Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн агууламжийг антропометрийн хэмжээстэй харьцуулан судалсан байдал

Р.Оюунхишиг[1], С.Азбаяр[1], Г.Оюунболор[1], Ж.Отгонболд[2], Г.Отгон[1]
Физиологийн тэнхим, БАС, АШУҮИС[1]
Нийслэлийн эрүүл мэндийн газар[2]
Цахим шуудан: oyunkhishig.r@mnums.edu.mn, Утас: 88257526

Түлхүүр үг:

Хортой элемент,
хүүхдийн үсний шинжилгээ

Товч утга

Хортой элементүүд хүүхдийн оюун ухаан, бие махбодын өсөлт хөгжилтөд сөргөөр нөлөөлж байна. Үсэн дэх хортой элементийн шинжилгээ нь цус, хумс, шээс, шүлс зэрэг бусад биологийн дээжтэй харьцуулахад инвазив бус, хүний үс нь тогтвортой шинж чанартай, цуглуулах, тээвэрлэх, хадгалахад тохиромжтой, хортой элементэд удаан хугацааны өртөлтийг илрүүлэх гэх мэт давуу талуудтай.

Судалгааны хэрэглэгдэхүүн ба арга, аргачлал

Нэг агшны загвараар, 2018 оны 5 болон 10 сард **Нийслэлийн ерөнхий боловсролын** дунд сургуулиудын 8-17 насны харьцангуй эрүүл, нийт 538 (эрэгтэй-257, эмэгтэй-281) хүүхдийг хамруулсан. Судалгааны картын дагуу асуумж авч, антропометрийн хэмжилт (жин, өндөр, бүсэлхийн тойрог) хийн, дагзны хэсгээс 0.5-1.0 г үсний дээж авч, Геологийн лабораторит Индукцийн холбоост масс спектрометрийн аргаар шинжилсэн.

Үр дүн

Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн дундаж агууламж (мкг/г): Pb-11.20(7.42-16.29), Al-20.40(11.87-30.48), As-0.56(0.49-1.76), Cd- 0.009(0.01-0.08), Sn-0.92(0.49-1.82) байв. Al нас, өндөр, жин, бүсэлхийн тойргоос дунд зэргийн сөрөг хамааралтай, БЖИ-ээс сул сөрөг хамааралтай, Cd нас, өндөр, жингээс дунд зэргийн эерэг хамааралтай, БЖИ, бүсэлхийн тойргоос сул эерэг хамааралтай байсан ба Pb, As, Sn нас, өндрөөс сул эерэг хамааралтай байв. Pb, Al, As тус бүр 11-ээс доош насанд их агууламжтай ($p<0.001$). Pb, Al, As 139-145 см-ээс доош өндөртэй хүүхдэд их агууламжтай байлаа. Биеийн жингийн илүүдэл болон таргалалттай хүүхдэд Cd-н агууламж өндөр, жин багатай, туранхай хүүхдэд Al-ий агууламж өндөр байв.

Дүгнэлт

1. Зарим улсуудын хотын хүүхдийн үсэн дэх дундаж агууламжаас Улаанбаатар хотын 8-17 насны хүүхдийн үсэн дэх хар тугалга, хүнцэл, хөнгөн цагаан, цагаан тугалгын дундаж агууламж өндөр, кадми бага байна. Эрэгтэй хүүхдэд хортой элементүүдийн дундаж агууламж эмэгтэй хүүхдийнхээс өндөр байна.
2. Нас, өндөртэй хар тугалга, хөнгөн цагаан, хүнцэл сөрөг хамааралтай, кадми эерэг хамааралтай ба кадми биеийн жингийн илүүдэл, таргалалтай хүүхдэд өндөр агууламжтай байна.

Үндэслэл

Хүүхдийн оюун ухаан, бие махбодын өсөлт хөгжилтөд хортой элементүүд сөргөөр нөлөөлж байна. Судалгаанаас үзэхэд эхийн цусан дахь хар тугалгын агууламж их байх нь урагт сөргөөр нөлөөлж, дутуу төрөх, жин багатай нярай төрөх, цаашлаад нялх болон бага насны хүүхдийн өндөр, жин бага нэмэгдэхтэй холбоотойг харуулж байна1. Цусан дахь хар тугалгын агууламж 10 мкг/дл нэмэгдэхэд 1.2-1.6 см-ээр намхан болох2, Швартз нарын судалгаагаар жин 1.1 кг-аар буурч байгаа нь мөн ажиглагдсан. Мөн бие махбодын бүх эрхтэн тогтолцоонд сөргөөр нөлөөлж, хорт хавдар, зүрх судасны өвчин, бөөрний үйл ажиллагааны алдагдал, дархлаа тогтолцооны эмгэг, арьсны эмгэг, хоол боловсруулах замын эмгэг үүсэхэд нөлөөлж байгааг тогтоожээ3.

Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементүүдийн агууламжийг үнэлэх нь бие даасан металлаар (хар тугалга, кадми гэх мэт) хэт их бохирдсон газрыг илрүүлэх, янз бүрийн орчинд бохирдуулагч бодисын хэмжээг харьцуулах арга хэрэгсэл болдог6. Мөн цус, хумс, шээс, шүлс зэрэг бусад биологийн дээжтэй харьцуулахад өвдөлтгүй, инвазив бус, хүний үс нь тогтвортой шинж чанартай, цуглуулах, тээвэрлэх, хадгалахад тохиромжтой, хортой элементэд удаан хугацааны өртөлтийг илрүүлэх гэх мэт давуу талуудтай7,8,9,10.

Хүүхдийн эрхтэн тогтолцоо бүрэн гүйцэд хөгжөөгүй байдаг тул хүрээлэн буй орчны бохирдолд насанд хүрэгсдээс илүү өртөмтгий байдаг4,5. Улаанбаатар хотод 1.4 сая хүн амьдарч байгаа11 бөгөөд 2020 оны байдлаар дэлхийн хамгийн агаарын бохирдол ихтэй хотуудаас дөрөвдүгээрт оржээ12. Хүн амын төвлөрөл барилга байгууламж, техник технологи, үйлдвэрлэл үйлчилгээ зэрэг дэд бүтэц хөгжихийн хэрээр янз бүрийн хортой бодисын хэрэглээ, тоос тоосонцор, гэр хорооллын утаа, авто тээврийн хэрэгслээс ялгарах утаа, тортог, хөрсний бохирдол, агаарын бохирдол жилээс жилд нэмэгдэж байна13. Монгол улсад одоогоор агаар дахь тоосонцор(PM 2.5)-ын хар тугалга, кадми, хүнцэл гэх мэт хортой элементүүдийн агууламжийг тогтоогоогүй байна. Улаанбаатар хотын 297 өрхөд хийсэн “Хүнсний зориулалтын хуванцар савны хэрэглээг тандах» MNG-15-HAE-002653 судалгааны дүнгээр нэг өрх дунджаар 20-100 литрийн багтаамжтай 3-4 ширхэг хүнсний зориулалтын бус хуванцар сав хэрэглэдэг бөгөөд хуванцар савны олон улсын ангиллын тэмдэглэгээ, эрүүл мэндийн нөлөөлөл, зохистой хэрэглээний талаарх мэдлэг дутмаг байна гэж үзжээ14. Манай улсад хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн дундаж агууламжийг судалсан судалгаа байхгүй нь энэ судалгааг хийх шаардлагатайг харуулж байна

.

Судалгааны ажлын зорилго:

Улаанбаатар хотын 8-17 насны хүүхдийн биед агуулагдах хортой элементийн дундаж агууламжийг үсэнд тодорхойлон, зарим хүчин зүйлээс хамааруулан судлах

Судалгааны ажлын зорилт:

I. Хүүхдийн үсэнд агуулагдах хортой элемент (хар тугалга, хөнгөн цагаан, хүнцэл, кадми, цагаан тугалга)-ийн дундаж агууламжийг тодорхойлох

II. Хүүхдийн үсэнд агуулагдах хортой элемент ба антропометрийн үзүүлэлтийг судлах

Судалгааны хэрэглэгдэхүүн ба арга аргачлал

Нэг агшны загвараар, 2018 оны 5 болон 10 сард **Нийслэлийн ерөнхий боловсролын 45, 6, 20, 54, 47-дугаар** дунд сургуулиудын 8-17 насны харьцангуй эрүүл, нийт 538 (эрэгтэй-257, эмэгтэй-281) хүүхдийг хамруулсан. Судалгааны картын дагуу асуумж авч, антропометрийн хэмжилт (жин, өндөр, бүсэлхийн тойрог) хийн, дагзны хэсгээс 0.5-1.0 г үсийг ган хайчаар хайчлан авч, Геологийн төв лабораторит Индукцийн холбоост масс спектрометрийн аргаар хортой элементийн агууламжийг тодорхойлсон. Эрүүл мэндийн яамны АУ-ны ёсзүйн хяналтын хорооны хурал(№13) болон АШУҮИС-ийн Судалгааны ёсзүйн хяналтын хорооны хурал(№2020/3-06)-аас тус тус зөвшөөрөл авсан.

Статистик боловсруулалт

Дескриптив ба нарийвчилсан шинжилгээг Stata 12 программ ашиглан хийлээ. Хортой элементүүд хэвийн бус тархалттай байсан тул дундаж агууламжийг голч(median)-оор тооцов.

Үр дүн

I.Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн дундаж агууламж

Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн дундаж агууламжийг 25, 75 дахь перцентил ба медианаар илэрхийлэхэд (мкг/г): Pb-11.20(7.42-16.29), Al-20.40(11.87-30.48), As-0.56(0.49-1.76), Cd- 0.56(0.01-0.08), Sn-0.92(0.49-1.82) байв (Хүснэгт 1).

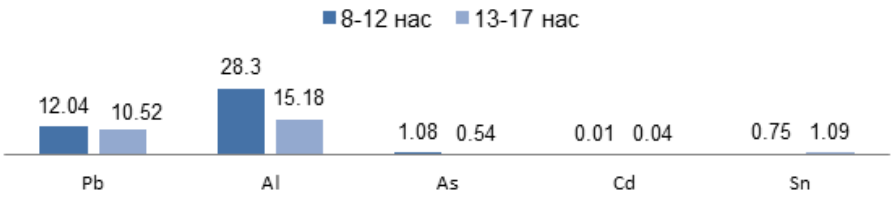
Хүснэгт 1. 8-17 насны хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн статистик үзүүлэлт (мкг/г).

Элемент	Min	25th	Median	75th	Max	АД	СХ
Pb	0.49	7.42	11.20	16.29	49.69	13.0	7.88
Al	1.50	11.87	20.40	30.48	49.86	21.96	12.0
As	0.49	0.49	0.56	1.76	7.70	1.42	1.52
Cd	0.005	0.009	0.009	0.06	0.99	0.09	0.19
Sn	0.09	0.49	0.925	1.82	73.7	2.25	5.95

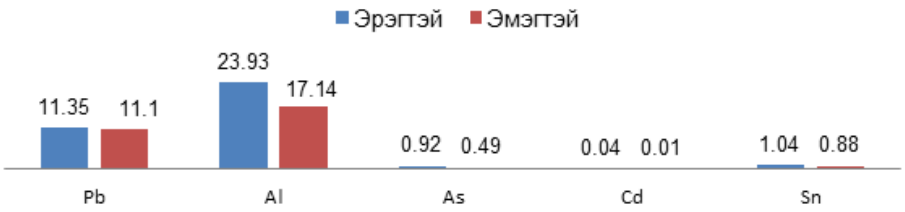
Min = хамгийн бага утга. 25th, 75th- 25, 75 дахь перцентил. Max =хамгийн их утга. АМ = арифметик дундаж. СХ = стандарт хазайлт.

Хортой элементийн дундаж агууламж ба нас, хүйс

Хоёр насны бүлэг болон хүйсээр нийт хортой элементийн агууламжийг тодорхойлоход статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байв (Зураг 1,2).



Зураг 1. Хортой элементийн агууламж(мкг/г), насны бүлгээр. 8-12 насанд (мкг/г) Pb 1.52 , Al 13.12, As 0.54-өөр тус тус 13-17 насны хүүхдээс их, Cd 0.03, Sn 0.34-өөр тус тус бага байв(p<0.001).



Зураг 2. Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн агууламж (медиан, мкг/г)-ийг хүйсээр. Нийт хортой элементийн дундаж агууламж эрэгтэй хүүхдэд эмэгтэй хүүхдийнхээс өндөр байна(p<0.05).

II.Хүүхдийн үсэн дэх хортой элементийн агууламж ба антропометрийн хэмжилтийн хамаарал

Al нас, өндөр, жин, бүсэлхийн тойрог (БТ)-оос дунд зэргийн сөрөг хамааралтай, биеийн жингийн индекс (БЖИ)-ээс сул сөрөг хамааралтай, Cd нас, өндөр, жингээс дунд зэргийн эерэг хамааралтай, БЖИ, БТ-оос сул эерэг хамааралтай байсан бол Pb, As, Sn нас, өндрөөс сул эерэг хамааралтай (p<0.05).

Хүснэгт 2. Хүүхдийн үсэндэх хортой элементийн агууламж ба антрометрийн хэмжилтийн хамаарал

	Нас	Өндөр	Жин	БЖИ	БТ
Нас	1				
Өндөр	0.79*	1			
Жин	0.68**	0.82*	1		
БЖИ	0.31*	0.34*	0.80*	1	
БТ	0.52*	0.60*	0.83*	0.74*	1
Pb	-0.19**	-0.10*	0.02	0.09	-0.03
Al	-0.42**	-0.52**	-0.43*	-0.18*	-0.32*
As	-0.25**	-0.11*	-0.11*	0.07	-0.05
Cd	0.46**	0.42**	0.42*	0.23*	0.28*
Sn	-0.06	0.1*	-0.06	0.02	-0.08

Тайлбар: *p<0.05; **p<0.001

Pb, Al, As тус бүр 11-ээс доош насанд их агууламжтай, 11-с дээш насанд бага болон дундаж агууламжтай, Pb, Al, As 139-145 см-ээс доош өндөртэй хүүхдэд их агууламжтай байлаа. Мөн AL, As, Cd-ийн агууламжийн түвшин биеийн жингийн хувьд статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байна(p<0.05).

Хүснэгт 3. Хортой элементийн агууламжийн түвшин ба антропометрийн хэмжилт

Элемент	Элементийн агууламж	Нас (жил)	Өндөр (См)	Жин (кг)
Pb	Бага (0.49-7.41)	14	159	47
	Дундаж (7.42-16.29)	13	154	44
	Их (16.3-49.69)	11.5	140	42.5
p утга		0.001	0.01	0.35
Al	Бага (1.5-11.86)	15	162	50.5
	Дундаж (11.8-30.48)	13	153	45
	Их (30.4-49.86)	11	139	35
p утга		0.001	0.0001	0.001
As*	Дундаж (0.49-0.56)	14	159	49
	Их (1.76-7.70)	11	145	43
p утга		0.001	0.001	0.007
Cd*	Дундаж (0.01-0.08)	14	152.5	44
	Их (0.081-1)	16	165	54
p утга		0.001	0.001	0.001
Sn	Бага (0.09-0.48)	11	150	42
	Дундаж (0.49-1.82)	13	153	45
	Их (1.83-73.7)	13	157	44
p утга		0.12	0.009	0.17

Тайлбар: Судалгаанд хамрагдсан хүүхдийн үсэндэх хортой элементийн агууламжийг хамгийн бага утгаас 25^{th} перцентил хүртэлх утгыг “бага”, 25^{th}-75^{th} перцентил хүртэлх утгыг “дундаж”, 75^{th} перцентилээс хамгийн их утгыг “их” хэмээн 3 ангилан элемент бүрээр тооцсон. As*, Cd* хамгийн бага утга, 25^{th} перцентил давхацсан тул “дундаж агууламж” болон “их” гэж 2 ангилав.

Хортой элементийн агууламж ба ахуйн нөхцөл

Хүүхдийн биед агуулагдах Pb (15.34мкг/г), Al (26.66мкг/г), As (1.67мкг/г)-ийн дундаж агууламж гэрт амьдардаг хүүхдэд байшин болон орон сууцанд амьдардаг хүүхдийнхээс их агууламжтай судлагдсан байна. Байшинд амьдардаг хүүхдийн Al (17.50 мкг/г)- ы дундаж агууламж орон сууцанд амьдардаг хүүхдийнхээс бага байгаа боловч статистик ач холбогдол бүхий ялгаа гарсангүй (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Хортой элементийн агууламж (медиан) ба ахуйн нөхцөл

Элемент мкг/г	Гэрт	Байшинд	Орон сууцанд	p утга
Pb	15.34	12.1	11.5	0.9
Al	26.66	17.5	25.28	0.1
As	1.67	0.53	0.49	0.4
Cd	0.01	0.01	0.01	0.1
Sn	0.42	0.80	0.86	0.2

Хэлцэмж

Зарим улс орнуудын ижил төстэй судалгааны дүнтэй харьцууллаа. Тухайлбал: Бүгд Найрамдах Хятад Ард Улсын Бээжин хотын оршин суугчийн үсэндэх хүнд металл (хортой элемент)-ыг насны бүлэг, хооллолтын байдалтай уялдуулан судалсан судалгааны[15] дүнгээс (мг/кг, Mean±SD); As(0.127±0.078), Pb(1.557±0.779)-ын агууламж манай судалгаанд 3-10 дахин их, Cd(0.071±0.032)-н агууламж 7 дахин бага байв. Оросын Холбооны Улсын Санкт-Петербург хотын 3-15 насны 779 хүүхдийг хамруулсан судалгааны[16] дүнд (мг/кг (Me (q25–q75)); Pb(0.739(0.281-1.734)), Al(12.59(8.37-21.11)), As(0.051(0.021-0.112)), Sn(0.277(0.135-0.577)) байгаа нь манай судалгааны үр дүнгээс бага, Cd(0.04(0.016-0.112)) их дүнтэй судлагдсан байв. Бидний судалгааны ажлын үр дүн нь олон улсын судалгааны ажлын үр дүнтэй ойролцоо боловч Cd-аас бусад элементүүд өндөр гарсан нь Улаанбаатар хотын хувьд цаашид агаар, хөрсний бохирдол болон бусад хүчин зүйл, ялангуяа эрүүл ахуулгүй орчинд амьдрах хотын стандартыг батлан хэрэгжүүлэх зайлшгүй шаардлагатай байгааг харуулж байна.

Нас бага байх дутам бие махбодын эрхтэн тогтолцоо бүрэн гүйцэд хөгжөөгүй байдаг тул хүрээлэн буй орчны бохирдолд насанд хүрэгсдээс илүү өртөмтгий байдаг[4]the National Research Council in 1993 called for development of an approach to risk assessment that considers children's unique patterns of exposure and their special vulnerabilities to pesticides. Many aspects of that call were codified into federal law in the Food Quality Protection Act (FQPA[19], хооллолт (хүүхэд биеийн жингийн нэгж тутамд насанд хүрэгсдээс илүү их хоол, усны хэрэгцээтэй), хүүхдийн бие махбодын хурдацтай өсөлт хөгжилт, гадаад орчинд өнгөрөөх цаг хугацаа, бага насны үеийн өсөлт хөгжилтийн үе шатны онцлог (эд зүйлсийг амандаа хийх, шалбааг, шороогоор тоглох гэх мэт) зэргээс шалтгаалан өртөх эрсдэл нэмэгддэг[17,18] зэрэгтэй холбоотой гэж үзэж байна. Энэ нь хэдэн судалгааны үр дүнтэй нийцэж байлаа[19,20,21]

Ихэнх судалгаанд үсэн дэх элементийн шинжилгээний үр дүнг тайлбарлахдаа хүйсийг төдийлэн хангалттай авч үздэггүй[22] ба янз бүрийн хүчин зүйл (биеийн өсөлт хөгжил, физиологи, бэлгийн даавар, амьдралын хэв маяг гэх мэт) эрэгтэй, эмэгтэй хүйсийн хувьд өвөрмөц онцлогтойгоос гадна хортой элементийн нөлөөнд үзүүлэх хариу үйлдэл ч мөн ялгаатай байдагтай[22,23] холбон тайлбарлажээ. Бидний судалгаанд хортой элементийн дундаж агууламж эрэгтэй хүүхдэд эмэгтэй хүүхдээс өндөр гарсан нь эрэгтэй хүүхэд гадаад орчинд өнгөрүүлэх хугацаа эмэгтэй хүүхдээс урт, бодисын солилцооны идэвхи эрчимтэй (1 удаагийн хооролт), хөдөлгөөний идэвхитэй байдал зэрэг нь эмэгтэй хүүхдээс өндөр байдаг тул орчны бохирдолд эмэгтэй хүүхдээс илүү өртдөг гэж үзэж байна. Бидний энэхүү гаргасан үр дүн нь зарим судалгааны үр дүнтэй тохирч байгаа бол зарим судлагааны үр дүнтэй нийцэхгүй байгаа юм.

Нас болон өндөр, жин, бүсэлхийн тойрог хооронд хүчтэй эерэг хамааралтай байсан ба хортой элементүүдийн агууламж газрын гадаргатай ойртоход ихэсч, намхан байх тусам хортой элементийн агууламж ихтэй агаараар амьсгалж, хүрээлэн буй орчны бохирдолд илүү өртөх хандлагатай гэж үзэж байна. Мөн бидний судалгаанд биеийн жингийн илүүдэл болон таргалалттай хүүхдэд Cd агууламж өндөр, жин багатай, туранхай хүүхдэд Al агууламж өндөр байв. Хортой элементүүд нь адипогенезийг өдөөснөөр өөхөн эдийн хуримтлал, таргалалтыг ихэсгэдэг[24]the particular effects of metal toxicity on adipose tissue functioning are unclear. Therefore, recent findings of direct influence of heavy metals (mercury, cadmium, and lead[25] гэсэн судалгааны үр дүнтэй нийцэж байлаа.

Гэр, байшин, орон сууцанд амьдардаг хүүхдийн үсэндэх хортой элементийн агууламжид статистик ач холбогдол

бүхий ялгаа илрээгүй боловч гэрт амьдардаг хүүхдийн хортой элементийн дундаж агууламж өндөр гарсан нь гэр хорооллын өвөрмөц байдалтай холбоотой. Тухайлбал: гэр хорооллын утаа, гэрийн унь, тооно гэх мэт модон эдлэлийг хар тугалгын агууламж ихтэй улаан, улбар шар будгаар буддаг, ихэнх айлууд хүнсний зориулалтын бус хуванцар саванд ус хадгалж, зөөвөрлөдөг, өвлийн улиралд гэрийн зуух, пийшинтэй ойр тавьсанаар дулааны нөлөөгөөр хортой элементүүдийн шилжилт эрчтэй явагдах, нүүрсний үнсээ ил зөөж гаргадаг, үнс нурмаар газрын хөрс бохирдох гэх мэт олон хүчин зүйлтэй холбоотой гэж таамаглаж байгаа бөгөөд цаашид ахуйн нөхцлийг нарийвчлан харьцуулан судлаж үзэх шаардлагатай юм. 2013 онд Улаанбаатар хотын орон сууц ба гэр хороололд амьдардаг эмэгтэйчүүдийн цусанд агуулагдах Pb, амьдрах дотоод орчныг агаарын чанартай холбох судалгаанд 40-60 насны нийт 50 эмэгтэйг хамруулан судлахад гэрийн дотоод орчин, орон сууцны дотоод орчноос 2-3 дахин бохирдолтой, нарийн ширхэглэгт тоосны дундаж агууламж 127.8 мкг/кг тодорхойлогдсон, АШУҮИС-ийн НЭМС-ийн судлаач Д.Нарансүхийн судалгаагаар гэр хороололд амьдардаг хүүхдийн цусан дахь Pb, орон сууцанд амьдардаг хүүхдийнхээс 3 дахин их агууламжтай байсан нь бидний судалгаанд гэрт амьдардаг хүүхдийн Pb орон сууцанд амьдардаг хүүхдийнхээс өндөр агууламжтай гарсан үр дүнтэй таарч байна.

Дүгнэлт

1. Улаанбаатар хотын 8-17 насны хүүхдийн үсэн дэх хар тугалга, хүнцэл, хөнгөн цагаан, цагаан тугалгын дундаж агууламж өндөр, кадми бусад улсуудын дундаж агууламжаас бага байна. Эрэгтэй хүүхдэд хортой элементүүдийн дундаж агууламж эмэгтэй хүүхдийнхээс өндөр байна.
2. Нас,өндөртэй хар тугалга, хөнгөн цагаан, хүнцэл сөрөг хамааралтай, кадми эерэг хамааралтай ба кадми биеийн жингийн илүүдэл, таргалалтай хүүхдэд өндөр агууламжтай байна.

Ном зүй

1. Renzetti S, Just AC, Burris HH, et al. The association of lead exposure during pregnancy and childhood anthropometry in the Mexican PROGRESS cohort. Environ Res. 2017;152(October 2016):226-232. doi:10.1016/j.envres.2016.10.014
2. Ballew C, Khan LK, Kaufmann R, Mokdad A, Miller DT, Gunter EW. Blood lead concentration and children’s anthropometric dimensions in the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1994. J Pediatr. 1999;134(5):623-630. doi:10.1016/S0022-3476(99)70250-7
3. Balali-Mood M, Naseri K, Tahergorabi Z, Khazdair MR, Sadeghi M. Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic. Front Pharmacol. 2021;12(April):1-19. doi:10.3389/fphar.2021.643972
4. Landrigan PJ, Kimmel CA, Correa A, Eskenazi B. Children’s health and the environment: Public health issues and challenges for risk assessment. Environ Health Perspect. 2004;112(2):257-265. doi:10.1289/ehp.6115
5. Perspectiv G. Children□s Health and the Environment: A Global Perspective. Vol 19.; 2006. doi:10.1108/ijhcqa.2006.06219eae.002
6. Teresa M, Vasconcelos SD, Tavares HMF. Trace element concentrations in blood and hair of young apprentices of a technical-professional school. Sci Total Environ. 1997;205(2-3):189-199. doi:10.1016/S0048-9697(97)00208-8
7. Olmedo P, Pla A, Hernбndez AF, Lypez-Guarnido O, Rodrigo L, Gil F. Validation of a method to quantify chromium, cadmium, manganese, nickel and lead in human whole blood, urine, saliva and hair samples by electrothermal atomic absorption spectrometry. Anal Chim Acta. 2010;659(1-2):60-67. doi:10.1016/j.aca.2009.11.056
8. Goullй JP, Mahieu L, Castermant J, et al. Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair: Reference values. In: Forensic Science International. Vol 153. ; 2005:39-44. doi:10.1016/j.forsciint.2005.04.020
9. Esteban M, Castaco A. Non-invasive matrices in human biomonitoring: A review. Environ Int. 2009;35(2):438-449. doi:10.1016/j.envint.2008.09.003
10. Do□an-Sa□lamtimur N, Kumbur H. Metals (Hg, Pb, Cu, and Zn) bioaccumulation in sediment, fish, and human scalp hair: A case study from the city of mersin along the southern coast of turkey. Biol Trace Elem Res. 2010;136(1):55-70. doi:10.1007/s12011-009-8516-5
11. УЛААНБААТАР ХОТЫН АГААРЫН БОХИРДЛЫН ХҮНИЙ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ УЛААНБААТАР ХОТ 2020 ОН ҮНДЭСНИЙ СТАТИСТИКИЙН ХОРОО ЭРҮҮЛ МЭНДИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ.
12. IQAir. Empowering the World to Breathe Cleaner Air | IQAir. Published online 2020. https://www.iqair.com/world-air-quality-report
13. Агаарын чанарын алба. Агаарын Бохирдлын Тухай Товчхон. WwwAgaarMn. Published online 2018.
14. Өнөрсайхан С. Хүнсний зориулалтын бус савны хэрэглээ-Хүний эрүүл мэнд. Published online 2017:1-7.
15. Liang G, Pan L, Liu X. Assessment of typical heavy metals in human hair of different age groups and foodstuffs in Beijing, China. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(8). doi:10.3390/ijerph14080914
16. Районов Д-аборигенов Р, России С-востока, Максимов АЛ, Луговая ЕА, Дво А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов северо-востока россии © 2010. 2010;2:10-14.
17. Molina-Villalba I, Lacasaca M, Rodrнguez-Barranco M, et al. Biomonitoring of arsenic, cadmium, lead, manganese and mercury in urine and hair of children living near mining and industrial areas. Chemosphere. 2015;124(1):83-91. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.11.016
18. Evrenoglou L, Partsinevelou SA, Stamatis P, et al. Children

exposure to trace levels of heavy metals at the north zone of Kifissos River. Sci Total Environ. 2013;443:650-661. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.11.041

19. Skalny A V., Kopylov PY, Paoliello MMB, et al. Hair lead, aluminum, and other toxic metals in normal-weight and obese patients with coronary heart disease. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(15). doi:10.3390/ijerph18158195
20. Signes-Pastor AJ, Desai G, Garcна-Villarino M, Karagas MR, Kordas K. Exposure to a Mixture of Metals and Growth Indicators in 6–11-Year-Old Children from the 2013–2016 NHANES. Expo Heal. 2021;13(2):173-184. doi:10.1007/s12403-020-00371-8
21. Zhou CC, He YQ, Gao ZY, Wu MQ, Yan CH. Sex differences in the effects of lead exposure on growth and development in young children. Chemosphere. 2020;250:126294. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.126294
22. Vahter M, Akesson A, Lidйn C, Ceccatelli S, Berglund M. Gender differences in the disposition and toxicity of metals. Environ Res. 2007;104(1):85-95. doi:10.1016/j.envres.2006.08.003
23. Содержание химических элементов в волосах детей , проживающих в Санкт-Петербурге. 2013;5(44):155-158.
24. Tinkov AA, Aschner M, Ke T, et al. Adipotropic effects of heavy metals and their potential role in obesity. Fac Rev. 2021;10(32). doi:10.12703/r/10-32
25. Wang X, Mukherjee B, Park SK. Associations of cumulative exposure to heavy metal mixtures with obesity and its comorbidities among U.S. adults in NHANES 2003–2014. Environ Int. 2018;121(August):683-694. doi:10.1016/j.envint.2018.09.035

The study of the concentration of toxic elements in the hair of children in comparison with the anthropometric measurements

Keywords:

Toxic elements,
environmental pollution,
children’s hair analysis

Abstract

Background: Toxic elements adversely affect the mental and physical development of children. Compared to the other bio-indicators such as blood, nail, urine, and saliva, human hair has attractive advantages, such as finer stability, easy collection and transportation, convenient storage, and reflects long-time exposure to heavy metals and higher metal concentrations than in other bio-indicators.

Materials and Methods: According to the cross-sectional model, in May and October 2018, a total of 538 healthy children aged 8-17 (257 male and 281 female) were enrolled in Ulaanbaatar secondary schools. According to the study card, a questionnaire was taken, anthropometric measurements (weight, height, waist circumference) were made, 0.5-1.0 g of hair sample was taken from the nape of the neck, and Induction coupled plasma mass spectrometric analysis was performed in the Geological Laboratory.

Findings: Average concentrations of toxic elements in children’s hair are expressed in 25 and 75 percentiles and medians (μg (g): Pb-11.20 (7.42-16.29), Al-20.40 (11.87-30.48), As-0.56 (0.49-1.76), Cd- 0.009 (0.01-0.08), Sn-0.92 (0.49-1.82). Lead, aluminum, arsenic are negatively correlated to children’s age and height, and cadmium is positively correlated; Overweight and obese children had higher levels of cadmium, and underweight and thin children had higher levels of aluminum. Pb, Al, and As each have high concentrations under 11 years of age ($p < 0.001$). Pb, Al, As were high in children less than 139-145 cm in height. Average concentrations of toxic elements in the hair of boys was higher than in girls.

Summary: The average concentrations of lead, arsenic, aluminum and tin in the hair of children aged 8-17 in Ulaanbaatar is higher than the average concentrations in the hair of urban children in some countries. The average content of toxic elements in boys is higher than in girls. Age, height lead, aluminum, arsenic are negative, cadmium is positive, and cadmium is high in overweight and obese children.