

QONNING QOVUSHQOQLIGINI ANIQLASHDA ISHLATILADIGAN
APARATLARNING BIOFIZIK XUSUSIYATLARI

Abdimo‘minova Shabnam

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti
Tibbiyot fakulteti Davolash ta’lim yo’nalishi
1-kurs talabasi

Buzrukov To‘lqin Omonovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
(PhD) dotsent

Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada qonning qovushqoqligini aniqlashda qo‘llaniladigan zamonaviy apparatlarning biofizik xususiyatlari o‘rganilgan. Qonning reologik xossalari, xususan qovushqoqligi, gemodinamik jarayonlar va mikrosirkulyatsiya holatini baholashda muhim diagnostik ko‘rsatkich hisoblanadi. Tadqiqotda kapillyar viskozimetrlar, rotatsion viskozimetrlar va Stoks usuliga asoslangan qurilmalarning ishlash prinsiplari, ularning aniqligi va qo‘llanish doiralari tahlil qilindi. Shuningdek, qonning qovushqoqligiga ta’sir etuvchi omillar — gematokrit darajasi, plazma oqsillari va haroratning biofizik ahamiyati yoritildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, har bir usulning o‘ziga xos afzallik va cheklovlari mavjud bo‘lib, klinik amaliyotda to‘g‘ri apparat tanlash diagnostika aniqligini oshiradi.

Kalit so‘zlar: Qon qovushqoqligi, gemoreologiya, viskozimetr, Stoks usuli, rotatsion viskozimetr, kapillyar viskozimetr, gematokrit, plazma oqsillari, biofizik xususiyatlar, gemodinamika.

Аннотация

В данной научной статье изучены биофизические свойства приборов, применяемых для определения вязкости крови. Реологические свойства крови, в частности вязкость, являются важным диагностическим показателем при оценке гемодинамики и микроциркуляции. В исследовании проанализированы принципы работы капиллярных вискозиметров, ротационных вискозиметров и устройств, основанных на методе Стокса, а также их точность и области

применения. Особое внимание уделено факторам, влияющим на вязкость крови, таким как уровень гематокрита, концентрация белков плазмы и температура. Полученные результаты показывают, что каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, а правильный выбор прибора повышает точность диагностики в клинической практике.

Ключевые слова: Вязкость крови, гемореология, вискозиметр, метод Стокса, ротационный вискозиметр, капиллярный вискозиметр, гематокрит, белки плазмы, биофизические свойства, гемодинамика.

Abstract

This scientific article examines the biophysical properties of devices used to measure blood viscosity. The rheological properties of blood, particularly viscosity, serve as important diagnostic indicators in assessing hemodynamic processes and microcirculation. The study analyzes the operating principles, accuracy, and application ranges of capillary viscometers, rotational viscometers, and devices based on Stokes' method. In addition, key factors influencing blood viscosity, including hematocrit level, plasma protein concentration, and temperature, are discussed from a biophysical perspective. The results demonstrate that each method has specific advantages and limitations, and the appropriate selection of measurement devices significantly improves diagnostic accuracy in clinical practice.

Keywords: Blood viscosity, hemorheology, viscometer, Stokes method, rotational viscometer, capillary viscometer, hematocrit, plasma proteins, biophysical properties, hemodynamics.

Kirish

Qonning reologik xossalari, xususan uning qovushqoqligi, inson organizmidagi gemodinamik jarayonlarni baholashda muhim fiziologik va klinik ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Qon qovushqoqligi mikrosirkulyatsiya, to'qimalar perfuziyasi va kislorod tashilishi jarayonlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ushbu ko'rsatkichni aniq o'lchash zamonaviy tibbiyot diagnostikasida muhim ahamiyat kasb etadi. Qon qovushqoqligini aniqlash uchun turli biofizik tamoyillarga asoslangan apparatlar ishlab chiqilgan bo'lib, ular orasida kapillyar viskozimetrlar, rotatsion viskozimetrlar va Stoks qonuniga asoslangan qurilmalar keng qo'llaniladi. Ushbu asboblarda qon oqimining laminar yoki turbulent xususiyatlarini, kesish kuchi (shear

stress) va deformatsiya tezligi (shear rate) kabi parametrlarni hisobga olgan holda ishlaydi. Zamonaviy gemoreologik tadqiqotlarda ushbu apparatlarning aniqligi, sezgirligi va klinik sharoitga moslashuvchanligi katta ahamiyatga ega. Chunki qon qovushqoqligining o'zgarishi ko'plab patologik holatlar — ateroskleroz, gipertoniya, diabet va gematologik kasalliklar bilan bevosita bog'liqdir.

Shu nuqtai nazardan, qon qovushqoqligini o'lchovchi apparatlarning biofizik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish va ularning amaliy tibbiyotdagi o'rnini aniqlash dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Qon qovushqoqligining biofizik asoslari

Qon qovushqoqligi — bu suyuqlikning ichki ishqalanishga qarshilik ko'rsatish xususiyati bo'lib, u Nyuton va non-Nyuton suyuqliklari xususiyatlariga ega. Qon non-Nyuton suyuqlik sifatida kesish tezligiga bog'liq ravishda o'z qovushqoqligini o'zgartiradi. Bu holat eritrotsitlarning deformatsiyalanishi va agregatsiyasi bilan bog'liq.

Qon qovushqoqligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar:

- ✓ gematokrit darajasi
- ✓ plazma oqsillari (fibrinogen, globulinlar)
- ✓ eritrosit deformatsiyalanuvchanligi
- ✓ harorat
- ✓ oqim tezligi

Kapillyar viskozimetrlarning ishlash prinsipi

Kapillyar viskozimetrlar Poazeyl qonuniga asoslanadi. Ushbu qurilmalarda suyuqlik ingichka kapillyar nay orqali ma'lum bosim ostida oqib o'tadi va oqim vaqti o'lchanadi.

Bu usulning biofizik asoslari:

- ✓ laminar oqim sharti
- ✓ bosim gradienti
- ✓ kapillyar radiusining katta ahamiyati

Afzalligi — oddiy tuzilma va yuqori aniqlik.

Kamchiligi — pulsatsiyalanuvchi qon oqimini to'liq modellashtira olmasligi.

Rotatsion viskozimetrlarning biofizik xususiyatlari

Rotatsion viskozimetrlar eng zamonaviy usullardan biri bo'lib, ular silindrlar yoki konus-plastinka tizimi orqali ishlaydi. Qon namunasi ikki sirt orasida joylashib, ulardan biri aylantiriladi.

Asosiy fizik parametrlar:

- ✓ shear stress (τ)

- ✓ shear rate ($\dot{\gamma}$)
- ✓ dinamik viskozlik (η)

Bu usulning afzalligi shundaki, u qonning non-Nyuton xususiyatlarini to'liqroq aks ettiradi. Shu sababli klinik gemoreologiyada eng ko'p qo'llaniladi.

Stoks qonuniga asoslangan usullar

Stoks usulida shar shaklidagi jism suyuqlik ichida tushish tezligi orqali viskozlik aniqlanadi. Bu usulda:

- ✓ gravitatsiya kuchi
- ✓ suyuqlik qarshiligi
- ✓ jism radiusi

asosiy rol o'ynaydi.

Ushbu metod ko'proq laborator sharoitlarda nazariy tahlil uchun qo'llaniladi, klinik diagnostikada esa kamroq ishlatiladi.

Apparaturaning klinik ahamiyati

Qon qovushqoqligini o'lchovchi apparatlar yurak-qon tomir tizimi kasalliklarini erta aniqlashda muhim rol o'ynaydi. Qonning qovushqoqligi oshishi tromboz xavfini kuchaytiradi, kamayishi esa gemodinamik beqarorlikka olib kelishi mumkin. Shuning uchun zamonaviy tibbiyotda aniq, tezkor va minimal invaziv o'lchov usullarini ishlab chiqish dolzarb yo'nalish hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili

Qonning qovushqoqligi va uni o'lchash usullari gemoreologiya va biofizika fanlarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohada olib borilgan tadqiqotlar qonning reologik xususiyatlarini chuqur tushunish, shuningdek, turli o'lchov apparatlarining aniqligi va klinik qo'llanilish imkoniyatlarini baholashga qaratilgan.

Klassik adabiyotlarda qon qovushqoqligi Nyuton va non-Nyuton suyuqliklar nazariyasi asosida tushuntiriladi. Newtonian fluid va non-Nyuton suyuqliklar farqi qonning kesish tezligiga bog'liq o'zgaruvchan viskozlik xususiyatini asoslashda muhim o'rin tutadi. Bu yondashuvlar gemoreologiyaning nazariy asoslarini shakllantirgan.

Poazeyl qonuni asosida ishlovchi kapillyar viskozimetrlar uzoq yillar davomida laborator diagnostikada asosiy usul bo'lib kelgan. Bu borada klassik fiziologik qo'llanmalarda kapillyar oqimning laminar rejimi, bosim gradienti va nay radiusining ahamiyati batafsil yoritilgan. Ushbu model qonning soddalashtirilgan sharoitdagi oqimini baholash imkonini beradi, biroq uning klinik murakkabliklarni to'liq aks ettira olmasligi ko'plab mualliflar tomonidan qayd etilgan.

Zamonaviy tadqiqotlarda rotatsion viskozimetrlar eng ilg‘or usullardan biri sifatida ko‘rib chiqiladi. shear stress va shear rate tushunchalariga asoslangan ushbu usul qonning real gemodinamik sharoitga yaqin xususiyatlarini o‘lchash imkonini beradi. Jahon ilmiy adabiyotlarida (jumladan, biomexanika va klinik gemoreologiya bo‘yicha ishlarda) rotatsion usullar yuqori aniqligi sababli “gold standard”ga yaqin metod sifatida baholanadi.

Stoks qonuniga asoslangan usullar esa asosan fundamental fizika va biofizika tajribalarida qo‘llaniladi. Stokes' law bo‘yicha olib borilgan klassik ishlar suyuqlik qarshiligi va zarracha harakati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga xizmat qiladi. Biroq, bu usulning biologik suyuqliklar uchun cheklangan qo‘llanilishi ko‘plab zamonaviy mualliflar tomonidan ta’kidlangan.

So‘nggi yillardagi ilmiy ishlarda qon qovushqoqligining klinik ahamiyati tobora keng yoritilmoqda. Ayniqsa, yurak-qon tomir kasalliklari, ateroskleroz va diabet kabi patologiyalarda viskozlikning o‘zgarishi muhim prognostik marker sifatida qaraladi. Shu bilan birga, gematokrit darajasi va plazma oqsillari konsentratsiyasining qon reologiyasiga ta’siri ko‘plab eksperimental ishlar orqali tasdiqlangan. Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, qon qovushqoqligini o‘lchashda qo‘llaniladigan apparatlar turli fizik tamoyillarga asoslangan bo‘lib, ularning har biri o‘zining afzallik va cheklovlariga ega. Zamonaviy ilmiy yondashuvlar esa ushbu usullarni integratsiyalash va yuqori aniqlikdagi diagnostik tizimlarni yaratishga qaratilgan.

Natijalar

Qonning qovushqoqligini aniqlashda qo‘llaniladigan turli apparatlarning biofizik xususiyatlari o‘rganilganda, ularning aniqlik darajasi, sezgirligi va klinik qo‘llanish imkoniyatlari o‘rtasida sezilarli farqlar mavjudligi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, rotatsion viskozimetrlar qonning non-Nyuton xususiyatlarini eng to‘liq aks ettiradi, kapillyar viskozimetrlar esa oddiy va tezkor baholash imkonini beradi. Stoks usuli esa asosan nazariy va laborator tahlillar uchun mos ekanligi bilan ajralib turadi. Qon qovushqoqligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar orasida gematokrit darajasi eng yuqori korrelyatsiyaga ega bo‘lib, uning oshishi viskozlikni sezilarli darajada oshirishi kuzatildi. Shuningdek, plazma oqsillari konsentratsiyasi va harorat o‘zgarishi ham o‘lchov natijalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. 1-jadval. Qon qovushqoqligini o‘lchash apparatlarining biofizik xususiyatlari

Apparatura turi	Fizik asos	Aniqlik darajasi	Afzalligi	Cheklovlari
------------------------	-------------------	-------------------------	------------------	--------------------

Kapillyar viskozimetr	Poazeyl qonuni	O‘rtacha–yuqori	Oddiy tuzilma, tez o‘lchash	Pulsatsion oqimni hisobga olmaydi
Rotatsion viskozimetr	Shear stress va shear rate	Juda yuqori	Non-Nyuton xususiyatlarni aniqlaydi	Murakkab tuzilma, qimmat
Stoks usuli	Zarrachalarning tushish tezligi	O‘rtacha	Nazariy tahlil uchun qulay	Klinik sharoitda cheklangan

2-jadval. Qon qovushqoqligiga ta’sir etuvchi omillar va ularning o‘lchov natijalariga ta’siri

Omil	Ta’sir mexanizmi	Qovushqoqlikka ta’siri	Klinik ahamiyati
Gematokrit	Eritrotsitlar hajmi oshishi	Kuchli oshiradi	Tromboz xavfi ortadi
Plazma oqsillari	Fibrinogen va globulinlar	O‘rtacha oshiradi	Yallig‘lanish jarayonlari
Harorat	Molekulyar harakat tezligi	Harorat oshsa kamayadi	Gemodinamik barqarorlik
Eritrotsit deformatsiyasi	Hujayra elastikligi	Kamaytiradi	Mikrosirkulyatsiya yaxshilanadi

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy gemoreologik o‘lchovlarda rotatsion viskozimetrlar eng ishonchli natijani beradi. Kapillyar usullar esa skrining va tezkor diagnostika uchun qulay hisoblanadi. Stoks usuli esa asosan fundamental biofizik tadqiqotlarda qo‘llaniladi. Qon qovushqoqligi esa ko‘p omilli parametr bo‘lib, uning o‘zgarishi organizmning patologik holatlari bilan bevosita bog‘liqdir.

Muhokama

Qon qovushqoqligini o‘lchashga oid natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, gemoreologik parametrlarni baholashda qo‘llaniladigan apparatlar nafaqat fizik o‘lchov vositasi, balki klinik diagnostikaning muhim biofizik instrumenti sifatida qaraladi. Olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan umumiy moslikni ko‘rsatadi, ya’ni qonning non-Nyuton xususiyatlari uning strukturaviy komponentlari va oqim sharoitlariga bevosita bog‘liq ekanligi tasdiqlandi. Rotatsion viskozimetrlarning yuqori aniqligi ularning shear stress va shear rate parametrlarini

real fiziologik sharoitga yaqin darajada modellashtira olishi bilan izohlanadi. Bu holat gemodinamik tizimdagi laminar va mikroturbulent oqimlarning o'zgarishini chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi. Shu sababli zamonaviy gemoreologik tadqiqotlarda ushbu usul "oltin standart"ga yaqin yondashuv sifatida qaralmoqda. Kapilyar viskozimetrlar esa soddaligi va tezkor natija berishi bilan amaliy klinikada keng qo'llaniladi. Biroq ularning asosiy cheklovi qonning pulsatsion oqim xususiyatlarini to'liq hisobga olmasligidir. Bu esa ayrim patologik holatlarda, masalan, yurak-qon tomir yetishmovchiligida, natijalarning nisbiy xatolik bilan chiqishiga sabab bo'lishi mumkin. Stoks qonuniga asoslangan usullar esa ko'proq fundamental biofizik tadqiqotlar uchun mos ekanligi yana bir bor tasdiqlandi. Ushbu metod zarracha va suyuqlik o'zaro ta'sirini matematik modellashtirishga asoslanganligi sababli biologik tizimlarning murakkab dinamikasini to'liq aks ettira olmaydi. Shunga qaramay, u nazariy gemoreologiyada muhim o'rin egallaydi.

Qon qovushqoqligiga ta'sir etuvchi omillar tahlili gematokrit darajasining asosiy determinantlardan biri ekanligini ko'rsatdi. Eritrotsitlar sonining oshishi qonning ichki ishqalanishini kuchaytiradi va mikrosirkulyatsiya qarshiligini oshiradi. Bu esa yurak yuklamasining ortishi va trombotik holatlar xavfining kuchayishiga olib keladi. Plazma oqsillarining, ayniqsa fibrinogenning ortishi qonning agregatsion xususiyatlarini kuchaytirib, viskozlikni oshiradi. Haroratning oshishi esa molekulyar harakatni tezlashtirib, qonning oqish qarshiligini kamaytiradi. Ushbu jarayonlar fiziologik va patologik holatlarda gemodinamik muvozanatni belgilovchi muhim mexanizmlar hisoblanadi. Umuman olganda, olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, qon qovushqoqligini aniqlashda qo'llaniladigan apparatlar tanlovi diagnostik aniqlikka bevosita ta'sir qiladi. Klinik amaliyotda optimal natijaga erishish uchun bir nechta usullarni kombinatsiyalashgan holda qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu yondashuv gemoreologik baholashning ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi va kasalliklarni erta aniqlash imkonini kengaytiradi.

Xulosa

O'tkazilgan tahlillar asosida qon qovushqoqligini aniqlashda qo'llaniladigan apparatlar turli biofizik tamoyillarga asoslanishi va ularning diagnostik imkoniyatlari bir-biridan sezilarli farq qilishi aniqlandi. Kapilyar viskozimetrlar amaliy klinikada tez va soddaga o'lchovlar uchun qulay bo'lsa, rotatsion viskozimetrlar qonning murakkab non-Nyuton xususiyatlarini eng aniq aks ettiruvchi usul sifatida ustunlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Stoks usuli esa asosan nazariy va laborator tadqiqotlar uchun yordamchi ahamiyatga ega ekani qayd etildi. Qon qovushqoqligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar — gematokrit darajasi, plazma oqsillari konsentratsiyasi va harorat — gemodinamik

jarayonlarning barqarorligi va mikrosirkulyatsiya holatini belgilashda muhim rol o'ynashi aniqlandi. Ayniqsa, gematokrit ko'rsatkichi viskozlik o'zgarishining asosiy determinantlaridan biri ekanligi ko'plab klinik holatlarda tasdiqlangan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, qon qovushqoqligini o'lchashda yagona usulga tayanish yetarli emas, balki bir nechta biofizik yondashuvlarni kompleks qo'llash diagnostik aniqlikni oshiradi. Bu esa yurak-qon tomir tizimi kasalliklarini erta aniqlash va ularning asoratlarini oldini olishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, qon qovushqoqligini o'lchovchi apparatlarning biofizik xususiyatlarini chuqur o'rganish zamonaviy tibbiyotda gemoreologik diagnostikaning rivojlanishiga xizmat qiladi va klinik qaror qabul qilish jarayonini takomillashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ландау Лев Давидович, Лифшиц Евгений Михайлович. **Гидродинамика**. — Москва: Наука, 1986.
2. Трофимова Татьяна Ивановна. **Курс физики**. — Москва: Академия, 2010.
3. Савельев Игорь Владимирович. **Курс общей физики. Том 1**. — Москва: Наука, 2004.
4. Детлаф Александр Аронович, Яворский Борис Михайлович. **Курс физики**. — Москва: Высшая школа, 2002.
5. Ремизов Александр Николаевич. **Медицинская и биологическая физика**. — Москва: Дрофа, 2003.
6. Антонов Владимир Фёдорович, Черныш Александр Михайлович. **Биофизика**. — Москва: Владос, 2006.
7. Кикойн Исаак Константинович. **Молекулярная физика**. — Москва: Наука, 1976.
8. Яковлев Борис Петрович. **Физика жидкостей и газов**. — Москва: Физматлит, 2008.