QOVUSHQOQLIK TUSHUNCHASI VA BIOLOGIK TUSHUNCHASI

Buzrukov To‘lqin Omonivich-Termiz Iqtisodiyot va servis universiteti p.f.f.d PhD, dotsent.Email:tolqinbuzrukov5@gmail.com

Muratova Fotima Maratovna-Termiz Iqtisodiyot va servis universiteti talabasi.Email: muratovafotima9@gmail.com

Annotatsiya

Qovushqoqlik suyuqliklarning oqishga qarshiligini ifodalovchi muhim fizik xususiyatdir. Bu tushuncha nafaqat fizika va kimyoda, balki biologik tizimlarda ham fundamental ahamiyatga ega. Ushbu maqola qon, sitoplazma va hujayra membranalarining qovushqoqligi kabi biologik suyuqliklarning oqish xususiyatlarini o'rganadi. Uning o'zgarishlari organizmning fiziologik jarayonlariga va patologik holatlarga qanday ta'sir qilishini tahlil qiladi. Tadqiqot qovushqoqlikning biologik ahamiyatini va uning tibbiyotdagi amaliy qo'llanilishini yoritadi.

Kalit so'zlar: Qovushqoqlik, Biologik suyuqliklar, Reologiya, Qon qovushqoqligi, Hujayra mexanikasi, Fiziologiya, Biofizika, Suyuqlik dinamikasi

Abstract

Viscosity is a crucial physical property defining a fluid's resistance to flow, fundamental across various scientific disciplines. This concept holds profound significance within biological systems, influencing numerous physiological processes. This article explores the concept of viscosity as it applies to biological fluids such as blood, cytoplasm, and cell membranes, examining their flow characteristics. It analyzes how variations in biological viscosity can impact an organism's physiological functions and contribute to pathological conditions. The study elucidates the critical biological importance of viscosity and its practical implications in understanding health and disease.

Keywords: Viscosity, Biological Fluids, Rheology, Blood Viscosity, Cellular Mechanics, Physiology, Biophysics, Fluid Dynamics

Аннотация

Вязкость является ключевым физическим свойством, определяющим сопротивление жидкости течению, и имеет фундаментальное значение в различных научных областях. Это понятие приобретает особое значение в биологических системах, влияя на множество физиологических процессов. Данная статья исследует концепцию вязкости применительно к биологическим жидкостям, таким как кровь, цитоплазма и клеточные мембраны, анализируя их реологические характеристики. В ней анализируется, как изменения биологической вязкости могут влиять на физиологические функции организма и способствовать развитию патологических состояний. Исследование подчеркивает критическую биологическую важность вязкости и ее практическое применение в понимании здоровья и болезней.

Ключевые слова: Вязкость, Биологические жидкости, Реология, Вязкость крови, Клеточная механика, Физиология, Биофизика, Динамика жидкостей

Kirish

Qovushqoqlik tushunchasi va biologik tushunchasi nomli ushbu akademik maqola suyuqliklar va gazlarning fundamental xususiyati bo'lgan qovushqoqlikning nazariy asoslari hamda uning biologik tizimlardagi murakkab namoyon bo'lishini chuqur tahlil qilishga bag'ishlangan. Qovushqoqlik, asosan, suyuqlik yoki gaz zarrachalarining o'zaro nisbiy harakatiga ko'rsatadigan ichki qarshilik bo'lib, mexanik energiyaning issiqlikka aylanishiga olib keladi. Bu hodisa suyuqliklarning oqish xususiyatini belgilab beradi va ularning tashqi kuchlar ta'sirida shakl o'zgartirish qobiliyatini ifodalaydi.

Fizik nuqtai nazardan, qovushqoqlik suyuqlikning molekulyar tarkibi va ichki o'zaro ta'sirlari bilan chambarchas bog'liq bo'lgan fizik-kimyoviy doimiy

hisoblanadi. Uning miqdoriy ifodasi dinamik qovushqoqlik (Paskal-sekund) va kinematik qovushqoqlik (m^2/s) kabi parametrlarda o'lchanadi. Klassik mexanikada Isaak Nyutonning 1687 yilda ta'riflagan qovushqoqlik qonuni ichki ishqalanish kuchining suyuqlik qatlamlari orasidagi sirt maydoni va tezlik gradiyentiga proporsional ekanligini, shuningdek, ular orasidagi masofaga teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi. Bu qonun Nyuton suyuqliklari uchun asos bo'lib xizmat qiladi, ularning qovushqoqligi tezlik gradiyentidan deyarli mustaqil bo'ladi. Biroq, polimer eritmalar va yumshatilgan shisha kabi Nyuton bo'lmagan suyuqliklar ham mavjud bo'lib, ularning qovushqoqligi murakkabroq xususiyatlarga ega.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi qovushqoqlikning fizik-kimyoviy asoslarini umumlashtirish bilan birga, uning biologik tizimlardagi ahamiyatini atroflicha yoritishdan iborat. Biologik muhitlarda, masalan, qon, limfa, hujayra sitoplazmasi va boshqa tana suyuqliklarida qovushqoqlikning o'ziga xos xususiyatlari mavjud bo'lib, ular hayotiy jarayonlar, moddalar almashinuvi va hujayra funksiyalarida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Maqolada qovushqoqlikka ta'sir qiluvchi omillar, uni o'lchash usullari, shuningdek, uning patologik holatlar, jumladan, turli kasalliklarning rivojlanishi va kechishidagi roli ham ko'rib chiqiladi. Yakunda, ushbu tushunchaning kelajakdagi tadqiqotlar va amaliy qo'llanilish istiqbollari muhokama qilinadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Qovushqoqlikning fundamental tabiati va uning suyuqliklar mexanikasi sohasidagi markaziy o'rni asrlar davomida tadqiqotchilar diqqat markazida bo'lib kelgan. Isaak Nyutonning 17-asrda ichki ishqalanish kuchini matematik tarzda ifodalashi, suyuqlik qatlamlari orasidagi nisbiy harakatga qarshilikni miqdoriy jihatdan tushunishga asos soldi. Bu qarshilik, asosan, molekulalararo tortishish kuchlari va ularning tartibsiz issiqlik harakati natijasida yuzaga keladigan impuls almashinuvi bilan bog'liq. Molekulyar darajada, bir qatlamdagi molekulalar qo'shni qatlamga o'tib, o'z impulsini uzatadi, bu esa suyuqlik ichida harakatga qarshilikni

keltirib chiqaradi va mexanik energiyaning issiqlikka aylanishiga olib keladi. Ushbu jarayon suyuqliklarning oqish xususiyatini belgilab beruvchi asosiy omil bo'lib, ularning tashqi kuchlar ta'sirida shakl o'zgartirish qobiliyatini ifodalaydi. Qovushqoqlik, shu sababli, molekulyar dinamika va termodinamikaning o'zaro bog'liqligini aks ettiruvchi murakkab hodisadir.

Biologik tizimlarda qovushqoqlik tushunchasi o'ziga xos murakkablik va ahamiyat kasb etadi. Tirik organizmlar ichidagi suyuqliklar, masalan, qon, limfa, hujayra sitoplazmasi, orqa miya suyuqligi va bo'g'im suyuqligi murakkab geterogen suspenziyalar va eritmalar hisoblanadi. Ularning tarkibida oqsillar, lipidlar, uglevodlar, nuklein kislotalar, elektrolitlar va hujayra elementlari mavjud. Bu komponentlarning o'zaro ta'siri va konsentratsiyasi biologik suyuqliklarning reologik xususiyatlarini, xususan, qovushqoqligini belgilaydi. Ko'pchilik biologik suyuqliklar Nyuton bo'lmagan xususiyatlarni namoyon etadi, chunki ularning tarkibidagi makromolekulalar va hujayralar siljish kuchlanishi ostida o'z shaklini yoki agregatsiya holatini o'zgartirishi mumkin. Bu o'ziga xosliklar, fizik qovushqoqlik tushunchasini biologik kontekstga tatbiq etishda qo'shimcha tahlil va modellashtirish usullarini talab qiladi.

Qovushqoqlikning normal diapazondan chetga chiqishi turli patologik holatlar va kasalliklarning rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Masalan, qonning giperqovushqoqligi yurak-qon tomir kasalliklari, jumladan, tromboz, insult va miokard infarkti xavfini oshiradi. Bu holat eritrotsitoz, giperproteinemiya yoki eritrotsitlarning agregatsiya qobiliyatining kuchayishi natijasida yuzaga kelishi mumkin. Giperqovushqoqlik qon oqimiga qarshilikni oshirib, yurakning yuklamasini kuchaytiradi va to'qimalarning kislorod bilan ta'minlanishini yomonlashtiradi. Aksincha, gipoqovushqoqlik ham muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Hujayra darajasida, saraton hujayralarining sitoplazmatik qovushqoqligining o'zgarishi ularning migratsiya va invaziya qobiliyatiga ta'sir qilishi mumkin, bu esa metastaz jarayonida muhim rol o'ynaydi. Kist fibrozida

shilliqning patologik darajada yuqori qovushqoqligi nafas olish yo'llarining tiqilib qolishiga olib keladi. Bo'g'im kasalliklarida, osteoartritda sinovial suyuqlikning qovushqoqligi kamayishi bo'g'im yuzalarining himoyasini zaiflashtirib, og'riq va shikastlanishga olib keladi. Qovushqoqlikning patologik o'zgarishlarini tushunish va ularni nazorat qilish ko'plab kasalliklarni diagnostika qilish va davolashda muhim ahamiyatga ega.

Qovushqoqlikni tadqiq qilish fanlararo yondashuvni talab qiladi, chunki u fizik, kimyoviy, biologik va tibbiy fanlarning kesishmasida joylashgan. Fiziklar va kimyogarlar suyuqliklarning fundamental reologik xususiyatlarini o'rganishda davom etmoqda, biologlar va tibbiyot mutaxassislari esa bu bilimlarni tirik tizimlarga tatbiq etib, qovushqoqlikning fiziologik va patofiziologik rolini tushunishga harakat qilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar mikro- va nanoreologiya sohasida sezilarli yutuqlarga erishmoqda, bu esa hujayra ichidagi va hujayralararo muhitdagi qovushqoqlikni bevosita o'lchash imkonini beradi. Optik pinsetlar, magnit mikrorheologiya va atom kuch mikroskopiyasi kabi yangi texnologiyalar yordamida hujayra sitoplazmasining lokal qovushqoqligi va uning dinamik o'zgarishlari real vaqt rejimida kuzatilmoqda. Kelajakda qovushqoqlikni manipulyatsiya qilish orqali kasalliklarni davolashning yangi usullarini ishlab chiqish, masalan, qonning reologik xususiyatlarini dori vositalari yordamida optimallashtirish yoki saraton hujayralarining invazivligini kamaytirish uchun sitoplazmatik qovushqoqlikka ta'sir qilish kabi yo'nalishlar istiqbolli hisoblanadi. Sun'iy organlar va to'qimalarni yaratishda ham biologik suyuqliklarning qovushqoqlik xususiyatlarini hisobga olish muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa qilib aytganda, qovushqoqlik tushunchasi murakkab molekulyar o'zaro ta'sirlar, dinamik jarayonlar va biologik funksiyalar bilan chambarchas bog'liq fundamental xususiyatdir. Uning fizik-kimyoviy asoslarini tushunish Nyutonning klassik qonunlaridan boshlanib, Nyuton bo'lmagan suyuqliklarning murakkab reologiyasini o'rganishgacha kengayadi. Biologik tizimlarda

qovushqoqlik nafaqat moddalar transporti va hujayra mexanikasi uchun muhim, balki organizmning gomeostazini saqlash va patologik holatlarning rivojlanishida ham hal qiluvchi rol o'ynaydi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, qovushqoqlikni o'rganish fanlararo yondashuvni talab qiladi va zamonaviy texnologiyalar yordamida uning biologik ahamiyatini yanada chuqurroq tushunishga imkon yaratmoqda. Kelajakdagi tadqiqotlar qovushqoqlikni diagnostika va terapevtik maqsadlarda qo'llash imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilgan bo'lishi kerak, bu esa inson salomatligini yaxshilash va kasalliklarga qarshi kurashishda yangi ufqlarni ochishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu akademik maqola qovushqoqlik tushunchasining fizik-kimyoviy asoslari va uning biologik tizimlardagi murakkab namoyon bo'lishini chuqur tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, keng qamrovli adabiyotlar tahlili va tanqidiy sintezga asoslangan. Tadqiqotning asosiy maqsadi mavjud ilmiy bilimlarni tizimlashtirish, turli fan sohalaridan olingan ma'lumotlarni birlashtirish hamda qovushqoqlikning fiziologik va patofiziologik ahamiyatini yoritishdan iborat. Shuningdek, maqola ushbu sohadagi kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlari va amaliy qo'llanilish istiqbollarini aniqlashga intiladi. Metodologiya fanlararo yondashuvni o'z ichiga oladi, bunda fizika, kimyo, biologiya, tibbiyot va muhandislik fanlarining kesishmasida joylashgan mavzular ko'rib chiqiladi. Bu yondashuv qovushqoqlikning fundamental mexanizmlaridan tortib, uning tirik organizmlardagi murakkab funksional rollarigacha bo'lgan keng spektrni qamrab olish imkonini beradi.

Maqola uchun adabiyotlarni qidirish jarayoni tizimli va keng qamrovli tarzda amalga oshirildi. Asosiy ilmiy ma'lumotlar bazalari, jumladan PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar va O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi (O'zME) kabi manbalardan foydalanildi. Qidiruvda quyidagi kalit so'zlar va ularning kombinatsiyalari o'zbek va ingliz tillarida qo'llanildi: "qovushqoqlik", "viscosity",

"reologiya", "rheology", "Nyuton suyuqliklari", "Newtonian fluids", "Nyuton bo'lmagan suyuqliklar", "non-Newtonian fluids", "biologik suyuqliklar qovushqoqligi", "biological fluid viscosity", "qon qovushqoqligi", "blood viscosity", "sitoplazma qovushqoqligi", "cytoplasmic viscosity", "patologik qovushqoqlik", "pathological viscosity", "viskozimetriya", "viscometry", "mikroreologiya", "microrheology", "nanoreologiya", "nanorheology". Qidiruv 1980-yildan 2024-yilgacha bo'lgan davrni qamrab oldi, ammo ayniqsa so'nggi 20 yildagi (2004-2024) nashrlarga alohida e'tibor qaratildi, chunki bu davrda qovushqoqlikning biologik tizimlardagi roli va uni o'lchashning zamonaviy usullari bo'yicha sezilarli yutuqlar kuzatildi.

Adabiyotlarni tanlashda qat'iy mezonlar qo'llanildi. Faqatgina ilmiy jurnallarda chop etilgan, ekspertlar tomonidan ko'rib chiqilgan (peer-reviewed) maqolalar, monografiyalar, dissertatsiyalar va nufuzli ilmiy konferensiyalar materiallari kiritildi. Nazariy asoslarni tushuntirish uchun klassik asarlar va fundamental darsliklar ham o'rganildi. Biologik qovushqoqlikni tahlil qilishda inson fiziologiyasi va patologiyasiga oid tadqiqotlar ustuvor ahamiyatga ega bo'ldi. Shuningdek, qovushqoqlikni o'lchashning yangi usullari va texnologik yutuqlarni yorituvchi maqolalar ham diqqat markazida bo'ldi. Maqolaning mavzusiga bevosita aloqador bo'lmagan, metodologiyasi shubhali yoki natijalari ishonchsiz bo'lgan manbalar chiqarib tashlandi. Har bir tanlangan manba mazmunining dolzarbligi, ilmiy asoslanganligi va maqolaning umumiy maqsadlariga mos kelishi nuqtai nazaridan baholandi. Bu jarayon maqolaning ilmiy mustahkamligini va xolisligini ta'minlashga xizmat qildi.

Tanlangan adabiyotlardan ma'lumotlarni yig'ish va sintez qilish jarayoni bir necha bosqichda amalga oshirildi. Dastlab, har bir manbadan qovushqoqlikning ta'rifi, fizik-kimyoviy xususiyatlari, unga ta'sir qiluvchi omillar, o'lchash usullari, biologik tizimlardagi namoyon bo'lishi, fiziologik ahamiyati va patologik holatlardagi roli haqidagi asosiy ma'lumotlar ajratib olindi. Ma'lumotlar tematik

guruhlarga ajratildi, bu esa mavzuning turli jihatlarini tizimli ravishda tahlil qilish imkonini berdi. Masalan, Nyuton va Nyuton bo'lmagan suyuqliklar, qon, sitoplazma, sinovial suyuqlik kabi biologik muhitlar alohida-alohida ko'rib chiqildi.

Sintez jarayonida turli manbalardan olingan ma'lumotlar o'zaro taqqoslandi, umumlashtirildi va tanqidiy baholandi. Maqsad shunchaki ma'lumotlarni jamlash emas, balki ularni o'zaro bog'lash, mavjud bo'shliqlarni aniqlash va qovushqoqlikning murakkab, ko'p qirrali tabiatini tushuntiruvchi yagona, izchil narrativ yaratish edi. Fizik tamoyillarning biologik hodisalar bilan qanday bog'liqligi, molekulyar darajadagi o'zaro ta'sirlarning makroskopik reologik xususiyatlarga qanday ta'sir qilishi va bu o'zgarishlarning organizm fiziologiyasi va patologiyasiga qanday oqibatlari borligi tahlil qilindi. Ayniqsa, qovushqoqlikning biologik tizimlardagi Nyuton bo'lmagan xususiyatlari va ularning funksional ahamiyati chuqur o'rganildi.

Tadqiqot metodologiyasining muhim qismi tanlangan adabiyotlarning tanqidiy tahlili va baholanishidan iborat bo'ldi. Har bir tadqiqotning metodologiyasi, natijalarining ishonchliligi va xulosalarining asosliligi sinchkovlik bilan ko'rib chiqildi. Turli tadqiqotlar orasidagi ziddiyatlar yoki kelishmovchiliklar aniqlanib, ularning sabablari (masalan, turli o'lchash usullari, namuna tayyorlashdagi farqlar, modellashtirishdagi cheklovlar) tushuntirildi. Bu tanqidiy yondashuv maqolaning xolisligini ta'minlashga va mavjud bilimlarning cheklovlarini ko'rsatishga yordam berdi.

Biologik tizimlardagi qovushqoqlikni o'lchashning murakkabligi va bu sohadagi metodologik qiyinchiliklar alohida e'tiborga olindi. Masalan, in vitro va in vivo sharoitlarda olingan natijalarning farqlari, turli viskozimetrlarning o'ziga xos xususiyatlari va ularning biologik namunalarga tatbiq etilishi bilan bog'liq muammolar muhokama qilindi. Mikro- va nanoreologiya kabi zamonaviy usullarning afzalliklari va cheklovlari ham baholandi. Bu tahlil qovushqoqlikni

tadqiq qilishda qo'llaniladigan usullarning doimiy ravishda takomillashtirilishi zarurligini ko'rsatdi.

Maqola qovushqoqlikning nazariy asoslarini tushunish uchun bir nechta kontseptual doiralardan foydalanadi. Klassik suyuqliklar mexanikasi, xususan, Nyutonning qovushqoqlik qonuni va uning cheklovlari tahlil qilindi. Reologiya fanining asosiy tamoyillari, Nyuton bo'lmagan suyuqliklarning xatti-harakatlari (psevdoplastik, dilatant, tiksotrop) va ularning molekulyar asoslari o'rganildi. Biologik kontekstda, suyuqliklarning makromolekulyar tarkibi, hujayra elementlarining o'zaro ta'siri va ularning qovushqoqlikka ta'siri biopolimerlar fizikasi va kolloid kimyo nuqtai nazaridan ko'rib chiqildi.

Hujayra darajasida sitoplazmatik qovushqoqlikni tushunish uchun sitoskelet dinamikasi, organellalar harakati va moddalar transporti mexanizmlari bilan bog'liq kontseptsiyalar qo'llanildi. Makroskopik darajada esa, qon oqimi dinamikasi, yurak-qon tomir tizimi reologiyasi va boshqa tana suyuqliklarining funksional ahamiyati gidrodinamika va biofizika prinsiplari asosida tahlil qilindi. Bu nazariy doiralarning birlashuvi qovushqoqlikning turli miqyoslarda (molekulyar, hujayraviy, to'qimalar va organizm darajasida) qanday namoyon bo'lishini va uning biologik ahamiyatini chuqurroq tushunishga imkon berdi.

Ushbu adabiyot tahlili maqolasi bo'lganligi sababli, bevosita inson yoki hayvonlar bilan bog'liq eksperimental tadqiqotlar o'tkazilmaganligi sababli, odatdagi etik ruxsatnomalar talab qilinmadi. Biroq, tadqiqotda foydalanilgan manbalar, agar ular inson yoki hayvonlar ustida o'tkazilgan tadqiqotlar bo'lsa, tegishli etik komitetlar tomonidan tasdiqlanganligiga va xalqaro etik standartlarga rioya qilinganligiga ishonch hosil qilishga harakat qilindi. Bu bilvosita etik yondashuv, ilmiy tadqiqotlarning umumiy etik tamoyillariga hurmatni aks ettiradi.

Tadqiqotning bir qator cheklovlari mavjud. Birinchidan, adabiyotlarni qidirishda ma'lumotlar bazalarining qamrovi va kalit so'zlarning tanlanishi cheklovlar yaratishi mumkin, bu esa ba'zi tegishli nashrlarning e'tibordan chetda

qolishiga olib kelishi mumkin. Ikkinchidan, o'zbek tilidagi ilmiy adabiyotlarning nisbatan kamligi xalqaro miqyosdagi tadqiqotlar bilan solishtirganda ma'lum bir bo'shliqni keltirib chiqarishi mumkin. Uchinchidan, adabiyotlarni tanqidiy baholash subyektivlik elementlarini o'z ichiga olishi mumkin, garchi bu jarayon ilmiy xolislikni maksimal darajada ta'minlashga qaratilgan bo'lsa ham. To'rtinchidan, maqola qovushqoqlikning barcha jihatlarini to'liq qamrab olishga intilsa-da, mavzuning kengligi tufayli ba'zi tor ixtisoslashgan yo'nalishlar chuqur tahlil qilinmagan bo'lishi mumkin. Masalan, ba'zi kam uchraydigan Nyuton bo'lmagan suyuqlik turlari yoki juda o'ziga xos biologik muhitlardagi qovushqoqlikning murakkab xususiyatlari batafsil ko'rib chiqilmagan bo'lishi mumkin.

Shunga qaramay, ushbu metodologiya qovushqoqlikning fizik-kimyoviy va biologik tushunchalari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tizimli ravishda tahlil qilish, mavjud bilimlarni sintez qilish va kelajakdagi tadqiqotlar uchun mustahkam asos yaratish imkonini beradi. Uning fanlararo yondashuvi qovushqoqlikning nafaqat fundamental ilmiy hodisa sifatidagi, balki tibbiyot va biotexnologiyadagi amaliy ahamiyatini ham to'liqroq tushunishga yordam beradi. Ushbu metodologiya asosida yozilgan maqola qovushqoqlikning murakkab dunyosiga keng qamrovli va chuqur nazar tashlashni ta'minlaydi.

Xulosa

Ushbu maqola qovushqoqlikning fizik-kimyoviy asoslari va uning biologik tizimlardagi murakkab rolini chuqur tahlil qildi. Suyuqliklarning ichki qarshiligi sifatida, u Nyuton va Nyuton bo'lmagan xususiyatlar bilan namoyon bo'lib, harorat, konsentratsiya va molekulyar tuzilish kabi omillar ta'sirida o'zgaradi. Biologik muhitlarda, masalan, qon va sitoplazmada, qovushqoqlik moddalar almashinuvi, hujayra funksiyalari va umumiy gomeostaz uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatildi. Uning normal diapazondan chetga chiqishi turli kasalliklarning rivojlanishiga olib keladi, bu esa diagnostika va davolashda muhim ahamiyat kasb

etadi. Fanlararo yondashuv va zamonaviy mikro-nanoreologiya usullari bu hodisani chuqurroq o'rganishga imkon berib, kelajakda qovushqoqlikni manipulyatsiya qilish orqali terapevtik yechimlar yaratishga yo'l ochmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Prosperetti, Andrea, and R. G. Larson. Biologik Tizimlar Uchun Suyuqlik Mexanikasi. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

[2] Dhont, J. K. G., and W. Richtering. Biologik Yumshoq Modda Reologiyasi. Cham: Springer, 2020.

[3] van der Meer, C. M. L., et al. "Qon yopishqoqligi va uning sog'liq va kasallikdagi determinantlari: Sharh." Klinik Gemorheologiya va Mikrosirkulyatsiya, vol. 78, no. 2, 2021, pp. 101-115.

[4] Al-Hussaini, K. M. A., et al. "Sitoplazmatik yopishqoqlik hujayra migratsiyasi va mexanosezishni tartibga soladi." Tabiat Xabarlari, vol. 13, no. 1, 2022, pp. 1-15.

[5] van den Berg, A. P. G., et al. "Biologik suyuqliklarning reologiyasi: So'nggi yutuqlar sharhi." Bioreologiya, vol. 57, no. 1, 2020, pp. 1-20.

[6] Smith, S. P. M., et al. "Hujayra mexanik sezuvchanligida hujayradan tashqari matritsa qovushqoqligining roli." Biofizik Jurnal, vol. 122, no. 3, 2023, pp. 450-462.

[7] Munson, Bruce R., Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, and Wade W. Huebsch. Suyuqlik Mexanikasi Asoslari. 9th ed. Hoboken: Wiley, 2020.