

Ерөнхий боловсролын зарим сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарын үнэлгээний дүн

Мягмардорж Ч.¹, Энхжаргал А.¹, Энхмөнх Э.¹, Алтангэрэл Б.¹,
Уранцэцэг Ц.², Сувд Б.², Оюун-Эрдэнэ О.¹

Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв
²Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль
³“Ач” Анагаах ухааны их сургууль
Цахим шуудан: miigaa0311ncph@gmail.com

Abstract

Results of the Indoor Air Quality Assessment in Selected Secondary Schools

Myagmardorj Ch.¹, Enkhjargal A.¹, Enkhmunkh E.¹, Altangerel B.¹, Urantsetseg Ts.²,
Battur L.¹, Suvd B.³, Oyun-Erdene O.¹

№ National Center for Public Health

² Mongolian University of Science and technology

”Ach” Medical University

Email: miigaa0311ncph@gmail.com

Background

Indoor air quality in schools is an important environmental health concern because children spend a substantial proportion of their time in classrooms and are particularly vulnerable to air pollutants.

Objective

To assess common chemical, and biological pollutants in the indoor air of general education schools in Ulaanbaatar.

Methods

A cross-sectional study was conducted from October 10, 2025, to March 1, 2026, in 16 purposively selected schools and 32 classrooms across six districts of Ulaanbaatar. PM_{2.5}, PM₁₀, CO₂, and microclimatic parameters were monitored continuously for seven days. Volatile organic compounds, formaldehyde, BTEX compounds, and radon were also measured. Airborne microorganisms were assessed using 160 air samples, and 160 surface swabs were collected. Results were compared with MNS 7106:2026, MNS 5484:2005, and MNS 6410:2018 standards.

Results

The mean 24-hour concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ were 25.2 and 36.1 µg/m³, respectively. PM_{2.5} exceeded the permissible level during winter and in schools located in apartment areas, whereas the mean PM₁₀ concentration met the acceptable level. Total bacteria were detected in all air samples, with a mean concentration of 1,733.25 CFU/m³. Mould and fungi were detected in 56.3% of classrooms, and enteric bacteria were detected in 4.3% of surface swabs. Radon levels remained below the permissible limit, and pathogenic bacteria were not detected. Formaldehyde was detected in all samples, while total VOCs and toluene were detected in 81.3%; their mean concentrations remained within acceptable levels. In one classroom, the concentration of benzene was detected approximately 30 times higher the permissible level.

Conclusion: Although some indoor air-quality indicators met the relevant standards, PM2.5, total bacteria, mould and fungi, surface enteric bacteria, and benzene contamination require improvement and may pose health risks to children. Regular ventilation, improved cleaning and hygiene, proper maintenance of HEPA devices, and routine monitoring of particulate matter, mould, and VOCs are needed.

Keywords: indoor air quality; schools; children; PM2.5; mould; bacteria; volatile organic compounds; benzene; Ulaanbaatar

Pp.51-57, Tables 2, References 16

Үндэслэл

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын 2019 оны тооцооллоор Монгол Улсын хүн амын чанартай амьдралын жилүүд алдсан өдрүүдээр тооцсон эрсдэлийн 2.87 хувь (1.44%-4.71%)-ийг дотоод орчны агаарын чанарын асуудал эзэлж байна [1-5].

Дотоод орчны агаарын бохирдолтод хамгийн өртөмхий бүлэг нь хүүхэд (ДЭМБ-ын тодорхойлсноор 0-19 хүртэлх насны хүн амыг “хүүхэд” юм [6]). Хүүхэд насандаа агаарын бохирдолд өртөх нь агаарын бохирдлоос шалтгаалсан өвчнөөр өвдөх эрсдэлийг нэмэгдүүлдэг. Агаарын бохирдол нь хүүхдэд амьсгалын доод замын үрэвсэл, багтраа, хавдар, мэдрэлийн хөгжлийн эмгэг, насанд хүрэгчдэд зүрхний өвчлөл, харвалт, уушгины хавдар зэрэг ХБӨ-ий шалтгаан болж байна [7-11]. Дотоод орчны агаарын бохирдол нийт хүн амын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэй ч эх, хүүхдийн эрүүл мэндэд онцгой нөлөөлдөг.

Монгол Улсын ерөнхийлөгчийн санаачилгаар хэрэгжүүлж буй “Эрүүл Монгол хүн” үндэсний хөдөлгөөний хүрээнд Эрүүл мэндийн сайдын 2025 оны 6 дугаар сарын 12-ны өдрийн А/236 тоот тушаалын хавсралт, үйл ажиллагааны төлөвлөгөөний 1.4-ийн 2-т “Сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарын судалгаа”-ны ажлыг төлөвлөсөн байна.

Иймээс бид сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарыг цогцоор нь судлах зорилгоор хичээлийн жилийн 2 улирлын туршагаар бохирдуулагч түгээмэл бодисууд, богино хугацаанд өвөрмөц бохирдуулах бодис, биологийн бохирдуулагчдыг хэмжин

үнэлж, тандах шаардлагатай байгаа нь уг судалгааны үндэслэл болно.

Зорилго

Сургуулийн дотоод орчны агаарт хими, биологийн түгээмэл болон өвөрмөц бохирдуулагчдыг хэмжиж дотоод орчны агаарын чанарт үнэлгээ өгөх

Материал, арга зүй

Судалгааны загвар, хугацаа: Судалгааг 2025 оны 10 дугаар сарын 10-наас 2026 оны 3 дугаар сарын 01-ний хооронд Улаанбаатар хотод агшны судалгааны загвараар гүйцэтгэв. Судалгаанд тоон хэмжилт, лабораторийн шинжилгээний аргыг ашиглаж, сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлэв. Судалгааны аргачлалыг ДЭМБ-ын Европын бүсийн SINPHONIE сүлжээ судалгааны аргачлалд тулгуурлан боловсруулав.

Судалгааны хамрах хүрээ, түүвэрлэлт: Судалгаанд Улаанбаатар хотын Баянгол, Баянзүрх, Чингэлтэй, Сүхбаатар, Сонгинохайрхан, Хан-Уул дүүргийн шинэ болон хуучин барилгатай 16 ерөнхий боловсролын сургуулийн 32 анги танхимыг зориудын, магадлалт бус түүврийн аргаар сонгон хамруулав. Түүвэрлэлтийг SINPHONIE (2015) судалгааны зорилтот түүвэрлэлтийн зарчимд үндэслэв.

Агаарын чанарын хэмжилт: PM2.5, PM10, CO₂ болон бичил цаг уурын үзүүлэлтүүдийг сонгогдсон анги тус бүрд 7 хоногийн турш 24 цагийн тасралтгүй шууд хэмжилтийн багажаар тодорхойлов. Бичил цаг уурын үзүүлэлтэд агаарын температур болон харьцангуй чийгшлийг хамруулав. Мөн

анги танхимын агаарт радон (Rn-222)-ы агууламжийг тодорхойлж, холбогдох зөвшөөрөгдөх хэмжээнд харьцуулан үнэлэв.

Дэгдэмхий органик нэгдлийн шинжилгээ: Формальдегид болон BTEX бүлгийн нэгдэл буюу бензол, толуол, этилбензол, m,p-ксилолын сорьцыг анги танхимын гурван цэгээс нэг удаа цуглуулав. Формальдегидийн сорьц авахад MNS/ISO 16000-2:2023, дэгдэмхий органик нэгдлийн сорьц авахад MNS/ISO 16000-6:2023 стандартыг мөрдөв. Лабораторийн шинжилгээг формальдегидийн хувьд NIOSH 3500, BTEX-ийн хувьд NIOSH 1501 аргачлалын дагуу “Ногоон титэм” байгаль орчны лабораторид гүйцэтгэв.

Микробиологийн шинжилгээ: Агаарын нийт нян, хөгц мөөгөнцөр болон эмгэгтөрөгч нянг MNS 5484:2005 стандартын дагуу тодорхойлов. Дээжийг nutrient agar тэжээлт орчинашигланхүүхдийнамысгалынтүвшинд 15 минутын хугацаанд тунадасжуулах аргаар цуглуулав. Нэг ангиас таван дээж авч, 32 ангиас нийт 160 агаарын дээж цуглуулав. Агаарын дээжид нийт нянгийн тоо, хөгц мөөгөнцөр, *Staphylococcus aureus* тодорхойлов. Ангийн ариун цэвэр, эрүүл ахуйн нөхцөлийг үнэлэх зорилгоор ширээ, хаалганы бариул зэрэг гадаргуугаас нийт 160 арчдасны дээж цуглуулав. Гадаргуугийн арчдасны шинжилгээг MNS 6410:2018 стандартын дагуу хийж, гэдэсний бүлгийн нян, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. болон *Listeria monocytogenes*-ийг тодорхойлов. Шинжилгээний үр дүнг сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарт тавигдах MNS 7106:2026 стандарт болон холбогдох эрүүл ахуйн шаардлагуудтай харьцуулан үнэлэв.

Статистик боловсруулалт: Судалгааны тоон мэдээллийн статистик боловсруулалтад SPSS-24 программыг ашиглан, шаардагдах параметрийн болон параметрийн бус тестээр тооцооллыг хийлээ. Багажийн хэмжих доод, дээд хязгаарт үндэслэн хэмжилтийн багажид бүртгэгдсэн анхан шатны тоон мэдээлэл дэх хэт их эсвэл бага тоон мэдээллийг ашигласан бөгөөд тоон үзүүлэлтийн тархалтыг Колмогоров-Смирновын тестээр тодорхойлж, дундаж, голч, геометрийн дундаж, стандарт хазайлтын утга, итгэх мужуудыг (95%ИХ) тооцоолов.

Үр дүн

Судалгаанд хамрагдсан сургууль, анги танхимын ерөнхий төлөв: Судалгаанд хамрагдсан сургуулийн 11 (68.8%) нь 1999 оноос өмнө баригдсан хуучин, 5 (31.3%) нь 2000 оноос хойш баригдсан харьцангуй шинэ барилга байв. Сургуулиудын 4 (25.0%) нь хоёр, 6 (37.5%) нь гурав, 6 (37.5%) нь 4 давхар барилгатай бөгөөд 1 давхарт дунджаар 14.3 анги, өрөөтэй байна. 2017 оноос хойш 13 (81.3%) сургууль анги танхимдаа шинэ тавилга авч орчныг сайжруулсан бол 3 (18.8%) сургууль хуучин тавилга ашигласан хэвээр байв. Тавилгын 90-ээс дээш хувийг модон болон лакан суурьтай материал эзэлж байв.

Нэмэлт халаагуур ашигласан анги бүртгэгдээгүй. Харин 22 (68.8%) ангид НЕРА шүүлтүүртэй агаар цэвэршүүлэгч ашиглаж байсан бөгөөд хэрэглэсэн хугацаа нь дунджаар 4.1 ± 2.9 жил байв. Агаар чийгшүүлэгчийг 4 (12.5%) ангид хэрэглэж, чийгтэй цэвэрлэгээг өдөрт нэг удаа хийдэг гэж мэдээлсэн. Судалгаанд хамрагдсан сургуулийн ерөнхий мэдээллийг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Table 1. Characteristics of the participating schools and classrooms

Indicators	n	%	Mean $\pm$ SD and description
Schools	16	100.0	Six districts of Ulaanbaatar
Classrooms	32	100.0	Two classrooms per school
School buildings constructed after 2000	5	31.3	Relatively new buildings
School buildings constructed before 1999	11	68.8	Older buildings

Two-story school buildings	4	25.0	—
Three-story school buildings	6	37.5	—
Four-story school buildings	6	37.5	—
Furniture renovated since 2017	13	81.3	—
Furniture not renovated	3	18.8	Old desks and chairs remained in use
Classrooms using HEPA-filter air purifiers	22	68.8	Duration of use: 4.1 ± 2.9 years
Classrooms using humidifiers	4	12.5	—
Classrooms using additional heaters	0	0.0	—
Furniture material	—	>90.0	Predominantly wood-based and lacquered furniture
Wet cleaning	—	—	Once between each shift

Note: SD, standard deviation; percentages indicate the proportion of the total number of schools or classrooms, as applicable.

Тоосонцрын агууламж: Сургуулийн дотоод орчны PM_{2.5} тоосонцрын 24 цагийн дундаж агууламж 25.2 мкг/м³ (95% ИИ: 24.9–25.5), хэмжилтийн үеийн дундаж агууламж 1.5–365.5 мкг/м³ байсан бөгөөд сарын дундаж агууламж XII–I сард 33.6–34.1 мкг/м³ хүрч, стандартын түвшнээс ойролцоогоор 10 мкг/м³-ээр давсан бол III–IV сард 5.9–12.7 мкг/м³ байв. Гэр хороололд байрлах сургуулиудын дотоод орчны агаар дахь дундаж агууламж 20.5 мкг/м³ [95% ИИ: 20.3–20.9], байшин хорооллын сургуулиудынх 30.2 мкг/м³ [95% ИИ: 29.9–30.6] байв. Байшин хорооллын дунд байрлах 52-р сургуулийн PM_{2.5}-ийн XI сарын дундаж агууламж үндэсний стандартын хүлцэх хэмжээнээс ойролцоогоор гурав дахин их байв.

Нийт судалгаанд хамрагдсан сургуулиудын дотоод орчны PM₁₀ тоосонцрын 24 цагийн дундаж агууламж 36.1 мкг/м³ [95% ИИ: 35.6–36.5], нийт хэмжилтийн хүрээ 1.9–948.0 мкг/м³ байв. XI–I сард сарын дундаж 40.6–43.9 мкг/м³ хүрсэн бол IV сард 8.2 мкг/м³ болж буурсан. Гэр хорооллын сургуулиудад 41.5 мкг/м³, байшин хорооллын сургуулиудад 32.3 мкг/м³-ийн дундажтай байгаа нь эх сурвалжийн ангиллаар стандартын хүлцэх түвшинд үнэлэгдэв.

Микробиологийн бохирдол: Агаарын нийт 160 дээжид “нийт нян” илэрч, 1 м³ агаарт тоологдсон дундаж тоо 1733.25, хамгийн бага нь 105, хамгийн их нь 7157 КҮН байв. Нийт нянгийн өндөр агууламж

137-р сургуулийн хоёр анги (5157–7157 КҮН/м³), 59-р сургуулийн нэг ангид (5789 КҮН/м³) бүртгэгдсэн. Энэ нь тухайн ангиудын агаар сэлгэлт, сурагчдын нягтаршил, цэвэрлэгээний давтамж, хуваарь, зохион байгуулалтыг нягтлах шаардлагатайг харуулж байна. Харин *Staphylococcus aureus* эмгэгтөрөгч бактери илрээгүй болно.

32 ангийн 56.3% (18)-д хөгц мөөгөнцөр илэрсэн. Эерэг дээжийн 15 (83.3%)-д *Penicillium* spp., 3 (16.7%)-д *Aspergillus* spp. тодорхойлогдов. Хөгц илэрсэн дээжийн 1 м³ агаарт ногдох дундаж тоо 266.25 КҮН (95% ИИ: 114.20–418.30), хамгийн бага 105, хамгийн их 1894 КҮН байв. Хамгийн өндөр утга 137-р сургуулийн нэг ангид *Penicillium* spp. 1894 КҮН/м³, 59-р сургуулийн нэг ангид 1263 КҮН/м³ тус тус бүртгэгдсэн.

Ангийн ширээ, бариул зэрэг гадаргуугаас авсан 160 арчдасны дээжийн 7 (4.3%)-д гэдэсний бүлгийн нян илэрч, стандартын шаардлага хангаагүй. Эдгээр нь 42, 50, 61, 58, 41-р сургуулийн тус бүр нэг дээж, 57-р сургуулийн хоёр дээжид илэрсэн. *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. болон *Listeria monocytogenes* илрээгүй.

Радон ба дэгдэмхий органик нэгдэл: Анги танхимын радон (Rn-222)-ы агууламж ≤13–139 Бк/м³-ийн хооронд хэлбэлзэж, бүх дээж дэх радоны агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээ (200 Бк/м³)-нээс бага байв. Харьцангуй өндөр утга 67-р сургуулийн 103 дугаар анги (110–139 Бк/м³), 4-р сургуулийн 111 дүгээр

анги (98–127 Бк/м³)-д бүртгэгдсэн боловч стандартын хязгаарт байв.

Формальдегид 32 дээжид илэрч, 30 минутын дундаж агууламж 2.59 мкг/м³ (95% ИИ: 2.21–3.00), хязгаар 0.99–5.14 мкг/м³ байв. Нийт VOC 26 (81.3%) дээжид хэмжилтийн аргын босго утгаас их илэрсэн бөгөөд эдгээрийн 30 минутын дундаж 36.62 мкг/м³ (95% ИИ: 10.41–62.80), хязгаар 2.44–341.37 мкг/м³ байв. Формальдегид болон нийт ДОН-ийн дундаж агууламж MNS7106:2026 стандартын хүлцэх түвшинд байсан.

ВТЕХ-ийн шинжилгээгээр толуол 26 (81.3%) дээжид илэрч, дундаж агууламж 30.95 мкг/м³ (95% ИИ: 17.30–44.61), хязгаар 2.89–171.42 мкг/м³ байв. Бензол 20-р сургуулийн нэг ангийн дээжид 30.68 мкг/м³-ээр илэрсэн нь стандартын хүлцэх хэмжээнээс ойролцоогоор 30 дахин их байв. Этилбензол болон m,p-ксилол тус бүр нэг дээжид хэмжилтийн босго утгаас дээш илэрсэн бол бусад дээжүүдэд босгоос бага байв. Үр дүнг Хүснэгт 2-т нэгтгэн харуулав.

Table 2. Main indoor air-quality indicators in the participating schools

Indicator	Sampling units and period	Measured value	Interpretation
PM _{2.5} , 24-hour mean	Five-month monitoring period	25.2 µg/m ³ (95% CI: 24.9–25.5); range: 1.5–365.5	33.6–34.1 µg/m ³ during December–January; 30.2 µg/m ³ in apartment areas, exceeding the standard
PM ₁₀ , 24-hour mean	Five-month monitoring period	36.1 µg/m ³ (95% CI: 35.6–36.5); range: 1.9–948.0	40.6–43.9 µg/m ³ during November–January; 8.2 µg/m ³ in April; within the acceptable level according to the source classification
Total bacterial count	160 air samples	Detected in all samples; mean: 1,733.25; range: 105–7,157 CFU/m ³	High values in two classrooms at School No. 137 and one classroom at School No. 59
Staphylococcus aureus	160 air samples	Not detected (0.0%)	Within the acceptable level
Mold and fungi	32 classrooms	18 (56.3%) positive; mean: 266.25; range: 105–1,894 CFU/m ³	Penicillium spp., 83.3%; Aspergillus spp., 16.7%
Enteric bacteria	160 surface swabs	7 (4.3%) positive	Did not meet the standard requirement
E. coli, S. aureus, Salmonella spp., and L.monocytogenes	160 surface swabs	Not detected in any sample	No pathogenic bacteria detected
Rn-222	32 classrooms	≤13–139 Bq/m ³	All samples were below the 200 Bq/m ³ standard
Total VOCs	32 samples	26 (81.3%) above the method detection limit; mean: 36.62; range: 2.44–341.37 µg/m ³	Within the acceptable level of MNS 7106:2026
Formaldehyde	32 samples	Detected in 32 (100.0%) samples; mean: 2.59; range: 0.99–5.14 µg/m ³	Within the acceptable level
Toluene	32 samples	Detected in 26 (81.3%) samples; mean: 30.95; range: 2.89–171.42 µg/m ³	Within the acceptable level

Benzene	32 samples	Detected in 1 (3.1%) sample; 30.68 µg/m³	Approximately 30 times higher than the permissible level of MNS 7106:2026
Ethylbenzene and m,p-xylene	32 samples	Each exceeded the method detection limit in one sample	Below the detection limit in the remaining samples

Note: CFU, colony-forming units; VOCs, volatile organic compounds; CI, confidence interval. The source data reported the 95% CI for PM10 in ger-district schools as 39.6–40.7 µg/m³, which is inconsistent with the reported mean of 41.5 µg/m³. The 95% CI for total bacterial count was also reported in reverse order; therefore, only the mean and range are presented.

Хэлцэмж

НЭМҮТ-ийн 2016 оны судалгаагаар сургуулийн дотоод орчны агаар дахь PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж Монгол Улсын "Агаарын чанар-техникийн ерөнхий шаардлага-MNS4585:2007" стандартад заасан хүлцэх агууламжаас 3.1-10.05 дахин их буюу бохирдолтой байгааг тогтоосон нь хүүхдийн эрүүл мэндэд эрсдэл учруулах нөхцөлтэй байгааг илтгэсэн [12].

О.Оюун-Эрдэнэ нар 2018 онд сургууль, цэцэрлэг, эмнэлэг гэсэн 20 байгууллагын 56 анги, өрөөнд хийсэн хэмжилт судалгаагаар PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж ХЕПА-шүүлтүүртэй агаар цэвэршүүлэгч ашигладаг анги, танхим, өрөөнд 144.6 ± 173.1 мкг/м³, агаар цэвэршүүлэгчгүй анги, өрөөнд 203.02 ± 201.6 мкг/м³ хэмжигдсэн ба ХЕПА шүүлтүүртэй агаар цэвэршүүлэгч нь PM2.5-ыг 29 хувь бууруулсан үр дүн гарсан. Гэвч дотоод орчны агаарт PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж "Агаарын чанар-техникийн ерөнхий шаардлага-MNS7106:2026" стандартад заасан хүлцэх агууламжаас давсан хэвээр байсан [13].

Д.Нарансүх, Н.Энхнасан нар (2019)-ын судалгаагаар PM2.5 тоосонцрын бохирдол хичээллэх ээлжээс хамааран ялгаатай байгааг тогтоосон. Өглөөний ээлжид хичээллэдэг ангид голч утга 234 мкг/м³ байсан бол өдрийн ээлжид 128 мкг/м³ дундаж агууламжтай байв [14].

НЭМҮТ-ийн 2022 оны судалгаагаар сургууль, цэцэрлэгийн дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлэх түргэвчилсэн үнэлгээгээр PM2.5 тоосонцрын 24 цагийн дундаж агууламж ДЭМБ-ын удирдамжаас

3.3 дахин их, PM10-ын агууламж 1.4 дахин их, нийт нянгийн тоо "Сургалт, хүмүүжлийн орчны эрүүл ахуйн шаардлага- MNS 6799:2019" стандартад заасан тасалгааны агаарын ариун цэврийн байдлыг үнэлэх шалгуур үзүүлэлтээс 4.3 дахин их буюу бохир агаартай үнэлэгдсэн байна [15].

О.Оюун-Эрдэнэ нар (2023)-ын судалгаагаар сургууль, цэцэрлэгийн дотоод орчны агаараас цуглуулсан дэгдэмхий органик нэгдлийн дээжийн 23 хүртэлх хувьд бензол, бүх дээжид формальдегид тодорхойлогдсон. Энэ нь сургууль, цэцэрлэгийн дотоод орчинд хавдар үүсгэгч дэгдэмхий органик нэгдлүүдийг хэмжиж, хянаж, тандаж байх нотолгоо болсон [16].

Дүгнэлт: Судалгаанд хамрагдсан сургуулийн дотоод орчны агаарын зарим үзүүлэлт стандартын шаардлага хангасан боловч PM2.5, нийт нян, хөгц мөөгөнцөр, гадаргуугийн гэдэсний бүлгийн нян болон бензолын бохирдол нь сайжруулах шаардлагатай, хүүхдийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөх эрсдэлтэй түвшинд байна. Иймд агаар сэлгэлтийг тогтмолжуулах, анги танхимын цэвэрлэгээ, ариун цэврийн дэглэмийг сайжруулах, НЕРА төхөөрөмжийн ашиглалт, засвар үйлчилгээг хянах, тоосонцор, хөгц мөөгөнцөр болон дэгдэмхий органик нэгдлийн хяналт-шинжилгээг тогтмол хийх шаардлагатай байна.

Ном зүй

1. Дэлгэрмаа В, Анузаяа П. Агаарын Бохирдол-Эрүүл Мэнд. 1st ed. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын Монгол дахь суурийн төлөөлөгчийн газар; 2019.

2. World Health Organization. Principles for evaluating health risks from chemicals during infancy and early childhood: the need for a special approach. World Health Organization. 1986. Accessed May 3, 2023. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39088>
3. Gozubuyuk AA, Dag H, Kacar A, Karakurt Y, Arica V. Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning in child, infant, and fetus. *North Clin Istanbul*. 2017;4(1):100-107. doi:10.14744/nci.2017.49368
4. Hoang T, Castorina R, Gaspar F, et al. VOC exposures in California early childhood education environments. *Indoor Air*. 2017;27(3):609-621. doi:10.1111/INA.12340
5. Roda C, Barral S, Ravelomanantsoa H, et al. Assessment of indoor environment in Paris child day care centers. *Environ Res*. 2011;111(8):1010-1017. doi:10.1016/j.envres.2011.06.009
6. World Health Organization. Air Pollution and Child Health: Prescribing Clean Air: Summary. World Health Organization; 2018.
7. Goldizen FC, Sly PD, Knibbs LD. Respiratory effects of air pollution on children: Respiratory Effects of Air Pollution on Children. *Pediatr Pulmonol*. 2016;51(1):94-108. doi:10.1002/ppul.23262
8. Saadeh R, Klaunig J. Child's Development and Respiratory System Toxicity. *J Environ Anal Toxicol*. 2014;04(05). doi:10.4172/2161-0525.1000233
9. Dobric J, Stroh E, Isaxon C, Dencker M, Rissler J, Wollmer P. Preschool Children's Inhalation Rates Estimated from Accelerometers—A Tool to Estimate Children's Exposure to Air Pollution. *Aerosol Air Qual Res*. 2022;22(8):220067. doi:10.4209/AAQR.220067
10. Metayer C, Dahl G, Wiemels J, Miller M. Childhood Leukemia: A Preventable Disease. *Pediatrics*. 2016;138(Supplement_1):S45–S55. doi:10.1542/peds.2015-4268H
11. Doyle LW, Anderson PJ, Battin M, et al. Long term follow up of high risk children: who, why and how? *BMC Pediatr*. 2014;14:279. doi:10.1186/1471-2431-14-279
12. Tsogtbaatar B, Kupul J, Amgalan G, et al. Assessment of the Hygienic and Sanitary Conditions and the Indoor Air Quality of Schools. "Khukhmongol printing" LLC; 2017
13. Оюун-Эрдэнэ О., Энхжаргал А. Баянзүрх Дүүргийн Сургууль, Цэцэрлэг, Эрүүл Мэндийн Төвд Байрлуулсан Агаарын Тоосонцор Шүүх Өндөр Идэвхт Шүүлтүүрт (HEPA) Төхөөрөмжийн Үр Дүн Түргэвчилсэн Үнэлгээ.; 2018.
14. Naransukh D, Altangerel B, Enkhnasan B. Research Report on Children Exposure Assessment to Air Pollution, Mongolia.; 2018.
15. Suvd Batbaatar, Oyun-Erdene Otgonbyamba, Buuveidulam Altansukh. School_Ventilation_Report.; 2022.
16. Otgonbyamba OE, Ganbat G, Khuyag SO, et al. Health Risk Assessment of Volatile Organic Compounds for Children in Indoor Air, Ulaanbaatar, Mongolia. *Aerosol Air Qual Res*. 2023;23(8):230028. doi:10.4209/aaqr.230028

Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
Анагаах ухааны доктор, дэд профссор
Б.Ичинхорлоо