

Агаарын бохирдол элэгний эмгэгт нөлөөлдөг үү?

Болор Б.¹, Энхжаргал А.^{2,3}, Бурмаажав Б.³

¹Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

²Дэлхийн банкны санхүүжилттэй Ковид19- төсөл хэрэгжүүлэх нэгж

³"Ач" Анагаах ухааны их сургууль

Abstract

Does air pollution affect liver disease?

Bolor B.¹, Enkhjargal A.^{2,3}, Burmaajav B.³

¹National Center for Public Health

²World Bank funded Covid19- project implementation unit

³"Ach" Medical University

Liver disease accounts for approximately 2 million deaths per year worldwide and is responsible for 4% of all deaths. Acute hepatitis accounts for a smaller amount of mortality, with complications from cirrhosis and other chronic liver diseases being the main causes of death. It is mostly brought on by nonalcoholic liver disease, alcohol abuse, infections (chronic hepatitis B and C viruses), and air pollution.

In the last 10 years, the number of deaths caused by hepatocellular carcinoma has been continuously increasing in Mongolia, and it ranks first in the world in terms of deaths caused by hepatocellular carcinoma per 100,000 population, which is 8 times higher than the world average.

Mongolia is one of the most polluted countries in the world. Globally it is estimated that 9 out of 10 breathe polluted air and about 7 million deaths are attributed to air pollution. Studies on epidemiology have found an association between ambient air pollution and some liver diseases, including cirrhosis, liver cancer, and fatty liver disease related to metabolic disorders. This is an issue with global health.

Exposure to PM2.5 is linked to the development of inflammation, which may be a major risk factor in the advancement of non-alcoholic fatty liver disease. According to the literature review, exposure to PM is associated with systemic inflammation, a rise in plasma triglycerides, LDL and VLDL, pro-inflammatory cytokines, and insulin resistance.

Many epidemiological and ecological studies were done in Mongolia on air pollution and health. However, it is still not clear how much ambient air pollution can cause cirrhosis and non-alcoholic fatty liver disease incidence in Mongolia.

Keywords: air pollution, NAFLD, liver cirrhosis prevalence, adults.

Рр. 52-59, References 51

Элэгний эмгэг

ДЭМБ-ын мэдээлж буйгаар дэлхийд элэгний эмгэгийн улмаас жил бүр 2 сая хүн нас барж байгаа нь нийт нас баралтын 4 хувийг эзэлж байна. Элэгний өвчинтэй холбоотой нас наралт тутмын гуравны хоёр нь эрэгтэйчүүдийн дунд бүртгэгдсэн байна. Жилд 38.9 сая хүн хөдөлмөрийн чадвар алдагдлаар тооцсон амьдралын жилүүд алдаж байна. Элэгний хавдар, цирроз, элэгний бусад архаг үрэвсэлт өвчин нь голчлон нас баралтад хүргэх бөгөөд сүүлийн жилүүдэд архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчин нь даамжирсаар үхэлд хүргэх эрсдэл өндөр байгааг судлан тогтоогоод байна.

Элэгний хавдрын үндсэн шалтгаан нь гепатит вирусийн халдвар юм. ДЭМБ-ын мэдээлж буйгаар манай улсад хийсэн судалгаагаар элэгний эст өмөнгийн шалтгааны 46.0% нь гепатит С вирусийн халдвар, 34.0% нь гепатитын С вирусийн халдвар, 14.0% нь В, С вирусийн хавсарсан халдвартай байгааг судлаачид тогтоосон байна [1].

Монгол улс нь гепатитын В болон С вирусийн архаг халдварын шалтгаант элэгний хавдар, цирроз өвчний дарамт өндөртэй улс юм. Сүүлийн 10 жилд элэгний эст өмөнгийн шалтгаант нас баралт тасралтгүй нэмэгдэж,

100,000 хүн амд ноогдох нас баралтаар дэлхийд нэгдүгээр байранд байгаа нь дэлхийн дунджаас 8 дахин их буйг илтгэж байна. Элэгний циррозтой өвчтөний 40% нь гепатитын В вирусын халдвартай байна [2]. Хүн амын нас баралтын хоёрдугаар шалтгаан нь хорт хавдар байгаа бөгөөд үүний 44.0% нь элэгний хорт хавдар эзэлж байна. Элэгний хорт хавдрын 95.0% нь гепатитын В болон С вирусийн архаг халдварын шалтгаантай байна [3].

Дэлхийн олон оронд элэгний цирроз өвчлөл нас баралтын тэргүүлэх шалтгаанд орсоор байна. Тухайлбал: Зүүн өмнөд Ази болон Европын бүсийн орнуудын 9 дэх, Газар дундны тэнгисийн орнуудын 5 дугаар шалтгаан болж байна. Харин элэгний эст өмөнгийн шалтгаант нас баралт жилд 600,000-900,000 хүртэл бүртгэгдэж байна [4].

Элэгний цирроз бол хөдөлмөрийн чадвар алдагдлаар тооцсон амьдралын жилүүд (DALYs) өндөр (дэлхий дахины DALYs-ын 15 дахь тэргүүлэх шалтгаан) байдгаас шалтгаалж, дэлхийн хүн амын дундах өвчний дарамтад томоохон нөлөө үзүүлж байна [5].

Дэлхий дахинд архины бус шалтгаант элэг өөхлөхөвчин (АБШЭӨӨ) насанд хүрсэн хүн амын дөрөвний нэгд нөлөөлдөг байна. Таргалалт, 2-р хэлбэрийн чихрийн шижин, дислипидемийн үед бодисын солилцооны шалтгаант АБШЭӨӨ үүсэх өндөр эрсдэлтэй байдаг. Тухайлбал, таргалалттай нас барагсдын элэгний эдийн шинжилгээний 91.0% нь АБШЭӨӨ-тэй байсан ба үүнээс 37.0% архины бус шалтгаант элэг өөхлөх үрэвсэлтэй (АБШЭӨҮ) байсан болох нь тогтоогджээ. Дэлхийн хэмжээнд 2019 оны байдлаар АБШЭӨӨ-ний тархалт 32.4% байна. Саяхан хийгдсэн мета-анализ судалгаагаар АБШЭӨӨ-ний тархалт улс орнуудад ялгаатай харилцан адилгүй байх ба Ази тивийн хүн амын 28-32.4%, Японд 22.0%, Ирланд 38.0% нь энэ хэлбэрийн эмгэгтэй амьдарч байна [6,7]. Харин БНХАУ-д 23.8%-аас 29.0% хувь хүртэл нэмэгдсэн [8].

Элэгний эмгэг ба агаарын бохирдол

Элэгний эмгэг бол удаан хугацааны турш элэгний эс гэмтэх замаар явагддаг элэгний өвчин юм. Судлаачдын үзэж буйгаар элэгний өвчний тархалтад вирусын халдвар (архаг В, С вирусийн шалтгаант), архины зохисгүй хэрэглээ, элэг өөхлөх [14], агаарын бохирдол [15, 16] зэрэг олон хүчин зүйлс нөлөөлдөг.

Бодисын солилцооны эрсдэлт хүчин зүйлүүд болон хүн амын насжилт огцом нэмэгдэж байгаатай холбоотой 2016-2030 он гэхэд АБШЭӨҮ дэлхийн хэмжээнд 2 дахин нэмэгдэх таамаглал дэвшүүлсэн байна [9,10].

Судлаач Чимэд-Очир нарын (2022) судалгааны дүнгээр Монгол улсын хүн амын дундах элэгний хавдрын шалтгаант нас баралт 19.5 дахин, элэгний цирроз болон элэгний бусад архаг өвчний шалтгаант нас баралт 4.1 дахин тус тус дэлхийн дунджаас өндөр байна [11].

Монгол улсын хэмжээнд 2022 онд хоол боловсруулах тогтолцооны өвчлөлийн тэргүүлэх шалтгаанд элэгний эмгэг орж байгаа бөгөөд энэ нь нийт эмгэгийн 8.5 хувийг эзэлж байна. Хүйсийн хувьд эрэгтэйчүүд 9.3 хувь, эмэгтэйчүүд 8.0 хувийг эзэлж байна. 2022 онд 6885 хорт хавдрын шинэ тохиолдол бүртгэгдсэн ба зонхилох байрлалын хорт хавдрын өвчлөлийн бүтцэд элэгний хорт хавдар тэргүүлж байгаа бөгөөд 2286 тохиолдол буюу 33.2%-ийг эзэлж байна. Элэгний хорт хавдрын өвчлөлийн түвшин аль ч хүйсэд хамгийн өндөр буюу 100000 эрэгтэйчүүдэд 77.6, эмэгтэйчүүдэд 59.5 тохиолдол тус тус байна. 2022 оны байдлаар хоол боловсруулах тогтолцооны шалтгаант нас баралтын 53.0 хувийг элэгний цирроз ба фиброзын шалтгаант нас баралт эзэлж, дийлэнх нь 45-60 насныхан (57.0%), эрэгтэйчүүд эмэгтэйчүүдээс харьцангуй их байна [12].

Түүнчлэн 2019 онд хийсэн Халдварт бус өвчин, осол гэмтлийн шалтгаан, эрсдэлт хүчин зүйлийн тархалтын үндэсний IV судалгаагаар Монгол улсын 15-69 насны 3 хүн тутмын 1 нь, 45-69 насны хүн амын 51.2% буюу 2 хүн тутмын 1 нь халдварт бус өвчний өндөр эрсдэлтэй байна. Монгол орны 15-69 насны хүн амын 49.4% илүүдэл жинтэй, 18.5% таргалалттай байна. Хот суурин газрын хүн амд төвийн хүн амын дундах таргалалт хөдөө орон нутгийнхаас их байна. Ялангуяа Улаанбаатар хотод илүү их тархалттай байна. Халдварт бус өвчнөөр өвдөх эрсдэл эрэгтэйчүүдэд эмэгтэйчүүдээс 1.5 дахин өндөр байна [13].

Элэгний цирроз үүсэх явцад үрэвслийн процесс гол үүрэг гүйцэтгэдэг хэдий ч хүрээлэн буй орчны бохирдол ялангуяа агаарын бохирдол элэгний цирроз өвчин үүсэхэд нөлөөлж буй талаар сүүлийн үед судлан тогтоож эхэлж байна.

Агаар бохирдуулагч бодисууд тухайлбал жижиг ширхэгт тоосонцорууд, дизель түлш болон

хатуу түлшний дутуу шаталтын дүнд үүссэн хар нүүрс хот суурин газрын агаарт ихээхэн ялгардаг. Орчны эрүүл мэндийн тархвар зүйн судалгаагаар гадаад орчны агаарын бохирдол нь олон төрлийн элэгний эмгэг, тухайлбал бодисын солилцооны эмгэгтэй холбоотой элэг өөхлөх, элэгний хатуурал, элэгний хавдар [17, 18] холбоотойг судлан тогтоосон байх бөгөөд энэ нь дэлхий нийтийн анхаарлыг татсан асуудал болж байна.

Агаар бохирдуулагч бодисууд нь элгэнд хэт исэлдэлт бий болох, үрэвсэх, өөхлөх процесс түргэсэх өдөөгч хүчин зүйл болдог гэдэг нь хэд хэдэн судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна [19]. Мөн олон эрхтэн тогтолцооны түвшинд хэт исэлдэлт, үрэвслийн процесс явагдах нөхцөлдүүлж буйтай холбоотой хэмээн үзсэн ажээ.

Жижиг болон том ширхэгт тоосонцорууд уушгины үйл ажиллагаанд нөлөөлөхөөс гадна хэд хэдэн эрхтэн, ялангуяа элгэнд эмгэг үүсэхэд ихээхэн үүрэг гүйцэтгэж буйг туршилтаар нотлогдсон байна. Хамгийн түрүүнд усанд уусдаг РМ тоосонцор цусны эргэлтээр дамжин олон эрхтэн системд тархдаг байна. Тухайлбал туршилтын амьтанд амьсгалуулсан тоосонцор дахь усанд уусамтгай ванади, кадми, дутуу шатсан металлын нэгдлүүд тэдний уушги, элэг, бөөр, зүрхэнд илэрсэн [20, 21]. Мөн амьсгалын замаар биед орж усанд үл уусдаг нарийн ширхэглэгт тоосонцорууд шууд замаар уушгины цулцанд нэвтэрч, цусны урсгалаар биед тархаж, цусны эсэд эсвэл аливаа нэгэн эрхтэний эндитол эс болон судасны гадаргууд тогтож үлддэг байна. Түүнчлэн амьсгалаар нэвтэрсэн РМ тоосонцорууд дархлааны эсүүд болох альвеол болон мөгөөрсөн хоолойн макрофаг эсүүдэд очдог. Энэ үед дархлааны хариу урвал явагдаж үрэвслийн эсрэг үйлчилгээтэй цитокин цусны эргэлтэд ордог. Энэхүү үрэвслийн орчин нь биеийн эрхтэн тогтолцоонд тухайлбал элгэнд эмгэг үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлдэг байна [15].

Манай орны нийт хүн амын дунд цусны их нягтралтай липопроотеины дундаж хэмжээ 1.4 ммоль/л байгаа бөгөөд энэ үзүүлэлт эмэгтэйчүүдэд 1.4 ммоль/л, эрэгтэйчүүдэд 1.3 ммоль/л байгаа нь статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байна. Цусны их нягтралтай липопроотеины дундаж хэмжээг байршлаар

Элэгний цирроз ба АБШЭӨӨ-ийн эмгэг жам

АБШЭӨӨ гэдэг нь архи хэрэглэдэггүй, хоёрдогчоор элэгний өөхлөлт үүсгэх ямар нэг эмгэггүй хүнд багажийн болон эдийн шинжилгээгээр элэгний өөхлөлт батлагдахыг хэлнэ. Энэ нь инсулины дөжрөлтэй холбоотой

дүгнэхэд хот болон хөдөөгийн хооронд ялгаагүй (1.4 ммоль/л) байсан бол бүсээр авч үзэхэд Баруун бүсийн хүн амын ИНЛП-ны дундаж хэмжээ (1.5 ммоль/л) бусад бүсүүдийн хүн амынхаас статистик ач холбогдол бүхий өндөр байв. Хүн амын цусны бага нягтралтай липопроотеины дундаж хэмжээ 2.4 ммоль/л байгаа бөгөөд эрэгтэйчүүдийн цусан дахь уг үзүүлэлт (2.4 ммоль/л) эмэгтэйчүүдийнхээс (2.3 ммоль/л) статистик ач холбогдол бүхий өндөр байна. Мөн тус судалгаанд хамрагдсан хүн амын цусан дахь триглицеридийн дундаж хэмжээ 1.5 ммоль/л, 45-аас дээш насны бүлгийн хүн амд 1.7 ммоль/л байгаа нь бусад насны бүлгүүдээс статистикийн ач холбогдол бүхий өндөр байна [13].

Дэлхийн 10 хүн тутмын 9 нь агаарын бохирдолтой бүс нутагт амьдарч байна. Агаарын бохирдлын улмаас үүссэн нийт өвчлөл, нас баралтын 91 хувь нь хөгжиж буй орнууд, ялангуяа Зүүн өмнөд Ази, Номхон далайн баруун бүсийн орнуудад тохиолдож байна [22]. Дэлхийн агаарын бохирдол ихтэй хотуудын дийлэнхийг хөгжиж буй орнуудын хот суурингууд эзэлж байна. 2011 оны байдлаар дэлхийн 91 улсын 1100 хотоос агаарын бохирдол ихтэй 10 хотыг нэрлэхэд Улаанбаатар хот Ираны Абхаз хотын дараагаар хоёрдугаарт орсон байна [23].

Манай улсын хэмжээнд агаарын бохирдлын эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээг зөвхөн амьсгал, зүрх судасны тогтолцоо, ургийн хөгжилд үзүүлэх сөрөг нөлөө, өвчний дарамтын судалгаа, дотоод орчны агаарын чанар, хувь хүний өртөлтийн чиглэлээр цөөнгүй хийгдсэн байдаг [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33].

Харин гадаад орчны агаарын бохирдлын элэгний өвчнүүд цирроз болон архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчинтэй холбон судалсан судалгааны мэдээлэл хомс байна. Иймд агаарын бохирдлын сөрөг нөлөөллийн чиглэлээр хэрэгжүүлж буй үйл ажиллагаа, бодлогын хэрэгжилтийн чухал нотолгоог хангалттай бий болгон ажиллах нь чухал байна. Иймд бид элэгний цирроз болон архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчний тархалтад гадаад орчны агаарын бохирдол хэрхэн нөлөөлж буйг судлан тогтоосон судалгааны тоймыг нэгтгэн харуулахыг зорилоо.

элэгний өөхөн хуримтлал бөгөөд эдийн шинжилгээгээр элэгний эсийн >5%-д өөх хуримтлагдах эсвэл протоны MRI шинжилгээнд >5.6% протоны нягтралшилтай өөхөн хэсэг илрэх эсвэл MRI шинжилгээнд өөх ба усны

тоон харьцаагаар үнэлэгдэн тодорхойлогддог. АБШЭӨӨ гэдэгт архины бус шалтгаант элэгний өөхлөх (АБШЭӨ), архины бус шалтгаант элэг өөхлөх үрэвсэл (АБШЭӨҮ), өөхлөлтийн шалтгаант фиброз, цирроз гэсэн бүлэг өвчин багтдаг.

АБШЭӨӨ нь удаан хугацаанд явагдаж энгийн элэгний өөхлөлтөөс, элэгний архаг өөхлөлт үрэвсэл хэлбэрээр явагддаг өвчлөл хэмээн хуваагддаг байсан бол өнөө үед шинжээчдийн үзэж байгаагаар энэхүү элэгний өвчлөлийг үүсгэж буй шалтгааны 15.0%-аас дээш хувь элэгний өөхлөх өвчнөөс элэгний хатууралд шилжих магадлалтай аж. АБШЭӨӨ-ний үед элэгний эс ба эсийн гадна өөхөн дуслууд хуримтлагддаг биеэ даасан болон хам шинжээр илэрдэг эмгэг юм.

PM тоосонцорын найрлага, төрөл

Жижиг ширхэглэгт тоосонцор (PM_{2.5}) түүний диаметр дунджаар 0.1-2.5 мкр байдаг. Энэ бүлгийн тоосонцор нь хөө зэрэг олон төрлийн нүүрстөрөгчийн холимог (урвалд орсон метал, органик бодисын холимог), хүчлийн конденсацлагдсан нэгдлүүд, сульфат ба нитратын давс зэрэг хоёрдагч аэрозолууд, түүхий нүүрс, автомашины хөдөлгүүрийн шаталтаас шууд болон шууд бус замаар үүссэн нэгдлүүдээс үүсэлтэй. PM_{2.5} нь ихэвчлэн хөдөлгөөнт эх үүсвэр (автомашин, автобус, ачааны машин зэрэг), суурин эх үүсвэр (цахилгаан станц, үйлдвэрийн яндан), хүн амын оршин суух бүсээс (гэрийн халаах хэрэгсэл, хоол хийх зэрэг) ялгардаг. Сүүлийн 10 гаруй жилд агаарын бохирдол, нас баралтын өдөр тутмын хамаарлыг судлан тогтоосон тархварзүйн судалгаануудыг дэлхийн хэмжээнд цөөнгүй хийжээ [34]. Гадаад орчны агаарын бохирдуулагчид тэр дундаа тоосонцорын (PM) эрүүл мэндэд үзүүлж буй өдрийн, олон өдрийн,

Тоосонцорын элгэнд үзүүлэх нөлөө

PM тоосонцор болон хар нүүрсний элэгний өвчин үүсэхэд нөлөөлж буй нь хэд хэдэн судалгааны дүнгээс харагдаж байна. Тухайлбал Бин Гуа нарын судалгааны дүнгээр (2022) БНХАУ-ын 90 мянга орчим насанд хүрэгчдэд хүрээлэн буй орчны агаарын бохирдол нь бодисын солилцооны үйл ажиллагааны алдагдалтай холбоотой элэгний өвчлөл үүсэх эрсдэлтэй болохыг баталсан байна. Тэд хүрээлэн буй орчны агаарын бохирдолд удаан хугацаагаар өртөх нь ялангуяа эрэгтэй, тамхи татдаг, архи уудаг хүмүүс, өөх тос ихтэй хоол хүнс хэрэглэдэг хүмүүс болон төвийн таргалалттай хүмүүст

Элэгний цирроз бол олон янзын шалтгааны улмаас элэгний цуллаг болон судасны тогтолцоо түгээмлээр гэмтэн, үйл ажиллагаа бүхий эсийн тоо эрс цөөрч, элэгний хэвийн бүтэц, агууламж эвдрэн, холбогч эдийн хатуурал, зангилаат бүрдэл үүсч, элэгний дутмагшил, үүдэн хураагуурын даралтын ихсэлтэд хүргэдэг архаг даамжрах явцтай бие даасан өвчин юм.

Элэгний эсийн гэмтлийг илэрхийлэгч хамгийн үндсэн фермент нь асат болон алат бөгөөд энэ нь элэгний эсэд агуулагддаг фермент юм. Алат нь зөвхөн элгэнд байрладаг өвөрмөц фермент бол асат нь элгэнд байрлахаас гадна цусны улаан эс, зүрх булчин, хөдөлгөөний булчинд агуулагддаг өвөрмөц бус фермент юм. Асат, алат нь элэгний эс гэмтсэн үед эсээс гадагшлан цусанд их хэмжээгээр тодорхойлогддог.

удаан хугацааны сөрөг нөлөөллийг судлан тогтоосон байна [35].

PM₁₀, PM_{2.5}, хар нүүрс, сульфатыг оролцуулсан төрөл бүрийн тоосонцор нь нас баралт, өвчлөлд нөлөөлдөг болох нь нэгэнт тогтоогдсон байна. Тоосонцорын диаметр хэмжээ жижиг байх тусам амьсгалын замаар дамжиж уушгины гүн хэсэгт нэвтрэн ордог аюултай. 2.5 мкм болон түүнээс бага хэмжээтэй тоосонцрууд ихэвчлэн агаарт ууршиж агаарт буй азотын давхар исэл, хүхэрлэг хий, дэгдэмхий органик нэгдэл, хүнд металл гэх мэт бусад хорт хий, тоосонцортой урвалд орж олон химийн бодисын нэгдлийг үүсгэдэг [36].

Эдгээр нь уушгины гүнд буюу цулцанд нэвтрэн ордог учраас хүний эрүүл мэндэд илүү аюултай [37]. Энэ нь амьсгалын замаар биед нэвтрэх уушгины хамгийн гүн хэсэгт цулцан руу нэвтрэх, үлддэг. Хэрэв уусдаг тоосонцор бол хэдхэн минутын дотор цусаар дамжиж биеийн бусад эрхтэн тухайлбал, зүрх, элэг, бөөрөнд очдог.

элэгний өөрчлөлт бий болох магадлалыг нэмэгдүүлдэг болохыг тогтоожээ [38].

Янгхин Ли нар (2022) БНХАУ-ын 65 болон түүнээс дээш настай 318,911 насанд хүрэгчдэд PM_{2.5} болон PM₁₀ тоосонцор, хүхэрлэг хий, азотын давхар исэл, нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, озоны урт хугацааны туршид үзүүлэх өртөлтийг судалсан.

Судалгааны үр дүнгээс харахад PM_{2.5} болон PM₁₀ тоосонцор, хүхэрлэг хий, азотын давхар исэл, нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, озоны агууламж нэмэгдэх нь цусан дахь Алатын хэмжээ 23.0%, 24.0%, 28.0%, 17.0%, 31.0%,

19.0%-иар тус тус нэмэгдэж байгааг тогтоожээ. Харин асатын хэмжээ нь PM_{2.5} болон PM₁₀ тоосонцор, хүхэрлэг хий, азотын давхар исэл, нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, озоны агууламж нэмэгдэх нь цусан дахь алатын хэмжээ ихсэхэд 32.0%, 39.0%, 40.0%, 32.0%, 57.0%, 25.0%-иар тус тус нэмэгдсэн байна [39].

Лью Х, Мэнг нарын судлаачид хатуу түлшнээс үүссэн нарийн ширхэгт тоосонцорууд амьсгалын замын үрэвсэл, элэг, уушгинд генийн хортой

нөлөөлж буйг тогтоосон байна [40]. Тэгвэл эмнэл зүйн туршилтат судалгаагаар дизель түлшнээс ялгарсан тоосонцорууд эдийн гэмтэл үүсгэж улмаар хэт исэлдэлт үүсэж, энзим ялгарлыг бууруулж байгааг Вай нарын (2001) судлаачид тогтоожээ [41]. Мөн түүнчлэн хулгана дээр хийсэн туршилт судалгаагаар PM_{2.5} тоосонцор зүрх, элэг, уушгин дахь липидийн хэт ислийн түвшинг ихэсгэж байгаа нь эрхтэн тогтолцоог бүхэлд нь хордуулах нөлөөтэй юм [42].

Агаар дахь тоосонцор хэрхэн элэг өөхлөх процессыг өдөөдөг вэ?

АБШЭӨҮ-нд хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс нөлөөлж буй нэлээдгүй судлагдсан байдаг. Гадаад орчны агаар дахь PM тоосонцор бие махбодод хэт исэлдэлт, үрэвсэл, генийн хортой нөлөөлдөг. Эдгээр хүчин зүйлүүд нь архины бус шалтгаант элэг өөхлөх үрэвслийн эмгэг жамд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг гэдэг нь тодорхойлогдсон. Ийм учраас PM тоосонцор нь АБШЭӨҮ-ийн процессыг өдөөгч эсвэл дэмжигч болдог байна. Тан нарын судлаачид гадаад орчны агаар дахь PM купер эс, элэгний макрофагийг идэвхжүүлж, үрэвслийн эсрэг цитокины ялгарал нэмэгдсэнээр АБШЭӨҮ үүсэх процессыг хурдасгадаг болохыг судлан тогтоожээ.

Харин Вэнь, Ли нарын судлаачид 2017 онд АНУ-ын Бостон хотын төв зам дагуу амьдардаг 2513 хүнийг 2002-2005 онуудад компьютер томографийн шинжилгээнд хамруулж, жижиг ширхэгт тоосонцорын өртөлт хэрхэн нөлөөлж байгааг судласан бөгөөд төв замаас 58 метр хүртэл зайтай амьдардаг хүмүүсийн элэг өөхлөлтийн тархалт төв замаас 416 метр хүртэл зайтай амьдардаг хүмүүстэй харьцуулахад өндөр байгааг баталсан байна [43].

Тан нар (2006)-ын судлаачид агаарын бохирдол нь архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчнөөс архины бус шалтгаант элэгний үрэвсэл болж өөрчлөгдөхөд нөлөөлдөг байж болохыг судалжээ. Хулгана дээр туршсан туршилт тэдний судалгааны дүнгээр агаарын бохирдол хэсэг газрын үрэвслийн хариу урвалыг өдөөж, аварга эс идэвхжсэнээр цитокины үйлдвэрлэл явагдах [44], эндоплазмын торлогийн хариу урвалыг идэвхжүүлэх [45] замаар элэгэнд нөлөөлж буй нь батлагджээ.

Фортоу (2011) [46] болон Кано-Гутерез (2012) [47] нарын судалгааны үр дүнгээс харахад агаарын бохирдлын найрлагад агуулагдаж буй зарим хүнд металл тухайлбал, ванади хэт исэлдэлт, үрэвслийн нэвчдэс үүсэх, нөхөн төлжих үйл ажиллагааг дэмжигч эдийн өөрчлөлтийг өдөөх чадвартайг тогтоосон байна.

Ер нь амьсгалын замаар биед нэвтэрсэн тоосонцор үрэвсэл үүсгэх, хэд хэдэн төрлийн молекул болон бодисын солилцооны идэвхжлийг бууруулах замаар элэг өөхлөх процессыг өдөөдөг. Амьсгалаар нэвтэрсний дараа уушгины цулцанд хүрч, үрэвслийг үүсгэдэг (Figure 1) [48].

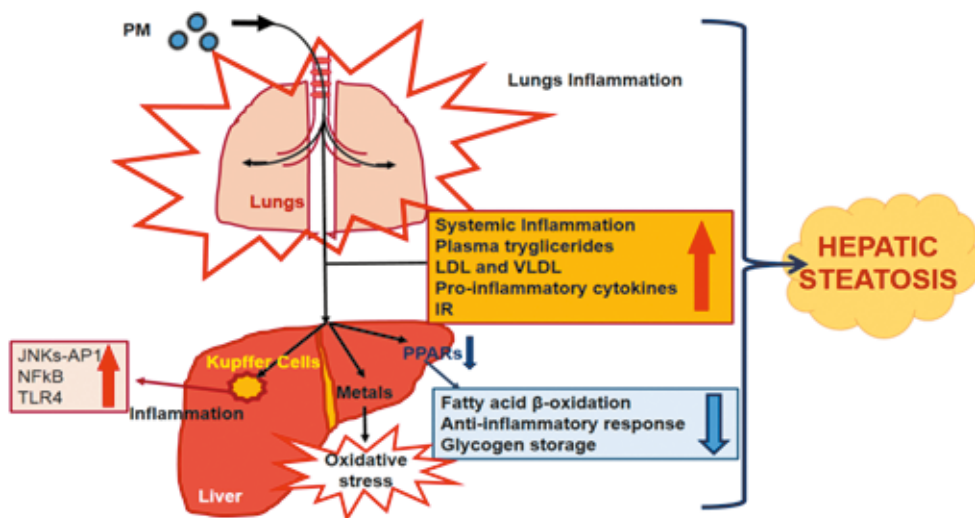


Figure 1. The mechanisms underlying the consequences of particulate matter

Тоосонцор нь эрхтэн тогтолцооны үрэвсэл, цусан дахь триглицерид, цусны бага нягтралтай липопротеинихсэх, инсулиныдөжрөл, үрэвслийн эсрэг цитокин бий болохтой хамааралтай байдаг. Гадаад орчны агаар дахь тоосонцор нь олон тооны химийн нэгдлээс бүрддэг бөгөөд найрлаганд орсон бодис бүхэн эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө нь харилцан адилгүй ялгаатай байдаг [49]. Хатуу түлш, биотүлш, биомассын дутуу шаталтын дүнд үүссэн хар нүүрс бол хамгийн түгээмэл судлагдсан [50, 51].

Манай улсад хийгдсэн элэгний хатуурал, архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчний

тархвар судлал болон агаарын бохирдлын эрсдлийн үнэлгээгээр архины бус шалтгаант элэг өөхлөх үрэвсэлт өвчний тархалтад гадаад орчны агаарын бохирдлын нөлөөлөл ямар байгааг судлан тогтоох нь нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудлын нэг болоод байна. Иймд гадаад орчны агаарын бохирдол нь насанд архины бус шалтгаант элэг өөхлөх үрэвсэлт өвчний тархалтад хэрхэн нөлөөлж буй талаарх нотолгоо бий болгох, энэ чиглэлээр авч хэрэгжүүлэх бодлогын хэрэгжилтийг сайжруулах зөвлөмж боловсруулах шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

Ном зүй

1. Devarbhavi, H., et al., Global burden of liver disease: 2023 update. *Journal of Hepatology*, 2023. 79(2)(516–537).
2. Jazag, A., N. Puntsagdulam, and J. Chinburen, Status quo of chronic liver diseases, including hepatocellular carcinoma, in Mongolia. *Korean J Intern Med*, 2012. 27(2): p. 121-7.
3. WHO, Viral hepatitis in Mongolia: Situation and response 2015, . 2018: World Health Organization Regional Office for the Western Pacific.
4. Asrani, S.K., et al., Burden of liver diseases in the world. *J Hepatol*, 2019. 70(1): p. 151-171.
5. Collaborators, G.B.D.C., The global, regional, and national burden of cirrhosis by cause in 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020. 5(3): p. 245-266.
6. Riazi, K., et al., The prevalence and incidence of NAFLD worldwide: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2022. 7(9): p. 851-861.
7. Li, J., et al., Prevalence, incidence, and outcome of non-alcoholic fatty liver disease in Asia, 1999-2019: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2019. 4(5): p. 389-398.
8. Zhou, J., et al., Epidemiological Features of NAFLD From 1999 to 2018 in China. *Hepatology*, 2020. 71(5): p. 1851-1864.
9. Younossi, Z., et al., Global burden of NAFLD and NASH: trends, predictions, risk factors and prevention. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2018. 15(1): p. 11-20.
10. Estes, C., et al., Modeling NAFLD disease burden in China, France, Germany, Italy, Japan, Spain, United Kingdom, and United States for the period 2016-2030. *J Hepatol*, 2018. 69(4): p. 896-904.
11. Chimed-Ochir, O., et al., Mongolia health situation: based on the Global Burden of Disease Study 2019. *BMC Public Health*, 2022. 22(1): p. 5.
12. ЭМХТ, Эрүүл мэндийн үзүүлэлт. 2022, Улаанбаатар хот. 164-165.
13. ЭМЯ, Н., ДЭМБ, Халдварт бус өвчин, осол гэмтлийн шалтгаан, эрсдэлт хүчин зүйлсийн тархалтын үндэсний IV судалгаа, STEPS-2019. 2019, Улаанбаатар хот. 22-23.
14. Tsochatzis, E.A., J. Bosch, and A.K. Burroughs, Liver cirrhosis. *Lancet*, 2014. 383(9930): p. 1749-61.
15. Orioli, R., et al., A cohort study on long-term exposure to air pollution and incidence of liver cirrhosis. *Environ Epidemiol*, 2020. 4(4): p. e109.
16. Kim, H.J., et al., Association of Ambient Air Pollution with Increased Liver Enzymes in Korean Adults. *Int J Environ Res Public Health*, 2019. 16(7).
17. Conklin, D.J., From lung to liver: How does airborne particulate matter trigger NASH and systemic insulin resistance? *J Hepatol*, 2013. 58: p. 8-10.
18. Arlt, V.M., et al., Mutagenicity and DNA adduct formation by the urban air pollutant 2-nitrobenzanthrone. *Toxicol Sci*, 2007. 98(2): p. 445-57.
19. Bakris, G., W. Ali, and G. Parati, ACC/AHA Versus ESC/ESH on Hypertension Guidelines: JACC Guideline Comparison. *J Am Coll Cardiol*, 2019. 73(23): p. 3018-3026.
20. Wallenborn, J.G., et al., Systemic translocation of (70)zinc: kinetics following intratracheal instillation in rats. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2009. 234(1): p. 25-32.
21. Sharma, R.P., et al., Persistence of vanadium compounds in lungs after intratracheal instillation in rats. *Toxicol Ind Health*, 1987. 3(3): p. 321-9.

22. WHO. News release. 2019; Available from: <https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.
23. Walsh, B. The 10 Most Air-Polluted Cities in the World. 2011; Available from: <http://science.time.com/2011/09/27/the-10-most-air-polluted-cities-in-the-world/>.
24. банк, Д., Агаарын бохирдлын түвшин түүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө, Улаанбаатар хотын хүн амын нас баралт, эмнэлэгт хэвтэлтэд агаарын бохирдлын нөлөөллийн үнэлгээ. 2009, Улаанбаатар хот. 93-101.
25. Н.Сайжаа, Монгол улсын хотуудын агаарын ариун цэврийн байдал, түүнийг сайжруулах арга зам, АУ-ы докторын зэрэг горилсон нэг сэдэвт бүтээл. 1992, Улаанбаатар, Анагаах ухааны их сургууль
26. Б.Бурмаажав, Хүүхдийн эрүүл мэндэд экологийн зарим хүчин зүйлийн үзүүлэх нөлөөлөл: оношлогоо, сэргийлэлтийн асуудлууд. Анагаахын шинжлэх ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. 2001, Улаанбаатар.
27. Ш.Энхцэцэг, Гигиеническая оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели уственной резистентности организма детей Монголии, проживающих в условиях различной экологической напряженности. 2000, г.Иркутск.
28. нар, Н.С., Монгол улсын хотуудын агаарын бохирдолт, түүнээс сэргийлэх арга зам, судалгааны ажлын тайлан. 2004, Улаанбаатар, Нийгмийн эрүүл мэндийн хүрээлэн.
29. хүрээлэн, Н.э.м., Томоохон хотуудын агаарын бохирдлын эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл, судалгааны тайлан. 2011, Улаанбаатар.
30. Б.Бурмаа, Хүүхдийн эрүүл мэндэд экологийн зарим хүчин зүйлийн үзүүлэх нөлөөлөл: оношлогоо, сэргийлэлтийн асуудлууд. Анагаахын шинжлэх ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. 2009.
31. нар, Н.С., Амьсгалын замын өвчлөл болон агаарыг бохирдуулагч зарим хортой бодисын харилцан хамаарал. 2004, Улаанбаатар.
32. Б.Бурмаа, Ж.К., Ш.Энхцэцэг, Агаарын бохирдлоор ялгаатай хот суурингийн хүүхдийн эрүүл мэндийн байдлыг судалсан дүн, судалгааны тайлан. 2000.
33. Д.Зулгэрэл, "Влияние эколого-гигиенических условий проживания на распространенность и структуру нарушений ритма и проводимости у подростков Улан-Батора". Автореферат на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. 2003, Иркутск.
34. Aben, J., C.B. ;Ameling, and J. ; Beck, On health risks of ambient PM in the Netherlands, Full Report, RIVM report 650010 032, Netherlands Aerosol Programme, ed. E.B.a.A. Opperhuizen. 2002.
35. Brook, R.D., et al., Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2010. 121(21): p. 2331-78.
36. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, "Outdoor Air Pollution: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2016.
37. Dockery, D.W., Health effects of particulate air pollution. *Ann Epidemiol*, 2009. 19(4): p. 257-63.
38. Bing Guo, Y.G., Qucuo Nim, Y.M. imayangji, Junmin Zhou, Hua, and X.D. uan Tong, Xing Zhao, Exposure to air pollution is associated with an increased risk of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease. *Journal of Hepatology*, 2022. 76: p. 518-525.
39. Li, Y., et al., Long-term exposure to ambient air pollution and serum liver enzymes in older adults: A population-based longitudinal study. *Ann Epidemiol*, 2022. 74: p. 1-7.
40. Liu, X. and Z. Meng, Effects of airborne fine particulate matter on antioxidant capacity and lipid peroxidation in multiple organs of rats. *Inhal Toxicol*, 2005. 17(9): p. 467-73.
41. Bai, Y., A.K. Suzuki, and M. Sagai, The cytotoxic effects of diesel exhaust particles on human pulmonary artery endothelial cells in vitro: role of active oxygen species. *Free Radic Biol Med*, 2001. 30(5): p. 555-62.
42. Bourdon, J.A., et al., Carbon black nanoparticle instillation induces sustained inflammation and genotoxicity in mouse lung and liver. *Part Fibre Toxicol*, 2012. 9: p. 5.
43. Li, W., et al., Residential Proximity to Major Roadways, Fine Particulate Matter, and Hepatic Steatosis: The Framingham Heart Study. *Am J Epidemiol*, 2017. 186(7): p. 857-865.
44. Tan, H.H., et al., Kupffer cell activation by ambient air particulate matter exposure may exacerbate non-alcoholic fatty liver disease. *J Immunotoxicol*, 2009. 6(4): p. 266-75.
45. Laing, S., et al., Airborne particulate matter selectively activates endoplasmic reticulum stress response in the lung and liver tissues. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2010. 299(4): p. C736-49.

46. Fortoul, T.I., et al., Vanadium inhalation in a mouse model for the understanding of air-suspended particle systemic repercussion. *J Biomed Biotechnol*, 2011. 2011: p. 951043.
47. Cano-Gutiérrez, G., Hepatic megalocytosis due to vanadium inhalation: participation of oxidative stress. *Toxicol Ind Health* 2012. 28(4): p. 353–360.
48. Stanek, L.W.S., J.D.; Dutton, S.J.; Dubois, J.J.B, Attributing health effects to apportioned components and sources of particulate matter: An evaluation of collective results. *Atmos. Environ.*, 2011. 45: p. 5655–5663.
49. Lindsay Wichers Stanek, J.D.S., Steven J. Dutton, Jean-Jacques B. Dubois, Attributing health effects to apportioned components and sources of particulate matter: An evaluation of collective results. *Atmospheric Environment*, October 2011. 45(32).
50. Strak, M., et al., Respiratory health effects of airborne particulate matter: the role of particle size, composition, and oxidative potential-the RAPTES project. *Environ Health Perspect*, 2012. 120(8): p. 1183-9.
51. Hong, Y.C., et al., Metals in particulate pollutants affect peak expiratory flow of schoolchildren. *Environ Health Perspect*, 2007. 115(3): p. 430-4.