

Ерөнхий боловсролын сургуулийн дотоод орчны агаарын чанарыг үнэлсэн нь

Сууд Б.¹, Эрдэнэцэцэг Д.², Оюун-Эрдэнэ О.¹, Зул А.², Бүүвэйдулам А.¹, Билгүүн Д.²,
Чинзориг Б.¹, Сууд С.¹, Баярболд Д.³, Бурмаажав Б.⁴

¹Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв,

²Барилга архитектурын сургууль-ШУТИС,

³Эрүүл мэндийн яам,

⁴Монголын анагаах ухааны академи

Abstract

Assessment of secondary school indoor air quality

Suud B.¹, Erdenetsetseg D.², Oyun-Erdene O.¹, Zul A.², Buuveidulam A.¹, Bilguun D.²,
Chinzorig B.¹, Suud S.¹, Bayarbold D.³, Burmaajav B.⁴

¹National Center for Public Health,

²School of construction and architecture-MUST,

³Ministry of Health,

⁴Mongolian Academy of Medical Sciences

Introduction

During this pandemic, overcrowding in classroom caused by a lack of educational facilities and poor indoor air quality are the main causes of respiratory diseases among children and adolescents. Therefore, it is essential to measure and assess the indoor air quality where children spend extended periods of time such as school.

Materials and methods

This study covered four schools with old buildings and four schools with new buildings in Bayanzurkh, Sukhbaatar, Khan-Uul, Chingeltei district of Ulaanbaatar. We collected PM10 and PM2.5, carbon dioxide, air temperature, humidity, and microbiological count from chosen classrooms and compared to the MNS4585:2016 standard. SPSS-24 was used to do statistical analysis on the information gathered during the evaluation.

Results and Discussion

The 24-hour average PM2.5 concentration was 64.3 (95% CI: 64.1-64.5) mcg/m³, which was 4.3 times higher than the WHO guideline value and 1.3 times higher than the MNS4585:2016 standard. The 24-hour average PM10 concentration was 85.3 (95 % CI: 85.1-85.6) mcg/m³, which is 1.9 times higher than WHO guideline value. In older school buildings, the 24-hour average PM2.5 concentration was 5.6 times higher than the WHO guideline value and 1.7 times higher than the MNS4585:2016; the average PM10 concentration was 2.8 times higher than the WHO guideline value and 1.3 times higher than the MNS4585:2016. The air temperature and carbon dioxide concentration in classroom was met the MNS4585: 2016. The average relative humidity of all schools is 24.2±6.5%, which is 14-16% lower than the MNS4585: 2016.

Conclusion

The indoor air quality of the school in new and old buildings was similar poor, therefore a variety of steps are needed to improve it.

Keywords: indoor air, air quality, PM2.5, PM10, carbon dioxide,

Pp. 24-32, Tables 3, Figures 2, References 17

Үндэслэл

Дэлхийд нийт 221 оронд 2021 оны 8 дугаар сарын 30-ны өдрийн байдлаар коронавируст халдвар (КОВИД-19)-ын 216 сая батлагдсан тохиолдол, 4,498,451 нас баралт бүртгэгдсэн байна [1]. Монгол улсад нийт батлагдсан тохиолдлын тоо 211275 үүнээс 0-18 насны 41802 (19.8%) хүүхэд өвчилсөн байна [2]. Коронавируст халдвар (КОВИД-19)-ын үүсгэгч вирус бүхий дусландар нь дотоод орчны агаарт 3 цаг хүртэлх хугацаанд халдварлуулах (халдвар тараах) чадвартай байгаа нь хүн амын дундах халдвар авах эрсдэлийг нэмэгдүүлж байна [3].

Монгол Улсын Засгийн газраас 2021 оны 9 дүгээр сарын 1-ний өдрөөс ерөнхий боловсролын сургууль, цэцэрлэгийн үйл ажиллагааг танхимын хэлбэрээр эхлүүлэхээр шийдвэрлэсэн. Үүнтэй холбогдуулан Боловсрол, Шинжлэх ухааны сайд, Эрүүл мэндийн сайдын 2021 оны 08 дугаар сарын 19-ний өдрийн А/392, А/525 дугаар хамтарсан тушаал гарч, сургууль, цэцэрлэгийн агаар сэлгэлт, дотоод орчны агаарын чанарын асуудлыг чухалчлан авч үзсэн [4]. Монгол орны хувьд хичээлийн жилийн дийлэнх хугацаа хүйтний улиралд явагддаг, гадаад орчны агаарын бохирдол, дулаан алдалт зэргээс шалтгаалан цонх, салхивчийг онгойлгож бохирдсон агаарын гадагшлуулах боломжгүй байдаг. Энэ нь амьсгалын замын өвчлөлийг нэмэгдүүлэх болон багш, сурагчдын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлт хүчин зүйл болсоор байна. Сургуулийн хүрэлцээ бага байдагтай холбоотой ачаалал, дотоод орчны агаарын чанар, эрүүл ахуйн шаардлага нь хүүхэд, өсвөр насныхны өвчлөлийн тэргүүлэх шалтгаан амьсгалын тогтолцооны өвчлөлд цар тахал дэгдэж байгаа энэ цаг үед ихээхэн дарамт үзүүлэх эрсдэлтэй юм.

Зорилго

Улаанбаатар хотын ерөнхий боловсролын сургуулийн барилгын дотоод орчны агаарын чанарт үнэлгээ өгөхөд оршино.

Зорилт:

1. Сургуулийн дотоод орчны тоос, тоосонцор, нүүрсхүчлийн давхар

ислийг хэмжиж ДЭМБ-ын агаарын чанарын удирдамж болон Монгол улсын MNS4585:2016 стандарттай харьцуулах;

2. Анги, танхимын агаар дах нянгийн үзүүлэлтэд тодорхойлох;

Материал, арга зүй

Үнэлгээнд Улаанбаатар хотын БЗД, ЧД, СБД, ХУД-ээс хуучин барилгатай 4 ерөнхий боловсролын сургууль, шинэ барилгатай 4 ерөнхий боловсролын сургууль нийт 8 сургуулийг хамруулсан ба одоо ашиглаж байгаа байрны ашигласан хугацаагаар нь 2016 оноос хойш шинээр ашиглалтад орсон бол “шинэ”, 2016 оноос өмнө ашиглалтад орсон бол “хуучин” барилгатай гэж тус тус ангилан зорилтот түүвэрлэлтийн аргаар сонгов. Үнэлгээнд хамрагдаж буй анги бүрт 24 цагийн турш 5 хоногийн тасралтгүй хэмжилт хийсэн. PM10 болон PM2.5 тоосонцор, нүүрсхүчлийн давхар исэл, бичил цаг уурын үзүүлэлтүүдийг 24 цагийн турш стандартын дагуу БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн Air Visual Pro төхөөрөмжийг ашиглан хэмжилт хийсэн. Хэмжилтийн горимыг 10 секунд тутамд хэмжихээр тохируулав. Үнэлгээнд ашигласан багажуудыг шалнаас дээш 1-1.5 метр өндөр буюу хүний амьсгалын түвшинд байрлуулж хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. Сургуулийн дотоод орчинд нянгийн тоо тодорхойлох шинжилгээний дээжийг “Эмнэлгийн дотоод халдвар. Агаарын чанар: Нян илрүүлэх, нянгийн тоог тоолох шинжилгээний арга” MNS5484:2005 стандартын [5] дагуу nutrient agar-т хүүхдийн амьсгалын түвшинд 15 минутын хугацаанд тунгаах аргаар цуглуулсан. Үнэлгээний явцад цуглуулсан мэдээллийн статистик боловсруулалтыг SPSS-24 программыг ашиглан, шаардагдах параметрийн болон параметрийн бус тестээр тооцооллыг хийсэн. Дотоод орчны агаарын чанарын бичил цаг уурын үзүүлэлт, тоосонцор, угаарын хийн түвшинг дундаж, итгэх мужуудыг (95%ИХ) тооцоолов. Дотоод орчны агаарын чанарын хэмжилтийн үр дүнг ДЭМБ-ын 2021 оны агаарын чанарын удирдамж [6] болон агаарын чанар. Техникийн ерөнхий шаардлага стандарттай [7] харьцуулан үнэлгээ өгсөн.

Үр дүн

PM_{2.5}, PM₁₀ тоосонцорын агууламж

PM_{2.5} тоосонцорын 24 цагийн дундаж агууламж 64.3 (95%ИХ: 64.1-64.5) мкг/м³ байгаа нь ДЭМБ-ын 2021 оны агаарын чанарын удирдамжаас 4.3 дахин, MNS4585:2016 стандартаас 1.3 дахин их байна. Энэ үзүүлэлт шинэ барилгатай сургуульд 24 цагийн дундаж нь 49.2 (95%ИХ: 49.1-49.4) мкг/м³ байгаа нь ДЭМБ-ын удирдамжаас 3.3 дахин их байна. Харин хуучин барилгатай сургуульд 84.9 (95%ИХ: 84.7-85.3) мкг/м³ байгаа нь ДЭМБ-ын удирдамжаас 5.6 дахин, MNS4585:2016 стандартаас 1.7 дахин их байв (Figure 1).

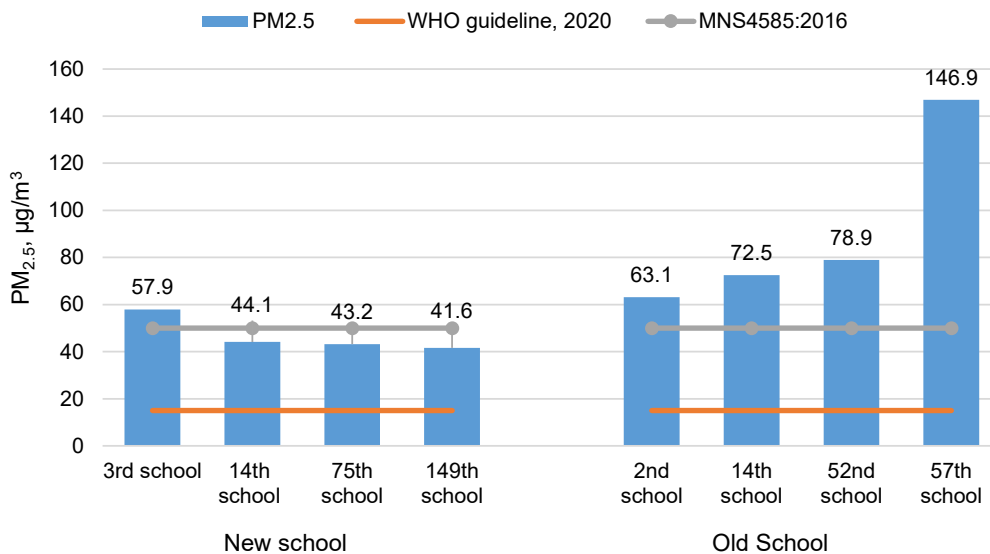


Figure 1. The 24-hour mean PM_{2.5}, by secondary schools, Ulaanbaatar, 2021 Dec

Үнэлгээнд хамрагдсан ЕБС-ийн дотоод орчны PM₁₀ тоосонцорын 24 цагийн дундаж агууламж 85.3 (95%ИХ: 85.1-85.6) мкг/м³ байсан нь ДЭМБ-ын удирдамжаас 1.9 дахин их, Монгол улсын стандарт хэмжээнд

байна. Шинэ барилгатай сургуулиудын 24 цагийн дундаж нь 63.6 (95%ИХ: 55.7-56.2) мкг/м³ байгаа нь ДЭМБ-ын удирдамжаас 1.4 дахин их байна (Figure 2).

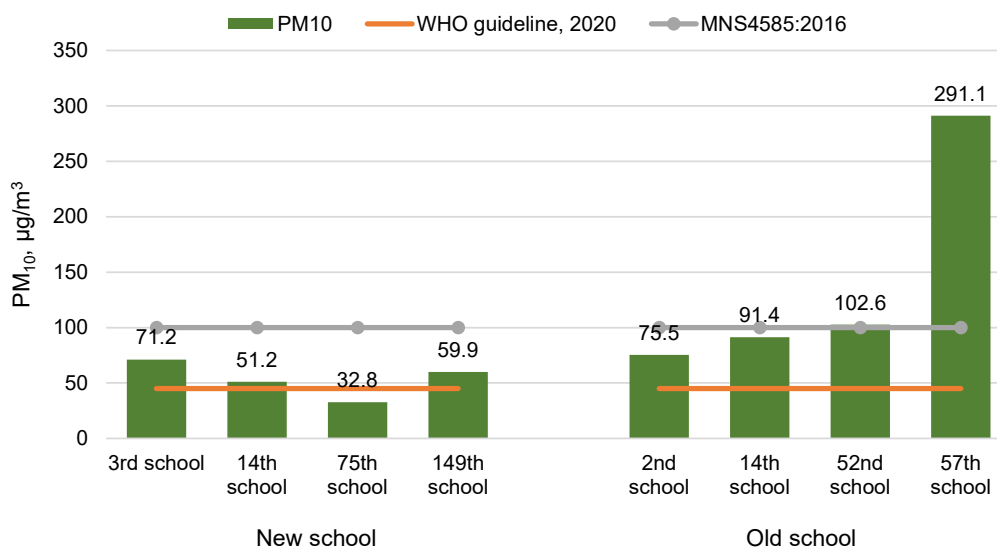


Figure 2. The 24-hour mean PM_{2.5}, by secondary schools, Ulaanbaatar, 2021 Dec

Хуучин барилгатай сургуульд 125.5 (95%ИХ: 124.9-126.1) мкг/м³ байгаа нь ДЭМБ-ын удирдамжаас 2.8 дахин, MNS4585:2016 стандартаас 1.3 дахин их байлаа. Хуучин сургуулиудаас гэр хорооллын дунд байрлах 57-р сургуулийн дотоод орчинд PM_{2.5} тоосонцорын агууламж ДЭМБ-ын зөвлөмж болон MNS4585:2016-д 6-9 дахин их, PM₁₀ тоосонцорын агууламж 2.9 дахин их байна. Харин шинэ барилгатай сургуулиудаас төв замын дагуу байрлалтай 3-р сургуулийн дотоод орчинд PM_{2.5} тоосонцорын агууламж 1.2-3.8 дахин их, PM₁₀ тоосонцорын агууламж 0.7-1.2 дахин их байна.

Бичил цаг уурын үзүүлэлтүүд

Сургуулийн дотоод орчинд агаарын температур дундажаар 22.9±2.90C, шинэ барилгатай сургуульд 23.2±2.70C, хуучин барилгатай сургуульд 22.6±3.10C байгаа нь MNS4585:2016 стандартад заасан зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд байна. Нийт сургуулиудын харьцангуй чийглэг дундажаар 24.2±6.5% байгаа ба шинэ барилгатай сургуульд 24.8±6.9%, хуучин барилгатай сургуульд 24.1±7.3% байгаа нь MNS4585:2016-д заасан зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 11-19-өөр бага байна. Энэ нь дотоод орчны агаар хуурай байгааг харуулж байна (Table 1).

Table 1. Microclimate indicators, by schools, Ulaanbaatar, 2021 Dec

Building type	School #	Average temp, 0C	Average humidity, %
School with old building	2	22.9±1.4	28.3±7.2 √
	14	22.6±1.2	21.3±7.3 √
	52	21.3±4.7	23.3±7.1 √
	57	24.8±0.8 √	22.1±4.1 √
School with new building	3	22.5±2.5	22.4±5.7 √
	14	20.2±1.3	27.0±6.3 √
	75	25.6±1.3 ↗	22.3±4.7 √
	149	25.7±0.4 ↗	29.6±2.4 √

Нүүрстөрөгчийн давхар ислийн агууламж

Сургуулийн дотоод орчны хийн бохирдуулагч нүүрстөрөгчийн давхар ислийн 24 цагийн дундаж агууламж 1349.5 (95%ИХ: 1347.2-1351.9) мг/м³ байгаа нь MNS4585:2016 стандартад заасан түвшинд (1800мкг/м³ – 24 цагийн дундаж) байна. Хүний хөдөлгөөнтэй 8-19 цаг, хөдөлгөөн саарсан 20-24 цагийн нүүрстөрөгчийн давхар ислийг тооцоолоход ажлын цагт 1592 (95%ИХ:1587.7-1596.2) мг/м³,

20-24 цагт өрөө тасалгаанд байгаа хүний нягтрал буурахад 1120.7 (95%ИХ:1118.9-1122.5) мг/м³ болж дагаж буурсан хандлага ажиглагдлаа. Сургуулийн барилгын төрлөөр харьцуулан харвал шинэ барилгатай сургуульд 1297.9 (95%ИХ: 1295.3-1300.6) мг/м³, хуучин барилгатай сургуульд 1420.2 (95%ИХ: 1416.1-1424.4) мг/м³ байна (Table 2).

Table 2. The 24-hour mean carbon dioxide, by secondary school, Ulaanbaatar, 2021

Building type	School-class code	Number of students in class		The 24-hour carbon dioxide, µg/m ³	95% CI	
		Morning class	Afternoon class		Min	Max
School with new building	3-113	41	25	1070.76	1063.55	1077.98
	3-201	48	35	1426.82	1380.97	1472.68
	3-310	45	23	1201.17	1196.15	1206.19

	14-214	32	45	1654.78	1644.76	1664.80
	14-315	23	46	1488.70	1477.26	1500.13
	75-104	35	32	1314.54	1309.83	1319.26
	75-204	40	40	1205.94	1200.72	1211.15
	75-304	45	45	1334.53	1314.91	1354.14
	149-208	23	24	1333.43	1327.84	1339.02
	14-102	25	25	1051.39	1044.76	1058.02
	14-107	48	35	1379.66	1369.63	1389.69
	52-102	22	23	1192.48	1187.45	1197.51
School with old building	52-204	29	30	1407.27	1398.29	1416.25
	2-111	20	25	1612.63	1598.43	1626.84
	2-213	16	42	2316.76	2293.46	2340.07
	2-313	44	46	2316.76	2293.46	2340.07
	57-206	31	32	1170.81	1164.73	1176.88

2-р сургуулийн нүүрсхүчлийн давхар ислийн агууламж стандартаас давсан хэмжээнд байгаа нь нэг ангид суралцдаг хүүхдийн тоо их байгаатай холбоотой юм.

Нян судлалын шинжилгээ

Сургуулийн дотоод орчинд нийт нянгийн тоо хэмжилтийн хугацаанд 321315.7 (95%ИХ: 8132046.7±510584.9) байна (p=0.02). Энэ нь “Эмнэлгийн дотоод халдвар. Агаарын чанар: Нян илрүүлэх, нянгийн тоог тоолох шинжилгээний арга” MNS5484:2005 стандартад заасан тасалгааны агаарын ариун цэврийн байдлыг үнэлэх өвлийн улирлын цэвэр агаарын шалгуур үзүүлэлтээс 4.3 дахин их, бохир агаартай гэж үзэх доод хэмжээнээс 2.6 дахин их нянг

агуулж байна. Үүнээс шинээр баригдаж ашиглалтад ороод дундажаар 5 жил болж байгаа сургуулийн сонгогдсон анги дундажаар 35±10.6 хүүхэдтэй, 1 м3 агаар дахь нийт нянгийн тоо 505263.2 (95%ИХ: 157950.1±852576.3), бол хуучин сургуулийн сонгогдсон ангийн хүүхдийн тоо дундажаар 30±10.4, 1 м3 агаар дахь нийт нянгийн тоо 137368.45 (95%ИХ: 4782.5±269954.4) байна.

Table 3. Number of bacteria in school class, selected schools, Ulaanbaatar, 2021 Dec

Building type	Class code	Total number of bacteria in 1 m3 air	Number of children in the classroom at the time of measuring	MNS5484:2005 (Winter performance)	
				Clean air performance, less than 7500	Low levels of dirty air, less than 120,000
	3-113	11052.6	41	1.5	0.9
	3-213	5763.2	48	0.8	0.5
	3-310	6157.9	45	0.8	0.5
	75-103	1736.8	35	0.2	0.1
School with new building	75-204	2052.6	40	0.3	0.2
	75-304	1342.1	45	0.2	0.1
	149-303	15631.6	18	2.1	1.3
	149-208	947.4	23	0.1	0.1
	14-C214	1736.8	32	0.2	0.1
	14-C315	4105.3	23	0.5	0.3

	2-111	110526.3	20	14.7	9.2
	2-213	647368.4	16	86.3	53.9
	2-313	110526.3	44	14.7	9.2
	52-102	78947.4	22	10.5	6.6
School with old building	52-204	181578.9	29	24.2	15.1
	57-103*	31578.9	39	4.2	2.6
	57-206*	31578.9	31	4.2	2.6
	57-302*	23684.2	31	3.2	2.0
	14-102*	71052.6	25	9.5	5.9
	14-107*	86842.1	48	11.6	7.2

***Нянгийн дээж цуглуулах үед хичээл тарсан, ангид хүүхэд байгаагүй.**

Хэлцэмж

Хүн амьдралынхаа 90% гаруй хувийг дотоод орчинд өнгөрүүлдэг ба сурагчдын хувьд хичээлүүд өдрүүдэд тогтмол 6-8 цаг сургуулийн анги танхим дотор байдаг тул анги танхимын бичил цагуурын үзүүлэлтүүд, тоосонцорын болон бусад хийн агууламж, нянгийн бохирдол, агааржуулалтын тоног төхөөрөмж, дэглэм, сурагчийн ширээ, сандал зэрэг дотоод орчны хүчин зүйл нь сурагчдын сурах чадварыг өндөр түвшинд хадгалахад чухал үүрэгтэй [8, 9].

Үнэлгээнд хамрагдсан сургуулиудын 37.5% нь анги танхимын агаарын хэм нь стандарт заасан хэмжээнд хүрээгүй, бүх сургуулийн харьцангуй чийглэг стандартад заасан хэмжээнээс бага байна. Ангийн агаарын хэм 20-24оС, чийглэг 40-60 хувь байвал тохиромжтой гэж үздэг ба судалгааны дүнгээр нийт сургуулиудын чийглэг дунджаар $24.2 \pm 6.5\%$ байгаа нь хангалтгүй байгааг харуулж байна. 2006 онд НЭМХ-д хийгдсэн Б.Бурмаажав нарын анги танхимын ариун цэвэр, эрүүл ахуйн нөхцөлийг судалсан дүнгээр агаарын харьцангуй чийглэгийн хэмжээ дунджаар улсын хэмжээнд 39.08 ± 0.5 , хотын сургуульд 40.98 ± 0.9 байгаа нь стандартад заасан хэмжээнд байсан ба, нийт анги танхимын 71.1 хувь, хотын сургуулийн 77.5 хувь, орон нутгийн 65.5 хувьд анги танхимын агаарын хэм стандартад заасан хэмжээнээс их байжээ ($p > 0.01$) [10].

АНУ-д хийгдсэн судалгаагаар сургуулийн дотоод орчны агаарын чанар сайжрах тусам хүүхдүүдийн хичээл таслалт багасч, эрүүл

мэндийн байдал сайжирч байсан байна [11]. Судалгаагаар дотоод орчны агаарын хэм эрүүл ахуйн норм, хэмжээнээс хэт их болон бага байх нь хүүхдийн суралцах болон төвлөрөх чадварт сөргөөр нөлөөлдөг байна. Тухайлбал агаарын хэм хэт халуун байх нь хүүхдийн гүйцэтгэх чадварыг бууруулдаг бол хэт хүйтэн байх нь авхаалж самбаа болон хурдыг сааруулдаг байна [12].

Бидний судалгаагаар анги танхимын агаар дахь PM10 болон PM2.5 тоосонцорын агууламж хуучин барилгатай сургуулиудад ДЭМБ-ын удирдамж болон MNS4585:2016 стандартаас 1.7-5.6 болон 1.3-2.8 дахин өндөр байна. Энэ нь хуучин барилгатай сургуулиудын хувьд барилгын битүүмжлэл муудсан байдаг тул агааржуулалтын системээс хамааралгүйгээр гадаад орчны агаарын бохирдол дотогш ордогтой холбоотой байж болох юм. Байршлаар авч үзвэл гэр хорооллын дунд байрлах 57-р сургуулийн дотоод орчинд PM2.5 тоосонцорын агууламж ДЭМБ-ын зөвлөмж болон MNS4585:2016-д 6-9 дахин их, PM10 тоосонцорын агууламж 2.9 дахин их байна. Мөн төв замын дагуу байрлалтай 3-р сургуулийн дотоод орчинд PM2.5 тоосонцорын агууламж 1.2-3.8 дахин их, PM10 тоосонцорын агууламж 0.7-1.2 дахин их байна. Улаанбаатар хотын ерөнхий боловсролын сургуулиудын дунд хийгдсэн 2018 оны судалгаагаар анги танхимын агаарын чанарын үнэлгээгээр агаар дахь PM2.5-ын дундаж агууламж Хан-Уул дүүргийн сургуулиудад хамгийн бага (155 ± 13.75 мкг/м³), Чингэлтэй дүүргийн

сургуулиудад хамгийн их (502.5 ± 127.83 мкг/м³), Сонгинохайрхан, Сүхбаатар дүүргийн сургуулиудад $220.33-358.88$ мкг/м³ хэмжээтэй байв ($p < 0.05$). Энэ нь Монгол Улсын агаарын чанарын стандартад заасан хэмжээнээс 3.1-10.05 дахин өндөр юм [13].

Европын улс орны 8 сургуулийн 800 орчим сурагчдын дунд хийгдсэн судалгаагаар дотоод орчны агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн хэмжээ нь эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдгийг тогтоосон байна. Дотоод орчны агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламж нэмэгдэхэд сурагчдын анхаарал төвлөрөх чадвар буурч байгааг тогтоосон ба нүүрсхүчлийн хийн агууламж нь өрөөний агааржуулалт хангалтгүй үед ихсэж байсан нь тогтоогджээ [14]. Мөн БНСУ-ын 12 сургуулийн нийт 2453 сурагчдыг хамруулсан сургалтын орчин эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлж буйг тогтоосон судалгаагаар [15] ангийн дундаж хэм 21.7, харьцангуй чийгшил 41 хувь, нүүрсхүчлийн дундаж агууламж 2417 ppm, харин азотын давхар исэл, хүхрийн давхар исэл, озоны агууламж ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээнээс хэтрээгүй байна. Байшингийн насжилт анги доторх агаарын хэмтэй шууд, харьцангуй чийгшилтэй урвуу хамааралтай, анги доторх агаарын нүүрсхүчлийн давхар исэл, азотын давхар ислийн хэмжээ нэмэгдэхэд сурагчдын амьсгалын тоо нэмэгдэж байсан дүн гаржээ. Мөн ангийн агаарын нүүрсхүчлийн давхар ислийн хэмжээ ДЭМБ-ын зөвлөмж хэмжээнээс их байсан боловч толгой өвдөх, ядрах зэрэг шинж тэмдэг бүртгэгдээгүй байна.

Үнэлгээнд хамрагдсан ангиудын нүүрсхүчлийн хийн дундаж агууламж стандартад заасан хэмжээнд байсан ба шинэ, хуучин барилгатай болон байршлын хувьд ялгаатай байдал ажиглагдаагүй. Зөвхөн 2-р сургуулийн нүүрсхүчлийн давхар ислийн агууламж стандартаас давсан хэмжээнд байгаа нь ангид суралцдаг хүүхдийн тоо их байгаатай холбоотой байж болох юм. Анги танхим дахь нүүрстөрөгчийн агууламж өндөр байгаа нь анги дүүргэлт норм хэмжээнээс өндөр, нэг хүүхдэд ноогдох талбай бага түүнчлэн өрөөний агааржуулалтыг тогтмол хийдэггүйтэй холбоотой байж болох юм.

НЭМХ-гийн (2017 он) “Сургуулийн дотоод орчны агаарын чанар ба сургалтын орчны эрүүл ахуйн нөхцөлийн үнэлгээ”-ний дүнгээр дотоод орчны агаарт нүүрсхүчлийн хийн агууламж өндөр байгаа нь агааржуулалт хангалтгүй, анги дүүргэлт нормоос их, нэг хүүхдэд ногдох талбайн хэмжээ нормоос бага зэрэг үзүүлэлтүүдтэй холбоотой байна. Мөн гадаад болон дотоод орчны агаарын бохирдлын үндсэн үзүүлэлтийн нэг болох нарийн ширхэглэгт тоосонцорын хэмжээ өндөр байгаа нь суралцагсдын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх хэмжээнд байгаа төдийгүй анги танхим дахь нарийн ширхэглэгт тоосонцорын агууламж хэсгийн халаалттай болон гэр хорооллын дунд байршилтай сургуулиудад өндөр байсан ба гэр хорооллын яндангаас ялгарч буй утаа болон дундоврын зуухнаас ялгарах утаа бохирдлын эх үүсвэр болж байгааг тогтоожээ. Судалгаанд хамрагдсан нийт ангиудын 22.2 хувьд нь анги дүүргэлт эрүүл ахуйн нормоос хэтэрсэн байсан. Эдгээр анги танхимын агаарын хэм нь эрүүл ахуйн норм хэмжээнээс 2-3.60С-ээр их байна [16].

Г.Амгалан нарын 2009 онд хийсэн судалгааны үр дүнгээр нэг ангид суралцаж буй хүүхдийн тоо эрүүл ахуйн нормоос хэтэрсэн нийт бага ангийн 66.7 хувьд хүүхдийн тоо эрүүл ахуйн нормоос хэтэрсэн ба дундажаар нэг ангид 35.1 ± 0.9 хүүхэд суралцаж байна ($p > 0.05$). Харьцангуй чийглэгийн дундаж хэмжээ ангийн 40.3 хувьд нь эрүүл ахуйн нормоос бага байна. Сургуулиудын анги танхимын агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн дундаж хэмжээг агаарын чанарын стандартад заасан хэмжээтэй харьцуулан үзэхэд дундажаар 3148.9 (95%ИХ 2770.6-3527.2) буюу бүх дүүргийн сургуулиудад стандарт хэмжээнээс 1.6-1.8 дахин их байлаа. Бага ангиудын агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламж өндөр байгаа нь анги дүүргэлт, нэг хүүхдэд ноогдох талбайн хэмжээтэй шууд хүчтэй хамааралтай байна ($r = 0.667$; $p < 0.05$). Анги танхимын агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламж өндөр байгаа нь агааржуулалт хангалтгүй, анги дүүргэлт нормоос их, нэг хүүхдэд ноогдох талбайн хэмжээ нормоос бага зэрэг үзүүлэлтүүдтэй холбоотой байна [17].

Дээрх судалгааны үр дүн ерөнхий боловсролын сургуулийн дотоод орчны агаарын чанар эрүүл ахуйн шаардлага хангахгүй байгааг судлан тогтоожээ. Дэлхийн улс орнууд эрүүл хүн - улс орны үнэт капитал гэж үзэн хүүхэд сурч, хөгжиж, хүмүүжих орчинд ихээхэн анхаарал хандуулж тусгайлсан стандарт, шаардлагуудыг боловсруулж хэрэгжилтэд хатуу анхаардаг. Манай орны хувьд ч энэ чиглэлээр цогц арга хэмжээ зайлшгүй авах шаардлагатай байна.

Дүгнэлт

Ерөнхий боловсролын сургуулийн дотоод орчны PM2.5, PM10 тоосонцорын агууламж хэзээ баригдсанаас хамаарахгүй ДЭМБ-ын удирдамж болон Монгол Улсын агаарын чанарын стандартаас давсан буюу хүүхдийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх түвшинд байна.

Сургуулийн дотоод орчны хийн бохирдуулагч нүүрстөрөгчийн давхар ислийн 24 цагийн дундаж агууламж MNS4585:2016 стандартад заасан 24 цагийн дундаж агууламж түвшинд байгаа ч нэг ангид сурч байгаа хүүхдийн тооноос хамаарч ихсэж, багасч байна.

Ерөнхий боловсролын сургуулийн дотоод орчинд нийт нянгийн тоо “Эмнэлгийн дотоод халдвар. Агаарын чанар: Нян илрүүлэх, нянгийн тоог тоолох шинжилгээний арга” MNS5484:2005 стандартад заасан тасалгааны агаарын ариун цэврийн байдлыг үнэлэх өвлийн улирлын цэвэр агаарын шалгуур үзүүлэлтээс 4.3 дахин их, бохир агаартай гэж үзэх доод хэмжээнээс 2.6 дахин их нянг агуулж байна.

Ном зүй

1. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard, <https://covid19.who.int/>, Available 2021 Aug 30
2. ЭМЯ, Нийгмийн эрүүл мэндийн ноцтой байдлын өдөр тутмын мэдээ, 2021 оны 8-р сарын 30, х.1
3. WHO. Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning, p.15-22
4. Боловсрол, Шинжлэх ухааны сайд, Эрүүл мэндийн сайдын 2021 оны 08 дугаар сарын 19-ний өдрийн А/392, А/525 дугаар хамтарсан тушаал, х.24
5. Эрүүл мэндийг хамгаалах технологи-Эмнэлгийн дотоод халдвар. Агаарын чанар: Нян илрүүлэх, нянгийн тоог тоолох шинжилгээний арга. MNS 5484: 2005
6. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021, p.74-89.
7. Агаарын чанар. Техникийн ерөнхий шаардлага. MNS4585 : 2016
8. WHO 2010, WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, The WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, ISBN 978 92 890 0213 4, WHO Regional Office for Europe coordinated the development of these WHO guidelines.
9. WHO 2004, Indoor smoke from solid fuels (online), http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/Indoorsmoke.pdf (12 April 2007)
10. Б.Бурмаа, Ж.Купул, Г.Амгалан, Э.Эрдэнэчимэг, Н.Амардулам, О.Байгаль нар. Хүүхдийн эрүүл мэнд, хүүхдийн байгууллагын орчны зарим хүчин зүйлийн харилцан хамаарал, эрүүл ахуйн үнэлгээ, НЭМХ-Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл – VII (2006 он). Улаанбаатар хот 2007 он. х.145-147.
11. Kats, G. (Dec 2005). “National Review of Green Schools. A Report for the Massachusetts Technology Collaborative”, p.32,45.
12. Levin, H. 1995. “Physical factors in the indoor environment”. Occupational Medicine: State of the Art Reviews 10(1):59–94
13. НЭМҮТ, 2018, “Баянзүрх дүүргийн сургууль, цэцэрлэг, эрүүл мэндийн төвд байрлуулсан агаарын тоосонцор шүүх өндөр идэвхт шүүлтүүрт (HEPA) төхөөрөмжийн үр дүн” түргэвчилсэн

- үнэлгээ, Судалгааны ажлын тайлан, Улаанбаатар хот, х.36-42.
14. Seppänen, O.A., Fisk, W.J., and Mendell, M.J. (1999) "Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings," *Indoor Air*, 9, pp.226-252.
15. Kim JL, Elfman L, Wieslander G, Ferm M, Torjyn K, Norbäck D. Respiratory health among Korean pupils in relation to home, school and outdoor environment. *J Korean Med Sci*. 2011 Feb;26(2):166-73. doi: 10.3346/jkms.2011.26.2.166. Epub 2011 Jan 24. PMID: 21286005; PMCID: PMC3030998.
16. НЭМХ. Сургуулийн дотоод орчны агаарын чанар ба сургалтын орчны эрүүл ахуйн нөхцөлийн үнэлгээ, Судалгааны ажлын тайлан, Улаанбаатар хот. 2017, х.29.
17. Г.Амгалан, Н.Амардулам, О.Байгаль, М.Оюунчимэг, Б.Ичинхорлоо, Д.Хишигбуян, Б.Содномцэрэн. "Сурагчдын эрүүл мэнд, сургалтын орчин, ачаалал, дэглэмийн хамаарал, эрүүл ахуйн үнэлгээ, сурагчдын эрүүл мэндийг сайжруулах арга зам" судалгаа, Улаанбаатар. 2007-2009 он, х.46.

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