Улаанбаатар хотын хүн амын цусан дахь мөнгөн усны агууламжийг дотоод орчны агаарын бохирдолтой харьцуулан судалсан дүн

М.Мөнх-Эрдэнэ[1], С.Мягмарчулуун[2], Ц.Оюу[2], Г.Жаргалсайхан[2], Э.Золжаргал[2], М.Еркебулан[2], Э.Эрдэнэчимэг[2]

[1]Оюу толгой ХХК
[2]АШУҮИС, НЭМС, Орчны Эрүүл Мэндийн Тэнхим
Цахим шуудан: munkh_m16@yahoo.com, Утас: 88001614

Түлхүүр үг:

Мөнгөн ус
Агаарын бохирдол
Нарийн ширхэгт тоосонцор
Спектрофотометр

Товч утга: Дэлхийн хүн ам бараг бүхэлдээ (99%) ДЭМБ-аас тогтоосон нарийн ширхэгтэй тоосонцор (PM 2.5)-аас давсан бохирдолд өртөж байгаа ба бага, дунд орлоготой орнууд агаарын бохирдлын хамгийн өндөр түвшинд өртөж байна. Агаарын бохирдлын нөлөөнөөс зүрх судасны өвчин, уушгины архаг бөглөрөлт өвчин, уушигны хавдар, амьсгалын замын хурц өвчлөл гарч жил бүр 4.2 сая хүн нас барж байна. Орчны бохирдлын гол үзүүлэлтүүдийн нэг болох металл мөнгөн ус (Hg) нь хүн амьтанд үзүүлэх нөлөөллийн хувьд маш хортойд тооцогддог. Бид Улаанбаатар хотын насанд хүрсэн зарим хүн амын цусанд агуулагдах мөнгөн усны агууламжийг агаарын бохирдолтой харьцуулан судлах зорилго тавьж ажилласан. Судалгааг аналитик судалгааны агшингийн загвараар явуулсан. Судалгааны түүврийг зорилтот түүврийн аргаар Улаанбаатар хотын насанд хүрсэн 215 хүнийг хамруулсан. Судалгааг 2019 оны 1 ба 5 сард цуглуулж, цусны дээжийг антикоагулянт агуулсан хуруу шилэнд цуглуулж, цусанд мөнгөн ус (Hg) тодорхойлох шинжилгээг хүйтэн уурын атом шингээлтийн спектрофотометрийн аргаар хийсэн. **Үр дүн:** Хүйтний улиралд цусан дахь мөнгөн усны агууламж дунджаар 0.462 мкг/л, дулааны улиралд 0.450 мкг/л байсан. Цусан дахь мөнгөн усны агууламж гэрийн дотоод орчны агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцортой сул хамааралтай (**ρ**=0.13) байсан ба энэ статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй (p=0.306) байв. **Дүгнэлт:** Судалгаанд хамрагдсан хүн амын цусан дахь мөнгөн усны агууламж дунджаар 0,456 мкг/л буюу лавламж утгаас хэтрээгүй байна. Цусан дахь мөнгөн усны агууламж судалгаанд оролцогчдын гэрийн дотоод орчин дахь PM2.5 түвшинтэй хамааралгүй байсан.

Үндэслэл: Дэлхийн хүн ам бараг бүхэлдээ (99%) ДЭМБ-аас тогтоосон нарийн ширхэгтэй тоосонцор (PM 2.5)-аас давсан бохирдолд өртөж байгаа ба бага, дунд орлоготой орнууд агаарын бохирдлын хамгийн өндөр түвшинд өртөж байна. Агаарын бохирдлын нөлөөнөөс жил бүр 4.2 сая хүн нас барж байна.[1]

Орчны бохирдлын гол үзүүлэлтүүдийн нэг болох металл мөнгөн ус (Hg) нь хүн амьтанд үзүүлэх нөлөөллийн хувьд маш хортойд тооцогддог. Дэлхий дахинд 2016 онд гадаад, дотоод орчны агаарын бохирдлоос үүдэлтэй нийт 7 сая гаруй нас баралт бүртгэгдсэн ба үүний 97% нь бага болон дунд орлоготой улс орнуудад тохиолдсон байна.[2] 2019 оны байдлаар Монгол улсын хүн амын 45.1 хувь буюу 1.3 сая хүн Улаанбаатар хотод амьдарч байгаа ба гэр хорооллын айл өрхийн хатуу түлшний хэрэглээ, машин, үйлдвэрүүдийн утаа зэрэг нь агаарын бохирдлын эх үүсвэр болж байна.[3] Мөнгөн усны нөлөөгөөр хүнд хурц болон архаг хордлого үүсэх бөгөөд мөнгөн ус биед хуримтлагдан хорт нөлөө үзүүлдэг ба дотоод тунгийн биомаркер ашиглан мөнгөн усны нөлөөллийг үнэлэх шаардлагатай байна.

Зорилго: Улаанбаатар хотын насанд хүрсэн хүн амын цусанд агуулагдах мөнгөн усны агууламжийг гэрийн дотоод орчны агаарын бохирдлын гол үзүүлэлт болох PM2.5-тай харьцуулан судлах

Арга, аргачлал: Насанд хүрсэн хүн амын цусан дахь мөнгөн усыг дотоод тунгийн биомаркерийн

аргаар тодорхойлох лабораторийн шинжилгээ, дотоод орчны нарийн ширхэгт тоосонцорыг (PM 2.5) аналитик судалгааны агшингийн загвараар судалсан. Түүврийг насанд хүрсэн буюу 18-50 насны 215 хүнийг судалгаанд хамруулахаар төлөвлөснөөс судалгааг 2 удаа буюу эхний мэдээлэл цуглуулах ажлыг 2019 оны 1 сард (n=215), хоёр дахь мэдээлэл цуглуулалтыг 2019 оны 5 сард (n=122) тус тус хийсэн.

Лабораторийн шинжилгээ: Судалгаанд хамрагдах хүн амын бүхэл цусанд мөнгөн ус (Hg) тодорхойлох шинжилгээг хүйтэн уурын атом шингээлтийн спектрофотометрийн аргаар хийсэн.

Дотоод орчинд нарийн ширхэгт тоосны сорьц цуглуулах: Судалгаанд хамрагдсан хүн амын амьдардаг 70 айлын гэрийн дотоод орчны агаарт нарийн ширхэглэгт тоосонцор (PM2.5)-ыг 1-р сард тодорхойлсон. Сорьц цуглуулахад шүүлтүүр бүхий кассет, шахуургыг сууцны дотоод орчинд хүний амьсгалын түвшинд зуухнаас 1-1.5 метрийн зайд байршуулан хэмжилтийг MNS6657:2017 аргачлалын дагуу хийсэн[4].

Статистик боловсруулалт хийж үр дүнг үнэлэхдээ хамгийн их бага утга, стандарт хазайлт зэргийг тооцсон. Дотоод орчны агаарын бохирдлын үзүүлэлт, цусан дахь мөнгөн усны түвшинг Пирсоны корреляциар хамаарлыг тооцсон.

Үр дүн: Судалгааны эхний шатанд нийт 215 хүн хамрагдсан ба насны бүлэг бүрээс дунджаар 18.7% хамруулсан ба хүйсийн хувьд 27.3% (n=67) эрэгтэй, 72.7% (n=178) эмэгтэй, амьдарч буй сууцны төрлөөр 61.7% (n=150) орон сууцанд, 13.69 (n=33) гэрт, 23.9% (n=58) гэрт оршин суудаг байна. Оролцогчдын 74.5% нь ажил эрхэлдэг байна.

Цусан дахь мөнгөн усны агууламж: Хүйтний улиралд цусан дахь мөнгөн усны агууламж дунджаар 0.462 мкг/л байгаа ба лавламж утгаас хэтрээгүй (5 мкг/л) байна. Судалгаанд нийт 215 хүн (57 эрэгтэй, 158 эмэгтэй) оролцсон ба хүйсийн хувьд мөнгөн усны агууламж ялгаатай илрээгүй (p=0.585). Оршин суугчдын цусан дахь мөнгөн усны агууламжийг дүүргээр нь харьцуулахад Сонгинохайрхан дүүрэгт хамгийн өндөр (0.764 мкг/л) илэрсэн бол Сүхбаатар дүүрэгт хамгийн бага (0.127 мкг/л) илэрсэн хэдий ч энэ нь статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй (p=0.343) байна. Харин амьдарч буй сууцны төрлөөр нь харьцуулахад байшинд амьдардаг оршин суугчдын цусанд мөнгөн ус хамгийн их илэрсэн (0.635 мкг/л) ба энэ нь ач холбогдол бүхий ялгаатай (p=0.019) байв. Дулааны улиралд цусан дахь мөнгөн усны агууламж 0.450 мкг/л байсан. Судалгаанд оролцогчдыг хүйсээр нь авч үзэхэд цусан дахь мөнгөн усны агууламж ялгаатай илэрсэнгүй (p=0.158 мкг/л). Амьдарч буй сууцны төрлөөр нь харьцуулахад орон сууцанд амьдардаг оршин суугчийн цусанд мөнгөн ус хамгийн их илэрсэн (0.480 мкг/л) боловч ач холбогдол бүхий ялгаагүй (p=0.391 мкг/л) байв. Улирлаар нь авч үзэхэд оршин суугчдын цусан дахь мөнгөн усны агууламж өвлийн улиралд 0.462 мкг/л, 5 сард 0.450 мкг/л статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй (p=0.989) байв.

Цусан дахь мөнгөн усны агууламж ба дотоод орчны агаарын бохирдол: Цусан дахь мөнгөн усны агууламж гэрийн дотоод орчны агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцортой сул хамааралтай (**ρ**=0.13) байсан ба энэ статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй (p=0.306) байв. (Хүснэгт 1)

Хүснэгт 1. Цусан дахь мөнгөн усны агууламж, гэрийн дотоод орчин дахь PM2.5

Үзүүлэлт	Дотоод орчны PM 2.5		
	n	ρ	P утга
Мөнгөн ус, мкг/л	64	0.13	0.306

Хэлцэмж: МУ-ын улсын үндсэн хуулинд “Монгол улсын иргэн нь эрүүл аюулгүй орчинд амьдрах, орчны бохирдол, байгалийн тэнцэл алдагдахаас хамгаалуулах эрхтэй” гэж заасан байдаг хэдий ч өнөөгийн байдлаар 1.19 сая хүний эрүүл, аюулгүй орчинд амьдрах нөхцөл нь бүрэн хангагдахгүй байна. Учир нь “Хүрээлэн буй орчны бохирдол нь хүний эрүүл мэндэд нөлөөлж буй гол хүчин зүйлүүдийн нэг” бөгөөд Улаанбаатар хот болон бусад томоохон хот суурин газрын орчны бохирдол ихсэх хандлага улам бүр тод ажиглагдаж байна[5-6].

Агаар бохирдуулагч бодисуудад олон төрлийн хий (COx, NOx, SOx), дэгдэмхий органик нэгдлүүд (VOC), тоос тоосонцор ($PM_{2.5}$, PM_{10}), хортой металл (Мөнгөн ус, Хар тугалга, Кадми), олон цагирагт үнэрт нүүрстөрөгч (PAH) зэрэг багтаж байна[7]. Агаарын бохирдлын үндсэн үзүүлэлтээр PM тоосонцрын үзүүлэлтийг ашигладаг ба 10 микроноос бага хэмжээтэй тоосонцорууд ДЭМБ-ын Хавдар судлалын олон улсын агентлагаас PM тоосонцорыг хүнд хавдар үүсгэгч буюу нэгдүгээр бүлэгт хамааруулсан байдаг[8].

АНУ-ын Нью-Иорк хотын хүн амын биомониторингийн (2007 он) судалгааны үр дүнд цусан дах мөнгөн усны дундаж концентраци 2.73 мкг/л [95% итгэлийн интервал (CI), 2.58-2.89] байгаа нь АНУ-ын дундаж түвшингээс гурав дахин их байсан гэж тэмдэглэсэн байна. Нью-Йоркийн насанд хүрсэн хүн амын ойролцоогоор 24.8% (95% CI, 22.2-27.7%) нь цусан дахь мөнгөн усны агууламж Нью-Йорк мужид 5 мкг/л буюу түүнээс дээш түвшинд байна гэсэн үр дүнтэй харьцуулахад бидний судалгааны үр дүн болох 0.456 мкг/л-аас өндөр байна[9]. Улаанбаатар хотын насанд хүрсэн хүн амын цусанд дахь агууламж лавламж утгаас хэтрээгүй боловч хүн амын цусанд илэрсэн нь орчны бохирдолтой холбоотой юм. Шведын өсвөр үеийнхний цусан дахь хүнд металлын агууламжийг судласан (2020 он) судалгааны үр дүнд бараг бүх оролцогчдын цусан дахь мөнгөн усны агууламж илэрсэн байна. Цусан дахь мөнгөн усны дундаж агууламж 0.72 мкг/л байсан ба охидод хөвгүүдийнхээс өндөр байв. Мөнгөн усны агууламж нь загас, өндөг, мах, хүнсний ногооны хэрэглээтэй эерэг байсан. Бидний судалгааны үр дүн болох 0.456 мкг/л-тай ойролцоо үр дүн гарсан байна[10]. Бид цусан дахь мөнгөн усны агууламжийг хоол хүнсний хэрэглээтэй холбон судлахад хэрэглээнээс үл хамаарч статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байдал ажиглагдаагүй.

Дүгнэлт: Улаанбаатар хотын насанд хүрсэн хүн амын цусан дахь мөнгөн усны агууламж 1 сард 0.462 мкг/л, 5 сард 0.450 мкг/л байв. Цусан дахь мөнгөн усны агууламж оролцогчдын гэрийн дотоод орчин дахь PM2.5 түвшинтэй хамааралгүй байсан.

Ном зүй:

1. *WHO. Air pollution [cited 2018 October 25]. Available from: http://www.who.int/news-room/air-pollution. (2021.12.05)*
2. *WHO. WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018) [cited 2018 October 25]. Available from: https://www.who.int/air-pollution/data/cities/en/. (2021.12.05)*
3. *Үндэсний статистикийн майлан, 2019 https://www.1212.mn/ (2022.03.01)*
4. *Агаарын чанарын стандарт MNS6657:2017*
5. *UNICEF. MONGOLIA'S AIR POLLUTION CRISIS: A call to action to protect children's health 2018.*
6. *Shima M. Health Effects of Air Pollution: A Historical Review and Present Status. Nihon Eiseigaku Zasshi. 2017;72(3):159-65. PubMed PMID: 28931794. Epub 2017/09/22. jpn.*
7. *Jarup L, Berglund M, Elinder CG, Nordberg G, Vahter M. Health effects of cadmium exposure--a review of the literature and a risk estimate. Scand J Work Environ Health. 1998;24 Suppl 1:1-51. PubMed PMID: 9569444. Epub 1998/05/07. eng.*
8. *Patrick L. Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment. Altern Med Rev. 2006 Mar;11(1):2-22. PubMed PMID: 16597190. Epub 2006/04/07. eng.*
9. *Wendy McKelvey, R. Charon Gwynn, et, Biomonitoring Study of Lead, Cadmium, and Mercury in the Blood of New York City Adults Environ Health Perspect. 2007 Oct; 115(10): 1435–1441. doi: 10.1289/ehp.10056*
10. *Pernilla Almerud, Galia Zamaratskaia, Cadmium, total mercury, and lead in blood and associations with diet, sociodemographic factors, and smoking in Swedish adolescents Environmental Research Volume 197, June 2021, 110991*

Indoor PM2.5 and Blood Mercury Levels in Ulaanbaatar City Adults

M.Munkh-Erdene[1], S.Myagmarchuluun[2], Ts.Oyu[2], E.Zoljargal[2], M.Yerkyebulan[2], G.Jargalsaikhan[2], E.Erdenechimeg[2]

[1]Oyu tolgoi LLC
[2]School of Public Health, MNUMS
E-mail: munkh_m16@yahoo.com, Tel: 88001614

Background: Almost all of the global population (99%) are exposed to air pollution levels levels that exceed the safe WHO guideline level for fine particulate matter (PM 2.5μg/m^3), with low- and middle-income countries suffering from the highest levels of exposure. An estimated 4.2 million deaths globally are linked to ambient air pollution, mainly from heart disease, stroke, chronic obstructive pulmonary disease, lung cancer and acute respiratory infections. We aimed to compare the blood mercury levels of Adults in Ulaanbaatar with air pollution (PM 2.5)

Materials and Methods: Study was conducted through cross-sectional design of analytic study. Here we investigated the blood mercury levels in 215 adults residing in Ulaanbaatar. Data collection was performed on January and on May period. Blood specimen was collected in anticoagulant (EDTA) containing tubes and levels of mercury were measured by cold steam Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

Results: In January, mean blood mercury level was 0.462 μg/l and in May, mean was 0.450 μg/l. Mean blood mercury level was weakly correlated with the PM 2.5 in the indoor air ($\rho = 0.13$) and no statistically significant differences ($p=0.306$).

Conclusion: Our study results indicate that mean of blood mercury levels was 0.456 μg/l not exceeded reference value. Mean blood mercury level was not related to the PM2.5 in the participants' indoor environment.

Keywords: mercury, air pollution, particulate matter (PM2.5) spectrophotometer