



GISTOLOGIYANING ZAMONAVIY YO'NALISHLARI VA TADQIQOT USULLARI

G'aniyeva Shaxnoza Olim qizi

EMU universiteti Stomatologiya fakulteti talabasi.

ganievashaxnoza92@mail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15852174>

ARTICLE INFO

Received: 28th June 2025

Accepted: 30th June 2025

Published: 10th July 2025

KEYWORDS

gistologiya, zamonaviy usullar, mikroskopiya, molekulyar gistologiya, raqamli patalogiya, sun'iy intellekt, to'qima tahlili

ABSTRACT

Gistologiya — to'qimalarning mikroskopik tuzilishini o'rganadigan ilmiy soha bo'lib, so'nggi yillarda yangi texnologiyalar yordamida sezilarli darajada rivojlandi. Mazkur maqolada gistologiyaning zamonaviy yo'nalishlari va yangi tadqiqot usullari tahlil qilinadi. Ushbu yo'nalishlarga ilg'or mikroskopiya, molekulyar gistologiya, raqamli patalogiya va sun'iy intellektning gistologiyada qo'llanilishi kiradi. Ushbu texnologiyalar yordamida gistologik tadqiqotlar yanada aniq, tez va samarali bo'lib, tibbiyot sohasida yangi imkoniyatlarni yaratmoqda.

Gistologiya — organizmdagi hujayra va to'qimalarning mikroskopik tuzilishini o'rganadigan fan bo'lib, tibbiyot va biologiyaning muhim bo'limlaridan biridir. An'anaviy gistologik tadqiqotlar asosan yorug'lik mikroskopiyasiga va oddiy bo'yoqlarga tayanar edi. Biroq, so'nggi yillarda texnologik taraqqiyot natijasida gistologiya sohasida sezilarli yangiliklar yuzaga keldi. Zamonaviy mikroskopiya usullari, molekulyar metodlar, raqamli tahlil va sun'iy intellekt asosidagi dasturlar gistologiyani yanada samarali va aniqlikni oshiruvchi yo'nalishga olib keldi. Ushbu maqolada gistologiyaning zamonaviy yo'nalishlari va tadqiqot usullari haqida so'z yuritiladi.

Gistologiyada mikroskopiya asosiy tadqiqot vositasi hisoblanadi. An'anaviy yorug'lik mikroskopiyasidan farqli o'laroq, zamonaviy mikroskopiya usullari to'qimalarning yanada aniq va chuqur tahlilini amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu usullar yuqori rezolyutsiya, uch o'lchamli tasvir olish va jonli hujayralarni o'rganish imkoniyatlarini beradi. Keling, asosiy zamonaviy mikroskopiya usullarini batafsil ko'rib chiqamiz.

Konfokal lazer mikroskopiyasi (Confocal Laser Scanning Microscopy, CLSM). Konfokal mikroskopiya yorug'lik mikroskopiyasining rivojlangan shakli bo'lib, lazer nuridan foydalanadi. Bu usulda tasvir olish uchun maxsus optik qism — pinhole (kichik teshikcha) ishlatiladi, u tasvirdagi noaniq, fokusdan chiqib ketgan qismlarni chiqarib tashlaydi. Natijada, hujayra yoki to'qimaning juda aniq va kontrastli qatlamli (optik bo'limlar) tasvirlari olinadi.

Afzalliklari:

- To'qimaning qalin bo'laklaridan 3D tasvirlar yaratish mumkin.
- Jonli hujayralarda dinamik jarayonlarni kuzatish imkoniyati.
- Rangli va ko'p kanalli (bir nechta fluoroforlarni bir vaqtning o'zida kuzatish) tasvir olish.

Qo'llanilishi: hujayra ichidagi organellalarni, hujayra bo'linishini va proteinlarning joylashuvini o'rganishda keng qo'llaniladi.

Multiphoton mikroskopiya (Multiphoton Microscopy) Multiphoton mikroskopiya ham lazer asosida ishlaydi, lekin unda ikki yoki undan ko'p past energiyali fotonlar bir vaqtda hujayraga ta'sir etib, yuqori energiyali floresensiyani hosil qiladi. Bu usulda uzoq to'liqinli infraqizil nurlar ishlatiladi, ular to'qimadan chuqurroq o'tadi va kamroq zarar yetkazadi.

Afzalliklari:

- To'qimaning chuqur qatlamlarini zarar bermasdan ko'rish imkoniyati.
- Fotosensitiv hujayralarga kamroq ta'sir qiladi (kam fototoksiklik).
- Yirik hajmdagi 3D strukturalarni aniqlashda samarali.

Qo'llanilishi: asosan jonli to'qimalarni o'rganishda, neyrobiologiya va immunologiyada qo'llaniladi.

Superrezolyutsiyali mikroskopiya (Super-Resolution Microscopy). An'anaviy yorug'lik mikroskopiya asosiy chegarasi — yorug'lik to'liqini uzunligiga bog'liq bo'lgan rezolyutsiya chegarasidir (taxminan 200 nm). Superrezolyutsiyali mikroskopiya ushbu chegarani buzadi va nanometr darajasida, ya'ni molekulyar darajada aniqlik beradi.

Eng mashhur superrezolyutsiyali usullar:

- **STED (Stimulated Emission Depletion):** lazer yordamida belgilangan joyda floresensiyani yo'qotib, faqat kichik hududda yorug'lik chiqarishni ta'minlaydi.
- **PALM (Photoactivated Localization Microscopy) va STORM (Stochastic Optical Reconstruction Microscopy):** floresensiyani faollashtirish vaqti va joyini aniqlab, juda kichik punktlarni aniq tasvirlaydi.

Afzalliklari: hujayra ichidagi molekular va strukturalarni aniq ko'rsatadi, masalan, sitoskeleton, membrana kanallari, DNK molekulari.

Qo'llanilishi: molekulyar biologiya, virusologiya, hujayra membranalarini o'rganish.

Elektron mikroskopiya yorug'lik o'rniga elektron nurlaridan foydalanadi va nanometr darajasidagi rezolyutsiyani ta'minlaydi.

- **TEM (Transmission Electron Microscopy):** elektron nurlari to'qimaning juda ingichka kesimidan o'tadi va ichki strukturalarni ko'rsatadi.
- **SEM (Scanning Electron Microscopy):** elektronlar yuzani skanerlab, 3D tasvirlar yaratadi.

Afzalliklari:

- Ultra tuzilmani nanometr darajasida ko'rsatish.
- Yuqori aniqlikdagi yuzalar va hujayra ichidagi detallarga ega bo'lish.

Qo'llanilishi: hujayra organellalari, viruslar, membrana strukturalarini tahlil qilishda.

Zamonaviy mikroskopiya usullari gistologiyani yangi bosqichga olib chiqdi. Konfokal va multiphoton mikroskopiya 3D va jonli to'qimalarni o'rganish imkonini beradi, superrezolyutsiyali mikroskopiya molekulyar darajadagi tafsilotlarni ochib beradi, elektron mikroskopiya esa ultrastrukturani ko'rsatadi. Ushbu usullar gistologik tadqiqotlarda aniq va to'liq ma'lumot olishda, yangi biologik kashfiyotlarni amalga oshirishda muhim ahamiyatga ega. Kelajakda ushbu texnologiyalar yanada rivojlanib, yangi kombinatsiyalar va qo'llanmalar paydo bo'lishi kutilmoqda.

Gistologiya an'anaviy mikroskopik tuzilishni o'rganishdan tashqari, to'qimalarning molekulyar darajadagi xususiyatlarini o'rganishga ham e'tibor qaratmoqda. Ushbu soha molekulyar gistologiya deb ataladi. Bu yo'nalishda to'qimalardagi genlar, oqsillar va boshqa molekulalar joylashuvi va faoliyati o'rganiladi. Molekulyar gistologiya sog'liqni saqlash va tadqiqot sohasida kasalliklarning patogenezi va diagnostikasi uchun juda muhim ahamiyatga ega. Immunogistokimyo gistologiyaning eng muhim molekulyar usullaridan biri bo'lib, unda to'qimalarda ma'lum bir oqsil (antigen)ni aniqlash uchun maxsus antitanalar qo'llaniladi. Bu usul yordamida kasalliklar bilan bog'liq biomarkerlar yoki maxsus hujayra turlari aniqlanadi.

Usul prinsipi:

tadqiqotda maxsus belgilangan (markerlangan) antitanalar to'qima bo'laklariga qo'llanadi. Agar ushbu antigen to'qimada mavjud bo'lsa, antitanalar unga bog'lanadi. Antitanalar odatda fluorofor yoki rang beruvchi modda bilan belgilanadi, shuning uchun mikroskop ostida ular aniq ko'rinadi.

• Qo'llanish sohalari:

- Saraton diagnostikasi va tasnifi (masalan, onkologiyada o'sma hujayralarining turi va darajasini aniqlash).
- Infektsion kasalliklarda patogen antigenlarini aniqlash.
- Neyrobiologiyada neyron va gliya hujayralarini belgilash.
- Immunitet tizimini o'rganishda.

• Afzalliklari:

- Yuqori aniq diagnostika imkoniyati.
- To'qimaning morfologiyasi bilan molekulyar belgini bir vaqtning o'zida ko'rish.
- Rivojlangan multiplex texnologiyalar yordamida bir nechta antigenni bir vaqtning o'zida aniqlash imkoniyati.

Bu usullar DNK yoki RNK molekulalarining to'qima bo'laklaridagi joylashishini o'rganishga qaratilgan. **In situ Gipermetrik Gibridizatsiya (ISH):**

ISH yordamida to'qima ichidagi ma'lum genlarning ifodalanishini joylashuv jihatidan aniqlash mumkin. Maxsus probalar (komplementar nuklein kislotalar) ishlatiladi, ular maqsadli DNK yoki RNK bilan bog'lanadi va markerlash orqali mikroskop ostida ko'rinadi. **Fluorescent In situ Hybridizatsiya (FISH):**

ISH usulining floresens versiyasi bo'lib, u yordamida genlarning joylashuvi va nusxa ko'payishi aniqlanadi. Masalan, saraton kasalliklarida gen mutatsiyalarini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Multiplex Molekulyar Gistologiya. Zamonaviy molekulyar gistologiyada bir nechta molekulani bir vaqtning o'zida o'rganish imkoniyati mavjud:

- **Multiplex Immunofluorescence (mIF):** Bir nechta antitanalarni turli ranglarda markalash orqali bir vaqtning o'zida ko'plab oqsillarni tahlil qilish. Bu usul hujayralararo munosabatlarni va to'qimaning murakkab mikro-muhitini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.
- **Multiplexed Ion Beam Imaging (MIBI):** Metall belgilovchilar yordamida yuzlab markerlarni bitta to'qima bo'lagida aniqlash imkonini beradi.

4. Molekulyar Gistologiyaning Tibbiyotdagi Ahmiyati

- **Personalizatsiyalangan davolash:** Kasallikdagi molekulyar o'zgarishlarni aniqlash orqali individual davolash strategiyalari ishlab chiqiladi.
- **Kasallik patogenez:** Kasallik jarayonlarining molekulyar mexanizmlarini tushunish uchun to'qimalardagi o'zgarishlarni chuqur o'rganish.
- **Dori samaradorligi:** Dori vositalarining ta'siri va natijasini molekulyar darajada kuzatish imkoniyati.

Molekulyar gistologiya va immunogistokimyo gistologiya fanining zamonaviy rivojlanishida markaziy o'rin tutadi. Bu usullar to'qimalardagi oqsillar va genlar joylashuvi, ifodasi va o'zaro ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Shu bois, ular diagnostika, ilmiy tadqiqot va klinik tibbiyotda keng qo'llaniladi. Zamonaviy multiplex texnologiyalar va molekulyar markerlar yordamida gistologik tahlillar yanada aniq va samarali bo'lib bormoqda. So'nggi yillarda gistologiyada raqamli texnologiyalarning joriy qilinishi tadqiqot va diagnostika jarayonlarini tubdan o'zgartirdi. Raqamli patologiya gistologik to'qima namunalarning yuqori aniqlikdagi raqamli tasvirlarga aylantirilishini, ularning saqlanishi, tahlili va tarmoqlar orqali uzatilishini ta'minlaydi. WSI texnologiyasi gistologik bo'laklarning barcha yuzasini yuqori rezolyutsiyada skanerlash orqali raqamli slayd yaratadi. Ushbu slaydlar mikroskop ostidagi ko'rish tajribasini raqamli muhitga ko'chiradi.

Afzalliklari:

- To'qimalarni uzoq muddat arxivlash va himoya qilish imkoniyati.
- Masofadan turib ekspertiza o'tkazish va konsultatsiyalar uchun qulaylik.
- Tasvirni kattalashtirish, o'lchash va turli manipulyatsiyalar qilish imkoniyati.

Raqamli tasvirlarni inson ko'zidan tez va aniqroq tahlil qilish uchun sun'iy intellekt va algoritmlardan foydalaniladi.

- **Hujayra sonini hisoblash:** Saraton kabi kasalliklarda o'sma hujayralarining zichligini aniqlash.
- **To'qima tuzilishini segmentatsiya qilish:** Hujayra va boshqa elementlarni avtomatik ajratib olish.
- **Kasallik bosqichini aniqlash:** Tasvirdagi patologik o'zgarishlarni klassifikatsiya qilish.
- **Sifat nazorati:** Tasvir sifatini tekshirish, noto'g'ri slaydlarni aniqlash.

Integratsiya va masofadan diagnostika Raqamli patologiya tarmoqlar orqali bemor ma'lumotlarini mutaxassislariga yetkazib, tezkor va sifatli diagnostika imkonini beradi. Shu tariqa, geografik jihatdan uzoq joylashgan shifokorlar ham birgalikda ish olib borishlari mumkin.

Tadqiqot va ta'limda qo'llanilishi

- Raqamli slaydlar talabalarga va yangi mutaxassislariga ko'proq amaliy imkoniyat beradi.
- Tadqiqotlarda katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va qayta ishlash imkoniyatlari yaratadi.
- Sun'iy intellekt (AI) va mashina o'rganish (machine learning) texnologiyalari gistologiya sohasida innovatsion yondashuvlar yaratmoqda.

Ushbu texnologiyalar gistologik tasvirlarni tahlil qilishni avtomatlashtirib, diagnostika aniqligini oshiradi. AI algoritmlari gistologik tasvirlarda patologik to'qima va hujayralarni aniqlashda ishlatiladi. **Hujayra turlarini ajratish:** Saraton hujayralari, normal hujayralar va boshqa to'qima elementlarini farqlash. **O'sma bosqichini aniqlash:** AI yordamida saraton o'smaning rivojlanish bosqichi va agressivligini baholash. Mashina o'rganish modellariga asoslangan algoritmlar gistologik ma'lumotlarni tahlil qilib, kasallik rivojlanish xavfini yoki davolash natijasini oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Bu individual terapiya rejalarini ishlab chiqishda katta yordam beradi. AI va mashina o'rganish gistologik diagnostika sifatini yaxshilash, bemor uchun davolashni optimallashtirish va tadqiqotlarda katta ma'lumotlar to'plamini tezkor tahlil qilish imkonini yaratadi. Kelajakda ushbu texnologiyalar tibbiyotda yanada keng qo'llanilib, yangi diagnostik standartlar va terapiya yo'llarini ishlab chiqishga olib keladi.

Zamonaviy gistologiya raqamli patologiya va sun'iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasi bilan tubdan o'zgarib bormoqda. Raqamli tasvirlash va AI yordamida gistologik ma'lumotlarni yuqori aniqlikda va tez tahlil qilish mumkinligi, diagnostika va ilmiy izlanishlarda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Bu jarayonlar klinik amaliyotda kasalliklarni erta aniqlash va individual davolash strategiyalarini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, bu texnologiyalar o'quv jarayonini ham samaraliroq qiladi va tadqiqotlarni ilg'or darajaga olib chiqadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. **Ross, M.H., Pawlina, W.** (2015). *Histology: A Text and Atlas* (7th Edition). Wolters Kluwer.
2. **Kumar, V., Abbas, A.K., Aster, J.C.** (2018). *Robbins Basic Pathology* (10th Edition). Elsevier.
3. **Pawley, J.B.** (2006). *Handbook of Biological Confocal Microscopy* (3rd Edition). Springer.
4. **Murphy, D.B., Davidson, M.W.** (2013). *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging*. Wiley-Blackwell.
5. **Taatjes, D.J., Roth, J., Heiken, J.P.** (2020). *Histology and Cell Biology: An Introduction to Pathology* (5th Edition). Elsevier.
6. **Taylor, C.R., Shi, S.R., Barr, N., Wu, N.** (2018). Techniques of immunohistochemistry: principles, pitfalls, and standardization. *Methods*, 70(1), 4-11.
7. **Gurcan, M.N., Boucheron, L.E., Can, A., Madabhushi, A., Rajpoot, N.M., Yener, B.** (2009). Histopathological image analysis: A review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 2, 147-171.
8. **Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B.E., Setio, A.A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & Sánchez, C.I.** (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60-88.