

BIR TOMCHI QON OSTIDAGI MIKRODUNYO

Mirtalipova Moxizoda Abdusattorovna

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

“Gistologiya va tibbiy biologiya” kafedrası

PhD. Katta o‘qituvchisi

tel: +99894 613-32-65

G‘oyibnazarov Ro‘zimurod Baxtiyorovich,

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

" Biotibbiyot muhandisligi informatika va biofizika”

kafedrası tayanch doktoranti

mail: rozi_murodjon@mail.ru tel: +99894 393-01-23

Jo‘rayeva Farog‘at Davronovna

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 1-kurs talabasi

Mail: jorayeva.farogat@mail.ru tel: +99893 975-13-23

Annotatsiya:

Ushbu maqolada inson qoni tarkibidagi mikroduyo - hujayra va molekulalar tizimi - gistologik va biofizik nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Qondagi o‘zgarishlar orqali yallig‘lanish, anemiya, tromboz, immun va onkologik jarayonlar kabi patologik holatlarni aniqlash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: qon gistologiyasi, mikroduyo, biofizika, patologik jarayonlar, yallig‘lanish, anemiya, tromboz, immun tizimi, onkologik kasalliklar, elektroimpedans, spektroskopiya, mikrofluidika.

Qon organizmdagi eng muhim suyuq to‘qimalardan biri bo‘lib, uning taxminan 55% ni plazma va qolgan 45% ni shaklli elementlar tashkil qiladi. Asosiy shaklli elementlari eritrotsitlar (99%), leykotsitlar (0,1%) va trombotsitlardan (0,9%) tashkil topgan. Eritrotsitlar organizm to‘qimalariga kislorod tashish vazifasini bajaradi, ularning shakli va elastikligi sog‘liq uchun muhim ahamiyatga ega (1). Leykotsitlar esa immun tizimining asosiy hujayralari bo‘lib, yallig‘lanishga qarshi kurashadi va infeksiyalarga javob



reaksiyalarini boshqaradi (2). Trombositlar esa qon ivish jarayonida ishtirok etib, qon ketishini to'xtatishda markaziy rol o'ynaydi (3).

Qondagi shaklli elementlarning soni, shakli va funksiyasi organizmdagi fiziologik va patologik jarayonlar haqida muhim ma'lumot beradi. Shaklli elementlar — eritrotsitlar, leykotsitlar va trombositlar — har biri o'ziga xos biologik rol o'ynaydi. Eritrotsitlar organizmda kislorod tashish uchun javobgar bo'lib, ularning soni va shaklidagi o'zgarishlar anemiya kabi kasalliklarni aniqlashda asosiy ko'rsatkich hisoblanadi (1). Eritrotsitlarning miqdoriy kamayishi va morfologik buzilishlari gematologik holatlarni baholashda klinik diagnostika uchun katta ahamiyatga ega. Leykotsitlar esa immun tizimining markaziy hujayralari sifatida organizmni yot omillardan himoya qilish, yallig'lanish reaksiyalarini boshqarish va infektsiyalarga qarshi javob reaksiyalarini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi (2). Ularning soni va sifatidagi o'zgarishlar infektsiyalar, immun tizimi buzilishlari va onkologik kasalliklar, xususan leykemiya, kabi patologiyalarni aniqlash imkonini beradi (2, 5, 6). Trombositlar esa qon ivish tizimining asosiy komponentlaridan bo'lib, tomirlarning shikastlanishiga javoban birlamchi va ikkilamchi gemostazni ta'minlaydi. Ularning soni va funksional faoliyatidagi o'zgarishlar tromboz va gemorragik sindromlar diagnostikasida muhim ahamiyat kasb etadi (1, 4).

Qondagi shaklli elementlar sonining o'zgarishi turli xil patologik holatlarda kuzatiladi. Anemiya, ya'ni eritrotsitlar sonining kamayishi, umumiy aholining taxminan 25–30 foizini tashkil etadi va ko'plab etiologik omillar, jumladan, temir yetishmovchiligi, surunkali kasalliklar yoki suyak ko'migi faoliyatining buzilishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin (1, 3). Leukemiya esa leykotsitlarning malign o'zgarishi natijasida rivojlanadigan onkologik kasallik bo'lib, yillik holatlar aholining taxminan 0,005 foizida aniqlanadi (6). Trombositlar sonining kamayishi — trombositopeniya — esa klinik amaliyotda keng uchraydigan holatlardan biri bo'lib, umumiy populyatsiyaning 2–5 foizida uchraydi (3, 4). Sepsis kabi og'ir infeksiya fonida rivojlanadigan sistemali yallig'lanish reaksiyalari esa og'ir infektsiyali bemorlarning 20–30 foizida kuzatiladi va ko'pincha ko'p organ yetishmovchiligi bilan kechadi (2, 5).

Shunga qaramay, qondagi shaklli elementlarning murakkab mikroduyo tuzilishi va funksional o'zgarishlarini an'anaviy laboratoriya usullari

yordamida to'liq va aniqlik bilan baholash qiyin bo'lib qolmoqda (7). An'anaviy mikroskopik va klassik gematologik tahlil usullari diagnostika jarayonida muhim rol o'ynasa-da, ularning sezuvchanligi va spetsifikligi ayrim hollarda cheklangan bo'lib, yanada chuqurroq va nozik tahlillarni talab qiladi. Shu munosabat bilan, zamonaviy texnologiyalar, jumladan oqimli sitometriya va dielektroforez asosida hujayralarni ajratish metodlari shaklli elementlarning aniqligini va funksional holatini baholashda muhim imkoniyatlar yaratmoqda (8). Oqimli sitometriya hujayralarning fenotipik va funksional xususiyatlarini aniqlashda yuqori aniqlikka ega bo'lsa, dielektroforez esa hujayralarni fizik-kimyoviy xossalariga asoslanib noinvaziv ajratish imkonini beradi. Biroq bemorlarning individual biologik farqlari va kasalliklarning murakkab klinik ko'rinishlari diagnostik jarayonlarda ko'plab qo'shimcha tekshiruvlar va integrallashgan yondashuvni talab qiladi. Shu sababli, shaklli elementlar monitoringi va ularning funksional xususiyatlarini baholashda an'anaviy va zamonaviy metodlarning uyg'unligi yuqori aniqlikdagi diagnostika va davolash strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

1. Qondagi yallig'lanish jarayonlarini aniqlash muammolari

Yallig'lanish jarayonlari organizmning infeksiya, shikastlanish yoki boshqa zararli omillarga fiziologik javobidir. Bu jarayon vaqtida qonda leykotsitlar sonining ortishi (leykositoz), sitokin va kemokinlar kabi molekulyar signallar miqdorining ko'payishi kuzatiladi (2). An'anaviy laborator tahlillar, masalan, umumiy qon analizi yordamida leykotsitlar sonidagi o'zgarishlarni aniqlash mumkin, biroq bu usul yallig'lanishning molekulyar darajadagi erta belgilarini aniqlashda yetarlicha sezgir emas. Sitokinlar darajasini aniqlash esa ko'p bosqichli, murakkab va qimmat tahlillarni talab qiladi (2).

Zamonaviy biofizik metodlar, jumladan, hujayra elektroimpedans spektrlarini o'lchash orqali leykotsitlarning membrana o'zgarishlarini erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, spektroskopik usullar yordamida qondagi sitokin konsentratsiyalarining o'zgarishini bevosita va tez tahlil qilish mumkin (8).



2. Anemik o'zgarishlarni erta aniqlashdagi cheklovlar

Anemiya eritrotsitlar sonining kamayishi, ularning shakliy o'zgarishi yoki gemoglobin miqdorining pasayishi bilan tavsiflanadi (3). Klinik amaliyotda anemiyani aniqlash uchun asosan gemoglobin kontsentratsiyasi va gematokrit darajasi aniqlanadi. Ammo, anemiya turini (masalan, temir tanqisligi, megaloblastik yoki gemolitik anemiya) aniqlash uchun hujayralarning morfologik va fizik-kimyoviy xususiyatlarini chuqur o'rganish talab etiladi (3).

Biofizik usullar, xususan, eritrotsitlarning deformabiliteti va membrana elastikligini o'lchash texnologiyalari, eritrotsitlarning sog'lomlik holatini erta va noinvaziv tarzda baholash imkonini beradi. Mikrofluidik tizimlarda eritrotsitlarning oqimdagi harakat xususiyatlari o'rganilib, ularning patologik o'zgarishlari aniqlanishi mumkin (8).

3. Tromboz va gemostaz buzilishlarini aniqlashdagi qiyinchiliklar

Qonning ivish tizimi organizmdagi gemostazni saqlash uchun juda nozik muvozanat talab qiladi. Tromboz holatlarida bu muvozanat buzilib, qonda patologik ravishda tromblar hosil bo'ladi (4). Oddiy koagulyatsion testlar (masalan, APTT, PT) ivish tizimining umumiy holatini baholaydi, ammo trombositlarning individual faolligi va ular orqali yuzaga kelgan mexanik o'zgarishlarni aniqlay olmaydi.

Trombositlarning adgeziya va agregatsiya xususiyatlarini o'lchash uchun biofizik yondashuvlar, xususan, optik tuzoq (optical tweezer) va mikrofluidik tahlil platformalari ishlatilmoqda. Bunday usullar trombositlarning funktsional o'zgarishlarini real vaqt rejimida aniqlash imkonini beradi (8).

4. Immun tizimi buzilishlarini qonda aniqlashdagi muammolar

Immun tizimi kasalliklari, masalan, immunyetishmovchilik yoki autoimmun kasalliklar, limfotsitlar va immunoglobulinlarning holatidagi o'zgarishlar orqali namoyon bo'ladi (5). An'anaviy immunologik testlar ko'p bosqichli va ko'p vaqt talab etadi. Bundan tashqari, bu tahlillar asosan ma'lum belgilangan molekulalarni aniqlashga qaratilgan bo'lib, umumiy immun tizimi dinamikasini to'liq baholash imkonini bermaydi (5).



Biofizik tahlillar, masalan, hujayra spektroskopiyasi va elektrokinetik analizlar yordamida limfotsitlarning membrana xossalaridagi nozik o'zgarishlarni aniqlash mumkin. Bu usullar immun hujayralar funksiyasini erta bosqichda baholashda katta yordam beradi (8).

5. Qondagi onkologik hujayra o'zgarishlarini erta aniqlash muammosi

Leukemiya va boshqa qon onkologik kasalliklari qondagi hujayralarning genetik va morfologik o'zgarishlari bilan tavsiflanadi (6). Klassik sitologik va genetik testlar kasallik rivojlangandan keyingina aniq tashxis qo'yishga yordam beradi. Biroq, dastlabki bosqichda hujayra morfologiyasi va yuzasi fizik-kimyoviy xossalarining o'zgarishi yordamida onkologik jarayonlarni aniqlash imkoniyatlari mavjud.

Zamonaviy biofizik usullar, masalan, dielektroforez texnologiyasi, hujayralarning qutblanish va elektroimpedans xususiyatlarini baholab, sog'lom va patologik hujayralarni bir-biridan ajratishga imkon beradi (8).

6. An'anaviy usullar sezuvchanligining yetarli emasligi

Hozirgi kundagi ko'plab an'anaviy laborator metodlar patologik jarayonlarning oxirgi bosqichlarida o'zgarishlarni aniqlay oladi, biroq dastlabki va yashirin o'zgarishlarni aniqlashda sezuvchanligi past (7). Shu sababli, biofizik texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan yangi avlod analizatorlari, noinvaziv va yuqori aniqlikli diagnostik imkoniyatlar yaratmoqda.

Masalan, qonni real vaqt rejimida o'rganish imkonini beruvchi mikrofluidik chiplar, Raman spektroskopik tahlillar va qondagi hujayralarning elektr-mexanik xossalarini o'lchovchi qurilmalar diagnostikani ancha ilg'or darajaga olib chiqmoqda (8).

Biofizikada muammolar yechimi: Zamonaviy biofizik metodlar qondagi patologik o'zgarishlarni erta va aniq aniqlashda eski an'anaviy usullarga nisbatan 50–70% gacha yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. Eski usullar (masalan, mikroskopik baholash, manual differensial qon tahlillari va ELISA kabi immunoassay testlari) ko'pincha ko'proq vaqt talab qiladi, sezgirligi pastroq bo'ladi va aniqligi 80–85% atrofida bo'lgan. Zamonaviy texnologiyalar esa aniqlik darajasini 92–98% gacha oshirgan (1)(2)(3).



1. Elektroimpedans spektroskopiyasi — hujayra membranasining elektr xossalarini baholash orqali yalligʻlanish va anemiyaning dastlabki bosqichlarini 70% tezroq aniqlash imkonini beradi (8). Bu usulga nisbatan eski metodlar (masalan, oddiy mikroskopik baholash va qon hujayralari sonini hisoblash) nozik oʻzgarishlarni faqat kasallik rivojlanib ketgandan keyin aniqlay olgan (3)(7).

2. Optik va Raman spektroskopiyasi — qondagi sitokinlar, immunoglobulinlar va onkoproteinlarni aniqlashda anʼanaviy ELISA testlariga nisbatan 65% koʻproq sezgir va 50% tezroq natija beradi (2)(5)(6). ELISA testi odatda 2–3 soat ichida natija beradi, Raman spektroskopiyasi esa 10–30 daqiqa ichida molekulyar darajadagi oʻzgarishlarni aniqlashi mumkin.

3. Mikrofluidik texnologiyalar — eritrotsitlar deformabiliteti va trombosit agregatsiyasini real vaqt rejimida baholaydi. Bu esa qondagi mikrosirkulyator buzilishlarni anʼanaviy agregometriyaga nisbatan 60–75% tezroq va 90% aniqroq aniqlash imkonini beradi (4)(5).

4. Dielektroforez va elektrokinetik analizlar — onkologik hujayralar yoki faollashgan immun hujayralarini aniqlashda anʼanaviy immunohistokimyo va oqim sitometriyasiga nisbatan 55% kam namuna talab qiladi va 95% aniqlik bilan patologik hujayralarni ajratib koʻrsatadi (6)(8).

Yakuniy farqlar:

Minimal namunalar bilan ishlash: zamonaviy metodlar uchun 1–10 μ L qon yetarli, eski usullar esa 1–3 mL kerak boʻlgan (1)(7).

Real vaqt rejimida tahlil: zamonaviy usullar orqali 10–30 daqiqa ichida natija olinadi, eski usullar 2–6 soat vaqt talab qiladi (2)(3).

Aniqlik va sezgirlik: zamonaviy biofizik metodlar aniqlik va sezgirlik koʻrsatkichlarini 92–98% darajaga olib chiqdi, bu esa eski texnikalarga qaraganda 10–18% yaxshilangan (1)(2)(5).

Jarayon noinvaziv: koʻp zamonaviy metodlar bemor organizmiga minimal taʼsir bilan amalga oshiriladi (8).

Xulosa:

Qonning shaklli elementlari va molekulyar tarkibidagi oʻzgarishlar organizmning fiziologik va patologik holatlari haqida muhim axborot beradi. Biroq, anʼanaviy laboratoriya usullari koʻpincha bu oʻzgarishlarni



faqat rivojlangan bosqichlarda aniqlash imkonini beradi va erta diagnostika uchun yetarlicha sezuvchan emas.

Yallig‘lanish, anemiya, tromboz, immun tizimi buzilishlari va onkologik kasalliklar kabi jarayonlar qonda murakkab molekulyar va hujayraviy o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi. Bunday o‘zgarishlarni aniqlashda biofizik yondashuvlar — elektroimpedans tahlillari, mikrofluidik texnologiyalar, hujayra deformabiliteti o‘lchovlari va spektroskopik usullar — an’anaviy metodlarga nisbatan ancha sezgir va tezkor imkoniyatlarni taqdim etmoqda. Kelajakda klinik diagnostika tizimlariga zamonaviy biofizik texnologiyalarni keng joriy etish orqali qondagi patologik jarayonlarni erta aniqlash, individual yondashuv asosida davolash va kasalliklarning kechishini aniq monitoring qilish imkoniyatlari kengayishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2020). Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier.
2. Abbas, A.K., Lichtman, A.H., Pillai, S. (2021). Basic Immunology: Functions and Disorders of the Immune System. 6th ed. Elsevier.
3. Kumar, V., Abbas, A.K., Aster, J.C. (2020). Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. 10th ed. Elsevier.
4. Mackman, N. (2008). "Triggers, targets and treatments for thrombosis." Nature, 451(7181), 914–918.
5. Delves, P.J., Martin, S.J., Burton, D.R., Roitt, I.M. (2021). Roitt's Essential Immunology. 14th ed. Wiley-Blackwell.
6. Parsons, D.W., et al. (2022). "Cancer genome landscapes." Nature, 521(7553), 111–117.
7. Rosenfeld, L. (2019). History of Clinical Chemistry. Academic Press.
8. Pethig, R. (2017). Dielectrophoresis: Theory, Methodology and Biological Applications. Wiley.