

МОНГОЛ УЛСЫН БОЛОВСРОЛ, СОЁЛ, ШИНЖЛЭХ УХААН, СПОРТЫН ЯАМ  
АНАГААХЫН ШИНЖЛЭХ УХААНЫ ҮНДЭСНИЙ ИХ СУРГУУЛЬ

БОЛДБААТАРЫН БУЯНТҮШИГ

**ОРОН СУУЦНЫ ДОТООД ОРЧИН ДАХЬ НАРИЙН ШИРХЭГТ  
ТООСОНЦРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН ДҮН**

Е 09180102 – Орчин ба Хөдөлмөрийн Эрүүл Мэнд

Нийгмийн эрүүл мэндийн магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт бүтээлийн  
хураангуй

Улаанбаатар хот

2017 он

МОНГОЛ УЛСЫН БОЛОВСРОЛ, СОЁЛ, ШИНЖЛЭХ УХААН, СПОРТЫН ЯАМ  
АНАГААХЫН ШИНЖЛЭХ УХААНЫ ҮНДЭСНИЙ ИХ СУРГУУЛЬ

БОЛДБААТАРЫН БУЯНТУШИГ

**ОРОН СУУЦНЫ ДОТООД ОРЧИН ДАХЬ НАРИЙН ШИРХЭГТ  
ТООСОНЦРЫГ ТОДОРХОЙЛСОН ДҮН**

Эрдэм шинжилгээний ажлын удирдагч:

АУ-ны доктор Г.Энхжаргал

Улаанбаатар хот

2017 он

## ТОВЧ ХУРААНГУЙ

**Түлхүүр үг:** Агаарын бохирдол, Дотоод орчны агаарын чанар, Тоосонцор, PM2.5

**Үндэслэл:** Улаанбаатар хот нь дэлхийн хамгийн хүйтэн нийслэл төдийгүй агаарын бохирдлоор хамгийн өндөр 10 хотын нэг болсон байна. Гадаад орчны бохирдол ихтэй байх нь дотоод орчинд шууд нөлөөлдөг байна. Хүмүүс амьдралынхаа 80-90%-ыг дотоод орчинд, үүнээс ихэнх хэсгийг гэртээ өнгөрөөдөг байна. Дотоод орчны агаарын чанар муу байх нь амьсгалын зам, зүрх судасны зэрэг олон төрлийн өвчлөлийн шалтгаан болохоос гадна нас баралтад хүргэх эрсдэл бий болгодог байна. Тиймээс дотоод орчны нарийн ширхэгт тоосонцор (PM2.5)-ын бохирдол, үүнд нөлөөлөх зарим хүчин зүйлүүдийг судлахаар зорисон.

**Арга зүй:** Судалгааг дескриптив загвар ашиглан гүйтэцгэсэн. Судалгааг UGAAR 1 судалгааны хүрээнд цуглуулсан мэдээлэлд суурилсан. Сүхбаатар дүүргийн 1-11 дүгээр хороонд амьдардаг 180 өрхийг хамруулан явуулав. Агаар дахь PM2.5-ын бохирдлын хэмжилтийг шууд хэмжилтийн Dylos DC1700 багаж, санамсаргүй түүврээр уламжлалт жинлэлтийн аргаар PTFE шүүлтүүрт хэмжилтийг хийсэн. Дотоод орчны PM2.5-ын нөлөөлж болох зарим хүчин зүйлсийг асуумж судалгааны аргаар цуглуулсан мэдээллийг STATA 12 програмаар статистик боловсруулалт хийсэн.

**Үр дүн:** Дотоод орчны PM2.5-ын концентраци өглөөний 11 цаг ( $42.5 \text{ мкг/м}^3$ ), оройн 21 цагуудад ( $45.93 \text{ мкг/м}^3$ ) хамгийн өндөр байсан. 2014 оны байдлаар хамгийн их бохирдолтой улирал нь өвлийн улирал ( $45.74 \text{ мкг/м}^3$ ), үүнээс 2 дугаар сард PM2.5-ын концентраци хамгийн өндөр ( $77.89 \text{ мкг/м}^3$ ) байлаа. Дотоод орчны PM2.5-ын бохирдолд нөлөөлж болох зарим хүчин зүйлсүүд болох арц, лаа, хүж асаасан эсэх ( $p=0.0468$ ), тамхи татдаг хүн амьдагдаг эсэх ( $p=0.657$ ), хоол хийх давтамж ( $p=0.655$ ), мөн бусад орон сууцтай холбоотой халаалтын систем ( $p=0.226$ ), орон сууцны насжилт ( $p=0.227$ ) гэх мэт үзүүлэлтүүд бүлэг тус бүрээр ялгаатай байсан боловч статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй ( $p>0.05$ ) байлаа.

**Дүгнэлт:** Дотоод орчны PM2.5-ын түвшин цаг, сар улиралаар ялгаатай байна. Арц, лаа, хүж асаасан эсэх, хорооны байршил, цонх нээсэн давтамжаас бусад хүчин зүйлс PM2.5-ын концентрацид статистик ач холбогдолтой нөлөө үзүүлэхгүй байна.

## ABSTRACT

**Key words:** Air pollution, Indoor air quality, Particulate Matter, PM2.5,

**Introduction:** Ulaanbaatar is considered as the coldest capital in the world and one of the most polluted cities. High ambient air pollution results poor indoor air quality. People spend 80 to 90% of their lives in indoor environment and 80% of those times at their homes. Therefore poor air quality in home cause various health problems including cardiovascular disease, respiratory diseases and even death. Indoor environment of apartments in Ulaanbaatar have not studied frequently. Aim of this study is to evaluate fine particulate matter (PM2.5) and some factors affect particulate matter in apartments of Ulaanbaatar.

**Methods:** Study was conducted by descriptive design. We used secondary data from UGAAR study. Air pollution measurement is collected by direct reading Dylos DC1700 device and randomly gravimetric method on PTFE filters from 180 apartments of 1 to 11th floors in Sukhbaatar district. Some factors that could affect particulate matter is collected by questionnaire including apartment features. Collected data are statistically analyzed by Stata 12 software.

**Results:** Average indoor PM2.5 pollution was the highest at 11am in the morning (42.5 ug/m<sup>3</sup>) and at 21pm in the evening (45.93 ug/m<sup>3</sup>). PM2.5 concentration was the highest during winter (45.74ug/m<sup>3</sup>). February was the most polluted among all months of 2014, PM2.5 concentration was 77.89ug/m<sup>3</sup>. Indoor PM2.5 sources such as burning candles (p=0.0468), smoking (p=0.657) and cooking (p=0.655), also apartment features such as heating system (p=0.226) and age of apartment (p=0.227) were not significant contributors to indoor PM2.5 concentration.

**Conclusion:** Indoor PM2.5 concentration was varied as hourly, monthly and seasonally. Other factors those did not effect indoor PM2.5 significantly except burning candles, windows opening frequency and location of apartments.

## ГАРЧИГ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| ГАРЧИГ .....                                                                    | 3  |
| ХАВСРАЛТУУД .....                                                               | 5  |
| ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ЖАГСААЛТ .....                                                  | 6  |
| ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ .....                                                          | 7  |
| ХҮСНЭГТИЙН ЖАГСААЛТ .....                                                       | 8  |
| УДИРТГАЛ .....                                                                  | 9  |
| Судалгааны ажлын үндэслэл.....                                                  | 9  |
| Судалгааны зорилго.....                                                         | 10 |
| Судалгааны зорилт .....                                                         | 10 |
| Судалгааны таамаглал .....                                                      | 11 |
| Судалгааны ажлын шинэлэг тал .....                                              | 11 |
| Судалгааны ажлын практик ач холбогдол .....                                     | 11 |
| Судалгааны үр дүнг хэлэлцүүлсэн байдал .....                                    | 11 |
| Судалгааны ажлын үр дүнгээр хэвлэн нийтлүүлсэн бүтээл .....                     | 12 |
| НЭГДҮГЭЭР БҮЛЭГ. ХЭВЛЭЛИЙН ТОЙМ.....                                            | 13 |
| 1.1 Агаарын бохирдлын талаарх үндсэн ойлголт .....                              | 13 |
| 1.2 Агаар бохирдуулагч тоосонцрын эх үүсвэр.....                                | 13 |
| 1.3 Дотоод орчны агаарын бохирдол .....                                         | 14 |
| 1.3.1 Дотоод орчны агаарыг бохирдуулагчид.....                                  | 14 |
| 1.3.2 Нарийн ширхэгт тоосонцор.....                                             | 15 |
| 1.3.3 Дотоод орчны агаарын бохирдлоос үүдэлтэй өвчлөл.....                      | 16 |
| 1.4 Дотоод орчны агаарын чанарыг сайжруулах арга замууд .....                   | 17 |
| 1.4.1 Нарийн ширхэгт тоосонцрын эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө .....                | 17 |
| 1.4.2 Нарийн ширхэгт тоосонцрын гадаад орчинд үзүүлэх нөлөө.....                | 18 |
| 1.5 Тоосонцрыг тодорхойлох арга .....                                           | 19 |
| 1.5.1 Жингийн аргаар тодорхойлох аргын үндэс .....                              | 19 |
| 1.5.2 Бетта цацрагийн аргаар автомат анализатороор тодорхойлох аргын үндэс..... | 20 |
| 1.5.3 Гэрлийн сарнилын автомат багажаар тодорхойлох аргын үндэс.....            | 20 |
| 1.6 Нарийн ширхэгт тоосонцрын судлагдсан байдал.....                            | 20 |
| 1.6.1 Монгол улсын орчны агаар дахь тоосонцрын бохирдол .....                   | 20 |
| 1.6.2 Дотоод орчны агаар дахь PM2.5-ыг судалсан байдал .....                    | 22 |
| 1.6.3 Бусад оронд дотоод орчны агаар дахь PM2.5-ын бохирдол.....                | 23 |
| ХОЁРДУГААР БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН БА АРГА ЗҮЙ.....                    | 28 |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Судалгааны загвар .....                                                                       | 28 |
| 2.2 Судалгааны хамрах хүрээ .....                                                                 | 28 |
| 2.3 Судалгааны түүвэр, түүврийн хэмжээ .....                                                      | 29 |
| 2.4 Судалгаанд хамруулах шалгуур .....                                                            | 29 |
| 2.5 Судалгааны мэдээлэл цуглуулсан арга .....                                                     | 30 |
| Дотоод орчны агаарт нарийн ширхэгт (PM2.5) тоосонцрын хэмжилт .....                               | 31 |
| Асуумж судалгааны мэдээлэл .....                                                                  | 32 |
| 2.6 Судалгааны мэдээлэлд тавигдах чанарын хяналт .....                                            | 33 |
| 2.7 Үр дүнгийн статистик боловсруулалт .....                                                      | 35 |
| ГУРАВДУГААР БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН .....                                                        | 36 |
| 3.1 Орон сууцны дотоод орчны агаарт PM2.5-ын агууламжийг улирал, сар,<br>хоногийн хэлбэлзэл ..... | 37 |
| 3.2 Нарийн ширхэгт тоосонцрын бохирдолд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг судалсан<br>дүн .....             | 41 |
| ДӨРӨВДҮГЭЭР БҮЛЭГ. ХЭЛЦЭМЖ .....                                                                  | 50 |
| 4.1 Дотоод орчны агаар дахь PM2.5-ын агууламж .....                                               | 50 |
| 4.2 Тоосонцор (PM2.5)-ын бохирдолд нөлөөлөх зарим хүчин зүйлс .....                               | 55 |
| 4.3 Жингийн арга болон шууд хэмжилтийн аргуудын хоорондын хамаарал .....                          | 59 |
| 4.4 Судалгааны давуу ба дутагдалтай тал .....                                                     | 59 |
| 4.5 Судалгааны явцад гарсан байх боломжтой алдаа .....                                            | 60 |
| 4.6 Цаашдын судалгаанд анхаарах асуудал .....                                                     | 60 |
| СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ДҮГНЭЛТ .....                                                                    | 62 |

## НОМ ЗҮЙ

1. World Health Organization. Global Health Observatory (GHO) data-Household air pollution. 2016; [http://www.who.int/gho/phe/indoor\\_air\\_pollution/en/](http://www.who.int/gho/phe/indoor_air_pollution/en/).
2. World Health Organization. Public Health, environmental and social determinants of health (PHE)-WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016). 2016; [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/).
3. World Health Organization. Air pollution. 2016; [http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/).
4. Bank W. Монгол улс-Цэвэр зуухны стратегийн тайлан 2014; <http://documents.worldbank.org/curated/en/224181468187732392/pdf/98764-WP-MONGOLIAN-Box393177B-PUBLIC-National-low-emission-MON-with-cover.pdf>.
5. Allen RW, Gombojav E, Barkhasragchaa B, et al. An assessment of air pollution and its attributable mortality in Ulaanbaatar, Mongolia. *Air quality, atmosphere, & health*. 2013;6(1):137-150.
6. Environmental Protection Agency. Introduction to Indoor Air Quality. 2017; <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>.
7. Aaron Daly PZ. An Introduction to Air Pollution –Definitions, Classifications, and History. The Arab School for Science and Technology (ASST), The EnviroComp Institute 2007: <http://www.envirocomp.org/j/books/chapters/1aap.pdf>. Accessed 2007.
8. Environmental Protection Agency. Particulate Matter (PM) Basics. 2016; <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>.
9. Kim HJ, Choi MG, Park MK, Seo YR. Predictive and Prognostic Biomarkers of Respiratory Diseases due to Particulate Matter Exposure. *Journal of Cancer Prevention*. 2017;22(1):6-15.
10. Банк Д. Улаанбаатарын агаарын чанарын дүн шинжилгээ-Эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөөг бууруулахын тулд агаарын чанарыг сайжруулах нь. 2011; <http://documents.worldbank.org/curated/en/725331468053408990/pdf/660820MONGOLIA0C000Final0report0mon.pdf>.

11. Gunchin G, Sereeter L, Dagva S, et al. AIR PARTICULATE MATTER POLLUTION IN ULAANBAATAR CITY, MONGOLIA. *International Journal of PIXE*. 2012;22(01n02):165-171.
12. банк Д. Монгол улс-цэвэр зуух үндэсний стратегийн тайлан. 2014; <http://documents.worldbank.org/curated/en/224181468187732392/pdf/98764-WP-MONGOLIAN-Box393177B-PUBLIC-National-low-emission-MON-with-cover.pdf>.
13. Batmunkh T, Kim YJ, Jung JS, Park K, Tumendemberel B. Chemical characteristics of fine particulate matters measured during severe winter haze events in Ulaanbaatar, Mongolia. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2013;63(6):659-670.
14. Очирын Чимэдсүрэн КС, Л.Дрью Хил, Балжиннямын Пүрэвдорж, Дамдинсүрэнгийн Юмчиндорж, Одсүрэнгийн Мөнхтуул, Руфус Эдвардс, Жэй Турнер. ХОТ СУУРИН ГАЗРЫН АГААРЫН БОХИРДЛЫН ХҮН АМЫН ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА. 2014.
15. Greene L, Jay Turner, Rufus Edwards, Cutler N, Duthie M, Rostapshova O. Impact evaluation results of the MCA Mongolia energy and environment project energy efficient stove subsidy program. 2014  
[https://www.dropbox.com/s/hrjpk2rkxw454k/finalreport-mng-eep-aug14%20\(1\).pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/hrjpk2rkxw454k/finalreport-mng-eep-aug14%20(1).pdf?dl=0).
16. Д.Нарансүх ЭУ, Б.Буянтүшиг, О.Чимэдсүрэн. Улаанбаатар хотын гэр хороолол дахь хүүхдийн цэцэрлэгүүдийн дотоод орчины агаарын чанарыг сайжруулах интервенц судалгаа. *Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Эрин сэтгүүл*. 2016:80-86.
17. Enkhbat U, Rule AM, Resnick C, Ochir C, Olkhanud P, Williams DL. Exposure to PM2.5 and Blood Lead Level in Two Populations in Ulaanbaatar, Mongolia. *International journal of environmental research and public health*. 2016;13(2):214.
18. Г.Амгалан МО, Б.Болор, Л.Азжаргал, Б.Баттүвшин, Д.Золзаяа, Д.Оюунчимэг, Г.Соёмбо, Д.Циенцогзол, А.Энхжаргал, С.Өнөрсайхан, С.Энхболд, Б.Цогтбаатар. Сургуулийн дотоод орчины агаарын чанар ба сургалтын орчины нөхцлийн эрүүл ахуйн үнэлгээ дүнгээс. *Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Эрин сэтгүүл*. 2016:87-92.
19. Polidori A, Turpin B, Meng QY, et al. Fine organic particulate matter dominates indoor-generated PM2.5 in RIOPA homes. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*. 2006;16(4):321-331.

20. Semmens EO, Noonan CW, Allen RW, Weiler EC, Ward TJ. Indoor particulate matter in rural, wood stove heated homes. *Environmental research*. 2015;138:93-100.
21. Barria RM, Calvo M, Pino P. [Indoor air pollution by fine particulate matter in the homes of newborns]. *Revista chilena de pediatria*. 2016;87(5):343-350.
22. Noonan CW, Navidi W, Sheppard L, et al. Residential indoor PM(2.5) in wood stove homes: follow-up of the Libby changeout program. *Indoor air*. 2012;22(6):492-500.
23. Semple S, Garden C, Coggins M, et al. Contribution of solid fuel, gas combustion, or tobacco smoke to indoor air pollutant concentrations in Irish and Scottish homes. *Indoor air*. 2012;22(3):212-223.
24. Shimada Y, Matsuoka Y. Analysis of indoor PM<sub>2.5</sub> exposure in Asian countries using time use survey. *The Science of the total environment*. 2011;409(24):5243-5252.
25. Wu F, Wang W, Man YB, et al. Levels of PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> and associated metal(loid)s in rural households of Henan Province, China. *The Science of the total environment*. 2015;512-513:194-200.
26. Li T, Cao S, Fan D, et al. Household concentrations and personal exposure of PM<sub>2.5</sub> among urban residents using different cooking fuels. *The Science of the total environment*. 2016;548-549:6-12.
27. Jin Y, Zhou Z, He G, et al. Geographical, spatial, and temporal distributions of multiple indoor air pollutants in four Chinese provinces. *Environmental science & technology*. 2005;39(24):9431-9439.
28. Hu W, Downward GS, Reiss B, et al. Personal and Indoor PM(2.5) Exposure from Burning Solid Fuels in Vented and Unvented Stoves in a Rural Region of China with a High Incidence of Lung Cancer. *Environmental science & technology*. 2014;48(15):8456-8464.
29. Balakrishnan K, Sankar S, Parikh J, et al. Daily average exposures to respirable particulate matter from combustion of biomass fuels in rural households of southern India. *Environmental health perspectives*. 2002;110(11):1069-1075.
30. Kurmi OP, Semple S, Steiner M, Henderson GD, Ayres JG. Particulate matter exposure during domestic work in Nepal. *The Annals of occupational hygiene*. 2008;52(6):509-517.
31. Siddiqui AR, Lee K, Bennett D, et al. Indoor carbon monoxide and PM<sub>2.5</sub> concentrations by cooking fuels in Pakistan. *Indoor air*. 2009;19(1):75-82.

32. Fullerton DG, Semple S, Kalambo F, et al. Biomass fuel use and indoor air pollution in homes in Malawi. *Occupational and environmental medicine*. 2009;66(11):777-783.
33. Simon Fraiser University. Улаанбаатарын ургийн өсөлтөнд агаарын бохирдлын нөлөөллийг тогтоох (УГААР) судалгаа. 2014; [http://www.sfu.ca/ugaar/ugaar1/home\\_mon.html](http://www.sfu.ca/ugaar/ugaar1/home_mon.html).
34. World Health Organization . WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Vol 3. Geneva Switzerland: WHO Press; 2006: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf).
35. Стандарт хэмжил зүйн үндэсний газар. MNS 4585:2007 Агаарын чанар. Техникийн ерөнхий шаардлага. Улаанбаатар 2007.
36. Д.Нарансүх Э.Ундармаа, Б.Буянтүшиг, О.Чимэдсүрэн. Улаанбаатар хотын гэр хороолол дахь хүүхдийн цэцэрлэгүүдийн дотоод орчины агаарын чанарыг сайжруулах интервенц судалгаа. *Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Эрин*. 2016;6:80.
37. А.Энхжаргал БС, С.Цэгмэд, Ш. Энхцэцэг, Г.Энхжаргал, Ж.Шагжжамба, Л. Нарантуяа, Ш.Нямдаваа, Б.Бурмаа. Дотоод орчны агаарын чанарыг туршилтаар судалсан дүн. *Монголын анагаах ухаан*. 2008;2:144.
38. Batmunkh T, Kim YJ, Jung JS, Park K, Tumendemberel B. Chemical characteristics of fine particulate matters measured during severe winter haze events in Ulaanbaatar, Mongolia. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2013;63(6):659-670.
39. Очирын Чимэдсүрэн Кирк Смит, Л.Дрю Хил, Балжиннямын Пүрэвдорж, Дамдинсүрэнгийн Юмчиндорж, Одсүрэнгийн Мөнхтуул, Руфус Эдвардс, Жэй Турнер. ХОТ СУУРИН ГАЗРЫН АГААРЫН БОХИРДЛЫН ХҮН АМЫН ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА. 2014.
40. Greene L, Jay Turner, Rufus Edwards, Cutler N, Duthie M, Rostapshova O. Impact evaluation results of the MCA Mongolia energy and environment project energy efficient stove subsidy program. 2014 [https://www.dropbox.com/s/hrjpk2rkxw454k/finalreport-mng-eep-aug14%20\(1\).pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/hrjpk2rkxw454k/finalreport-mng-eep-aug14%20(1).pdf?dl=0).
41. Д.Нарансүх Э.Ундармаа, Б.Буянтүшиг, О.Чимэдсүрэн. Улаанбаатар хотын гэр хороолол дахь хүүхдийн цэцэрлэгүүдийн дотоод орчины агаарын чанарыг

сайжруулах интервенц судалгаа. *Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Эрин сэтгүүл*. 2016;80-86.

42. Enkhbat U, Rule AM, Resnick C, Ochir C, Olkhanud P, Williams DL. Exposure to PM<sub>2.5</sub> and Blood Lead Level in Two Populations in Ulaanbaatar, Mongolia. *International journal of environmental research and public health*. 2016;13(2):214.
43. Г.Амгалан МО, Б.Болор, Л.Азжаргал, Б.Баттүвшин, Д.Золзаяа, Д.Оюунчимэг, Г.Соёмбо, Д.Циенцогзол, А.Энхжаргал, С.Өнөрсайхан, С.Энхболд, Б.Цогтбаатар. Сургуулийн дотоод орчины агаарын чанар ба сургалтын орчины нөхцлийн эрүүл ахуйн үнэлгээ дүнгээс. *Нийгмийн Эрүүл Мэндийн Эрин сэтгүүл*. 2016:87-92.
44. Polidori A, Turpin B, Meng QY, et al. Fine organic particulate matter dominates indoor-generated PM<sub>2.5</sub> in RIOPA homes. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*. 2006;16(4):321-331.
45. Semmens EO, Noonan CW, Allen RW, Weiler EC, Ward TJ. Indoor particulate matter in rural, wood stove heated homes. *Environmental research*. 2015;138:93-100.
46. Barria RM, Calvo M, Pino P. [Indoor air pollution by fine particulate matter in the homes of newborns]. *Revista chilena de pediatria*. 2016;87(5):343-350.
47. Noonan CW, Navidi W, Sheppard L, et al. Residential indoor PM<sub>2.5</sub> in wood stove homes: follow-up of the Libby changeout program. *Indoor air*. 2012;22(6):492-500.
48. Semple S, Garden C, Coggins M, et al. Contribution of solid fuel, gas combustion, or tobacco smoke to indoor air pollutant concentrations in Irish and Scottish homes. *Indoor air*. 2012;22(3):212-223.
49. Shimada Y, Matsuoka Y. Analysis of indoor PM<sub>2.5</sub> exposure in Asian countries using time use survey. *The Science of the total environment*. 2011;409(24):5243-5252.
50. Wu F, Wang W, Man YB, et al. Levels of PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> and associated metal(loid)s in rural households of Henan Province, China. *The Science of the total environment*. 2015;512-513:194-200.
51. Li T, Cao S, Fan D, et al. Household concentrations and personal exposure of PM<sub>2.5</sub> among urban residents using different cooking fuels. *The Science of the total environment*. 2016;548-549:6-12.

52. Jin Y, Zhou Z, He G, et al. Geographical, spatial, and temporal distributions of multiple indoor air pollutants in four Chinese provinces. *Environmental science & technology*. 2005;39(24):9431-9439.
53. Hu W, Downward GS, Reiss B, et al. Personal and Indoor PM(2.5) Exposure from Burning Solid Fuels in Vented and Unvented Stoves in a Rural Region of China with a High Incidence of Lung Cancer. *Environmental science & technology*. 2014;48(15):8456-8464.
54. Balakrishnan K, Sankar S, Parikh J, et al. Daily average exposures to respirable particulate matter from combustion of biomass fuels in rural households of southern India. *Environmental health perspectives*. 2002;110(11):1069-1075.
55. Kurmi OP, Semple S, Steiner M, Henderson GD, Ayres JG. Particulate matter exposure during domestic work in Nepal. *The Annals of occupational hygiene*. 2008;52(6):509-517.