Хиймэл оюун ухаанд суурилсан RetCAD программаар чихрийн шижингийн ретинопатийн эрт илрүүлэг хийсэн үр дүн

(АШУҮИС-ийн МЯЭ-ийн жишээ дээр)

Э.Түмэнжаргал[1], Б.Оюунтөгс[2], П.Баясгалан[1]

[1]АШУҮИС, Анагаах Ухааны сургууль, Нүд Судлалын Тэнхим
[2]АШУҮИС, Анагаах Ухааны сургууль, Дотоод Шүүрлийн Тэнхим
Цахим шуудан: Tumenjargal.E@mnums.edu.mn, Утас: 95858259

Түлхүүр үг:

Хиймэл Оюун ухаан
Сохрол
Чихрийн шижин
Нүдний уг
Эрсдэлт хүчин зүйл

Товч утга:

Үндэслэл: Дэлхийн хэмжээнд сохрол, сул хараа үүсгэх тэргүүлэх шалтгаануудын нэгд чихрийн шижингийн ретинопати орж байна. Эрт илрүүлэг хийх нь уг эмгэгийн хүндрэлээс сэргийлэх хамгийн гол менежмент юм. Манай оронд одоогоор нүд судлалын салбарт Чихрийн шижингийн ретинопати (ЧШР) оношилгоонд хиймэл оюун ухааны ашиглан хийсэн судалгааны ажил бүртгэгдээгүй байгаа нь бидний судалгааны ажлын үндэслэл боллоо**. Зорилго:** Хиймэл оюун ухааны RetCAD программмыг ашиглан Монгол хүнд чихрийн шижингийн ретинопатийг судлах. **Арга, аргачлал:** Судалгаанд нийт 18-92 насны 400 үйлчлүүлэгчийг тохиолдлын болон харьцангуй эрүүл бүлгийн харьцаа 1:3 байхаар санамсаргүй түүврийн аргаар сонгон хамруулаа. Бүх үйлчлүүлэгчдэд нүдний эмчийн бүрэн үзлэг хийн чихрийн шижингийн ретинопатийн үе шат, хүндрэлийн зэргийг тодорхойлсон дүгнэлтийг хиймэл оюун ухааны хамгийн сүүлийн үеийн загвар RetCAD программын тоон үнэлгээтэй харьцуулан агшингийн загвараар судаллаа. **Үр дүн:** Судалгаанд хамрагсадын дундаж нас 51.45±9.40 жил, ЧШ-тэй хүмүүсийн 59.5% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн хөнгөн зэрэг, 23% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн дунд зэрэг, 9.5% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн хүнд зэрэг, 8.0% нь эдийн ургалттай ЧШР оноштой байсан. Нүдний эмчийн дүгнэлт ба хиймэл оюун ухааны программын нийцэл хөнгөн зэргийн үед 91.4%, дунд зэргийн үед 95.6%, хүнд зэргийн үед 94.7%, эдийн ургалттай үед 93.7% байв. Нийцлийн буюу Каппа коэффициент ЧШР байхгүй үед 0.73, ЧШР-ийн үед 0.71 байв. Нүдний угийн өнгөт зургийн үнэлгээнд RetCAD хиймэл оюун ухаан программ хангамж нь мэдрэг чанар 92.4%, өвөрмөц чанар 94.7%, AUC 0.93 байв. **Дүгнэлт:** RetCAD хиймэл оюун ухааны программ нь чихрийн шижингийн ретинопатийг богино хугацаанд олон хүнд мэдрэг, өвөрмөц чанар өндөртэй, харьцангуй алдаа багатай эрт илрүүлэг, оношилгоог хийж байна.

Үндэслэл: Чихрийн шижинтэй хүмүүсийн тоо 1980 онд 108 сая байсан бол 2021 онд 537 сая болж өссөн байна. Чихрийн шижингийн тархалт 2030 он гэхэд 643 сая, 2045 он 783 саяд болж өснө гэж чихрийн шижингийн олон улсын холбооноос тооцоолсон байна.[1] Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн Монгол улсын хүн амын 2019 оны эрүүл мэндийн үзүүлэлтээр чихрийн шижин нь дотоод шүүрэл, тэжээлийн бодисын солилцооны өвчлөлийн 42.9% хувийг эзэлж, 10000 хүн амд 114.4 байгаа нь 2018 оноос 28.5%-иар нэмэгдсэн байна.[2] Дэлхийн хэмжээнд 2020 оны байдлаар сохрол, сул хараа үүсгэх тэргүүлэх шалтгаануудын 5 дугаарт чихрийн шижингийн ретинопати бичигдэж байна.[3] Чихрийн шижингийн ретинопати (ЧШР) нь зайлсхийж болох сохролд тооцогддог бөгөөд эрт илрүүлэг хийх нь уг эмгэгийн үед хийгдэх хамгийн гол менежмент юм.[4]

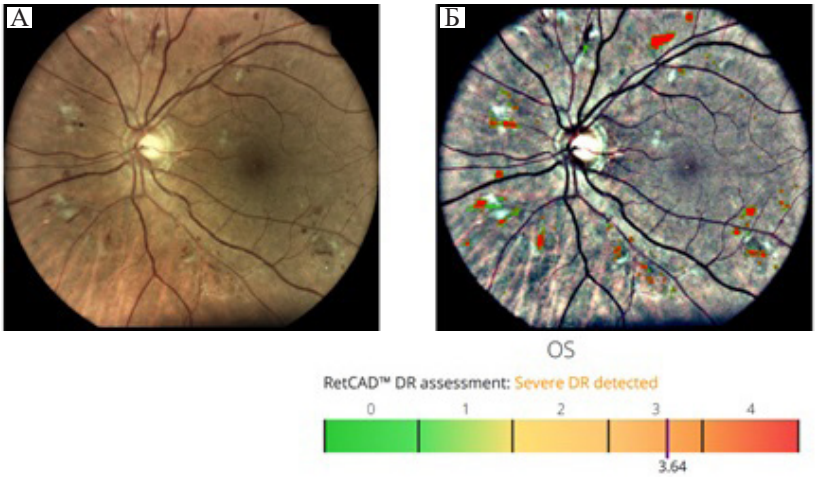
Тогтмол үзлэг, эрт оношилгоо хийснээр хараа алдах эрсдэлийг 57.0%-иар бууруулж, эмчилгээний зардлыг 85%-иар бууруулж чадна гэж тооцоолсон байна.[5]

Сүүлийн үед нүдний угийн өнгөт зургийг ашиглан чихрийн шижингийн ретинопатийн эрт илрүүлэг, зайн оношилгоо хийх нь алслагдсан бүс нутагт оршин сууж байгаа нүдний эмчийн тусламж үйлчилгээ авахад бэрхшээлтэй хүн амд хүрч үйлчлэх, богино хугацаанд олон хүнийг үзлэгт хамруулах боломжтой талаар Уильямс, Вонг, Сун Ж, Кавасаки Р судлаачид онцлон тэмдэглэсэн байна.[5] Хиймэл оюун ухааныг дүрс оношилгооны салбарт хавдрын эрт илрүүлэг, халдварт өвчин судлалын салбарт сүрьеэгийн оношилгоо, Ковид-19 өвчнийг илрүүлэхэд энэхүү дэвшилтэт технологийг ашиглаж эхлээд байна.[6] Дийлэнх оношилгооны систем нь Европ, хойд Америкийн улс орнуудад Кавказжуу төрхтөнд суурилан хийгдсэн мэдээллийн санд үндэслэн зохиогдсон байдаг.[7] Манай оронд одоогоор нүд судлалын салбарт хиймэл оюун ухааны ашиглан хийсэн судалгааны ажил бүртгэгдээгүй байгаа нь бидний судалгааны ажлын үндэслэл боллоо.

Зорилго: Хиймэл оюун ухааны RetCAD программыг ашиглан Монгол хүнд чихрийн шижингийн ретинопатийг судлах.

Арга, аргачлал: Судалгаанд АШУҮИС-ийн МЯЭ-ийн амбулатори, Эрүүл мэндийг дэмжих төвд нүдний үзлэгт хамрагдсан 18-72 насны нийт 400 үйлчлүүлэгчийг хамруулсан чихрийн шижингийн ретинопатитай 100 тохиолдол болон харьцангуй эрүүл хяналтын бүлгийн 300 үйлчлүүлэгчийг агшингийн загвараар харьцуулан судалсан. Судалгаанд хамрагсад нүдний эмчийн бүрэн үзлэг хийн чихрийн шижингийн ретинопатийн үе шат, хүндрэлийн зэргийг тодорхойлж, хиймэл оюун ухааны RetCAD программаар нүдний угийн өнгөт зургуудыг авч судалгааны мэдээллийн санг үүсгэж хадгалсан. Нүдний эмчийн үзэж үнэлсэн үнэлгээ болон хиймэл оюун ухааны үнэлгээнүүд тараагүй тохиолдолд нүдний эмч нүдний угийн өнгөт зургуудыг дахин шалгасан. Судалгааны статистик үр дүнгийн тоон статистик боловсруулалтыг STATA-12 программ ашиглаж боловсруулсан. Судалгааны бүлгүүдэд бүлэглэсэн хувьсгууруудын бүлэг хоорондын ялгааг тооцоолохдоо Пирсоны хи квадрат тест болон Фишерийн тест зэргийг ашигласан. ЧШР-ийн таамагласан утгуудын эерэг ба сөрөг үзүүлэлтүүдийг тооцоолох ба RetCAD программын ЧШР-ийг илрүүлэх оношилгооны гүйцэтгэлийг ROC муруй ашиглан хэмжиж ЧШР-ийн өвөрмөц, мэдрэг чанарыг судаллаа. Ёс зүй: Бид энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэхдээ АШУҮИС Судалгааны Ёс Зүйн Хяналтын Хорооны 2023 оны 11 сарын 24-ний өдрийн хуралдаанаар хэлэлцүүлж судалгааг эхлүүлэх ёс зүйн зөвшөөрөл авсан.

Үр дүн: Судалгаанд хамрагсадын дундаж нас 51.45±9.40 жил байсан. ЧШ-тэй хүмүүсийн 59.5% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн хөнгөн зэрэг, 23% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн дунд зэрэг, 9.5% нь эдийн ургалтгүй ЧШР-ийн хүнд зэрэг, 8.0% нь эдийн ургалттай ЧШР оноштой байсан.



Зураг 1 Чихрийн шижингийн хүнд зэргийн ретинопати

А. Зүүн нүдний угийн өнгөт зураг

Б. Хиймэл оюун ухааны зураг

Хүснэгт 1. Хиймэл оюун ухааны үнэлгээний чадварыг харьцуулан судалсан дүн

Арга	Илрүүлсэн хувь		Нийцлийн коэффициент
	ЧШР сөрөг	ЧШР эерэг	0.73
Хиймэл оюун ухааны программ	94.7%	92.9%	0.71

Нүдний эмчийн дүгнэлт ба хиймэл оюун ухааны программын нийцэл хөнгөн зэргийн үед 91.4%, дунд зэргийн үед 95.6%, хүнд зэргийн үед 94.7%, эдийн ургалттай үед 93.7% байв. Нийцлийн буюу Каппа коэффициент ЧШР байхгүй үед 0.73, ЧШР-ийн үед 0.71 байв. Нүдний угийн өнгөт зургийн үнэлгээнд RetCAD хиймэл оюун ухаан программ хангамж нь мэдрэг чанар 92.4%, өвөрмөц чанар 94.7%, AUC 0.93 байв.

Хэлцэмж: АНУ-ын Хүнс, эмийн чанарын хяналтын газраас (FDA) 2018 онд ЧШР-ийн оношилгоонд ашиглахыг зөвшөөрсөн IDx-DR (Digital Diagnostics) хиймэл оюун ухааны алгоритм нь дунд болон түүнээс дээш зэргийн чихрийн шижингийн ретинопатийг илрүүлэхэд өвөрмөц чанар 87.4% болон мэдрэг чанар 89.5%-тай үр дүн хэвлэгдсэн. EyeArt AI системийг 2020 онд АНУ-ын Үндэсний Эрүүл Мэндийн Хүрээлэнгийн санхүүжилтээр бүтээсэн бөгөөд Их Британийн Үндэсний эрүүл мэндийн алба чихрийн шижингийн ретинопатийг илрүүлэхэд баталгаажуулсан. Энэхүү хиймэл оюун ухааны алгоритм нь дунд болон түүнээс дээш зэргийн чихрийн шижингийн ретинопатийг илрүүлэхэд өвөрмөц чанар 92% болон мэдрэг чанар 94%-тай байсан. Иймд дээрх судалгааны оношилгооны мэдрэг чанар 92% болон өвөрмөц чанар 94% байсан нь бидний судалгааны үр дүнгийн мэдрэг чанар 92.4%, өвөрмөц чанар 94.7% үр дүнтэй дүйж байна.

Франц улсад 2021 онд хийгдсэн 1200 нүдний өнгөт угийн зургууд мэдээллийн багц дээр RetCAD программ хангамжийг ашиглан RetCAD оноог өгөгдлийн багцад өгсөн лавлагаатай харьцуулан үнэлэхэд өвөрмөц чанар 95.0% болон мэдрэг чанар 92.4% бидний судалгааны ажлын үр дүнтэй ойролцоо байна. RetCAD программыг ашиглан 2022 онд 1245 хүнд нүдний угийн зураг аваад үнэлгээ хийхэд хиймэл оюун ухааны гаргасан мэдрэг чанар 83.9%, өвөрмөц чанарын хувьд 93.3% байгаа нь ЧШР-ийн эрт илрүүлэг болон оношилгоонд үр дүнтэй ашиглах боломжтой болохыг харуулж байна.

Дүгнэлт: RetCAD хиймэл оюун ухааны программ нь чихрийн шижингийн ретинопатийг богино хугацаанд олон хүнд мэдрэг, өвөрмөц чанар өндөртэй, харьцангуй алдаа багатай эрт илрүүлэг, оношилгоог хийж байна.

Ном зүй:

1. *Kumar A, Gangwar R, Zargar A, Kumar R, Sharma A. Prevalence of diabetes in India: A review of IDF Diabetes Atlas 10th edition. Current Diabetes Reviews. 2023 Apr 13.*
2. *Bourne R, Steinmetz JD, Flaxman S, Briant PS, Taylor HR, Resnikoff S, Casson RJ, Abdoli A, Abu-Gharbieh E, Afshin A, Ahmadieh H. Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years: an analysis for the Global Burden of Disease Study. The Lancet global health. 2021 Feb 1;9(2):e130-43.*
3. *Чихрийн Шижин Хэвшинж 2-ын Эмнэлзүйн Удирдамж.2021*
4. *Wong TY, Sun J, Kawasaki R, Ruamviboonsuk P, Gupta N, Lansingh VC, Maia M, Mathenge W, Moreker S, Muqit MM, Resnikoff S. Guidelines on diabetic eye care: the international council of ophthalmology recommendations for screening, follow-up, referral, and treatment based on resource settings. Ophthalmology. 2018 Oct 1;125(10):1608-22.*
5. *Williams GA, Scott IU, Haller JA, Maguire AM, Marcus D, McDonald HR. Single-field fundus photography for diabetic retinopathy screening: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology. 2004 May 1;111(5):1055-62.*
6. *Seifert R, Weber M, Kocakavuk E, Rischpler C, Kersting D. Artificial intelligence and machine learning in nuclear medicine: future perspectives. InSeminars in nuclear medicine 2021 Mar 1 (Vol. 51, No. 2, pp. 170-177). WB Saunders.*
7. *Skevas C, Weindler H, Levering M, Engelberts J, van Grinsven M, Katz T. Simultaneous screening and classification of diabetic retinopathy and age-related macular degeneration based on fundus photos—a prospective analysis of the RetCAD system. International Journal of Ophthalmology. 2022;15(12):1985.*
8. *Williams GA, Scott IU, Haller JA, Maguire AM, Marcus D, McDonald HR. Single-field fundus photography for diabetic retinopathy screening: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology. 2004 May 1;111(5):1055-62.*
9. *Bando H. Latest trend for standards of medical care in diabetes. SunText Rev Endocrine Care. 2022;1(1):106.*
10. *Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, Stein C, Basit A, Chan JC, Mbanya JC, Pavkov ME. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. Diabetes research and clinical practice. 2022 Jan 1;183:109119.*
11. *Raman R, Ramasamy K, Rajalakshmi R, Sivaprasad S, Natarajan S. Diabetic retinopathy screening guidelines in India: All India Ophthalmological Society diabetic retinopathy task force and Vitreoretinal Society of India consensus statement. Indian journal of ophthalmology. 2021 Mar;69(3):678.*
12. *Moudgil T, Bains BK, Bandhu S, Kanda N. Preferred practice pattern of physicians regarding diabetic retinopathy in diabetes mellitus patients. Indian Journal of Ophthalmology. 2021 Nov;69(11):3139.*
13. *Ruamviboonsuk P, Tiwari R, Sayres R, Nganthavee V, Hemarat K, Kongprayoon A, Raman R, Levinstein B, Liu Y, Schaekermann M, Lee R. Real-time diabetic retinopathy screening by deep learning in a multisite national screening programme: a prospective interventional cohort study. The Lancet Digital Health. 2022 Apr 1;4(4):e235-44.*
14. *Mujeeb Rahman KK, Nasor M, Imran A. Automatic Screening of Diabetic Retinopathy Using Fundus Images and Machine Learning Algorithms. Diagnostics. 2022 Sep 19;12(9):2262.*
15. *Dong L, He W, Zhang R, Ge Z, Wang YX, Zhou J, Xu J, Shao L, Wang Q, Yan Y, Xie Y. Artificial intelligence for screening of multiple retinal and optic nerve diseases. JAMA Network Open. 2022 May 2;5(5):e229960-.*
16. *Butt MM, Iskandar DA, Abdelhamid SE, Latif G, Alghazo R. Diabetic Retinopathy Detection from Fundus Images of the Eye Using Hybrid Deep Learning Features. Diagnostics. 2022 Jul 1;12(7):1607.*
17. *Abdullah YI, Schuman JS, Shabsigh R, Caplan A, Al-Aswad LA. Ethics of artificial intelligence in medicine and ophthalmology. Asia-Pacific journal of ophthalmology (Philadelphia, Pa.). 2021 May;10(3):289.*
18. *Benet D, Pellicer-Valero OJ. Artificial intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. survey of ophthalmology. 2022 Jan 1;67(1):252-70.*
19. *Honavar SG. Artificial intelligence in ophthalmology - Machines think! Indian J Ophthalmol. 2022 Apr;70(4):1075-1079. doi: 10.4103/ijo.IJO_644_22.*
20. *Boudry C, Al Hajj H, Arnould L, Mouriaux F. Analysis of international publication trends in artificial intelligence in ophthalmology. Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. 2022 May 1:1-0.*

Results of screening for diabetic retinopathy with artificial intelligence-based RetCAD software

Tumenjargal E[1], Oyuntugus B[2], Bayasgalan P[1]

[1]Department of Ophthalmology, The School of Medicine, MNUMS
[2]Department of Endocrinology, The School of Medicine, MNUMS
E-mail: Tumenjargal.E@mnums.edu.mn, Tel: +976-95858259

Background: Diabetic retinopathy is one of top leading causes of blindness and low vision Worldwide. It is considered avoidable blindness, and early detection is the most important management strategy in these conditions. In our country, artificial intelligence has not been used in ophthalmology, especially DR screening.
Aim: To assess the accuracy of an artificial intelligence-based RetCAD software screening in diabetic retinopathy in Mongolian diabetic retinopathy patients.
Materials and Methods: The research was conducted in a cross-sectional model among the patients who attended the outpatient clinic of the Mongolian-Japan hospital of MNUMS. A total of 400 participants, 18-92 age were randomly selected for the study, with a 1:3 ratio of diabetic retinopathy and relatively healthy controls. All participants underwent complete eye examinations. Fundus color images were obtained for all participants using a RetCAD fundus camera. A comparison of the conclusions made by artificial intelligence with the conclusions of the ophthalmologist's examination was studied.
Results: The average age of the participants was 51.45±9.40 years, and the gender ratio was not statistically different between the two groups. Our studies found that 59.5% of people with DR were diagnosed with mild NPDR, 23% with moderate NPDR, 9.5% with severe NPDR, and 8.0% with PDR. The agreement between the ophthalmologist's diagnosis and the AI program was 91.4% for mild, 95.6% for moderate, 94.7% for severe, and 93.7% for PDR. The Kappa Measure of Agreement was for no DR 0.73 and DR 0.71. RetCAD artificial intelligence software had a sensitivity of 92.4%, a specificity of 94.7%, and 0.93 AUC for the evaluation of fundus images. Adjudication was provided by a second expert examiner in case of disagreement between the AI software and the reference examiner.
Conclusion: RetCAD offers better sensitivity and specificity compared to ophthalmologist examination and a lower cost and shorter time, less misdiagnosis for early detection of DR.

Keywords: Artificial intelligence, Blindness, Diabetic Mellitus, Fundus, Risk factors