ГЛАУКОМА ПРОГРЕССИЯСИНИ ПРОГНОЗЛАШ ВА ПЕРСОНАЛЛАШТИРИЛГАН ДАВОЛАШДА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИНГ АҲАМИЯТИ

Худойберганов Азизбек Рўзбаевич
Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлиги
Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ривожлантириш маркази

АННОТАЦИЯ

Сунъий интеллект глаукома прогрессиясини эрта аниқлаш ва келажакдаги функционал йўқотиш хавфини прогнозлашда юқори имкониятларга эга. OCT, OCTA, кўрув нерви диски тасвирлари ва кўрув майдони маълумотларини комплекс таҳлил қилиш беморларни юқори ва паст хавфли гуруҳларга ажратиш имконини беради. Келажакда мультимодал AI моделларидан фойдаланиш глаукомада текширувлар интервалини, мақсадли кўз ички босимини ва даволаш интенсивлигини индивидуал белгилашга хизмат қилиши мумкин. Бу эса касалликни бошқаришда персоналлаштирилган тиббиёт тамойилларини кенг татбиқ этиш учун муҳим асос яратади.

Калит сўзлар: глаукома, прогрессия, сунъий интеллект, Deep Learning, OCT, OCTA, RNFL, кўрув майдони, прогноз, персоналлаштирилган даволаш.

Долзарблиги. Глаукома сурункали прогрессив оптик нейропатия бўлиб, касалликнинг кечиши ва прогрессия тезлиги ҳар бир беморда турлича намоён бўлади. Айрим беморларда структур ва функционал ўзгаришлар йиллар давомида секин кечса, бошқаларда қисқа вақт ичида кўрув нервининг сезиларли шикастланиши ва кўрув майдонининг тез торайиши кузатилиши мумкин. Шунинг учун глаукомада фақат ташхис қўйиш эмас, балки касаллик прогрессиясининг индивидуал хавфини олдиндан баҳолаш ҳам катта клиник аҳамиятга эга.

Мақсад. Глаукома касаллигининг структур ва функционал прогрессиясини прогнозлаш ҳамда персоналлаштирилган даволаш тактикасини танлашда сунъий интеллект технологияларининг имкониятларини таҳлил қилиш.

Материаллар ва усуллар. Глаукома прогрессиясини баҳолашга бағишланган илмий тадқиқотлар таҳлил қилиниб OKT, OKTA, кўрув нерви диски тасвирлари, компьютер периметрияси ҳамда клиник маълумотлардан фойдаланилган Deep Learning ва Machine Learning моделлари ўрганилди. Алгоритмларнинг прогрессияни аниқлаш ва прогнозлаш самарадорлиги AUC, сезгирлик ва спецификлик кўрсаткичлари асосида баҳоланди.

Натижалар ва муҳокама. Сунъий интеллектнинг глаукомада энг истиқболли йўналишларидан бири структур прогрессияни автоматик аниқлаш ҳисобланади. Тўр парда нерв толалари қатлами — RNFL глаукомада прогрессив равишда ингичкалашиб боради. Бироқ ёшга боғлиқ физиологик RNFL камайиши ҳам мавжуд бўлганлиги сабабли ҳар бир ингичкалашиш ҳолатини патологик деб баҳолаш мумкин эмас. Сўнгги тадқиқотларда Deep Learning моделлари физиологик ёшга боғлиқ ўзгаришларни глаукоматоз прогрессиядан ажратиш имкониятини кўрсатмоқда. 2024 йилда ўтказилган тадқиқотда 3253 та кўздан олинган 8785 та OCT маълумотлари таҳлил қилинган. Бир хил 95% спецификлик даражасида сунъий интеллект модели анъанавий чизиқли регрессияга нисбатан кўпроқ прогрессив ҳолатларни аниқлаган [1]. Бу натижа AI технологияларининг глаукома прогрессиясини эрта ва аниқ баҳолашдаги аҳамиятини кўрсатади.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Шунингдек, касалликнинг турли давомийлик муддатларида олинган RNFL маълумотлари асосида ишловчи чуқур ўқитиш моделлари глаукома прогрессиясини аниқлашда AUC 0,93 дан юқори натижаларни намоён қилган. Айрим тадқиқотларда сезгирлик ва спецификлик 85–90% атрофида бўлган [3]. Бу алгоритмлар бир нечта текширув натижаларини автоматик солиштириш орқали структур ўзгаришларни эртароқ аниқлаш имкониятини беради. Глаукомада функционал прогрессия, яъни кўрув майдонининг ёмонлашиши бемор учун энг муҳим клиник оқибатлардан биридир. Компьютер периметриясидаги Mean Deviation, Pattern Standard Deviation ва алоҳида тест нуқталари сезгирлигини вақт давомида таҳлил қилиш касалликнинг ривожланиш тезлигини баҳолаш имконини беради. Бироқ периметрия натижалари беморнинг диққати, чарчоқ ва ўрганиш эффекти каби омилларга боғлиқ бўлиши мумкин.

AI алгоритмлари кўрув майдони маълумотларини OCT ва кўрув нерви диски тасвирлари билан бирлаштириб, кейинчалик юзага келадиган функционал йўқотиш хавфини олдиндан прогнозлаш имконини бермоқда. 3079 та кўз маълумотлари асосида базавий RNFL қалинлиги ва кўрув нерви диски тасвири орқали келажакдаги кўрув майдони прогрессиясини прогнозлашда AUC 0,813 натижа қайд этилган. Иккинчи ва учинчи кўрикда олинган кўрув нерви диски тасвири қўшилганда AUC 0,86–0,89 гача ошган. Тез прогрессия қилувчи беморларда эса ушбу кўрсаткич 0,91 гача етган. Бошқа бир тадқиқотда Deep Learning модели функционал прогрессияни AUC 0,86 билан, тез прогрессия ҳолатларида эса AUC 0,92 дан юқори кўрсаткич билан прогнозлаган [2]. Бу натижалар сунъий интеллектнинг беморда ҳали яққол функционал ёмонлашиш кузатилмасдан олдин юқори хавфни аниқлаш имкониятини кўрсатади.

Макуляр OCT маълумотларини Vision Transformer алгоритмлари билан таҳлил қилиш ҳам истиқболли натижалар бермоқда. 2024 йилдаги тадқиқотда миллионлаб B-scan тасвирларида олдиндан ўқитилган модел мавжуд глаукоматоз прогрессияни AUC 0,90, тез прогрессияни 0,92, келажакдаги функционал прогрессияни эса 0,85 даражада прогнозлаган [4]. OKTA маълумотларининг қўлланилиши ҳам сунъий интеллект имкониятларини янада кенгайтирмоқда. Глаукомада перипапилляр ва макуляр соҳаларда қон томир зичлигининг камайиши кузатилади. Узоқ муддатли OCTA тасвирларини Deep Learning алгоритмлари билан таҳлил қилиш орқали микроциркулятор ўзгаришларни прогрессия маркери сифатида баҳолаш мумкинлиги кўрсатилган. Сунъий интеллектнинг асосий устунлиги — мультимодал маълумотларни бирлаштириш имкониятидир. Беморнинг ёши, кўз ички босими, марказий шох парда қалинлиги, RNFL ва GCC ҳолати, кўрув майдони динамикаси, кўрув нерви диски тасвирлари ҳамда бошқа клиник хавф омилларини бир вақтнинг ўзида таҳлил қилиш орқали индивидуал прогрессия хавфини ҳисоблаш мумкин. Бу персоналлаштирилган даволаш ёндашувини шакллантиришда катта аҳамият касб этади. Масалан, прогрессия хавфи юқори бўлган беморларда мақсадли кўз ички босими пастроқ белгиланиши, текширувлар оралиғи қисқартирилиши ва даволаш тактикаси эртароқ кучайтирилиши мумкин. Прогрессия хавфи паст бўлган беморларда эса кузатув интерваллларини индивидуал равишда режалаштириш имконияти пайдо бўлади. Ўзбекистон шароитида бундай персоналлаштирилган AI моделларини ишлаб чиқиш учун узоқ муддатли кузатув маълумотларини ўз ичига олувчи миллий глаукома регистрини шакллантириш мақсадга мувофиқ. Бунда ҳар бир беморнинг OCT, периметрия, тонометрия ва даволаш натижалари динамик равишда ягона рақамли тизимда сақланиши кейинчалик маҳаллий прогноз моделларини ишлаб чиқишга асос бўлиши мумкин.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Хулоса. Сунъий интеллект глаукома прогрессиясини эрта аниқлаш ва келажакдаги функционал йўқотиш хавфини прогнозлашда юқори имкониятларга эга. OCT, OCTA, кўрув нерви диски тасвирлари ва кўрув майдони маълумотларини комплекс таҳлил қилиш беморларни юқори ва паст хавфли гуруҳларга ажратиш имконини беради. Келажакда мультимодал AI моделларидан фойдаланиш глаукомада текширувлар интервалини, мақсадли кўз ички босимини ва даволаш интенсивлигини индивидуал белгилашга хизмат қилиши мумкин. Бу эса касалликни бошқаришда персоналлаштирилган тиббиёт тамойилларини кенг татбиқ этиш учун муҳим асос яратади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Coan L. et al. Automatic detection of glaucoma via fundus imaging and artificial intelligence: A review, 2022.
2. Delsoz M. et al. The Use of ChatGPT to Assist in Diagnosing Glaucoma Based on Clinical Case Reports. Ophthalmology and Therapy, 2023, Volume 12, pages 3121–3132.
3. Hagiwara Y. et al. AI-Driven Approaches for Glaucoma Detection — A Comprehensive Review, 2024.
4. Mayro E.L. et al. The impact of artificial intelligence in the diagnosis and management of glaucoma. 2020, Eye, volume 34, pages 1–11.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.