

Уул уурхайн бүс нутагт амьдарч буй хүн амын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж

Оюунчимэг М.^{1,2}, Энхжаргал А.³, Сувд Б.¹, Бурмаажав Б.¹,

¹"Ач" Анагаах ухааны их сургууль

²"Эрдэнэ Монгол" ХХК

³Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

Abstract

Urinary arsenic levels among residents of mining areas

Oyunchimeg M.^{1,2}, Enkhjargal A.¹, Suvd B.¹, Burmaajav B.¹

¹"Ach" Medical University

²"Erdene Mongol" LLC

³National Center for Public Health

Introduction

Arsenic is a widespread environmental metalloid that poses a global health risk, particularly through contamination of drinking water. Exposure arises from natural and human activities through ingestion, inhalation, and skin absorption. Its absorption and toxicity vary by chemical form, with trivalent arsenic generally more toxic than pentavalent arsenic. Once absorbed, arsenic can accumulate in tissues and body fluids.

Objective

To compare urinary arsenic concentrations among adults residing in selected mining and non-mining areas of Mongolia.

Materials and Methods

This cross-sectional study included 422 adults from mining areas (n = 333; Bayan-Undur, Tsogtsetsii, and Khanbogd) and non-mining areas (n = 89; Bulgan and Bayandalai). Questionnaire data on sociodemographic characteristics, occupation, smoking, and dietary habits were collected. Urine samples were analyzed using inductively coupled plasma mass spectrometry. Arsenic concentrations were summarized as geometric means (GMs) with 95% confidence intervals (CIs).

Results

Of the 422 participants, 242 (57.3%) were women. The GM urinary arsenic concentration was 31.10 µg/L [95% CI, 28.96–33.58] in mining areas and 26.42 µg/L [95% CI, 22.98–30.39] in non-mining areas. Among mining communities, GMs were 33.45 µg/L in Bayan-Undur, 25.49 µg/L in Tsogtsetsii, and 24.82 µg/L in Khanbogd. In the non-mining communities, GMs were 29.43 µg/L in Bulgan and 23.02 µg/L in Bayandalai.

Conclusion: The urinary arsenic concentration was higher among adults in the selected mining areas, with variation between communities. Further analyses accounting for potential confounders, together with arsenic speciation and environmental measurements, are needed to clarify exposure sources and the contribution of mining activities.

Keywords: Arsenic; urine; biomonitoring; mining; environmental exposure; Mongolia.

Pp.33-41, Tables 4, Figures 2, References 15

Үндэслэл

Хүнцэл нь хүрээлэн буй орчинд өргөн тархсан металл төст элемент бөгөөд ялангуяа ундны усыг бохирдуулах замаар хүний эрүүл мэндэд эрсдэл учруулдаг. Байгалийн болон хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй хүнцэл нь хоол боловсруулах зам, амьсгалын зам болон арьсаар дамжин хүний биед нэвтэрдэг. Түүний шимэгдэлт, хоруу чанар нь химийн хэлбэрээс хамаардаг бөгөөд гурван валенттай хүнцэл нь таван валенттай хүнцлээс илүү хортой. Биед шимэгдсэн хүнцэл эд болон биеийн шингэнд хуримтлагддаг [1].

Уул уурхайн үйл ажиллагаа нь хайгуул, орд хөгжүүлэлт, олборлолт ба боловсруулалт, уурхайг хаах гэсэн дөрвөн үе шаттай бөгөөд хайгуулын шатанд хүдрийн ордын хэмжээ, нөөц, үнэ цэнийг тодорхойлж, хөгжүүлэлтийн шатанд ордыг олборлолтод бэлтгэж хөрс хуулах, малталт хийж ордод хүрэх боломжийг бүрдүүлдэг [2,3]. Уул уурхайн олборлолт, хүдэр бутлах, нунтаглах, тээвэрлэх, хайлуулах үйлдвэрлэлийн явцад төрөл бүрийн бохирдуулагч ялгардаг. Олборлосон хүдэр, чулуулгийн найрлага болон хаягдалд зэс (Cu), хөнгөн цагаан (Al), кадми (Cd), хар тугалга (Pb), төмөр (Fe), хром (Cr), коболт (Co), манган (Mn), молибден (Mo), никел (Ni), ванади (V), уран (U), цайр (Zn), хүнцэл (As), сурьма (Sb), бор (B), цахиур (Si), германи (Ge), теллури (Te), полони (Po) зэрэг металл, металлойд элементүүд агуулагддаг. Мөн үйлдвэрийн процессоос үүсэх хаягдал усанд хлор (Cl), сульфат (SO₄), нитрат (NO₃), аммони NH₄ гэсэн металл бус элемент, нэгдлүүд агуулагдах бөгөөд агаар, хөрс, усанд тархаж хүрээлэн буй орчны бохирдлыг бий болгодог. Эдгээрээс хар тугалга, кадми, хүнцэл, уран нь хүний эрүүл мэндэд хамгийн өндөр эрсдэлтэй хорт элементүүдэд тооцогддог байна [4-6].

Монгол улсад уул уурхайн салбар орон нутгийн болон үндэсний эдийн засагт чухал үүрэг гүйцэтгэдэг боловч олборлолт, боловсруулалт, тээвэрлэлтийн улмаас хүрээлэн буй орчинд ялгарах хүнд

металлын нөлөөлөлд тухайн бүс нутгийн оршин суугчид өртдөг болохыг манай орны болон бусад олон орны судлаачид судалж тогтоогоод байна [7].

Иймд бид ДЭМБ-ын гарын авлага, Монгол улсын стандартад хүний эрүүл мэндэд хортой, аюултай элементийн жагсаалтад орсон зарим хүнд металлыг Уул уурхайн бүсийн оршин суугчдын биологийн шингэн дэх агууламжийг судлах шаардлагатай байна.

Зорилго

Уул уурхай орчмын оршин суугчдын биологийн шингэн дэх Хүнцэл (As)-ийн агууламж, түүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг судлах.

Материал, арга зүй

Энэхүү судалгааг нэг агшины судалгааны загвараар тоон судалгааны аргаар гүйцэтгэж, мэдээлэл цуглуулав. Судалгаанд асуумж болон лабораторийн шинжилгээний аргыг ашиглан уул уурхайн нөлөөллийн бүсийн оршин суугчдаас санамсаргүй түүвэрлэлтийн аргаар 19-өөс дээш насны 333, уул уурхайн нөлөөллийн бус бүсээс 89 насанд хүрэгчийг хамруулж, нас, хүйсийн тэнцвэртэй байдлыг хангаж оролцуулсан болно. Уул уурхайн нөлөөллийн бүсээр Орхон аймгийн Баян-Өндөр сум, Өмнөговь аймгийн Ханбогд сум, Цогтцэций сумыг, нөлөөллийн бус бүсээр уул уурхайн олборлолтын үйл ажиллагаа явуулаагүй Булган аймаг, Өмнөговь аймгийн Баяндалай сумыг сонгов. Судалгаанд хамрагдсан нийт 422 хүнд судалгааны зорилгыг танилцуулан, хүн бүрээс бичгээр зөвшөөрөл авч, шээсний сорьц цуглуулан, БНСУ-ын ОСҮХ-д илгээж, Индукцийн холбоост плазма масс-спектрометр (ICP-MS)-ийн аргаар шинжлүүлсэн. Мөн судалгаанд хамрагдагсдаас ажил мэргэжил, амьдралын хэв маяг, архи, тамхины хэрэглээ, хооллолтын талаар асуумж судалгаа стандарт асуумжаар авсан болно. Шинжилгээний дүн, асуумж судалгааны мэдээллийг SPSS-

29 программд оруулсан мэдээллийн сан үүсгэж, дүн шинжилгээ хийсэн. Хүнцэл (As) болон органик бус хүнцлийн нэгдлүүдийн эмнэлгийн менежментийн удирдамж"-д органик хүнцэл агуулсан далайн гаралтай бүтээгдэхүүн хэрэглээгүй тохиолдолд шээсний нийт хүнцлийн хэмжээ хэвийн хэмжээ 50 мкг/л-ээс бага байна гэж заасан байдаг. Иймд судалгаанд хамрагдагсдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг 50мкг/л-тэй харьцуулав [7].

Ёс зүй

“Ач” Анагаах ухааны их сургуулийн анагаах ухааны ёс зүйн салбар хорооны 2022 оны 6 дугаар сарын 30-ны өдрийн хурлаар хэлэлцүүлж, ёс зүйн зөвшөөрөл авсан (Тогтоол, Дугаар № 22/05/06).

Үр дүн

Судалгаанд нийт 422 хүн хамрагдсанаас 333 (78.2%) нь уул уурхайн нөлөөллийн бүсийн хүн ам байв. Нийт оролцогчдын 242 (57.3%) нь эмэгтэй байсан ба хүйсийн хувьд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа ажиглагдаагүй ($\chi^2=2.069$ а, $p=0.093$).

Боловсролын түвшнээр нь харьцуулахад уул уурхайн нөлөөллийн бүсээс судалгаанд хамрагдагсдын 93 (27.9%) нь бүрэн бус, нөлөөллийн бүсийн 31(34.8%) бүрэн дунд, 28(31.5%) нь дээд боловсролтой байв ($\chi^2=10.927$ а, $p=0.027$).

Ажил эрхлэлтийн хувьд нөлөөллийн бүсийн оршин суугчдын 7(1.7%) нь үйлдвэрийн ажилтан, 107 (32.1%) нь тэтгэвэрт, 68 (20.4) төрийн албан хаагч, нөлөөллийн бус нутгийн иргэдийн ихэнх нь буюу 35 (39.3%) нь төрийн албан хаагч байв ($\chi^2=29.360$, $p=0.000020$) (Table 1).

Table 1. General characteristics of the study population

Characteristic	Total	Location		
		Mining area N,%	Non-mining area area, N,%	χ ² , p – Value
Total	422	333 (78.19)	89 (21.1)	
Sex				
Male	180 (42.7)	148 (44.4)	32 (36.0)	χ ² =2.069a p=0.093
Female	242 (57.3)	185 (55.6)	57 (64.0)	
Age group				
Mean±GM	47.36±15.79	45.63±15.74	40.81±15.54	p=0.015
19-29 age	70 (16.6)	51 (15.3)	19 (21.3)	χ ² =4.859a p=0.302
30-39 age	79 (18.7)	60 (18.0)	19 (21.3)	
40-49 age	82 (19.4)	65 (19.5)	17 (19.1)	
50-59 age	92 (21.8)	72 (21.6)	20 (22.5)	
60 over	99 (23.5)	85 (25.6)	14 (15.7)	
Education				
Primary school	24 (5.7)	18 (5.4)	6 (6.7)	χ ² =10.927a p=0.027
Junior (Middle) school	107 (25.4)	93 (27.9)	14 (15.7)	
High school	120 (28.4)	89 (26.7)	31 (34.8)	
Technical professional education	71 (16.8)	61 (18.4)	10 (11.2)	
University	100 (23.7)	72 (21.6)	28 (31.5)	
Employment status				
Government employee	103 (24.4)	68 (20.4)	35 (39.3)	χ ² =29.360 p=0.000020
Herdsmen	15 (3.6)	10 (3.0)	5 (5.6)	
Industrial workers	7 (1.7)	7 (2.1)	-	
Unemployed	86 (20.4)	77 (23.1)	9 (10.1)	
Retired	122 (28.9)	107 (32.1)	15 (16.9)	
Othet	89 (21.1)	64 (19.2)	25 (28.1)	

Шээсэн дэх хүнцлийн дундаж агууламж уул уурхайн нөлөөллийн бүсийн хүн амд 31.10 мкг/л, нөлөөллийн бус бүсэд дунджаар 26.42 мкг/л буюу нөлөөллийн бүсийн оршин суугчдаас 4.68 мкг/л-ээр бага үзүүлэлттэй байв.

Нөлөөллийн бүсээр сонгосон Баян-Өндөр сумаас судалгаанд хамрагдагсдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж Цогтцэций, Ханбогд сумынхаас 7.96-8.63мкг/л-ээр их, статистик магадлал бүхий ялгаатай байв ($p=0.008$) (Table 2).

Table 2. Mean urinary arsenic concentration, $\mu\text{g/L}$

Study area	Sample size	GM[95%CI]	P value
Mining area			
Bayan-Undur	248	33.45 [30.85-36.15]	0.008
Tsogtsetsii soum	42	25.49 [20.27-32.11]	
Khanbogd soum	43	24.82 [21.29-28.60]	
Sub total	333	31.10 [28.96-33.58]	-
Non mining area			
Bulgan aimag	50	29.43 [24.78-34.42]	0.677
Bayandalai soum	39	23.02 [18.02-30.04]	
Total	89	26.42 [22.98-30.39]	-

*Геометрийн дундаж

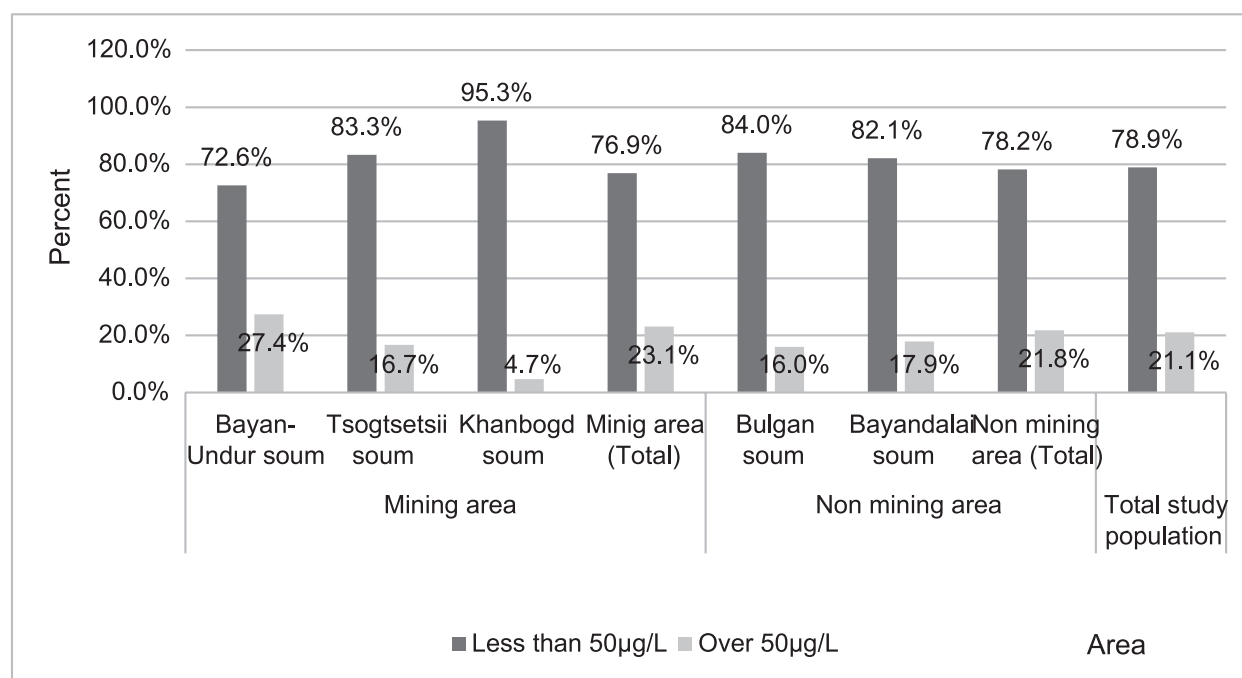


Figure 1. Urinary arsenic concentrations of study participants, by area

Нийт судалгаанд хамрагсдын 89(21.1%), уурхайн нөлөөллийн бүсийн 77(23.1%), нөлөөллийн бус бүсийн оршин суугчдын 92(21.8%)-д шээсэн дэх хүнцлийн агууламж 50мкг/л-ээс их байв ($p=0.129$).

Шээсний хүнцлийн агууламжийг судалгаанд хамрагдсан сумаар харьцуулахад

нөлөөллийн бус бүсээр сонгосон Булган сумын оршин суугчдын 7(16.0%), нөлөөллийн бүсээр сонгогдсон Баян-Өндөр сумын 68(27.4%) Ханбогд сумын 2(4.7%)-д 50мкг/л-ээс их байгаа нь статистик магадлал бүхий ялгаатай байна ($\chi^2=13.986$, $p=0.002$) (Figure 1).

Шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг хүйсээр судлахад уул уурхайн нөлөөллийн бүсийн эрэгтэйчүүдэд эмэгтэйчүүдээс 4.44 мкг/л ($p=0.071$), нөлөөллийн бус бүсийн эрэгтэйчүүдээс 6.24 мкг/л-ээр тус тус их байв ($p=0.098$).

Уурхайн нөлөөллийн бүсийн ажилгүй хүн амын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж төрийн албан хаагчдынхаас 18.51мкг/л-ээр, бусад (барилга, тариалан гэх мэт) ажил эрхлэгчдээс 10.54мкг/л-ээр тус тус их байлаа ($p=0.000012$).

Уурхайн нөлөөллийн бус бүсээс төрийн албан хаагчдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж 31.15мкг/л байсан бол тэтгэврийн насныханд бусад ажил эрхлэгчдээс хамгийн бага буюу 22.89мкг/л үзүүлэлттэй байв ($p=0.082$).

Шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг сууцын төрлөөр судлахад нөлөөллийн бүсийн орон сууцад амьдардаг оршин суугчдад 33.04мкг/л ($p=0.735$), нөлөөллийн бус бүсийн хашаа байшинд амьдардаг суугчдад 30.32 мкг/л ($p=0.542$) байлаа.

Уурхайн нөлөөллийн бүсийн тамхи татдаг хүмүүсийн шээсэн дэх хүнцэл 35.45мкг/л байсан бол нөлөөллийн бус бүсэд 26.65мкг/л, нөлөөллийн бүстэй харьцуулахад 8.8мкг/л-ээр бага байв ($p=0.090$). Өдөрт 10 ширхгээс бага тамхи татдаг хүний шээсний хүнцлийн агууламж нөлөөллийн (35.18 мкг/л) болон нөлөөллийн бус (31.10 мкг/л) бүсэд статистик магадлал бүхий ялгаатай ажээ ($p=0.017$) (Table 3).

Table 3. Association between lifestyle factors and urinary arsenic concentration, $\mu\text{g/L}$

Characteristic	N	Mining area GM [95% CI]	N	Non mining area GM [95% CI]	p – value
Sex					
Male	148	33.65[30.20-37.35]	32	27.41[22.51-33.57]	0.098
Female	185	29.21[26.51-32.11]	57	25.89[21.29-31.65]	0.633
P value		0.071		0.968	
Employment status					
Government employee	67	23.87[20.23-27.71]	35	31.15[23.30-41.41]	0.010
Herdsmen	10	28.28[18.61-41.46]	5	28.02[13.56-52.63]	0.974
Industrial workers	7	31.28[17.45-56.02]	-	-	-
Unemployed	77	42.38[36.33-49.91]	9	26.33[18.27-36.44]	0.076
Retired	107	29.27[26.42-32.33]	15	22.89[18.20-28.33]	0.094
Other	64	31.84[26.49-37.77]	25	26.65[18.09-29.19]	0.045
P value		0.000012		0.082	
House type					
Apartment	56	33.04[28.06-38.95]	18	23.46[18.16-30.86]	0.077
Ger and house	276	30.72[26.35-35.18]	34	27.24[22.91-32.03]	0.370
P value		0.653		0.267	
Heating equipment					
Electricity	87	31.56[27.64-36.04]	5	25.39[20.38-32.23]	0.162
Stove	243	30.94[28.34-33.66]	15	26.79[22.48-32.09]	0.312
P value		0.996		0.457	
Type of a major house heating fuels					
Electricity	88	31.32[27.16-36.04]		25.40[20.08-31.89]	0.919
Other (Coal, saw dust)	242	31.03[28.56-33.99]		26.80[22.52-31.96]	0.457
P value		0.085		0.509	

Have you ever smoked cigarettes?					
Yes	101	35.45[30.62-40.69]	21	26.65[20.01-35.44]	0.090
No	231	29.39[27.00-31.78]	68	26.36[22.16-31.47]	0.593
P value		0.006		0.748	
How many cigarettes do you smoke a day?					
£10	67	35.18[30.51-40.26]	8	31.10[19.17-47.32]	0.017
>10	34	27.33[23.12-32.05]	13	33.63[25.27-43.49]	0.626
P value		0.019		0.025	

Орон нутагтаа тарьж ургуулсан хүнсний ногоо хэрэглэдэг уурхайн нөлөөллийн бүсийн оршин суугчдын шээсэнд хүнцлийн агууламж 32.64мкг/л, нөлөөллийн бус бүсэд 26.50 мкг/л байгаа нь статистик магадлал бүхий хамааралтай байна ($p=0.052$).

Уурхайн нөлөөллийн бүсийн өдөр бүр хүнсний ногоо хэрэглэдэг оршин суугчдын

шээсэн дэх хүнцлийн агууламж нь 7 хоногт 3-6 өдөр хүнсний ногоо хэрэглэдэг оршин суугчдынхаас 1.21-1.79мкг/л-ээр их байв.

Хүнсний ногоог 7 хоногийн 4-6 өдөр хэрэглэдэг уурхайн нөлөөллийн бүсийн оршин суугчдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж нөлөөллийн бус бүсийнхээс 11.42 мкг/л-ээр их байна ($p=0.017$) (Table 4).

Table 4. Association between fruit and vegetable consumption and urinary arsenic concentration among study participants, $\mu\text{g/L}$

Characteristic	N	Mining area GM [95% CI]	N	Non mining area GM [95% CI]	p – value
Where the vegetables, which your family consumes, are grown in?					
Locally grown	193	32.46[29.35-35.59]	59	26.50[22.75-30.56]	0.052
In other local	114	32.28[25.59-33.56]	25	27.24[19.66-38.23]	0.891
Imported	26	29.55[23.46-37.35]	5	21.99[10.23-51.43]	0.575
P value		0.553		0.558	
How many days do your family use vegetables a week?					
3 or less a week	147	30.35[26.98-34.43]	30	28.79[22.24-37.93]	0.818
4-6 days week	64	30.93[26.50-36.44]	27	19.51[14.91-25.31]	0.017
Everyday	121	32.14[28.78-35.69]	32	31.51[24.85-38.92]	0.810
P value		0.949		0.075	
Where the fruits, which your family consumes, are grown in?					
Locally grown	161	34.57[31.32-38.36]	31	26.45[20.60-34.07]	0.103
In other local	101	29.34[25.82-33.12]	30	24.34[18.82-32.48]	0.537
Imported	71	26.60[22.64-31.61]	28	28.84[22.40-36.96]	0.810
P value		0.022		0.881	
Гэр бүлийн 7 хоногийн жимс, жимсгэний хэрэглээ					
3 or less	300	30.48[28.31-32.89]	77	26.43[22.74-30.55]	0.207
4-6 days	11	42.16[30.07-58.09]	5	30.00[30.07-42.79]	0.244
Everyday	9	43.76[31.27-62.66]	1	14.2[0.00-0.00]	262
P value		0.305		0.751	
Types of drinking water					
Centralized system	59	32.81[27.89-38.58]	18	23.46[18.36-30.84]	0.082
Decentralized system	274	30.75[28.35-33.48]	71	27.24[22.88-32.29]	0.362
P value		0.731		0.267	

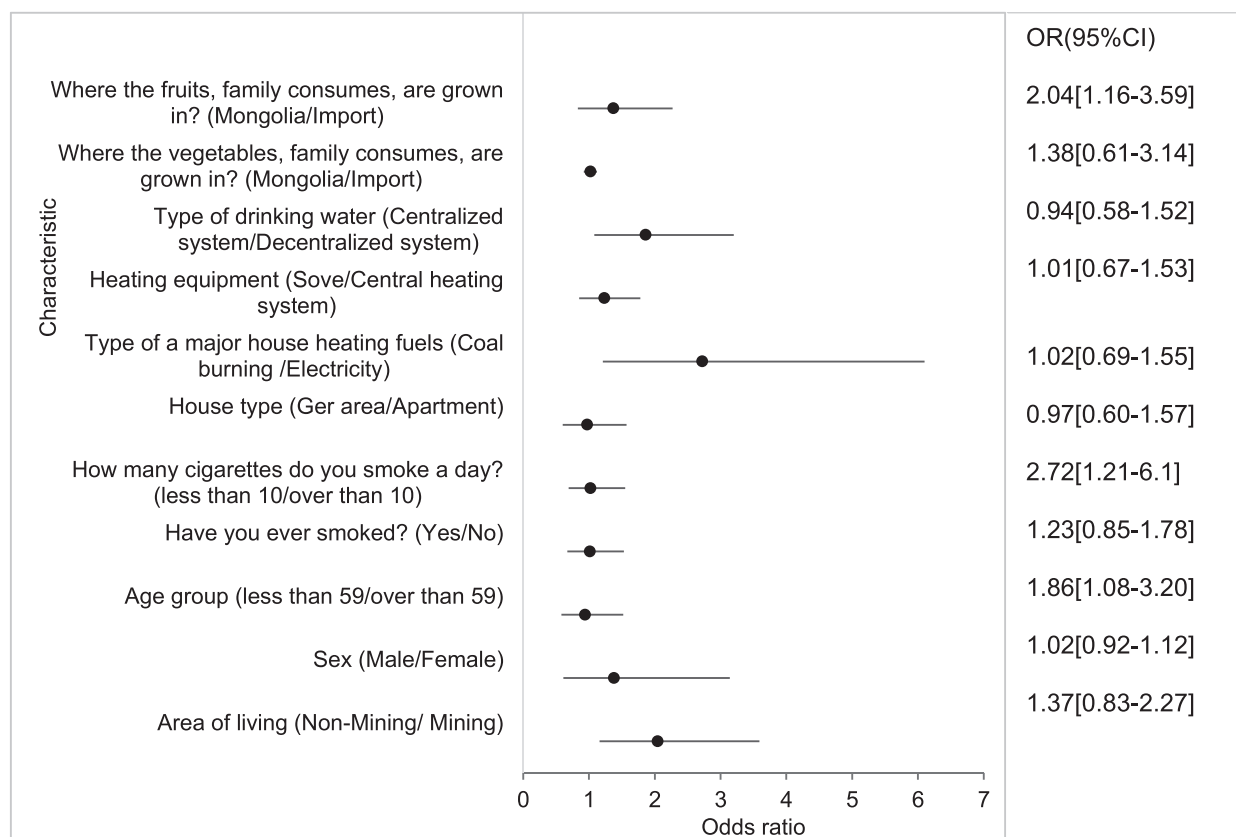


Figure 2. Forest plot of factors associated with heavy metal exposure among children, showing odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals

Хэлцэмж

Энэхүү судалгаа нь Монгол улсын томоохон уул уурхайн нөлөөллийн болон нөлөөллийн бус бүсэд оршин суугчдыг хамруулсан бөгөөд оршин суугч иргэдийн шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг тодорхойлж, оршин суугаа бүс, хүйс болон тамхины хэрэглээгээр харьцуулан үнэлэв. Судалгаанд хамрагдагсдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийн геометрийн дундаж 26.42 мкг/л байв.

Монгол улсад хүний шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг стандартчилж тогтоосон норм, хэмжээ одоог хүртэл байхгүй байна. Иймд бид шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийг үнэлэхдээ АНУ-ын Хорт бодис, өвчний бүртгэлийн агентлагийн “Хүнцэл (As) болон органик бус хүнцлийн нэгдлүүдийн эмнэлгийн менежментийн удирдамж”-д тулгуурлан 50 мкг/л-ийг харьцуулах лавлах утгаар ашиглав [8]. Уг удирдамжид сүүлийн үед далайн гаралтай бүтээгдэхүүн хэрэглээгүй нөхцөлд шээсэн дэх нийт

хүнцлийн хэвийн агууламж 50 мкг/л-ээс бага байдаг гэж дурдсан.

Уурхайн нөлөөллийн бүсийн эрэгтэйчүүдийн шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийн геометрийн дундаж 31.10 мкг/л, эмэгтэйчүүдийнх 29.21 мкг/л байв. Эрэгтэйчүүдийн үзүүлэлт эмэгтэйчүүдийнхээс 4.44 мкг/л-ээр өндөр байсан ч энэ ялгаа статистикийн ач холбогдолгүй байлаа ($p=0.071$). Мөн нөлөөллийн бүсийн эрэгтэйчүүдийн үзүүлэлт нөлөөллийн бус нутгийнхнаас 6.24 мкг/л-ээр өндөр байв.

БНСУ-д хийгдсэн судалгаанд шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийн геометрийн дундаж нийт оролцогчдод 97.6 мкг/л, эрэгтэйчүүдэд 103.6 мкг/л, эмэгтэйчүүдэд 93.0 мкг/л байсан [9]. Харин АНУ-д хийгдсэн судалгаанд нийт оролцогчдын геометрийн дундаж 61.6 мкг/л, эрэгтэйчүүдийнх 60.0 мкг/л (95%-ийн итгэх интервал: 45.3–79.6), эмэгтэйчүүдийнх 62.6 мкг/л [95%ИХ:52.2–

75.1] байжээ [10]. Манай судалгааны нийт оролцогчдын геометрийн дундаж эдгээр хоёр судалгааны үзүүлэлтээс бага байв. Харин БНХАУ-д хийгдсэн судалгаанд мэдээлсэн 7.51 мкг/л үзүүлэлтээс 18.91 мкг/л-ээр өндөр байлаа [11].

Судалгаануудын хооронд ажиглагдсан шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийн ялгаа судалгаанд хамрагдагсдын хооллолтын хэв маяг, ялангуяа далайн гаралтай бүтээгдэхүүний хэрэглээ нөлөөлдөг байна. Тухайлбал Навас Ациун нарын [12] АНУ-ын 2003–2006 судалгааны 4276 оролцогчийн мэдээлэлд хийсэн дүн шинжилгээгээр сүүлийн 24 цагт далайн гаралтай бүтээгдэхүүн хэрэглэсэн хүмүүсийн шээсэн дэх хүнцлийн агууламж 24.5 мкг/л, хэрэглээгүй хүмүүсийнх 7.3 мкг/л байжээ. Энэ нь далайн хүнсний хэрэглээ шээсэн дэх нийт хүнцлийн агууламжид нөлөөлөх боломжтойг харуулж байна. Иймээс манай судалгааны үзүүлэлтийг бусад улсын судалгаатай харьцуулах оролцогчдын хооллолтын ялгааг мөн ажиглагдсан.

Түүнчлэн шээсэн дэх хүнцлийн агууламжийн хувьд хүнцлийн химийн хэлбэр чухал ач холбогдолтой. Жонес нарын [13] судалгааны мэдээлэлд хийсэн шинжилгээгээр далайн хүнсний хэрэглээтэй холбоотой нөлөөг арсенобетаины хэмжилтэд тулгуурлан тооцсоноор органик бус хүнцлийн өртөлтийн үнэлгээг нарийвчлах боломжтойг харуулсан. Иймээс бидний судалгааны шээсэн дэх нийт хүнцлийн өндөр агууламжийг органик бус хүнцлийн өндөр өртөлттэй шууд адилтган тайлбарлах боломжгүй. Бүсүүдийн хоорондох ялгааг үнэлэхдээ хүнцлийн химийн хэлбэр, хоол хүнсний хэрэглээ болон орчны өртөлтийн мэдээллийг хамтад нь авч үзэх шаардлагатай юм.

Манай судалгаанд уурхайн нөлөөллийн бүсийн хүн амын дундах тамхи татдаг оролцогчдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж 35.45 мкг/л байсан нь тухайн бүсийн тамхи татдаггүй оролцогчдынхоос 6.06 мкг/л-ээр өндөр байв. Мөн нөлөөллийн бус бүсийн тамхи татдаг оролцогчдын үзүүлэлт болох 26.65 мкг/л-ээс 8.80 мкг/л-ээр өндөр байлаа.

ДЭМБ-ын мэдээлснээр тамхины ургамал хөрсөнд агуулагдах хүнцлийг шингээдэг тул тамхи татах нь органик бус хүнцлийн өртөлтийн нэг эх үүсвэр болдог [14]. Энэ нь манай судалгаанд ажиглагдсан ялгааг тайлбарлах боломжтой юм.

Хүнцлийн өртөлтийн талаарх өөр нэг судалгаанд [15] тамхидалт, бусад хорт хавдар үүсгэгч хүчин зүйлс, биеийн жингийн индекс, уурхайд ажилласан байдал болон нийгэм, эдийн засгийн түвшингийн ядгаатай байдал төдийлөн ажигладаагүй, харин нас, хүйсний хувьд харьцангуй бага өөрчлөлт ажиглагджээ. Ялангуяа далайн гаралтай бүтээгдэхүүний хэрэглээ шээсэн дэх нийт хүнцлийн агууламжтай холбоотой болохыг Навас-Ациен нарын [12] судалгаагаар тогтоосон тул хооллолтын төөрөгдүүлэгч хүчин зүйлийн нөлөөг тусад нь үнэлэх нь зүйтэй.

Цаашид хүнцэлийн өртөлтийг унд ахуйн усны хэрэглээ, тамхи, ажил мэргэжлийн онцлог, оршин суугаа бүс, хүйс, хооллолт зэрэг бусад хүчин зүйлийг харгалзан үзсэн судалгаа нэн шаардлагатай байна.

Дүгнэлт:

Судалгаанд хамрагдагсдын шээсэн дэх хүнцлийн агууламж уул уурхайн бүс нутгийнхан болон тамхи татдаг иргэдийн дунд өндөр байна. Цаашид хүнцэлийн өртөлтийн эх үүсвэр болон уул уурхайн үйл ажиллагааны нөлөөг тодруулахын тулд илүү нарийвчилсан судалгаа шаардлагатай байна.

Ном зүй

1. Ueki K, Kondo T, Kahn CR. Suppressor of cytokine signaling 1 (SOCS-1) and SOCS-3 cause insulin resistance through inhibition of tyrosine phosphorylation of insulin receptor substrate proteins by discrete mechanisms. *Mol Cell Biol.* 2004 Jun;24(12):5434-46. doi: 10.1128/MCB.24.12.5434-5446.2004. Erratum in: *Mol Cell Biol.* 2005 Oct;25(19):8762. PMID: 15169905; PMCID: PMC419873.
2. Jenny-Ann Nilsson, Johan Randhem. Environmental Impacts and Health Aspects in the Mining Industry. A Comparative Study of the Mining and Extraction of

- Uranium, Copper and Gold. Master of Science Thesis. Göteborg, Sweden. Chalmers University of technology; 2008. Pp.6-8.
3. Jennifer Stanley, Sarah T. Wilkinson, Denise & Moreno Ramírez, eds. Tribal Mining Educational Modules: Copper Mining and Processing [PDF Document]. 2015, 4-16 Retrieved from [Http://Www.Superfund.Pharmacy.Arizona.Edu/Learning-Modules/Tribal-Modules](http://www.Superfund.Pharmacy.Arizona.Edu/Learning-Modules/Tribal-Modules).
 4. Daulet Medgatuly Askarov, Meiram Kazyevich Amrin, Aigulsum Kulyntayevna Izenkova, et al. Health Status and Quality of Life in the Population near Zhezkazgan Copper Smelter, Kazakhstan. Journal of Environmental and Public Health. [Accepted 31 October 2022]; 2, Article ID 8477964, <https://doi.org/10.1155/2023/8477964>. 30 January 2023.
 5. Cacciuttolo C. Cano, D., & Custodio M. Socio-Environmental Risks Linked with Mine Tailings Chemical Composition: Promoting Responsible and Safe Mine Tailings Management Considering Copper and Gold Mining Experiences from Chile and Peru. Toxics, MDPI. [Accepted: 13 May 2023]; 11(462):12-13], <https://doi.org/10.3390/toxics11050462>.
 6. Leonardo Lucas da Silva-Rego, Leonardo Augusto de Almeida, Juciano Gasparotto. Toxicological effects of mining hazard elements. Energy Geoscience. 2021[Accepted: 2022 March 16]; 3(3), 255-262, Available from: Academic OneFile. <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2022.03.003>.
 7. Ц. Ц гц, Д.Бадамгарав, 2023, Монгол улсын уул уурхайн салбарын х р нг  оруулалтын орчны судалгаа, Улаанбаатар, Монгол улс.
 8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Medical Management Guidelines for Arsenic (As) and Inorganic Arsenic Compounds, CAS#: 7440-38-2, Pp20.
 9. <https://wwwn.cdc.gov/Tsp/MMG/MMGDetails.aspx?mmgid=1424&toxid=3>
 10. H-S Bae, I-G Kang, S-G Lee, S-Y Eom, et al. Arsenic exposure and seafood intake in Korean adults. Human and Experimental Toxicology 2017, Vol. 36(5) 451-460, pp.453
 11. Lorraine Backer, Dorothy Stearns, Johnnie Danie, et al. Changes in Exposure to Arsenic Following the Installation of an Arsenic Removal Treatment in a Small Community Water System. Water 2025, Received in revised form 2 May 2025 [Accepted 4 June 2025]; 17(1743): Pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/w17121743>
 12. Rui Yang, Huijie Xu, Shengtao Hu, et al. Urinary arsenic and depressive symptoms among adults: A moderated mediation analysis of folate and dietary inflammation index. Journal of Affective Disorders. [Accepted 27 December 2024]; 373 (2025) 265–272 Journal of Affective Disorders 373 (2025) 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.12.100>
 13. Navas-Acien A, Francesconi KA, Silbergeld EK, Guallar E. Seafood intake and urine concentrations of total arsenic, dimethylarsinate and arsenobetaine in the US population. Environmental Research. 2011;111(1):110–118. doi:10.1016/j.envres.2010.10.009
 14. Jones MR, Tellez-Plaza M, Vaidya D, Grau M, Francesconi KA, Goessler W, et al. Estimation of inorganic arsenic exposure in populations with frequent seafood intake: evidence from MESA and NHANES. American Journal of Epidemiology. 2016;184(8):590–602. doi:10.1093/aje/kww097
 15. World Health Organization. Arsenic. Geneva: WHO; 2022 Dec 7.
 16. Ferreccio C, Yuan Y, Calle J, Benitez H, Parra RL, Acevedo J, Smith AH, Liaw J, Steinmaus C. Arsenic, tobacco smoke, and occupation: associations of multiple agents with lung and bladder cancer. Epidemiology. 2013 Nov;24(6):898-905. doi: 10.1097/EDE.0b013e31829e3e03. PMID: 24036609; PMCID: PMC6338230.

Танилцаж, нийтлэх санал  гс н:
Анагаах ухааны доктор, д д
профессор Б.Ичинхорлоо