

Чихрийн шижин хэв шинж 2-той насанд хүрэгчдийн тархины цагаан бодисын гиперинтенсив голомтын ачааллын харьцуулсан судалгаа

А.Цэрэнсүгир^{1,2}, Б.Оюунтөгс³, Д.Гончигсүрэн⁴, Д.Түвшинжаргал¹,
А.Товуудорж⁵, Г.Мөнгөнбагана⁶, Д.Мөнхбаатар¹, Х.Дэлгэрдалай¹

¹АШУҮИС, АУС, Радиологийн тэнхим

²Оргил эмнэлэг

³АШУҮИС, АУС, Дотоод шүүрлийн тэнхим

⁴Грандмед эмнэлэг, Радиологийн тасаг

⁵АШУҮИС, АУС, Мэдрэл судлалын тэнхим

⁶Бриллиант эмнэлэг, Радиологийн тасаг

Цахим шуудан: amd26f002@gt.mn.ums.edu.mn, Утас: 99703955

Түлхүүр үг:

Фазекас оноо
Соронзон резонанст
томографи
Автомат сегментаци
Хиймэл оюун

Товч утга:

Үндэслэл: Чихрийн шижин хэв шинж 2 (ЧШХШ2) нь танин мэдэхүйн үйл ажиллагааны доройтол болон тархины бүтцийн өөрчлөлтөд нөлөөлдөг архаг бодисын солилцооны эмгэг юм. Соронзон резонанст томографийн (СРТ) шинжилгээгээр илрэх тархины цагаан бодисын гиперинтенсив голомт (ЦБГГ) нь тархины жижиг судасны эмгэгийг илтгэх дүрс оношилгооны чухал маркер болдог. Гэсэн хэдий ч манай улсын хүн амд ЧШХШ2-той өвчтөнүүдийн ЦБГГ-ын ачааллыг хиймэл оюунд суурилсан автомат тоон аргаар үнэлж, хяналтын бүлэгтэй харьцуулсан судалгаа хомс байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл боллоо. **Зорилго:** Чихрийн шижин хэв шинж 2-той насанд хүрэгчдийн тархины цагаан бодисын гиперинтенсив голомтын ачааллыг үнэлж, хяналтын бүлэгтэй харьцуулах. **Арга, аргачлал:** Энэхүү аналитик агшингийн, ретроспектив харьцуулсан судалгаанд АШУҮИС-ийн Монгол–Японы эмнэлэгт 2019-2025 онд тархины СРТ хийлгэсэн 40 ба түүнээс дээш насны оролцогчдыг хамруулсан. ЧШХШ2 бүлэгт онош батлагдсан, хяналтын бүлэгт чихрийн шижин болон предиабетгүй оролцогчдыг оруулсан. Томоохон бүтцийн эмгэгтэй, дүрсийн чанар хангалтгүй, автомат боловсруулалт амжилтгүй, эсвэл клиник мэдээлэл дутуу тохиолдлыг хассаны дараа анхан шатанд сонгосон 283 оролцогчоос 257-г эцсийн шинжилгээнд хамруулсан (ЧШХШ2: 71, хяналт: 186). СРТ-ийн 3D T1-weighted MPRAGE болон T2-FLAIR дүрсийг Neurophet AQUA программ (version 3.1)-аар боловсруулж, нийт, гүний, ховдол орчмын Фазекас оноог үнэлсэн. Нас, хүйсээр засварласан эрэмбэт логистик регрессийн шинжилгээг SPSS 25.0 программаар хийж, $p < 0.05$ -ийг статистик ач холбогдолтойд тооцсон. **Үр дүн:** Эцсийн шинжилгээнд 257 оролцогч (ЧШХШ2=71, хяналт=186) хамрагдсан. Бүлгүүдийн хооронд хүйсийн ($p=0.046$), насны ангиллын ($p<0.001$) тархалт ялгаатай байсан. ЧШХШ2 бүлэгт нийт ба гүний Фазекас оноо хяналтын бүлгээс өндөр байсан (нийт Фазекас aOR 10.81; 95% CI, 5.20-22.49; гүний Фазекас aOR 8.21; 95% CI, 4.32-15.60; хоёуланд $p<0.001$). Нас ахих тусам нийт (aOR 1.07; 95% CI, 1.03-1.11; $p=0.001$) болон гүний (aOR 1.04; 95% CI, 1.00-1.08; $p=0.037$) Фазекас оноо нэмэгдэх хандлагатай байсан бөгөөд эмэгтэй хүйс нийт (aOR 1.95; 95% CI, 1.04-3.63; $p=0.036$) болон гүний (aOR 1.95; 95% CI, 1.08-3.51; $p=0.026$) Фазекасын өндөр ангилалтай холбоотой байв. **Дүгнэлт:** ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн тархины ЦБГГ-ын ачааллыг хиймэл оюунд суурилсан автомат тоон СРТ боловсруулалтаар үнэлж, хяналтын бүлэгтэй харьцуулахад ЧШХШ2 нь тархины нийт болон гүний Фазекас оноо өндөр байхтай статистик ач холбогдол бүхий хамааралтай болох нь тогтоогдлоо. Энэхүү хамаарал нь нас, хүйсээр засварласны дараа ч хадгалагдсан. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хиймэл оюунд суурилсан СРТ-ийн боловсруулалт нь ЧШХШ2-той холбоотой тархины ЦБГГ-ын ачааллыг объектив, тоон, стандартчилсан аргаар үнэлэхэд тохиромжтой арга зүй байж болохыг харуулж байна.

Үндэслэл: Чихрийн шижин хэв шинж 2 (ЧШХШ2) нь танин мэдэхүйн бууралт болон соронзон резонанст томографийн (СРТ) шинжилгээгээр илрэх тархины өөрчлөлттэй холбоотой архаг, олон талт эмгэг юм.¹⁻⁵

ЧШХШ2-ын тархалт дэлхий даяар нэмэгдэж, хүн амын түвшинд ноцтой өвчлөлийн болон эдийн засгийн ачаалал үүсгэж байна. Монгол Улсад бодисын солилцооны болон судасны эрсдэлт хүчин зүйлсийн түвшин өндөр хэвээр байгаа нь ЧШХШ2-той холбоотой хүн амын эрүүл мэндийн ачаалал цаашид нэмэгдэх эрсдэлийг харуулж байна.^{6,7} Тархины цагаан бодисын гиперинтенсив голомт (ЦБГГ) нь тархины жижиг судасны эмгэгийг илтгэх чухал дүрслэлийн үзүүлэлт бөгөөд танин мэдэхүйн бууралт, тэнэгрэл, цаашлаад тархины харвалтын эрсдэл нэмэгдэхтэй холбоотой байж болзошгүй.⁸⁻¹¹

Сүүлийн жилүүдэд хиймэл оюунд суурилсан СРТ-ийн боловсруулалт нь ЦБГГ-ыг объектив, тоон, стандартчилсан аргаар үнэлэх боломжийг бий болгож байгааг онцолж байна.^{12-14,18} Гэсэн хэдий ч ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн ЦБГГ-ын ачааллыг автомат, тоон аргаар үнэлсэн судалгаа манай улсад хязгаарлагдмал хэвээр байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл боллоо.

Зорилго: ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн тархины ЦБГГ-ын ачааллыг хиймэл оюунд суурилсан аргаар үнэлж, чихрийн шижингүй хяналтын бүлэгтэй харьцуулах.

Арга, аргачлал: Энэхүү судалгаа нь тархины соронзон резонанст томографийн (СРТ) нэг удаагийн шинжилгээний өгөгдөлд суурилсан аналитик агшингийн судалгаа юм. Чихрийн шижин хэв шинж 2-той хүмүүстэй чихрийн шижингүй хяналтын бүлгийг харьцуулан, нас болон хүйсийн нөлөөг статистикийн загварт хянаж үнэлсэн. Судалгаанд АШУҮИС-ийн Монгол–Японы эмнэлэгт 2019 оны 6 дугаар сарын 1-нээс 2025 оны 6 дугаар сарын 30-ны хооронд тархины СРТ-ийн шинжилгээ хийлгэсэн иргэдээс сонгон хамруулсан. Судалгаанд 40 болон түүнээс дээш насны,

T2-FLAIR дүрс бүхий 257 оролцогчдыг (ЧШХШ2=71, хяналт=186) хамруулсан. ЧШХШ2 бүлгийг онош баталгаажсан өвчтөнүүдээр, хяналтын бүлгийг чихрийн шижин болон предиабетгүй хүмүүсээр бүрдүүлсэн. Тархины томоохон бүтцийн өөрчлөлт (хавдар, харвалт, мэс засал), дүрсийн чанар хангалтгүй болон хиймэл оюуны боловсруулалт амжилтгүй болсон тохиолдлуудыг хасах шалгуурт тооцов. Анхны 283 оролцогчоос дүрсний артефакт (2) болон хиймэл оюуны боловсруулалт амжилтгүй (24) болсон нийт 26 тохиолдлыг хасаж, эцсийн шинжилгээнд 257 оролцогчдыг хамруулсан.

СРТ-ийн шинжилгээг 1.5 T Canon Vantage Elan аппаратаар, стандарт клиник протоколын дагуу гүйцэтгэсэн. Дүрсийг Neurophet AQUA (хувилбар 3.1, БНСУ) программ хангамжаар автоматжуулсан байдлаар, гар аргаар засварлахгүйгээр боловсрууллаа. T2-FLAIR дүрсийг цагаан бодисын өөрчлөлтийн (ЦБӨ) сегментаци болон Фазекас оноог (нийт, ховдол орчмын, гүний) тодорхойлоход ашигласан. Статистик шинжилгээнд AQUA программаас гарсан гавлын хөндийн дотоод эзлэхүүнээр тохируулсан үзүүлэлтүүдийг ашигласан. Тасралтгүй хувьсагчдыг дундаж±стандарт хазайлтаар, ангиллын хувьсагчдыг p (%) хэлбэрээр илэрхийлэв. Статистик ач холбогдлыг $p < 0.05$ түвшинд тооцож, шинжилгээг SPSS 25.0 программаар гүйцэтгэв. Энэхүү судалгааг АШУҮИС-ийн Ёс зүйн хороо (26/02-01) болон АШУҮИС-ийн Монгол–Японы эмнэлгийн Судалгааны дэд хорооны зөвшөөрлөөр гүйцэтгэсэн.

Үр дүн: Эцсийн шинжилгээнд нийт 257 оролцогч хамрагдсанаас 71 нь ЧШХШ2, 186 нь хяналтын бүлэгт багтав. Хүйсийн тархалт бүлгүүдийн хооронд ялгаатай байсан ($p=0.046$). Насны дундаж утга статистик ач холбогдол бүхий ялгаагүй байсан ($p=0.267$), харин насны ангиллын тархалт ялгаатай байв ($p < 0.001$). Засварлаагүй шинжилгээгээр ЧШХШ2 бүлэгт нийт, гүний, ховдол орчмын Фазекас оноо бүгд хяналтын бүлгээс өндөр байсан (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. ЧШХШ2 болон хяналтын бүлгийн Фазекас онооны засварлаагүй харьцуулалт

Фазекас оноо	Нийт		Хяналт		ЧШХШ2		Дундаж ялгаа	p утга
	Дундаж±СХ	доод–дээд	Дундаж±СХ	доод–дээд	Дундаж±СХ	доод–дээд		
Нийт	1.78±0.61	1-3	1.62±0.53	1-3	2.2±0.6	1-3	0.58	<0.001
Гүний	1.66±0.68	0-3	1.48±0.59	0-3	2.13±0.67	1-3	0.65	<0.001
Ховдол орчмын	2.02±0.84	0-3	1.84±0.81	0-3	2.49±0.75	0-3	0.65	<0.001

Тайлбар: Үзүүлэлтүүдийг дундаж±стандарт хазайлт болон доод–дээд утгаар илэрхийлсэн.

Нийт Фазекас онооны хувьд аOR 10.81 (95% CI, 5.20-22.49; $p < 0.001$), гүний Фазекас онооны хувьд аOR 8.21 (95% CI, 4.32-15.60; $p < 0.001$) байв. Мөн нас ахих тусам нийт Фазекас (аOR, 1.07; 95% CI, 1.03-1.11; $p=0.001$) болон гүний Фазекас (аOR, 1.04; 95% CI, 1.00-1.08; $p=0.037$) оноо нэмэгдэх хандлага ажиглагдсан. Эмэгтэй хүйс нь нийт Фазекас (аOR, 1.95; 95% CI,

1.04-3.63; $p=0.036$) болон гүний Фазекас (аOR, 1.95; 95% CI, 1.08-3.51; $p=0.026$) онооны өндөр ангилалтай холбоотой байв. Нийт болон гүний Фазекасын загварт пропорциональ магадлалын нөхцөл зөрчигдөөгүй. Харин ховдол орчмын Фазекасын загварт энэ нөхцөл хангагдаагүй ($p < 0.001$) тул тухайн үр дүнг үндсэн тайлбарт оруулаагүй (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Фазекас онооны нас болон хүйсээр засварласан эрэмбэт логистик регрессийн шинжилгээ

Хувьсагч	aOR	95% ИХ	p утга
Нийт Фазекас оноо			
ЧШХШ2	10.81	5.20-22.49	<0.001
Нас (1 жилээр)	1.07	1.03-1.11	0.001
Эмэгтэй (лавлах: эрэгтэй)	1.95	1.04-3.63	0.036
Гүний Фазекас оноо			
ЧШХШ2	8.21	4.32-15.60	<0.001
Нас (1 жилээр)	1.04	1.00-1.08	0.037
Эмэгтэй (лавлах: эрэгтэй)	1.95	1.08-3.51	0.026

Тайлбар: aOR=adjusted odds ratio; ИХ=итгэх хязгаар.

Бүх загварыг нас болон хүйсээр засварласан.

Хэлцэмж: Энэхүү судалгаагаар хиймэл оюунд суурилсан СРТ-ийн боловсруулалтын аргаар ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн тархины ЦБГГ-ын ачааллыг чихрийн шижингүй хяналтын бүлэгтэй харьцуулан үнэлэв. Нас, хүйсээр засварласны дараа ЧШХШ2 нь нийт болон гүний Фазекас оноо өндөр хэвээр байсан нь ЧШХШ2-той холбоотой тархины жижиг судасны өөрчлөлт илэрч болзошгүйг харуулж байна. Чихрийн шижинтэй өвчтөнүүдэд тархины атрофи, жижиг судасны эмгэг, цагаан бодисын өөрчлөлт давамгайлж ажиглагддаг талаар мэдээлсэн Biessels, Zhang, van Harten, Moran, Wardlaw, Debette нарын судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байлаа.^{1,4,8,9,19,20}

Фазекас оноо нь олон түвшинтэй эрэмбэт хувьсагч тул эрэмбэт логистик регрессийн шинжилгээг ашигласан нь тархины жижиг судасны эмгэг, ЦБГГ-ыг үнэлсэн өмнөх судалгааны аргачлалтай дүйж байна.^{5,8} Нийт болон гүний Фазекас онооны загваруудад пропорциональ магадлалын нөхцөл (proportional odds assumption) хангагдсан бөгөөд ЧШХШ2 нь эдгээр үзүүлэлт нэмэгдэх магадлалтай бие даан холбоотой байв. Энэхүү үр дүн нь ЧШХШ2-ыг тархины цагаан бодисын бүтцийн өөрчлөлтөд нөлөөлөх бие даасан эрсдэлт хүчин зүйл байх магадлалыг дэмжиж байна.^{1,3,4,19,20}

ЧШХШ2 бүлэгт ЦБГГ-ын ачаалал өндөр байсан нь гипергликеми, инсулины эсэргүүцэл, эндотелийн үйл ажиллагааны алдагдал, микроангиопати, архаг үрэвсэл зэрэг эмгэг жамын хүчин зүйлс тархины цагаан бодист сөргөөр нөлөөлж болохыг харуулж байна. Ийм эмгэг жамын холбоог тархины цагаан бодисын бүтцийн өөрчлөлт, жижиг судасны гэмтэлтэй холбон тайлбарласан үр дүн бусад судалгаанд мөн ажиглагдсан байдаг.^{1,3,15,16} ЦБГГ-ын ачаалал нэмэгдэх нь танин мэдэхүйн үйл ажиллагааны буурах эрсдэл өсөх, цаашлаад харвалт, тэнэгрэл зэрэг хүндрэл үүсэх магадлалтай холбоотой талаар олон улсын судалгаануудад тэмдэглэсэн байдаг бөгөөд манай судалгааны үр дүн ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн тархины эрсдэлийг эрт үеэс илрүүлэх, үнэлэх шаардлагыг тодотгож байна.^{8,9,15,19,20}

Энэхүү судалгаагаар ашигласан хиймэл оюунд суурилсан автомат СРТ-ийн боловсруулалт нь визуал үнэлгээний субъектив шинжийг бууруулж, ЦБГГ-

ын ачааллыг илүү объектив, тоон байдлаар үнэлэх боломжтойг харууллаа. Ийм төрлийн автомат, хиймэл оюунд суурилсан алгоритмууд нь ЦБГГ-ын эзлэхүүн, тархалтыг өндөр давтагдахуйц, стандартчилсан байдлаар үнэлэх боломжтойг өмнөх судалгаануудын үр дүнгүүд мөн дэмжиж байна.^{12-14,18} Нэг төвийн, ижил СРТ-ийн дүрс авалтын протоколтой өгөгдөлд нэгэн ижил автомат боловсруулалтын аргыг хэрэглэсэн нь хэмжилтийн ялгааг бууруулж, бүлгүүдийн хоорондын харьцуулалтын дотоод чанарыг сайжруулсан нь судалгааны давуу тал юм. Мөн нас, хүйсээр статистикийн аргаар засвар хийсэн нь эдгээр чухал төөрөлдүүлэгч хүчин зүйлсийн нөлөөг тодорхой хэмжээнд хянах боломж олгосон.

Гэсэн хэдий ч бусад судасны эрсдэлт хүчин зүйлсийн (артерийн даралт ихсэлт, липидийн өөрчлөлт, таргалалт, тамхи таталт гэх мэт) нөлөөг бүрэн үгүйсгэх боломжгүй, агшингийн загвар ашигласан тул шалтгаант хамаарлыг шууд тогтоох боломжгүй, мөн нэг төвийн түүвэртэй учир нийт хүн амд хамааруулан дүгнэхэд болгоомжтой хандах шаардлагатай нь энэхүү судалгааны хязгаарлагдмал тал байв. Цаашид дүрс оношилгооны болон эмнэлзүйн бусад маркеруудыг хослуулан судлах нь ЧШХШ2-той өвчтөнүүдийн тархины ЦБГГ-ын ачаалал, түүний эмнэлзүйн үр дагавар хоорондын хамаарлыг нарийвчлан тогтоох ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

Дүгнэлт: ЧШХШ2-той насанд хүрэгчдийн тархины ЦБГГ-ын ачааллыг хиймэл оюунд суурилсан автомат тоон СРТ боловсруулалтаар үнэлж, чихрийн шижингүй хяналтын бүлэгтэй харьцуулсан манай судалгаагаар ЧШХШ2 нь тархины нийт болон гүний Фазекас оноо өндөр байхтай статистикийн хувьд ач холбогдолтой холбоотой байгааг тогтоов. Энэ холбоо нь нас, хүйсээр засварласны дараа ч хадгалагдсан. Энэхүү судалгааны үр дүн хиймэл оюунд суурилсан СРТ-ийн боловсруулалт нь ЧШХШ2-той холбоотой тархины ЦБГГ-ын ачааллыг объектив, тоон, стандартчилсан аргаар үнэлэхэд тохиромжтой арга зүй байж болохыг харуулж байна.

Ном зүй:

1. Biessels GJ, Despa F. Cognitive decline and dementia in diabetes mellitus: mechanisms and clinical implications. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;14(10):591-604.
2. Chatterjee S, Peters SAE, Woodward M, et al. Type 2 diabetes as a risk factor for dementia in women compared with men: a pooled analysis of 2.3 million people comprising more than 100000 cases of dementia. *Diabetes Care.* 2016;39(2):300-307.
3. Gudala K, Bansal D, Schifano F, Bhansali A. Diabetes mellitus and risk of dementia: a meta-analysis of prospective observational studies. *J Diabetes Investig.* 2013;4(6):640-650.
4. Zhang T, Shaw M, Cherbuin N. Association between type 2 diabetes mellitus and brain atrophy: a meta-analysis. *Diabetes Metab J.* 2022;46(5):781-802.
5. Moulton CD, Costafreda SG, Horton P, Ismail K, Fu CHY. Meta-analyses of structural regional cerebral effects in type 1 and type 2 diabetes. *Brain Imaging Behav.* 2015;9(4):651-662.
6. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas. 10th ed.* Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2021.
7. World Health Organization. *Mongolia STEPS Survey on the Prevalence of Noncommunicable Disease Risk Factors 2019.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2019.

8. Wardlaw JM, Smith EE, Biessels GJ, et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration. *Lancet Neurol.* 2013;12(8):822-838.
9. Debette S, Markus HS. The clinical importance of white matter hyperintensities on brain magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2010;341:c3666.
10. Prins ND, Scheltens P. White matter hyperintensities, cognitive impairment and dementia: an update. *Nat Rev Neurol.* 2015;11(3):157-165.
11. Jokinen H, Kalska H, Mäntylä R, et al. Cognitive profile of subcortical ischaemic vascular disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77(1):28-33.
12. Henschel L, Conjeti S, Estrada S, et al. FastSurfer: a fast and accurate deep learning-based neuroimaging pipeline. *Neuroimage.* 2020;219:117012.
13. Billot B, Greve DN, van Leemput K, et al. SynthSeg: segmentation of brain MRI scans of any contrast and resolution without retraining. *Med Image Anal.* 2023;86:102789.
14. Kuijf HJ, Biesbroek JM, de Bresser J, et al. Standardized assessment of automatic segmentation of white matter hyperintensities and results of the WMH Segmentation Challenge. *IEEE Trans Med Imaging.* 2019;38(11):2556-2568.
15. Srinivasan S, Selvarajah D, Wilkinson ID. Relationship between white matter hyperintensities and diabetic microangiopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2004;75(8):1130-1135.
16. Tamura Y, Araki A. Diabetes mellitus and white matter hyperintensity. *Geriatr Gerontol Int.* 2015;15(S1):34-42.
17. Debette S, Schilling S, Duperron MG, Larsson SC, Markus HS. Clinical significance of magnetic resonance imaging markers of vascular brain injury: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Neurol.* 2019;76(1):81-94.
18. Schmidt P, Gaser C, Arsic M, et al. An automated tool for detection of FLAIR-hyperintense white-matter lesions in multiple sclerosis. *Neuroimage.* 2012;59(4):3774-3783.
19. van Harten B, de Leeuw FE, Weinstein HC, Scheltens P, Biessels GJ. Brain imaging in patients with diabetes: a systematic review. *Diabetes Care.* 2006;29(11):2539-2548.
20. Moran C, Phan TG, Chen J, et al. Brain atrophy in type 2 diabetes: regional distribution and influence on cognition. *Diabetes Care.* 2013;36(12):4036-4042.

Comparative Study of Brain White Matter Hyperintensity Burden in Adults with Type 2 Diabetes

Tserensugir A^{1,2}, Oyuntugs B³, Gonshigsuren D⁴, Tuvshinjargal D¹, Tovuuudorj A⁵, Mungunbagana G⁶, Munkhbaatar D¹, Delgerdalai Kh¹

¹Department of Radiology, School of Medicine, MNUMS

²Orgil hospital

³Department of Endocrinology, School of Medicine, MNUMS

⁴Department of Radiology, Grandmed Hospital

⁵Department of Neurology, School of Medicine, MNUMS

⁶Department of Radiology, Brilliant Hospital

E-mail: amd26f002@gt.mnnums.edu.mn, Tel: +976-99703955

Abstract:

Background: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disorder associated with cognitive impairment and structural brain alterations. White matter hyperintensities (WMH) detected on magnetic resonance imaging (MRI) serve as critical neuroimaging markers of cerebral small vessel disease. However, research evaluating the WMH burden in the Mongolian population with T2DM using AI-based automated quantitative methods and comparing these findings with a control group remains limited. This research gap provides the rationale and necessity for the current study.

Aim: To evaluate and compare the burden of brain white matter hyperintensities (WMH) in adults with type 2 diabetes mellitus (T2DM) versus a control group.

Material and Methods: This analytical cross-sectional, retrospective comparative study included participants aged 40 and older who underwent brain MRI at the Mongolia-Japan Hospital of MNUMS between 2019 and 2025. The T2DM group consisted of patients with a confirmed diagnosis, while the control group included individuals without diabetes or prediabetes. After excluding cases with major structural abnormalities, poor image quality, failed automated processing, or incomplete clinical data, 257 out of an initial 283 participants were included in the final analysis (T2DM: 71, Control: 186). 3D T1-weighted MPRAGE and T2-FLAIR MRI sequences were processed using Neurophet AQUA software (version 3.1) to assess total, deep, and periventricular Fazekas scores. Age- and sex-adjusted ordinal logistic regression analysis was performed using SPSS 25.0, with $p < 0.05$ considered statistically significant.

Results: A total of 257 participants (T2DM=71, Control=186) were analyzed. There were significant differences between groups in sex distribution ($p=0.046$) and age categories ($p<0.001$). The T2DM group exhibited significantly higher total and deep Fazekas scores compared to the control group (total Fazekas: aOR 10.81, 95% CI 5.20-22.49; deep Fazekas: aOR 8.21, 95% CI 4.32-15.60; both $p<0.001$). Increasing age was associated with higher total (aOR 1.07, 95% CI 1.03-1.11, $p=0.001$) and deep (aOR 1.04, 95% CI 1.00-1.08, $p=0.037$) Fazekas scores. Additionally, female sex was associated with higher total (aOR 1.95, 95% CI 1.04-3.63, $p=0.036$) and deep (aOR 1.95, 95% CI 1.08-3.51, $p=0.026$) Fazekas score categories.

Conclusion: Assessment of WMH burden using AI-based automated quantitative MRI processing revealed that T2DM is significantly associated with higher total and deep Fazekas scores. This association remained significant after adjusting for age and sex. These findings suggest that AI-based MRI processing is a suitable method for the objective, quantitative, and standardized assessment of brain WMH burden associated with T2DM.

Keywords: Fazekas score, Magnetic resonance imaging, Automated segmentation, Artificial intelligence