

УДК 616-018

Nazarov O'ktam Usmon o'g'li

Toshkent davlat tibbiyot universiteti talabasi

Toshkent, O'zbekiston

Xujamuratova Dilnoza Hakimovna

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

1-sonli Gistologiya va tibbiy biologiya kafedrası assistenti

Toshkent, O'zbekiston

**TO'QIMA VA A'ZOLARNING STRUKTUR-FUNKSIONAL
TUZILISHINI ORGAN DARAJASIDAN HUYAYRA
DARAJASIGACHA NEYROTARMOQLI REKONSTRUKSIYA
ORQALI IYERARXIK O'RGANISH**

***Аннотация:** So'nggi yillarda raqamli patologiya, 3D tasvirlash va sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi biologik to'qimalarning iyerarxik tuzilishini o'rganish imkoniyatlarini kengaytirdi. Ushbu tadqiqotda organ darajasidan subhujayraviy darajagacha morfologik tuzilmalarni chuqur o'rganish (CNN, U-Net) va 3D rekonstruksiya algoritmlari yordamida integrativ tahlil qilish metodologiyasi ishlab chiqildi. Natijalar gistologik tasvirlarda hujayra konturlarini 92–96 % aniqlikda, 3D rekonstruksiyani esa Dice koeffitsienti 0,89–0,94 oralig'ida baholash imkonini berdi (Ronneberger et al., 2015; Litjens et al., 2017), bu esa patologik o'zgarishlarni erta aniqlash, struktur-funksional bog'liqliklarni baholash va individual prognozlash modellarini yaratishda neyrotarmoqli yondashuvning muhim ilmiy-amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.*

***Ключевые слова:** 3D iyerarxik modellashtirish, neyrotarmoq, gistologiya, to'qima, hujayra.*

Nazarov O'ktam Usmon o'g'li

Student Tashkent State Medical University

Tashkent, Uzbekistan

Khujamuratova Dilnoza Xakimovna

*Assistant of the № 1-Department of Histology and
Medical Biology of Tashkent State Medical University*

Tashkent, Uzbekistan

**HIERARCHICAL LEARNING OF THE STRUCTURE–
FUNCTION ORGANIZATION OF TISSUES AND ORGANS
FROM THE ORGAN LEVEL DOWN TO THE CELLULAR
LEVEL THROUGH NEURAL NETWORK-BASED
RECONSTRUCTION**

Annotation: *In recent years, the rapid advancement of digital pathology, three-dimensional imaging, and artificial intelligence technologies has significantly expanded the possibilities for studying the hierarchical organization of biological tissues. The present study developed a methodology for integrative analysis of morphological structures from the organ level down to the subcellular level using deep learning approaches (convolutional neural networks, U-Net architecture) and 3D reconstruction algorithms. The results demonstrated the ability to delineate cell contours in histological images with an accuracy of 92–96% and to achieve 3D reconstruction performance in the range of Dice coefficient 0.89–0.94 (Ronneberger et al., 2015; Litjens et al., 2017). These findings confirm the substantial scientific and practical value of neural network-based approaches in early detection of pathological changes, evaluation of structure–function relationships, and development of individualized prognostic models.*

Key words: *3D hierarchical modeling, Neural network, Histology, Tissue, Cell.*

Dolzarbligi. Biologik tizimlarning molekulyar-hujayra-to'qima-organ darajalaridagi iyerarxik tashkiloti zamonaviy morfologiya va patofiziologiyaning muhim yo'nalishlaridan biridir. Klassik gistologik usullar 2D tasvirlar bilan cheklangan bo'lsa, chuqur o'rganish algoritmlari 3D mikroarxitekturani yuqori aniqlikda tahlil qilish imkonini berdi: 2015–2023 yillarda tibbiy tasvirlarda diagnostik aniqlik ko'pincha 90 % dan oshdi, ayrim onkologik holatlarda patologlar darajasiga yetdi yoki undan yuqori natijalar ko'rsatdi (Esteve et al., 2017; Litjens et al., 2017; Campanella et al., 2019). Surunkali noinfeksion kasalliklar global o'limning 70 % dan ortig'iga sabab bo'lib, ularning asosida to'qima va hujayra darajasidagi o'zgarishlar yotganligi sababli, neyrotarmoqli multi-scale rekonstruksiya asosidagi integrativ tahlil fundamental bilimlar va klinik amaliyot – diagnostika, prognozlash va personalizatsiyalashgan tibbiyot uchun dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning maqsadi. Tadqiqotning maqsadi organ darajasidan subhujayraviiy darajagacha biologik tuzilmalarni neyrotarmoqli rekonstruksiya orqali iyerarxik modellashtirish va ularning struktur-funksional bog'liqligini aniqlashdan iborat. Bunga erishish uchun tasvirlarni raqamlashtirish va normalizatsiya qilish, U-Net modelini optimallashtirish, 3D rekonstruksiya algoritmlarini ishlab chiqish, morfometrik parametrlarni avtomatik hisoblash hamda struktur va funksional ko'rsatkichlar o'rtasidagi korrelyatsion tahlilni amalga oshirish vazifalari belgilandi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotda 120 ta gistologik preparat (H&E bo'yalgan, 40×–400× skanerlangan) va 60 ta yuqori aniqlikdagi MRT/KT tasviri tahlil qilindi. Tasvirlar Gaussian filtrlash, kontrast normallashtirish va rang dekonvolyutsiyasi orqali oldindan ishlov berildi. U-Net arxitekturasi (Ronneberger et al., 2015) asosida segmentatsiya modeli 80/20 taqsimotda o'qitilib, Dice, IoU, precision va recall bilan baholandi.

Ketma-ket kesimlardan marching cubes va volumetrik interpolatsiya yordamida 3D rekonstruksiya amalga oshirildi. Morfometrik parametrlar parametrik va noparametrik testlar bilan tahlil qilindi ($p < 0,05$).

Tadqiqot natijalari.

Neyrotarmoqli segmentatsiya natijalari bo'yicha hujayra konturlarini aniqlash aniqligi $94,2 \pm 1,8$ %, Dice koeffitsienti $0,91 \pm 0,03$, IoU esa $0,87 \pm 0,04$ ni tashkil etdi. Uch o'lchamli rekonstruksiya yordamida to'qima mikroarxitekturasining fazoviy parametrlari baholanib, hujayra zichligi va kapillyar tarmoq zichligi o'rtasida kuchli musbat korrelyatsiya aniqlandi ($r = 0,78$; $p < 0,01$). Onkologik o'zgarishlar mavjud namunalarida yadro maydonining o'rtacha qiymati 28–35 % ga oshgani qayd etildi ($p < 0,01$), bu klassik morfologik mezonlar bilan mos keladi (Litjens et al., 2017). Taklif etilgan modelning umumiy diagnostik aniqligi 93 % ni tashkil etib, qo'lda segmentatsiya usuliga nisbatan 15–20 % tezroq bajarilishi va yuqori takrorlanuvchanlik ko'rsatkichlariga ega ekanligi aniqlandi.

Xulosa.

Neyrotarmoqli rekonstruksiya organ, to'qima va hujayra darajasidagi struktur elementlarni yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi; U-Net asosidagi segmentatsiya modeli gistologik tasvirlarda Dice koeffitsientini 0,9 dan yuqori darajada ta'minlaydi. Uch o'lchamli iyerarxik modellashtirish biologik tizimlarning fazoviy tashkilotini chuqurroq tushunishga yordam beradi, aniqlangan struktur-funksional korrelyatsiyalar esa patologik jarayonlarni erta bosqichda aniqlash uchun istiqbolli biomarker sifatida xizmat qilishi mumkin. Ushbu yondashuv personalizatsiyalashgan tibbiyot, raqamli patologiya va regenerativ tibbiyot sohalarda keng qo'llanilish potentsialiga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. MICCAI, 2015.
3. Litjens G. et al. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, 2017.
4. Esteva A. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature, 2017.
5. Campanella G. et al. Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning. Nature Medicine, 2019.
6. Ismatullayevna, M. S. (2025). RAQAMLI MIKROSKOPIYA TEXNOLOGIYALARI. UNING AFZALLIGI VA KAMCHILIKLARI. AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING, 3(2), 1038-1043.