Монгол хүүхдийн үсний макро элементийн лавлагаа хэмжээ

Г.Оюунболор[1], Ж.Отгонболд[2], Г.Ачсайхан[1], Г.Отгон[1]

[1]АШУҮИС, Био-Анагаахын сургууль
[2]Нийслэлийн эрүүл мэндийн газар
Цахим шуудан: booloi_404@yahoo.com, Утас: 86005459

Түлхүүр үг:

Өсөлт хөгжил
Үсний шинжилгээ
Макро элемент

Товч утга: Сүүлийн үед макро элементийн өөрчлөлтийн талаар олон улсын судлаачид янз бүрийн судалгааг хийж, улмаар урьдчилан сэргийлэх болон эмчилгээний тунгаар макро-элементийг хэрхэн хэрэглэх, хүнсний бүтээгдэхүүнийг био элементээр баяжуулж, бие махбод дахь тэнцвэрт байдлыг хэрхэн хангах талаар олон тооны зөвлөмжүүд гаргаж байгаа боловч Монгол улсын хувьд эрүүл монгол хүүхдийн бие махбодод агуулагдах макро элементийндундаж хэмжээг тодорхойлсон судалгаа одоогоор байхгүй байна[4]. **Арга аргачлал:** Судалгааг нэг агшингийн загвараар санамсаргүй түүвэрлэлтийн аргаар ерөнхий боловсролын дунд сургуулийн 8-17 насны, харьцангуй эрүүл 600 хүүхдийг хамруулан хийв. (АШУҮИС-ийн судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны протокол 2017 №13, №2020/03-06). **Үр дүн:** Монгол хүүхдийн бие дэх макро элементийн лавлагаа хэмжээг 25, 75 дахь перцентиль ба медианаар илэрхийлэхэд (мкг/г) макро элементийн дундаж болон лавлагаа хэмжээ: Ca-953 (707-1228), K-120 (76.74-239.71), Mg-118.5 (83.39-162.81), Na-417.18 (272-617.2), P-166.2 (106-212.78). Хүйсээр харьцуулж судлахад Ca-ийн хэмжээ нь эмэгтэй хүүхдэд эрэгтэйгээс 138.96 мкг/г-аар их, харин эрэгтэй хүүхэд K -66.96 мкг/г-аар, Na-74.95 мкг/г-аар тус тус эмэгтэй хүүхдийн макро элементийн түвшинээс их байгаа нь тодорхойлогдлоо($p<0.001$). **Дүгнэлт:** 1. Монгол хүүхдийн үсэн дэх макро элементийн дундаж хэмжээг тогтоолоо. 2. Эрэгтэй хүүхэд эмэгтэй хүүхдээс K, Na-ийн хэмжээ их, харин эмэгтэй хүүхдэд эдгээр үзүүлэлтүүд эрэгтэйнхээс Ca-ийн хэмжээ их байгаа нь тодорхойлогдлоо.

Үндэслэл: Хүний биед агуулагдах биоэлементүүдийг микро, макро гэж ангилахаас гадна хэрэгцээ, шаардлагаар нь нөхцөлт болон нэн шаардлагатай элемент, хортой элемент хэмээн ангилдаг. Нөхцөлт элементүүд нь зөвхөн тодорхой шаардлагатай үед ашиглагддаг бол нэн шаардлагатай элементүүд нь биеийн бүхий л үйл ажиллагаа нэн ялангуяа эсийн амин чухал үйл явц, биеийн шингэний зохицуулга, хүний биеийн өсөлт хөгжилт зэрэгт ашиглагдаж байдаг[1,5,6].

Сүүлийн үед макро элементийн өөрчлөлтийн талаар олон улсын судлаачид янз бүрийн судалгааг хийж, улмаар урьдчилан сэргийлэх болон эмчилгээний тунгаар макро элементийг хэрхэн хэрэглэх, хүнсний бүтээгдэхүүнийг био-элементээр баяжуулж, бие махбод дахь тэнцвэрт байдлыг хэрхэн хангах талаар олон тооны зөвлөмжүүд гаргаж байгаа боловч Монгол улсын хувьд эрүүл монгол хүүхдийн бие махбодод агуулагдах макро элементийн дундаж хэмжээг тодорхойлсон судалгаа одоогоор байхгүй байна. Иймд Монгол хүүхдийн бие махбодод агуулагдах макро элементийн лавлагаа хэмжээ(reference value)-г тогтоох шаардлагатай байна[3,4].

Зорилго: Ерөнхий боловсролын сургуулийн 8-17 насны хүүхдийн биед агуулагдах зарим макро элементийн лавлагаа хэмжээ тогтоох

Зорилт:

1. Монгол хүүхдийн үсэнд макро элемент(кальци, натри, кали, магни, фосфар)-ийн дундаж агууламжийг тогтоох
2. Монгол хүүхдийн үсэн дэх макроэлементийн агууламжийг биеийн болон физиологийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан судлах

Арга, аргачлал: Судалгааг 2018 онд нэг агшингийн(cross sectional) загвараар санамсаргүй

түүвэрлэлтийн аргаар, Ерөнхий Боловсролын дунд сургуулийн 8-17 насны, харьцангуй эрүүл, нийт 600 хүүхэд хамруулав(Ерөнхий боловсролын сургууль 6, 20, 117, 50, 45, АШУҮИС-ийн лицей сургууль).

Судалгаанд хамруулах шалгуур:

1. Судалгаанд оролцогч 8-17 настай байх.
2. Сүүлийн 3 сарын хугацаанд нэмэлт амин дэм, биологийн нэмэлт бүтээгдэхүүн хэрэглээгүй байх.
3. Эцэг, эх болон хүүхэд судалгаанд хамрагдахыг зөвшөөрсөн байх
4. Эмчийн үзлэгээр харьцангуй эрүүл байх.

Судалгаанаас хасах шалгуур:

1. Таниулсан зөвшөөрлийн хуудастай танилцан эцэг эх болон хүүхдийн аль нэг нь судалгаанд оролцохоос татгалзсан.
2. Хавсарсан суурь эмгэг болон архаг хүнд өвчинтэй.
3. Сүүлийн 3 сарын дотор үсэнд ямар нэг эмчилгээ хийлгэсэн(үсээ будсан, хими хийлгэсэн).
4. Үс хуйхнаас багадаа 5 см-ээс урт байх.

Арга, аргачлал: Хүүхдийн бие махбодод агуулагдах макро элементийн хэмжээг хүүхдийн үсэн дэх тэдгээрийн агууламжаар тодорхойлсон. Үсийг шинжлэхээс өмнө нэгэн төрлийн/гомоген/ төлөв буюу уусмалд шилжүүлэх нь шинжилгээний алдаа гарахаас урьдчилан сэргийлдэг. Уусмал байдалд шилжүүлэх нь практикт хүлээн зөвшөөрөгдсөн арга юм. Судалгаанд оролцогч хүүхдээс судалгааны дээж авахдаа толгойн дагзны хэсгийн хуйхнаас 1 см зайтай 0.5-1.0 г (хоолны халбага орчим) орчим үсийг ган хайчаар хайчилж авсан. Төмөр хайч нь шинжилгээний үр дүнд нөлөөлдөг учир дээж авахад ган хайчийг хэрэглэсэн.

Дээж бэлтгэл: Судалгааны дээжний бохирдлыг (тоос шороо, утаа) цэвэрлэхдээ үсийг 50 мл 1%-ийн савангийн уусмалаар угаагаад 1 цаг байлгасны дараа давхар нэрсэн усаар 2-3 удаа зайлсан.

1. Хүүхдийн дээж үсийг савангийн уусмалаар угаахад глицерин ба ханасан тосны хүчлүүд үүсдэг тул тосорхог бохирдлоос салгахын тулд цэвэр ацетоны уусмалд 1 цаг сойгоод, 2-3 удаа давхар нэрсэн усаар зайлж угаасны дараа 105 хэмийн халуун шүүгээнд хатаасан.
2. Дээрх дээжээс аналитик жин дээр 0.05 г (±0.001 граммын нарийвчлалтай) жижиг шилэнд хийж, 0,5 мл концентрацитай азотын хүчил (HNO^3) нэмж цахилгаан зуухан дээр болгоомжтой халаах замаар үсийг уусгасан.
3. Уусмалыг хуурай үлдэгдэл болтол ууршуулж, үлдэгдэл дээр 0.3 мл 30%-ийн устөрөгчийн хэт исэл (H_2O_2) нэмж, дахин хуурай үлдэгдэл болтол цахилгаан зуухан дээр ууршуулсан.
4. Үлдсэн хуурай үлдэгдэл дээр 0.8 мл азотын сулруулсан хүчил (0,1н HNO_3) нэмж, дахин хуурай үлдэгдэл болтол ууршуулаад 1мл азотын сулруулсан хүчил (0,1н HNO^3) нэмж, анализын дээж уусмалыг бэлэн болгосон.

Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр (ICP-MS): Мэдрэг чанар өндөр, литигээс уран хүртэл олон элементийн изотопыг нэгэн зэрэг хурдавчлалтай, мкг/л хүртэлх нарийвчлалтай шинжлэх чадамж бүхий арга юм. Дээжийг өндөр температуртай аргон плазмаар задлах ба тэдгээрийн массын цэнэгийн харьцаан дээр үндэслэн шинжилнэ. ICP-MS нь ионы үүсгүүр, масс анализатор, бүртгэгч систем гэсэн үндсэн гурван хэсгээс тогтож, дараах шатлалаар ажилладаг.

1. Дээжнээс ион үүсгэх
2. Өөр өөр масстай ионуудыг ялгах
3. Тухайн масс бүхий ионуудын тоог бүртгэх
4. Өгөгдлийг цуглуулж масс спектрийг гаргах

Масс-спектрометр нь шингэн төлөвт шилжүүлж бэлтгэсэн шинжилгээний дээжийг ууршуулж, улмаар цахилгаан цэнэгтэй бөөмүүд болгон ионжуулж, цахилгаан болон соронзон орны тусламжтайгаар эдгээр ионуудыг хөдөлгөөнд оруулдаг. Ингэснээр тэдгээр ионуудын масс-цэнэгийн харьцаанаас шууд хамаарал бүхий хазайлтын зэргийг бүртгэгч хэсэг ионы бөөм бүрээр бүртгэж авдаг. Энэ хэмжилтийн үр дүнд үүсгүүрээс гарсан бүх ионуудын масс- цэнэгийн харьцааг масс анализатор бүртгэж авах бөгөөд энэ мэдээлэл дээр үндэслэн эх дээжний химийн найрлага болон бүрдүүлэгч хэсгүүдийн изотоп найрлагыг тодорхойлдог.

Судалгааны үр дүнгийн статистик боловсруулалт: Үр дүнг “Stata 12” программыг ашиглан боловсруулалтыг хийлээ. Тоон хувьсагч хэвийн тархалттай бол арифметик дундаж, стандарт хазайлтыг, хэвийн бус тархалттай бол медиан, 25,75 дахь перцентилээр, IQR-ээр тооцсон. Нас, жин, өндөр, хортой элементийн дундаж гэх мэт тасралтгүй тоон 2 хувьсагчийн хамаарлыг Pairwise correlation of variables-аар шалгаж, хамаарал бүхий статистик үнэн магадлалтай ($r>0.1$, $p<0.05$) үед логистик регрессийн шинжилгээ хийсэн. Хэрэв p утга 0.05-аас бага байх тохиолдолд статистик үнэн магадлалтай гэж үзсэн.

Үл хамаарах 2 бүлгийн дунджийн ялгааг тооцохдоо тархалтыг тодорхойлсны дараа 2-оос дээш бүлэгтэйг Two sample Kolmogorov-Smirnov test, 3-аас дээш бүлэгтэйг Kruskal-Wallis rank test аргыг ашигласан. Хэрэв *p* утга 0.05-аас бага байх тохиолдолд ялгааг статистик үнэн магадлалтай гэж үзсэн.

Судалгааны ажлын ёс зүй: Судалгаанд оролцогч хүүхэд болон түүний эцэг, эх (асран хамгаалагч) таниулсан зөвшөөрлийн хуудсыг уншиж танилцан судалгааны арга зүй, ач холбогдол, хэрэглэгдэхүүний талаар дэлгэрэнгүй мэдээлэл авсны үндсэн дээр судалгаанд өөрийн хүсэлтээр оролцох ба мэдээллийг зөвхөн эрдэм шинжилгээний зориулалтаар хэрэглэхийг тайлбарлан хүүхэд болон түүний эцэг, эх(асран хамгаалагч) судалгаанд оролцохыг зөвшөөрч, гарын үсгээр баталгаажуулсны дараа судалгааг эхлүүлсэн.

Үр дүн: Нийт хүүхдийн үсэн дэх макро элементийн статистик үзүүлэлтүүдийг хүснэгт 1-д харуулав. Монгол хүүхдийн бие дэх макро элементийн лавлагаа хэмжээг 25, 75 дахь перцентиль ба медианаар илэрхийлэхэд (мкг/г) макро элементийн дундаж болон лавлагаа хэмжээ дараах байдалтай байна: Ca- 953 (707-1228), K-120 (76.74-239.71), Mg-118.5 (83.39-162.81), Na-417.18 (272-617.2), P-166.2 (106-212.78).

Хүснэгт 1. Монгол хүүхдийн бие дэх макро элементийн дундаж ба лавлагаа хэмжээ

	Макро элемент, мкг/г						
	Median	**P25**	**P75**	**Mean**	**SD**	**Min**	**Max**
Ca	953	707	1228	986.32	372.08	174.51	1998
K	120	76.74	239.71	185.83	170.05	0.49	887.38
Mg	118.5	83.39	162.81	129.55	59.76	17.79	304
Na	417.18	272	617.2	447.49	221.38	73.46	999.05
P	166.2	106	212.78	161.58	85.48	0.9	400.17

Тайлбар: *Me –медиан, IQR- inter quartile range (q25 доод квартил- q75 дээд квартил), Min-хамгийн бага утга, Max-хамгийн их утга, Mean-дундаж утга, SD- стандарт хазайлт*

Хүүхдийн макроэлементийг хүйсээр харьцуулж судлахад Са-ийн хэмжээ эмэгтэй хүүхдэд эрэгтэйгээс 138.96 мкг/г-аар их, харин эрэгтэй хүүхэд К -66.96 мкг/г-аар, Na-74.95 мкг/г-аар эмэгтэй хүүхдээс их байна ($p<0.001$) (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Монгол хүүхдийн бие дэх макроэлементийн дундаж ба лавлагаа хэмжээ, хүйсээр

Макро элемент	Макроэлемент, мкг/г		p утга
	Me (P25- P75)	Me (P25- P75)	
	Эрэгтэй	Эмэгтэй	
Ca	861.04 (658.9-1121)	1000 (751-1336)	0.000
K	166 (99.8-323.12)	99.04 (65.3-184.35)	0.000
Mg	113 (82.94-165.1)	125.59 (83.43-163.63)	0.175
Na	466.95 (286-672.16)	392 (273.27-559.49)	0.002
P	177.9 (125-223.72)	163.3 (110.6-207.54)	0.06

Тайлбар: *Me –медиан, (25^{th}перцентил- 75^{th}перцентил)*

Дүгнэлт:

1. Хүүхдийн үсэн дэх макро элементийн дундаж хэмжээг тогтоолоо. Улаанбаатар хотын 8-17 насны хүүхдийн үсэн дэх макроэлементийн дундаж агууламж зарим улс орны хотын хүүхдийнхээс өндөр агууламжтай байна. Эрэгтэй хүүхдийн үсэнд хортой элементийн агууламж эмэгтэй хүүхдийнхээс их байв.
2. Эрэгтэй хүүхдэд эмэгтэй хүүхдийн К, Na-ийн хэмжээ их ($p<0.001$), харин эмэгтэй хүүхдэд эрэгтэйнхээс Са-ийн хэмжээ их байгаа нь тус тус тодорхойлогдлоо ($p<0.001$).

Ном зүй:

1. *Baran A, Wieczorek J. Concentrations of heavy metals in hair as indicators of environmental pollution. doi:10.1051/Owned*
2. *Rashed MN, Hossam F. Heavy metals in fingernails and scalp hair of children, adults and workers from environmentally exposed areas at Aswan, Egypt. Environ Bioindic. 2007;2(3):131-145. doi:10.1080/15555270701553972*
3. *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*
4. *Perspectiv G. Children□s Health and the Environment: A Global Perspective. Vol 19.; 2006. doi:10.1108/ijhcqa.2006.06219eae.002*
5. *Molina-Villalba I, Lacasaña M, Rodríguez-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*
6. *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*
7. *Callan AC, Winters M, Barton C, Boyce M, Hinwood AL. Children's exposure to metals: A community-initiated study. Arch Environ Contam Toxicol. 2012;62(4):714-722. doi:10.1007/s00244-011-9727-2*
8. *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*
9. *Olmedo P, Pla A, Hernández AF, López-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*
10. *Goullé 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*
11. *Esteban M, Castaño A. Non-invasive matrices in human biomonitoring: A review. Environ Int. 2009;35(2):438-449. doi:10.1016/j.envint.2008.09.003*
12. *Doğan-Sağlamtimur 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*

Reference value of macro elements of Mongolian children's hair

Oyunbolor G[1], Otgonbold J[2], Achsaikhan G[1], Otgon G[1]

[1]School of Biomedicine, MNUMS
[2]Ulaanbaatar Health Department
E-mail: booloi_404@yahoo.com, Tel: 86005459

Background: Recently, international researchers have conducted a variety of studies on macro-element changes, including a number of recommendations on how to use macro-elements in prophylactic and therapeutic doses, how to fortify foods with bio-elements, and how to maintain balance in the body. There is currently no study to determine the average amount of macronutrients in the body of a Mongolian child. 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.
Aim: Children are more susceptible to environmental pollution than adults, whose organ systems are not fully developed. The amount of trace elements in children's hair has not been studied in our country, so we are using this study.
Objective: To study the content of some toxic elements in the children's hair aged 8-17 in Ulaanbaatar city depending on anthropometry and some factors.
Materials and Methods: A total of 538 (257 male and 281 female) healthy children aged 8 to 17 in Ulaanbaatar secondary schools participated in the study as part of the Science and Technology Foundation's project called "reference for bio-element concentrations in Mongolian children's body and detection of changes in its body". The survey was conducted in 2018, using a cross-sectional model. Moreover, participants were interviewed, examined by a general practitioner (height, weight, blood pressure, pulse), hair samples were taken, and analyzed in the Geological Laboratory by ICP-MS (Induction-coupled plasma mass spectrometer).
Results: Reference amounts of macronutrients in the body of Mongolian children expressed in 25 and 75 percentiles and medians (μg/g) Average and reference amounts of macronutrients: Ca-953 (707-1228), K-120 (76.74-239.71), Mg-118.5 (83.39-162.81), Na-417.18 (272-617.2), P-166.2 (106-212.78). By sex, Ca element was 138.96 μg/g higher in girls than boys, K -66.96 μg/g higher in boys, and Na-74.95 μg/g higher in girls($p < 0.001$).
Conclusion:

1. The average level of toxic elements in the hair of children aged 8-17 years was determined. Average concentrations of lead, toxic elements and tin are higher than in some countries. The content of toxic elements in the hair of boys was higher than in girls.
2. 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. There was a weak positive correlation between aluminum, arsenic, cadmium, and systolic pressure.

Keywords: Toxic macroelements, environmental pollution, children's hair analysis