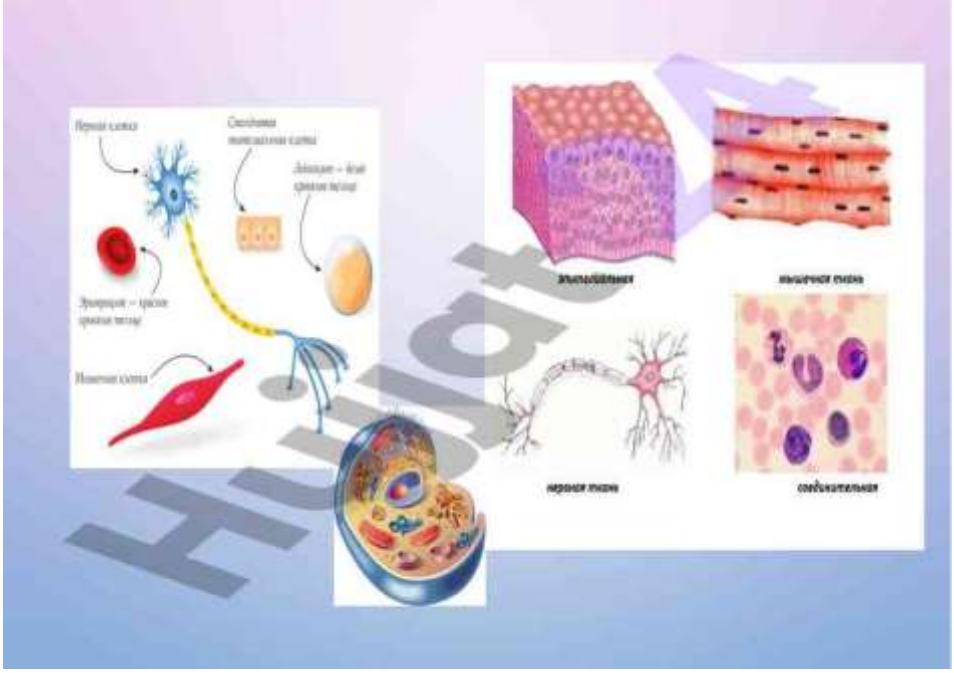
« GISTOLOGIK TEKSHIRISHDA ZAMONAVIY LABORATORIYA USULLARINING QO‘LLANILISHI »

Aygalieva Zuxra

Orolbo‘yi tibbiyot va transport texnikumi Tibbiyot fanlari kafedrasining" Gistologiya, citologiya, embriologiya "fani o‘qituvchisi aygalievazuxra@gmail.com + 998995250501

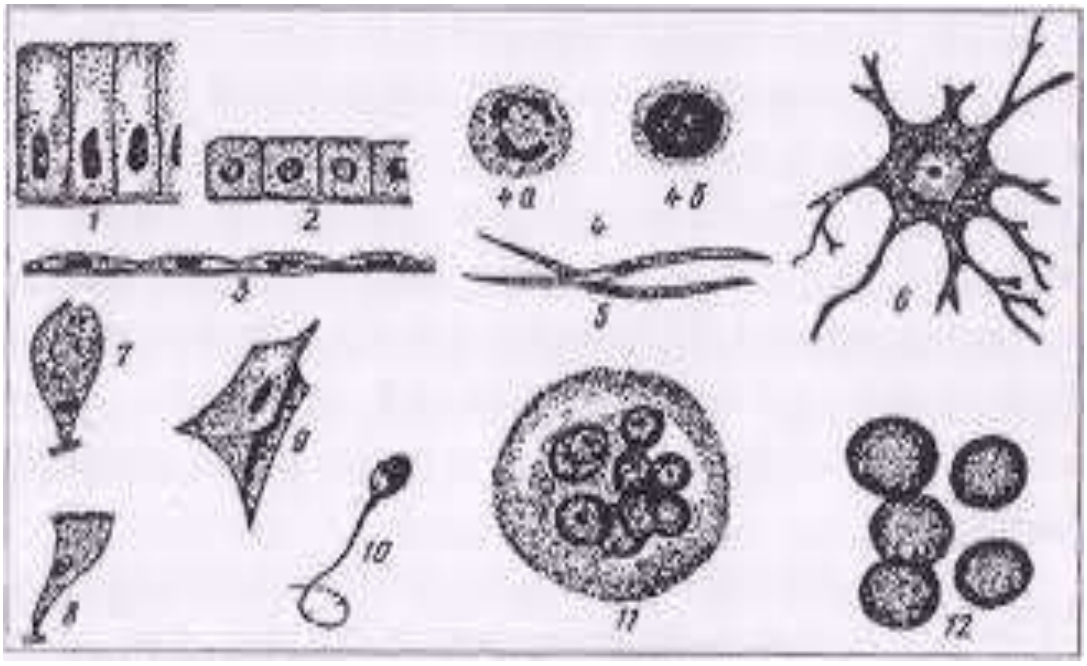
Anatatsiya: *Ushbu maqola gistologik tekshirishning asosiy bosqichlari — to‘qimalarni tayyorlash, fiksatsiya, enbedding, mikrotomiyada kesish, bo‘yash kabi klassik usullardan tortib, immunogistokimyo (IHC), in situ gibridizatsiya (ISH), multpleks bo‘yash, konfokal va superrezolyutsion mikroskopiya, virtual gistologiya va sun’iy intellektga asoslangan raqamli tasvir tahlili kabi ilg‘or texnologiyalarni qamrab oladi. Maqolada ushbu usullarning nazariy asoslari, amaliy protokollari, afzalliklari va klinik diagnostikadagi o‘rni batafsil yoritiladi.*

Kalit so‘zlar: *Gistologik texnika, to‘qimalarni tayyorlash, fiksatsiya, paraffin enbedding, mikrotomiya, gistokimyo, immunohistokimyo (IHC), in situ gibridizatsiya (ISH), multipleks bo‘yash, konfokal mikroskopiya, superrezolyutsion mikroskopiya, elektron mikroskopiya, raqamli gistologiya, virtual bo‘yash, sun’iy intellekt (SI).*



KIRISH

Gistologiya — to‘qimalarning mikroskopik tuzilishini o‘rganuvchi fan bo‘lib, uning rivojlanishi bevosita laboratoriya texnikalarining takomillashuvi bilan bog‘liq. Dastlabki oddiy bo‘yash usullaridan tortib, hozirgi kunda molekulyar va raqamli texnologiyalargacha bo‘lgan yo‘l bosib o‘tilgan. Zamonaviy gistologik laboratoriyalar nafaqat to‘qimalarning morfologiyasini, balki ularning molekulyar profili, funksional holati va genetik xususiyatlarini ham o‘rganish imkonini beradi.



Ushbu maqolaning maqsadi

— gistologik tekshirishda qo‘llaniladigan laboratoriya usullarining to‘liq spektrini, ularning nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilishini yoritish.

1. To‘qimalarni tayyorlashning asosiy bosqichlari

Har qanday gistologik tekshiruv to‘qima namunasini to‘g‘ri tayyorlashdan boshlanadi. Bu jarayon bir necha muhim bosqichlardan iborat:

1. Fiksatsiya: To‘qima hujayralarining biologik materialini saqlash va ularning chirishini oldini olish uchun qo‘llaniladi. Eng keng tarqalgan usul — 10% neytral formalin bilan fiksatsiya (formalinning ta'siri bilan oqsillarning ko‘prik hosil qilishi). Boshqa fiksatorlar qatoriga alkogol, aseton va boshqa maxsus birikmalar kiradi.

2. Enbedding (Qoplama): Fiksatsiyadan so‘ng to‘qima namunalari parafin yoki maxsus smolalarga quyiladi. Bu ularni keyingi kesish uchun qattiq holatga keltiradi. Formalinda fiksatsiyalangan, paraffinga quyilgan (FFPE) namunalar gistologiyada eng keng tarqalgan usul hisoblanadi.

3. Kesish (Mikrotomiya): Qoplangan to‘qimalar mikrotom yordamida ingichka (odatda 2-10 mikrometr) qilib kesiladi va maxsus shisha slaydlarga joylashtiriladi.

Ushbu bosqichlarning har biri to‘g‘ri bajarilishi kerak, chunki aks holda to‘qima tuzilishi shikastlanishi va natijalar noto‘g‘ri bo‘lishi mumkin.

2. Bo‘yash usullari

Bo‘yash — to‘qimalarning turli tuzilmalarini farqlash va ularni mikroskopda ko‘rish imkonini beradigan asosiy usuldir.

· Rutin bo‘yash: Hematoksilen va Eozin (H&E) bo‘yashi — gistologiyada eng keng tarqalgan usul. Hematoksilen hujayra yadrolarini ko‘k-binafsha rangga, eozin esa sitoplazma va hujayradan tashqari matritsani pushti rangga bo‘yaydi. Bu usul to‘qimalarning umumiy tuzilishini va hujayra morfologiyasini baholash uchun muhimdir.

· Maxsus (histokimyoviy) bo‘yashlar: Ayrim tuzilmalarni aniqroq ko‘rsatish uchun qo‘llaniladi (masalan, kollagen tolalar uchun Masson trixrom bo‘yashi, lipidlar uchun Sudan qora bo‘yashi, biriktiruvchi to‘qima uchun retikulin bo‘yashi, shilliq moddalar uchun PAS bo‘yashi). Bu usullar ma'lum bir kasalliklarning tashxisida (masalan, fibroz, yog‘li degeneratsiya) muhim ahamiyatga ega.

3. Immunohistokimyo (IHC) va immunofluoressensiya

IHC — bu to‘qimalarda ma'lum oqsillarni (antigenlarni) aniqlash uchun antikorlardan foydalanadigan kuchli usul. Antikorlar o‘ziga xos antigenga bog‘lanadi va keyinchalik kimyoviy reaksiya yoki fluoressensiya orqali vizualizatsiya qilinadi.

· Qo‘llanilishi: IHC ayniqsa onkologiyada o‘smalarni tasniflash, ularning kelib chiqishini aniqlash, prognostik va prediktiv markerlarni (masalan, HER2/neu, estrogen retseptorlari) baholashda keng qo‘llaniladi.

· Multipleks IHC (mIHC): Bir vaqtning o‘zida bir nechta antigenlarni aniqlash imkonini beruvchi ilg‘or usul. Bu usul ayniqsa, saraton mikromuhitini, immun hujayralarining turlarini va ularning fazoviy joylashuvini o‘rganishda muhimdir.

Immunofluoressensiya (IF) esa antigenlarni flüoressent moddalar bilan bog‘langan antikorlar yordamida aniqlaydi. Bu usul hujayradagi bir nechta oqsillarni bir vaqtning o‘zida lokalizatsiya qilish va ularning o‘zaro ta'sirini o‘rganish imkonini beradi.

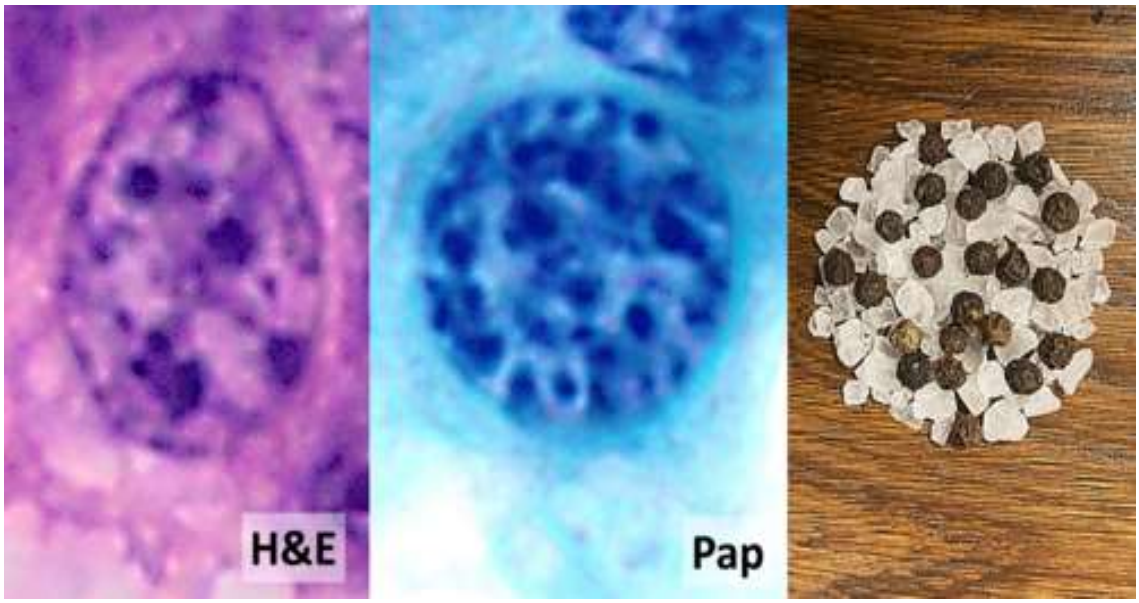
4. In situ gibridizatsiya (ISH) va uning turlari

ISH — bu to‘qimalarda ma'lum nuklein kislotalar (DNK yoki RNK) ketma-ketliklarini aniqlash usuli. Bunda maxsus zondlar (radioaktiv yoki kimyoviy etiketlangan) qo‘llaniladi. Bu usul viruslarni (masalan, HPV, EBV) aniqlash, gen ekspressiyasini o‘rganish va hujayralarning genetik profilini baholashda qo‘llaniladi.

· FISH (Fluorescent ISH): Flüoressent etiketli zondlardan foydalanadi.

· CISH (Chromogenic ISH): Xromogen (rangli) etiketli zondlardan foydalanadi va an'anaviy optik mikroskop bilan ko‘rish mumkin.

ISH va IHC usullarini birlashtirish (masalan, IHC-ISH) to‘qima kontekstida oqsil va gen ekspressiyasini bir vaqtning o‘zida tahlil qilish imkonini beradi.



5. Mikroskopiya turlari

To‘g‘ri tayyorlangan va bo‘yalgan preparatlarni kuzatish uchun turli mikroskopiya usullari qo‘llaniladi:

1. Yorug‘lik (optik) mikroskopiyasi: Asosiy va eng keng tarqalgan usul. H&E va maxsus bo‘yashlarni kuzatish uchun ishlatiladi.

2. Konfokal mikroskopiyasi: Yuqori aniqlikdagi tasvirlarni yaratib, 3D rekonstruksiyaga imkon beradi. Ayniqsa, immunofluoressensiya bilan birgalikda qo‘llaniladi.

3. Superrezolyutsion mikroskopiya (SRM): An'anaviy mikroskopiyaning difraksion chegarasidan (200-250 nm) past bo‘lgan tuzilmalarni ko‘rish imkonini beradi. Ushbu usul hujayra ichidagi organellalar va molekulyar komplekslarning nozik tuzilishini o‘rganishda muhim ahamiyatga ega.

4. Elektron mikroskopiyasi (SEM, TEM): Hujayralar va to‘qimalarning ultrastrukturasini (masalan, mitoxondriyalar, sinaptik pufakchalar, bazal membrana) juda yuqori aniqlikda (nanometr darajasida) o‘rganish imkonini beradi.

5. Virtual gistologiya (Fazali kontrastli rentgen mikroskopiyasi): Bu yangi usul to‘qimalarni bo‘yamasdan, ularni 3D formatda subhujayra darajasida tekshirish imkonini beradi va bu invaziv bo‘lmagan diagnostika uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

6. Raqamli gistologiya va sun’iy intellekt

Raqamli gistologiya — bu shisha slaydlar yordamida tayyorlangan gistologik preparatlarni yuqori aniqlikdagi raqamli skanerlar yordamida raqamli tasvirga aylantirish va ularni kompyuter yordamida tahlil qilishdir. Ushbu texnologiya bir qator imkoniyatlarni taqdim etadi:

· Virtual bo‘yash: Sun’iy intellekt (SI) yordamida bo‘yalmagan to‘qimalarni virtual ravishda bo‘yash va ularni an'anaviy bo‘yalgan preparatlar kabi tahlil qilish.

· Tasvirlarni avtomatik tahlil qilish: SI va chuqur o‘qitish (deep learning) algoritmlari yordamida hujayralarni, to‘qima tuzilmalarini avtomatik ravishda segmentatsiyalash, ularni sanash, o‘lchash va turli xususiyatlarini aniqlash.

· Masofaviy patologiya va ta'lim: Raqamli slaydlar osongina saqlanadi, uzatiladi va ularni istalgan joyda, istalgan vaqtda kuzatish va tahlil qilish mumkin.

· Katta ma'lumotlar tahlili: Ko‘plab gistologik tasvirlar va klinik ma'lumotlarni birlashtirib, kasalliklar rivojlanishi va prognozi haqida muhim xulosalar chiqarish.

Gistologik ta'limda raqamli texnologiyalarning o‘rni tobora ortib bormoqda.

Xulosa

Gistologik tekshirish usullari so‘nggi yillarda klassik morfologik tahlildan tortib, molekulyar va raqamli texnologiyalargacha bo‘lgan keng qamrovga ega bo‘ldi. H&E

bo‘yashi asosiy usul bo‘lib qolmoqda, biroq IHC, ISH va multipleks usullar to‘qimalarning molekulyar profilini aniqlash va aniq tashxis qo‘yishda muhim rol o‘ynaydi. Raqamli gistologiya va sun’iy intellekt esa ushbu sohani inqilob qilmoqda, tahlilni avtomatlashtirish, standartlashtirish va yangi diagnostik imkoniyatlar yaratmoqda. Ushbu zamonaviy usullarning integratsiyasi patologiya va gistologik tadqiqotlarning aniqligi, tezligi va axborot mazmunini oshirmoqda. Kelajakda ko‘p o‘lchovli tasvirlash, sun’iy intellekt va molekulyar biologiya usullarining uyg‘unligi tibbiyot va biologiyada yangi kashfiyotlarga olib kelishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR:

1. Yang, J., & Caprioli, R. M. (2011). Standard histological procedure with formalin-fixed, paraffin-embedded (FFPE) samples. (Scientific Reference)

2. Immunogistokimyo orqali kasalliklarni aniqlash: Metodologiya va Klinik talqin. (2026). Innovative Publication.

3. Deep learning based label-free virtual staining and classification of human tissues using digital slide scanner. (2025). ScienceDirect.

4. Optical super-resolution histology of formalin-fixed paraffin-embedded tissue samples: challenges and opportunities. (2025). Nature Communications.

5. Multiparametric staining - combined application of immunofluorescence and in-situ hybridization. (2025). ScienceDirect.

6. Exploring Multiplex Immunohistochemistry (mIHC) Techniques and Histopathology Image Analysis: Current Practice and Potential for Clinical Incorporation. (n.d.).