Ил уурхайн хүнд даацын машин, механизмын операторын бүсэлхий нурууны өвдөлтийг үрэвслийн зарим биомаркертай холбон судалсан дүн

М.Нансалмаа[1], А.Энхдөлгөөн[2], Ж.Миеэгомбо[1], Н.Эрдэнэчамба[1], Э.Эрдэнэчимэг[3], Ж.Мөнхцэцэг[4*]*

[1]АШУҮИС, НЭМС, Орчны эрүүл мэндийн тэнхим
[2]АШУҮИС, НЭМС, Урьдчилан сэргийлэх анагаах ухааны тэнхим
[3]Орчин ба хөдөлмөрийн эрүүл мэндийн нийгэмлэг
[4]АШУҮИС, Био-Анагаахын сургууль, Биохимийн тэнхим
Цахим шуудан: nansalmaa.m@mnums.edu.mn, Утас: 99908958

Түлхүүр үг:

Оператор
Бүх биед дамжих доргион
Ил уурхай
Булчингийн үрэвсэл

Товч утга:

Үндэслэл: Зарим улс орнуудад хийгдсэн судалгаагаар яс, булчингийн эмгэгийн тогтолцооны өвчлөл мэргэжлээс шалтгаалах нийт өвчлөлийн 23.1%-иас 47.1%-ийг эзэлж байсан. Хүнд даацын машин механизмын хэсэг болох Дамп болон тракторын операторуудыг бүх биед дамжих доргионгүй нөхцөлд ажилладаг ажилтнуудтай харьцуулахад бүсэлхий нурууны өвдөлт 2 дахин их илэрсэн болохыг судлаач нар тогтоосон. Мөн доргионд цочмог байдлаар өртөхөд судасны агшилт, судасны үрэвсэл үүсдэг болохыг эрдэмтэд судалсан байна. Тиймээс хүнд даацын машин, механизмын операторуудын бүсэлхий нурууны өвдөлтийг үрэвслийн зарим биомаркеруудтай холбон судалсан судалгаа хомс байгаа нь энэ судалгааг хийх үндэслэл боллоо. **Зорилго:** Хүнд даацын машин, механизмын жолооч нарын бүсэлхий нурууны өвдөлт болон зарим биомаркеруудтай холбон судлах. **Арга, аргачлал:** Судалгааг зорилтот түүврийн аргаар 25-35 насны эрэгтэйчүүдийг хамруулсан ба эдгээр нь хүнд даацын машин механизмын жолоочоор гурваас доошгүй жил ажилласан, сүүлийн 24 цагийн дотор архи согтууруулах ундаа хэрэглээгүй, БЖИ 18.5-28.9 кг/м^2, өмнө араг яс, булчингийн эмгэгээр оношлогдоогүй, судалгааны үеэр халдварт, халдварт бус өвчнөөр өвчлөөгүй 15 оролцогчдыг сонгосон. Судалгаанд оролцогчдын цусны сорьцод Интерлейкин-6 (IL-6), Хавдар үхжүүлэгч хүчин зүйл (TNF-α) биомаркеруудыг фермент холбох эсрэг биеийн урвалын аргаар шинжилсэн. **Үр дүн:** Судалгаанд оролцогчдын БЖИ нь 25.89±3.23 кг/м^2 байсан бөгөөд бүх биед дамжих доргионы өртөлт өндөр буюу 53.3% (n=8) нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн байна. Бүсэлхий нурууны өвдөлт сүүлийн 6 сарын байдлаар 86.67% (13), сүүлийн 7 хоногоор 80% (12) илэрсэн. TNF-α нь бүсэлхий нурууны өвдөлттэй бүлэг болон доргионы өртөлтөөс хамааран өөрчлөлт илэрсэнгүй. Харин бүх биед дамжих доргионд өртсөний 24 цагийн дараа IL-6 үзүүлэлт нэмэгдэх хандлагатай байв. (p=0.027) **Дүгнэлт:** Бүх биеийн доргионд өртсөн ажиллагсдад бүсэлхий нурууны өвдөлтийн тархалтын хувь өндөр, доргионы хурдатгалаас үл хамааран IL-6 нь бүсэлхий нурууны өвдөлттэй бүлэгт аажим нэмэгдэх хандлагтай байна.

Үндэслэл: Хүнд даацын машин механизмын операторууд бүх биед дамжих доргионд зогсоо болон суугаа байдлаар өртдөг ба уг нөхцөлд удаан хугацаагаар ажиллахад бүсэлхий нуруу, мөр, ташаа яс, булчингийн эмгэг үүсдэг болохыг судлаач нар тогтоосон байна.[1,2] Зарим улс орнуудад хийгдсэн судалгаагаар яс, булчингийн эмгэгийн тогтолцооны өвчлөл мэргэжлээс шалтгаалах нийт өвчлөлийн 23.1%-иас 47.1%-ийг эзэлж байна.[3,4] Үүнээс 50 орчим хувь нь уул, уурхайн салбарт ашигладаг машин, механизмтай холбоотой үүсэх бэртэл гэмтэл бүртгэгдсэн байна.[5]

Доргионтой нөхцөлд ажилладаг операторуудад булчингийн эмгэгт өртөх эрсдэл 8 дахин их бөгөөд бүсэлхийн нугалмаар өвдөх, нуруу гэмтэх, нурууны

сколиоз үүсэх, нурууны нугалам хоорондын диск гэмтэх, нурууны ивэрхий үүсэх, хүзүүний гэмтэл, сонсгол муудах, нойрны эмгэг үүсдэг болохыг цөөнгүй судалаачид онцолсон байна.[6,7,8] Хүнд даацын машин механизмын хэсэг болох Дамп болон тракторын операторыг бүх биед дамжих доргион (ББДД)-гүй нөхцөлд ажилладаг ажилтнуудтай харьцуулахад бүсэлхий нурууны өвдөлт 2 дахин их илэрсэн болохыг судлаачид тогтоосон байна.[9] Эрүүл мэндэд үзүүлэх эдгээр нөлөөлөл нь доргионтой нөхцөлд удаан хугацаанд ажилласантай холбоотойгоор үүсэх архаг явцтай хоруу нөлөөлөл болохыг судлаачид тэмдэглэсэн байна.

Харин бүх биед дамжих доргионд цочмог байдлаар өртөхөд цусны эргэлт болон мэдрэлийн тогтолцооны үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлдөг болохыг судлаачид тогтоосон байна.[10] Доргионы үйлчлэлийн нөлөөгөөр судасны агшилт, судасны үрэвсэл үүсдэг.[11] Үүнээс Интерлейкин-6 (IL-6), хавдар үхжүүлэгч хүчин зүйл-α (TNF-α) биомаркерууд нь судасны үрэвслийн фактор бөгөөд судасны гэмтлийн үед их хэмжээгээр ялгардаг.[12,13] Эрэгтэй сурагчдыг өндөр давтамжтай бүх биед дамжих доргионд өртсөний дараа IL-6, СК биомаркерууд ихсэх талаар Di Giminiani R (2020) нар судалсан байна.[14] Харин доргионд удаан хугацаанд өртөсний дараа архаг явцтай араг яс, булчингийн өвдөлтийг үрэвслийн зарим биомаркертай харьцуулсан судалгаа харьцангуй цөөн байгаа нь энэ судалгааг хийх үндэслэл боллоо.

Зорилго: Хүнд даацын машин, механизмын жолооч нарын бүсэлхий нурууны өвдөлт болон зарим биомаркеруудтай харьцуулан судлах

Арга, аргачлал: Судалгааг Эрдэнэт ТӨҮГ-ын зэс, хүдэр олборлолтын хэсэгт ажилладаг 225 хүнд даацын машин механизмын операторааас зорилтот түүврийн аргаар 25-35 насны эрэгтэйчүүдийг хамруулсан ба эдгээрээс хүнд даацын машин механизмын жолоочоор гурваас доошгүй жил ажилласан, сүүлийн 24 цагийн дотор архи согтууруулах ундаа хэрэглээгүй, БЖИ 18.5-28.9 кг/м^2 хооронд, өмнө араг, яс булчингийн эмгэгээр оношлогдоогүй, судалгааны үеэр халдварт, халдварт бус өвчнөөр өвчлөөгүй 15 оролцогчдыг сонгосон. Булчингийн үрэвслийн тодорхойлохоор Интерлейкин-6 (IL-6), Хавдар үхжүүлэгч хүчин зүйл- α (TNF-α) биомаркеруудыг фермент холбох эсрэг биеийн урвалын аргаар шинжилсэн.

Судалгаанд оролцогчдын ажлын цагийн үечлэл 72 цаг ба үүний 24 цагт бүх биед дамжих доргионтой орчинд ажилладаг, 48 цагийг амарч (бүх биед дамжих доргионгүй орчин буюу гэртээ) өнгөрөөдөг болохыг асуумжийн аргаар асууж тодруулсан. Суурь үзүүлэлтийг тодорхойлох зорилгоор ажлын өмнөх өдөр тайван орчинд оролцогчийг амарсны дараа, өглөө сэрэх үед шууд цусны эхний сорьцыг цуглуулсан. Хоёрдугаар сорьцыг тухайн өдрийн ажил эхлэсний дараа машин, механизм жолоодсоноос хойш 4 цагийн дараа харин гуравдугаар сорьцыг гэртээ амарч байх үед буюу хоёрдугаар сорьцоос 24 цагийн дараа тус тус цуглуулсан.

Бид судалгааны асуумж болон цусны сорьцыг 2023 оны 11-р сарын 25-аас 12-р сарын 10-ны өдрийн хооронд цуглуулсан. Сорьцыг цугуулахдаа өдрийн ижил цагт цуглуулсан бөгөөд судалгаанд хамрагдсан оролцогчдын өдрийн амралт, хоололтын цаг, ажлын цаг ижил байсан. Биомаркерууд хоолноос хамаарч хэлбэлзэх эрсдэлийг бууруулахын тулд хоёрдугаар сорьцыг цуглуулахад өглөө, өдөр, оройн хоолны нөлөөллийг бууруулах зорилгоор ижил хоолоор хэмжилтийн хугацаанд хооллосон. Харин нэг болон гуравдугаар сорьцыг цуглуулахдаа судалгаанд оролцогч бүх биед дамжих доргионд өртөөгүй (машин унаагүй), идэвхтэй дасгал хөдөлгөөн хийгээгүй, аль болох доргионд өртөхгүй гэртээ тайван амрах хүсэлт урьдчилан өгч тэр үеэр сорьцийг цуглуулсан.

Судалгааны (I) судалгаанд оролцогчийн ерөнхий мэдээлэл, (II) яс, булчингийн өвдөлтийг Нордикийн үнэлгээний хуудас ашиглан асуумжийн аргаар мэдээллийг цуглуулсан.[15]

Судалгаа АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны хурлаар хэлэлцүүлж, ёс зүйн 2023/3-04 тоот зөвшөөрөл авч хийж гүйцэтгэв. Судалгааны мэдээллийг Stata Dataset өргөтгөл рүү хөрвүүлэн STATA software (Stata Statistics, version 15, StataCorp LLC, 2017) программ хангамжаар дүн шинжилгээг хийсэн.

Үр дүн: Судалгаанд хамрагдсан 15 оролцогч нарын дундаж нас 33.86±3.94 жил (хамгийн бага 23, хамгийн их 38, 95%CI 31.68-36.05), БЖИ нь 25.89±3.23 кг/м^2 байсан. (Хүснэгт 1)

Хүснэгт 1. Судалгаанд хамрагдагсдын ерөнхий мэдээлэл

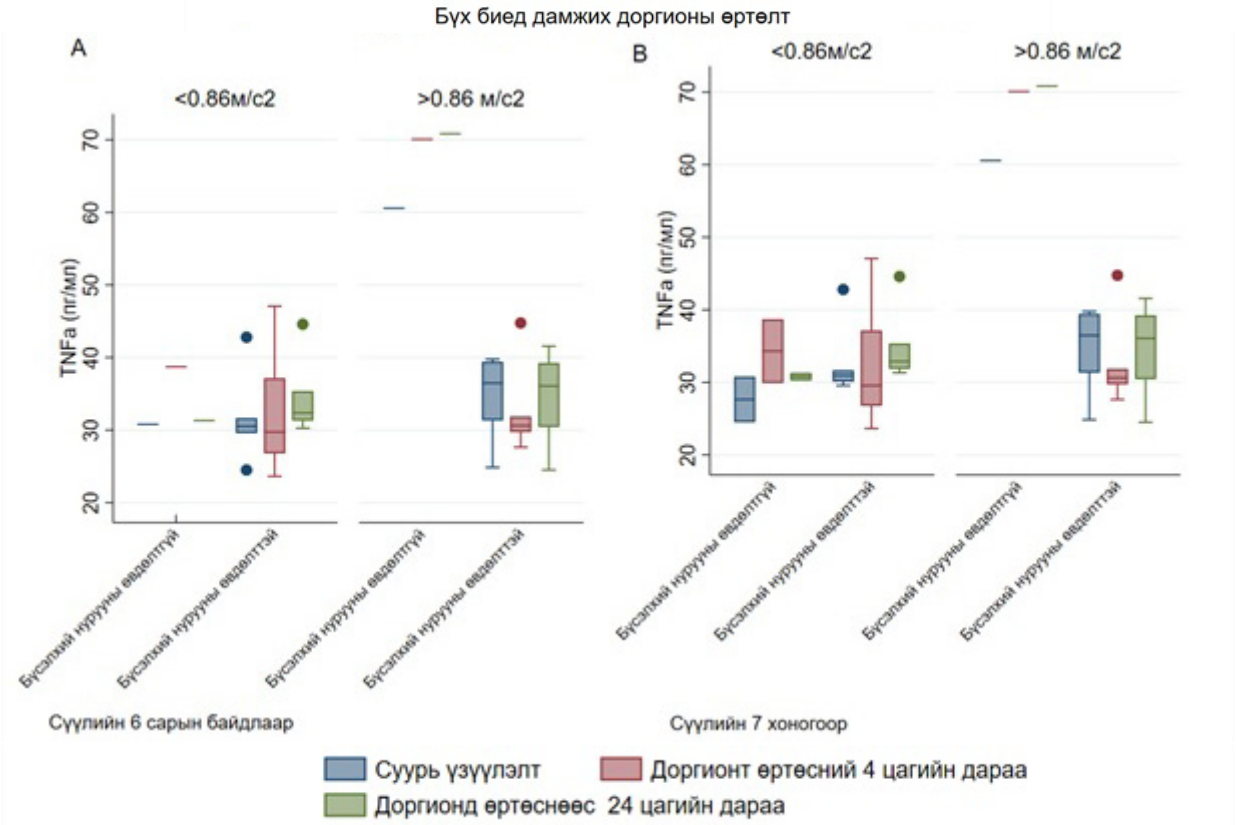
Үзүүлэлтүүд	N	Дундаж утга	СХ	95% ИИ	ХБУ	ХИУ
Нас (жил)	15	33.86	3.94	31.68 - 36.05	23	38
Өндөр (см)	15	173.53	5.82	170.30 - 176.76	165	185
Жин (кг)	15	78.33	12.97	71.15 - 85.51	53	97
БЖИ (кг/м^2)	15	25.89	3.23	24.10 - 27.68	19.5	30.7

Тайлбар: *СХ-Стандарт хазайлт, ИИ-Итгэх интервал, БЖИ-Биеийн жингийн индекс, ХБУ-Хамгийн бага утга, ХИУ-Хамгийн их утга*

Судалгаанд нийт хамрагдсан 15 операторын бүсэлхий нурууны өвдөлт сүүлийн 6 сарын байдлаар 86.67% (13), сүүлийн 7 хоногоор 80% (12) тус тус илэрч байв. Харин нийт оролцогчдын 53.3% буюу 8 нь бүх биед дамжих доргионы өртөлт нь зөвшөөрөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн (>0.86 м/с^2) үзүүлэлтэй байв.

Доргионтой нөхцөлд ажилладаг жолооч нарын бүсэлхий нурууны өвдөлтийг хавдар үхжүүлэгч хүчин зүйлс-α (TNF-α)-ийг судлан үзэхэд өвдөлт илэрсэн бүлэгт TNF-α үзүүлэлт ажил эхлэхийн өмнө

34.4 пг/мл, доргионд өртөсний 4 цагийн дараа 33.2 пг/мл, доргионд өртөснөөс хойш 24 цагийн дараа 32.3 пг/мл байгаа нь бүсэлхий нурууны өвдөлт илрээгүй бүлэгтэй харьцуулахад багассан хэдий ч статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй байв. (Зураг 1) Бүх биед дамжих доргионы архаг өртөлт нь бие махбод үрэвслийн хариу урвалыг өөрчлөн физиологийн дасан зохицолд шилждэг учир TNF-α нь үрэвслийн цитокины зохицуулалтыг бууруулдаг байж болох юм.

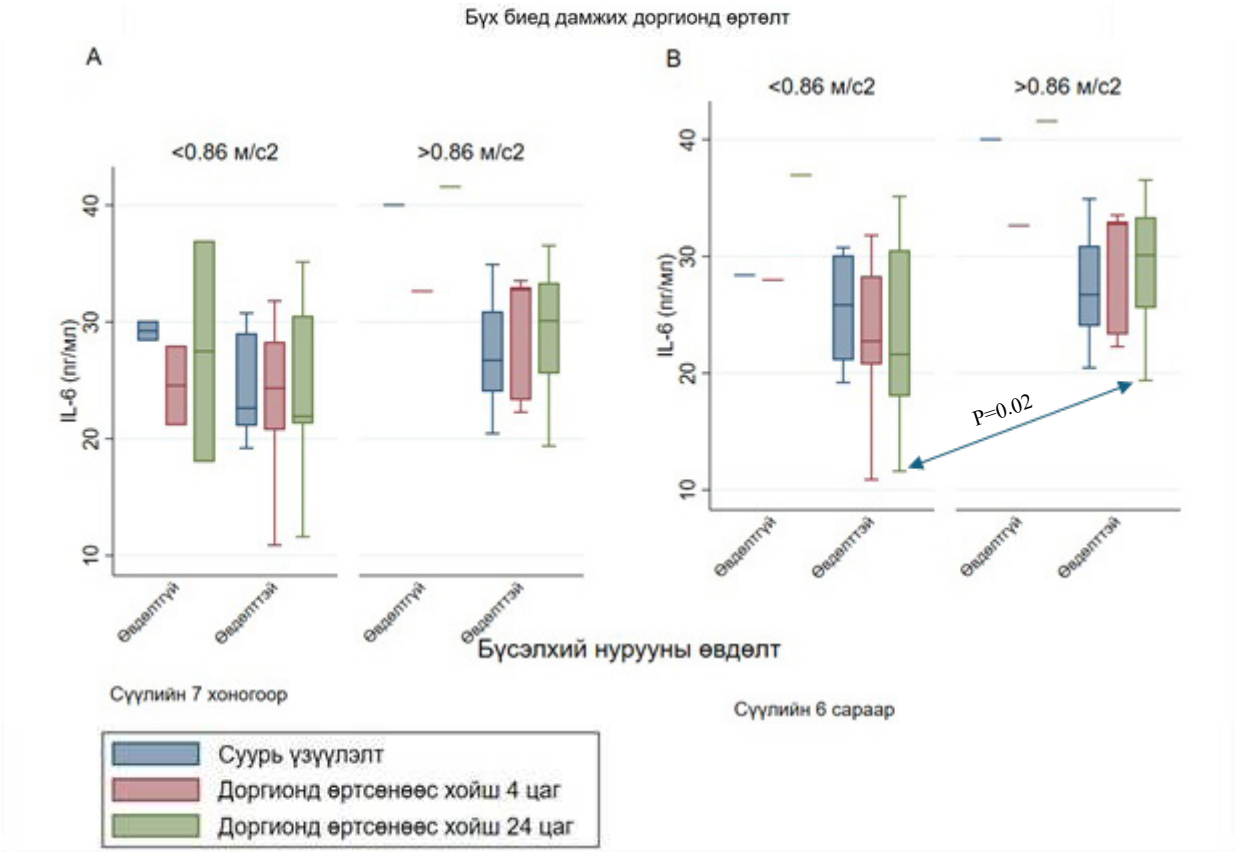


Зураг 1. Хавдар үхжүүлэгч хүчин зүйлийг (TNF-α) бүсэлхий нурууны өвдөлтэй холбон судалсан үр дүн.

А. Сүүлийн 6 сард илэрсэн бүүсэлхий нурууны өвдөлт. В. Сүүлийн 7 хоногт илэрсэн бүсэлхий нурууны өвдөлт. Бүх биед дамжих доргионы өртөлтөөс хамааран зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн (>0.86 м/с^2), хэтрээгүй (<0.86 м/с^2) хоёр бүлэг болгон статистик тооцооллыг хийсэн. Суурь үзүүлэлт нь ажил эхлэхийн өмнө хэмжсэн үзүүлэлт юм. (Бүсэлхий нурууны өвдөлт илэрсэн байдлаар өвдөлттэй, өвдөлтгүй гэж хоёр бүлэг болгосон)

Булчингийн үрэвслийг тодорхойлох интерлейкин-6 (IL-6) биомаркерийг бүсэлхий нурууны өвдөлт илэрсэн бүлэгт ажил эхлэхийн өмнө 26.7 пг/мл, доргионд өртөснөөс 4 цагийн дараа 28.3 пг/мл, доргионд өртөснөөс хойш 24 цагийн дараа 27.59 пг/мл байгаа нь бүсэлхий нурууны өвдөлт илрээгүй бүлэгтэй харьцуулахад үзүүлэлт бага байна. (Зураг 2).

Судалгаанд оролцогч нар бүх биед дамжих доргионд өртсөний 24 цагийн дараа IL-6 биомаркерийн үзүүлэлт нэмэгдэх хандлагатай байна. Энэ нь булчингийн үрэвсэл явагдаж байж болох юм гэж бид үзэж байна.



Зураг 2. Интерлейкин-6 (IL-6) биомаркерийг бүсэлхий нурууны өвдөлтэй холбон судалсан дүн.
А. Сүүлийн 6 сард илэрсэн бүүсэлхий нурууны өвдөлт. В. Сүүлийн 7 хоногт илэрсэн бүсэлхий нурууны өвдөлт. Бүх биед дамжих доргионы өртөлтөөс хамааран зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн (>0.86 м/с^2), хэтрээгүй (<0.86 м/с^2) хоёр бүлэг болгон статистик тооцооллыг хийсэн. Суурь үзүүлэлт нь ажил эхлэхийн өмнө хэмжсэн үзүүлэлт юм. (Бүсэлхий нурууны өвдөлт илэрсэн байдлаар өвдөлттэй, өвдөлтгүй гэж хоёр бүлэг болгосон).

Хэлцэмж: Bustorm (2017) нар судалгаандаа ил уул, уурхайн ажилтнуудын сүүлийн 12 сарын байдлаар яс, булчингийн өвдөлт бүсэлхий нурууны 49%, хүзүүнд 40% гэж тодорхойлсон бол бидний судалгаагаар бүсэлхий нурууны сүүлийн 6 сард 86.6%, сүүлийн 7 хоногт 80% гэж тодорхойлсон нь эдгээр судлаачдын үр дүнгээс 2 дахин өндөр байлаа. Уг судалгаанд ашигласан Нордикийн үнэлгээний асуумжийн хугацааны интервал 12 сар байсан бол бидний судалгаанд 6 сараар яс, булчингийн өвдөлтийг асууж тодорхойлсон нь асуумжийн хугацааны интервалтай холбоотой араг яс, булчингийн өвдөлтийн тархалт өндөр хэмжигдсэн байж магадгүй юм. [16] Kumar S (2022) нар бүсэлхий нурууны өвдөлт 39.9%-иар бидний судалгаанаас илүү өндөр хэмжигдсэн байна.[10] Үүний шалтгааныг бидний судалгааны түүврийн хүн амын тоо бага байсантай холбоотой гэж үзэж байна. Мөн A Rozali (2009) нар Малайзын цэргийн ангийн дугуйт ачигч нарын бүсэлхий нурууны өвдөлт сүүлийн 12 сарын байдлаар 73.6% байгаа нь бидний судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байлаа.[18]

Бид энэхүү судалгааг өдөр тутмын ажлын талбарт хэрэглэдэг бүх биед дамжих доргионтой холбоотой араг, яс булчингийн үрэвсэл, гэмтлийн биологийн эрт үеийн хариу урвалыг тодорхойлохоор зорьсон. Халдварт болон архаг өвчин, үрэвслийн үед TNFα and IL-6 нэмэгддэг бөгөөд дархлааны урвалуудад чухал үүрэгтэй цитокинууд учир бид судалгааны оролцогчдод цочмог, архаг үрэвсэлгүй, халдварт өвчнөөр өвчлөөгүй оролцогчдыг сонгож авсан.[19–22] Мөн судалгааны түүврийг БЖИ, нас, хүйсээр ижилсүүлэхийг зорив.

Di Giminiani R (2020) нар судалгаанд бүх биед дамжих доргионд богино хугацаанд (20 минут) нэг удаа өртөхөд IL-6 доргионд өртөхөөс өмнөх суурь үзүүлэлтээс нэмэгдсэн байна (P<0.05).[14] Харин Kanda K (2013) нар судалгаанд IL-6 дасгалын өмнө болон дараа өөрчлөгдөөгүй байсан.[23] Бидний судалгаанд бүсэлхий нурууны өвдөлттэй бүлэгт доргионд өртсөнөөс 24 цагийн дараа IL-6 нэмэгдсэн нь булчингийн үрэвсэл явагдаж байж болохыг илтгэж байна. Бидний судалгаанд хамрагдсан судалгааны оролцогчид өдөр бүр доргионтой нөхцөлд багадаа 1 жилийн турш ажилласан оролцогчид байлаа. Тиймээс бүх биед дамжих доргионтой нөхцөлд өртөхөд эрт үеийн биологийн хариу урвалыг тодорхойлох боломжгүй байсан.

Kia K (2016) нар судалгаанд доргионд өртсөний дараа 2 цагийн дараа TNF-α агууламж нэмэгдэх хандлагатай байсан бол доргионы өртөлтгүй буюу хяналтын бүлэгт буурах хандлагатай байв.[24] Харин бидний судалгаанд TNF-α нь доргионы өртөлтийн хугацаанаас хамааран өөрчлөгдөөгүй. Гэхдээ ЗДХ-ээс хэтэрсэн бүлэгт TNF-α өндөр хэмжигдсэн. Энэ нь магадгүй ЗДХ-ээс хэтэрсэн бүх биед дамжих доргионтой харьцан ажилладаг операторуудын бие

махбодод доргионы шалтгаант үрэвсэл явагдаж байх магадлалтай байна. Тиймээс доргионд өртсөний дараах TNF-α өөрчлөлтийг тооцохын тулд олон давтамжтай, удаан хугацааны судалгаагаар судлах шаардлагатай. Мөн доргионы байнгын өртөлт нь бие махбод үрэвслийн хариу урвалыг өөрчилдөг учир үрэвслийн цитокинуудын зохицуулалтыг бууруулдаг байх магадлалтай юм.

Бидний биомаркерийн хэмжилтийн үр дүн нь зөвхөн тухайн өдрийн доргионтой нөхцөлд ажилласны дараах үзүүлэлт дээр статистикийн тооцоолол хийлээ. Дараагийн шатад анх ажилд орж буй ажилтнуудын доргионд өртөхөөс өмнө суурь үзүүлэлтийг хэмжин богино хугацаанд булчин болон судасны үрэвсэл, гэмтэл үүсэж байгааг алхам бүрд хянан, цаашид нотолгоо бүрдүүлэх шаардлагатай байна.

Дүгнэлт: Ил уурхайн хүн даацын машин, механизмын бүсэлхий нурууны архаг өвдөлтийн тархалт өндөр (86.67%), доргионы хурдатгалаас үл хамааран IL-6 үрэвслийн биомаркер нь бүсэлхий нурууны өвдөлттэй бүлэгт аажим нэмэгдэх хандлагатай байна. Иймд эдгээр операторын яс, булчингийн өвдөлтийг бууруулах, бүх биед дамжих доргионы өртөлтийг бууруулах урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг цогцоор нэвтрүүлэх хэрэгцээтэй гэж бид үзэж байна.

Хязгаарлагдмал тал: Бид судалгааг доргионы өртөлтийн хугацаанаас хамааран нэг операторааc 3 удаа цусны сорьц цуглуулсан. Ингэхдээ зорилтот түүврийн аргаар хүнд даацын машин механизмын жолоочоор гурваас доошгүй жил ажилласан, 25-35 насны эрэгтэйчүүд болон сүүлийн 24 цагийн дотор архи согтууруулах ундаа хэрэглээгүй, БЖИ 18.5-28.9 кг/м^2 хооронд, өмнө араг, яс булчингийн эмгэгээр оношлогдоогүй, судалгааны үеэр халдварт, халдварт бус өвчнөөр өвчлөөгүй шалгуурыг хангах оролцогчид цөөн байсан. Энэ шалгуурыг Эрдэнэт ТӨҮГ-ын хүнд даацын машин, механизмын нийт 225 операторааc 15 оператор судалгааны сонгох шалгуурыг хангасан юм. Энэ нь бидний судалгааны хязгаарлагдмал тал боллоо.

Ном зүй:

1. *Burström L, Hyvärinen V, Johnsen M, Pettersson H. Exposure to whole-body vibration in open-cast mines in the Barents region. Int J Circumpolar Health. 2016;75:29373. doi:10.3402/ijch.v75.29373*
2. *Kumar S. Vibration in operating heavy haul trucks in overburden mining. Appl Ergon. 2004;35(6):509-520. doi:10.1016/j.apergo.2004.06.009*
3. *Ministry of Manpower in Singapore. Safe and Health Workplaces: Global Vision for Prevention. Published online 2017. https://www.mom.gov.sg/-/media/mom/documents/safety-health/reports-stats/oshd-annual-report-2017.pdf?la=en&hash=79197D94643FDF51A572CC29232EDC8A*
4. *Safe Work Australia. Guide to Measuring and Assessing Workplace Exposure to Whole-Body Vibration. Safe Work Aust. Published online 2015:1-8. https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1703/guidetomeasuringassessingwholebodyvibration.pdf*
5. *Groves WA, Kecojevic VJ, Komljenovic D. Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment. J Safety Res. 2007;38(4):461-470. doi:https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.03.011*
6. *Chaudhary DK, Palei SK, Kumar V, Karmakar NC. Whole-body vibration exposure of heavy earthmoving machinery operators in surface coal mines: a comparative assessment of transport and non-transport earthmoving equipment operators. Int J Occup Saf Ergon. 2022;28(1):174-183. doi:10.1080/10803548.2020.1785154*
7. *Upadhyay R, Bhattacherjee A, Patra AK, Chau N. Association between Whole-Body Vibration exposure and musculoskeletal disorders among dumper operators: A case-control study in Indian iron ore mines. Work. 2022;71:235-247. doi:10.3233/WOR-205140*
8. *Neugebauer G, Jancurova L, Martin J, Jandak Z, Manek T et al. Hazards arising from whole-body and hand-arm vibrations. Published online 2010:1-26. https://ww1.issa.int/sites/default/files/documents/prevention/2Vibrations_en-36313.pdf*
9. *Kumar V, Palei SK, Karmakar NC, Chaudhary DK. Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines. Saf Health Work. 2022;13(1):73-77. doi:https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.10.007*
10. *Games KE, Sefton JM. Whole-body vibration influences lower extremity circulatory and neurological function. Scand J Med Sci Sports. 2013;23(4):516-523. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01419.x*
11. *Arneklo-Nobin B, Johansen K, Sjöberg T. The objective diagnosis of vibration-induced vascular injury. Scand J Work Environ Health. 1987;13(4):337-342. http://www.jstor.org/stable/40965477*
12. *Junaid A, Schoeman J, Yang W, et al. Metabolic response of blood vessels to TNFα. Mangoni AA, Barton M, Dunn W, eds. Elife. 2020;9:e54754. doi:10.7554/eLife.54754*
13. *Kang S, Tanaka T, Inoue H, et al. Reply to Cheng et al.: COVID-19 induces lower extent of cytokines, but damages vascular endothelium by IL-6 signaling. Proc Natl Acad Sci. 2021;118(21):e2105040118. doi:10.1073/pnas.2105040118*
14. *Di Giminiani R, Rucci N, Capuano L, Ponzetti M, Aielli F, Tihanyi J. Individualized Whole-Body Vibration: Neuromuscular, Biochemical, Muscle Damage and Inflammatory Acute Responses. Dose Response. 2020;18(2):1559325820931262. doi:10.1177/1559325820931262*
15. *Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl Ergon. 1987;18(3):233-237. doi:https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X*
16. *Burström L, Aminoff A, Björ B, et al. Musculoskeletal symptoms and exposure to whole-body vibration among open-pit mine workers in the Arctic. Int J Occup Med Environ Health. 2017;30(4):553-564. doi:10.13075/ijomeh.1896.00975*
17. *Kumar V, Palei SK, Karmakar NC, Chaudhary DK. Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines. Saf Health Work. 2022;13(1):73-77. doi:10.1016/j.shaw.2021.10.007*
18. *Rozali A, Rampal KG, Shamsul Bahri MT, et al. Low back pain and association with whole body vibration among military armoured vehicle drivers in Malaysia. Med J Malaysia. 2009;64(3):197-204.*
19. *Balkwill F. Tumour necrosis factor and cancer. Nat Rev Cancer. 2009;9(5):361-371. doi:10.1038/nrc2628*
20. *Tanaka T, Narazaki M, Kishimoto T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2014;6(10):a016295. doi:10.1101/cshperspect.a016295*
21. *Bradley JR. TNF-mediated inflammatory disease. J Pathol. 2008;214(2):149-160. doi:10.1002/path.2287*
22. *Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. J Clin Invest. 2017;127(1):1-4. doi:10.1172/JCI92035*
23. *Kanda K, Sugama K, Hayashida H, et al. Eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. Exerc Immunol Rev. 2013;19:72-85.*
24. *Kia K, Fitch SM, Newsom SA, Kim JH. Effect of whole-body vibration exposures on physiological stresses: Mining heavy equipment applications. Appl Ergon. 2020;85:103065. doi:10.1016/j.apergo.2020.103065*

Association between lower back pain and some inflammatory biomarkers among heavy machinery operators in open-pit mining

Nansalmaa M[1], Enkhdulguun A[2], Miyegombo J[1], Erdenechamba N[1], Erdenechimeg E[3], Munkhtsetseg J[4*]*

[1]Department of Environmental Health, School of Public Health, MNUMS
[2]Department of Preventive Medicine, School of Public Health, MNUMS
[3]Environmental and Occupational Health Association of Mongolia
[4]Department of Biochemistry, School of Bio-Medicine, MNUMS
E-mail: nansalmaa.m@mnums.edu.mn, Tel: +976-99908958

Background: Musculoskeletal disorders account for 23.1-47.1% of occupational diseases in several countries. Studies have shown that operators of heavy machinery, including tractors and dump trucks, are twice as likely to experience lower back pain compared to workers not exposed to whole-body vibration. Furthermore, research has indicated that acute exposure to vibration can cause vasoconstriction and vascular inflammation. However, limited research has explored the relationship between lower back pain and specific biomarkers, highlighting the need for this study.
Aim: This study aimed to compare lower back pain prevalence and muscle inflammation biomarkers among heavy machinery operators.
Materials and Methods: A purposive sampling method was used to recruit 15 male participants aged 25-35 years who had worked as heavy machinery drivers for no more than three years. Inclusion criteria were: no alcohol consumption within 24 hours prior to sampling, body mass index (BMI) between 18.5-28.9 kg/m², no prior diagnosis of musculoskeletal disorders, and absence of infectious or non-infectious diseases during the study period. Blood samples were analyzed for Interleukin-6 (IL-6) and Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF-α) levels using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).
Results: The mean BMI of participants was 25.89±3.23 kg/m². Over half (53.3%, n=8) exceeded the exposure limit for whole-body vibration. Low back pain was reported by 13 participants (86.7%) over the past six months and by 12 participants (80%) over the past seven days. TNF-α levels did not differ significantly between groups based on low back pain status or vibration exposure. However, IL-6 levels showed a significant increase 24 hours after whole-body vibration exposure (p=0.027).
Conclusion: Lower back pain was highly prevalent among participants exposed to whole-body vibration. Furthermore, IL-6 levels were elevated among participants reporting lower back pain, regardless of vibration exposure levels.

Keywords: Heavy machinery operator, Whole-body vibration, Open-pit mining, Muscle inflammation