitive failures at work. Institute of Acoustics. 2011;
30. Murphy E, King EA (2022) Environmental noise pollution: noise mapping, public health, and policy. *Noise Mapping, Public Health, and Policy, Environmental Noise Pollution*
31. Hartmut Ising, Martin Ising. Chronic Cortisol Increases in the First Half of the Night Caused by Road Traffic Noise. *Noise Health*. 2002 Jul;4(16):13–6.
32. Selander J, Bluhm G, Theorell T, Pershagen G, Babisch W, Seiffert I, et al. Saliva cortisol and exposure to aircraft noise in six European countries. *Environ Health Perspect*. 2009 Nov;117(11):1713–7.
33. Foraster M, Eze IC, Schaffner E, Vienneau D, H ritier H, Endes S, et al. Exposure to road, railway, and aircraft noise and arterial stiffness in the SAPALDIA study: annual average noise levels and temporal noise characteristics. *Environ Health Perspect*. 2017 Sep 1;125(9).
34. Thiesse L, Rudzik F, Kraemer JF, Spiegel K, Leproult R, Wessel N, et al. Transportation noise impairs cardiovascular function without altering sleep: the importance of autonomic arousals. *Environ Res*. 2020 Mar 1;182:109086.
35. Cai Y, Hansell AL, Blangiardo M, Burton PR, de Hoogh K, Doiron D, et al. Long-term exposure to road traffic noise, ambient air pollution, and cardiovascular risk factors in the HUNT and lifelines cohorts. *Eur Heart J* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2025 Jul 31];38(29):2290–6. Available from: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/38/29/2290/3858093>
36. Kim A, Sung JH, Bang JH, Cho SW, Lee J, Sim CS. Effects of self-reported sensitivity and road-traffic noise levels on the immune system. *PLoS One*. 2017 Oct 1;12(10):e0187084.
37. Babisch W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise Health*. 2002;4:1–11.
38. Alvaro PK, Roberts RM, Harris JK. A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances, anxiety, and depression. *Sleep*. 2013 Jul 1;36(7):1059–68.
39. Schneiderman N, Ironson G, Siegel SD. Stress and health: psychological,

- behavioral, and biological determinants. *Annu Rev Clin Psychol*. 2005;1:607–28.
40. Мьнзел Т, Knorr M, Schmidt F, von Bardeleben S, Gori T, Schulz E. Airborne disease: a case of a Takotsubo cardiomyopathie as a consequence of nighttime aircraft noise exposure. *Eur Heart J* [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2025 Jul 31];37(37):2844–2844. Available from: <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehw314>
 41. Foraster M, Eze IC, Vienneau D, Brink M, Cajochen C, Caviezel S, et al. Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity. *Environ Int*. 2016 May 1;91:341–9.
 42. Roswall N, Christensen JS, Bidstrup PE, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Associations between residential traffic noise exposure and smoking habits and alcohol consumption-A population-based study. *Environ Pollut*. 2018 May 1;236:983–91.
 43. Roswall N, Ammitzbull G, Christensen JS, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Residential exposure to traffic noise and leisure-time sports—A population-based study. *Int J Hyg Environ Health*. 2017 Aug 1;220(6):1006–13.
 44. Bernath-Plaisted J, Koper N. Physical footprint of oil and gas infrastructure, not anthropogenic noise, reduces nesting success of some grassland songbirds. *Biol Conserv*. 2016 Dec 1;204:434–41.
 45. Sun JWC, Narins PM. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. *Biol Conserv*. 2005 Feb;121(3):419–27.
 46. Lazerte SE, Slabbekoorn H, Otter KA. Learning to cope: Vocal adjustment to urban noise is correlated with prior experience in black-capped chickadees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016 Jun 29;283(1833).
 47. Cunningham GM, Fahrig L. Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. *Acta Oecologica*. 2010 Sep;36(5):463–70.
 48. Mancera KF, Murray PJ, Lisle A, Dupont C, Faucheux F, Phillips CJC. The effects of acute exposure to mining machinery noise on the behaviour of eastern blue-tongued lizards (*Tiliqua scincoides*). *Animal Welfare*. 2017 Feb 1;26(1):11–24.
 49. Amoser S, Wysocki LE, Ladich F. Noise emission during the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. *J Acoust Soc Am*. 2004 Dec 1;116(6):3789–97.
 50. Shannon G, Crooks KR, Wittemyer G, Fristrup KM, Angeloni LM. Road noise causes earlier predator detection and flight response in a free-ranging mammal. *Behavioral Ecology* [Internet]. 2016 [cited 2025 Aug 5];27(5):1370–5. Available from: <https://academic.oup.com/beheco/article-lookup/doi/10.1093/beheco/arw058>
 51. Bunkley JP, McClure CJW, Kawahara AY, Francis CD, Barber JR. Anthropogenic noise changes arthropod abundances. *Ecol Evol*. 2017 May 1;7(9):2977–85.

**Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн
Анагаахын шинжлэх ухааны доктор,
профессор Н.Сайжаа**