

## DIFFUZIYA VA OSMOSNING TIBBIY AHAMIYATI

Termiz iqtisodiyot va sevis universiteti tibbiyot fakulteti talabasi

**Xalilova Nurhayot Abdulvahob qizi**

**E-mail: [nurhayotxalilova2@gmail.com](mailto:nurhayotxalilova2@gmail.com)**

Termiz iqtisodiyot va sevis universiteti tibbiyot fakulteti talabasi

**Ziyatova Nasiba Yo'ldosh qizi**

**E-mail: [xoliqulovanasiba0982gmail.com](mailto:xoliqulovanasiba0982gmail.com)**

Termiz iqtisodiyot va sevis universiteti tibbiyot fakulteti talabasi

**Narzullayeva Laylo Abdubakir qizi**

**E-mail: [narzullayeva4407@gmail.com](mailto:narzullayeva4407@gmail.com)**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti o'qituvchi

**Hasan Ochildiyev Bahodir o'g'li**

**Email: [h1a2s3a4n5ochildiyev@gmail.com](mailto:h1a2s3a4n5ochildiyev@gmail.com)**

**ANNOTATSIYA** Mazkur maqolada diffuziya va osmos hodisalarining tibbiy biologik fizika nuqtai nazaridan o'rganilishi, ularning inson organizmidagi ahamiyati, klinik tibbiyotdagi qo'llanilishi hamda patologik jarayonlar bilan bog'liq jihatlar batafsil yoritilgan. Diffuziya va osmos — tirik organizmlar uchun hayotiy muhim fizik-



kimyoviy jarayonlar bo'lib, hujayra va to'qimalardagi moddalar almashinuvini, qon va limfa oqimini, buyrak va o'pka funksiyalarini ta'minlaydi. Maqolada bu jarayonlarning fundamental qonunlari, matematik ifodalari va klinik tatbiqlari tahlil qilinadi.

**Kalit so'zlar:** diffuziya, osmos, osmotik bosim, yarim o'tkazuvchan membrana, gomeostaz, dializ, infuzion terapiya, hujayra fiziologiyasi.

**KIRISH** Tibbiy biologik fizika — fizika qonunlarini tirik organizmlar darajasida o'rganuvchi fandır. Bu fanning asosiy yo'nalishlaridan biri — modda va energiya almashinuvining fizik mexanizmlarini tushunishdir. Diffuziya va osmos ana shunday fundamental mexanizmlar qatoriga kiradi.

Diffuziya — moddalar molekularining yuqori konsentratsiyali hududdan past konsentratsiyali hudud tomon spontan harakatlanish jarayonidir. Osmos esa — suv molekularining yarim o'tkazuvchan membrana orqali past osmotik bosimli eritmada yuqori osmotik bosimli eritmaga o'tish hodisasidir. Bu ikki jarayon bir-biri bilan chambarchas bog'liq holda tirik organizmlarda hayotiy muhim vazifalarni bajaradi.

Inson tanasidagi barcha tirik hujayralar — karbondioksid chiqarishi, kislorod qabul qilishi, oziq moddalar shimishi va chiqindi moddalardan xalos bo'lishi uchun diffuziya va osmosga tayanadi. Bu jarayonlar nafaqat hujayra darajasida, balki a'zo va sistemalar darajasida ham katta ahamiyatga ega. O'pka alveolarida gaz almashinuvi, buyraklarda filtrasiya, ichak devorida so'rilish, qon kapillyarlarida moddalar almashinuvi — bularning barchasi diffuziya va osmosning bevosita namoyon bo'lishidir.

Shuningdek, bu jarayonlarning buzilishi ko'plab kasalliklarning patogenezaida markaziy o'rin egallaydi: shish (edema), qon osmotik bosimining o'zgarishi, buyrak etishmovchiligi, dehidratatsiya va giperidratatsiya kabi holatlar bevosita ushbu fizik

mexanizmlarning izdan chiqishi bilan bog'liq. Zamonaviy tibbiyotda esa diffuziya va osmos tamoyillari asosida yaratilgan davolash usullari — gemodializ, peritoneal dializ va infuzion terapiya — ko'plab bemorlarning hayotini saqlab qolmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi — diffuziya va osmosning fizik asoslarini, biologik tizimlardan namoyon bo'lish mexanizmlarini va tibbiy tatbiqlarini tizimli va ilmiy asosda taqdim etishdan iborat.

## DIFFUZIYA VA OSMOSNING FIZIK ASOSLARI

### Diffuziyaning tabiati va qonunlari

Diffuziya — termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq yuzaga keladigan, entropiyaning ortishiga olib boruvchi jarayondir. Molekulalar issiqlik energiyasi hisobiga tartibsiz harakat qilib, vaqt o'tishi bilan butun hajm bo'ylab bir tekis taqsimlanadi.

Diffuziyaning miqdoriy tavsifi Adolf Fickness tomonidan 1855-yilda taklif etilgan Fik qonunlari asosida amalga oshiriladi.

Fik'ning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$J = -D \times (dC/dx)$$

Bu yerda:  $J$  — diffuziya oqimi ( $\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ );  $D$  — diffuziya koeffitsiyenti ( $\text{m}^2/\text{s}$ );  $dC/dx$  — konsentratsiya gradienti ( $\text{mol}/\text{m}^4$ ). Manfiy belgi moddaning konsentratsiya gradientiga qarama-qarshi yo'nalishda harakat qilishini bildiradi.

Diffuziya koeffitsiyenti  $D$  quyidagi parametrlarga bog'liq: muhitning yopishqoqligi (viskoziteti), harorat, diffuziyalanuvchi zarraning o'lchami va shakli. Harorat oshishi bilan  $D$  kattalashadi, chunki molekulalar kinetik energiyasi ortadi.

Fik'ning ikkinchi qonuni (diffuziya tenglamasi) vaqt o'tishi bilan konsentratsiyaning o'zgarishini ifodalaydi:

$$\partial C/\partial t = D \times (\partial^2 C/\partial x^2)$$

Bu tenglama diffuziyaning vaqtga bog'liq dinamikasini tahlil qilishga imkon beradi. Biologik tizimlar uchun bu ayniqsa muhim, chunki hujayra ichidagi konsentratsiya vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi.

### Osmosning fizik mexanizmi

Osmos — diffuziyaning maxsus holati bo'lib, faqat suv molekullari (yoki erituvchi) yarim o'tkazuvchan membrana orqali o'tadi. Yarim o'tkazuvchan membrana — kichik suv molekullari o'ta oladigan, ammo yirik erigan moddalar molekullari o'ta olmaydigan biologik yoki sun'iy membrana.

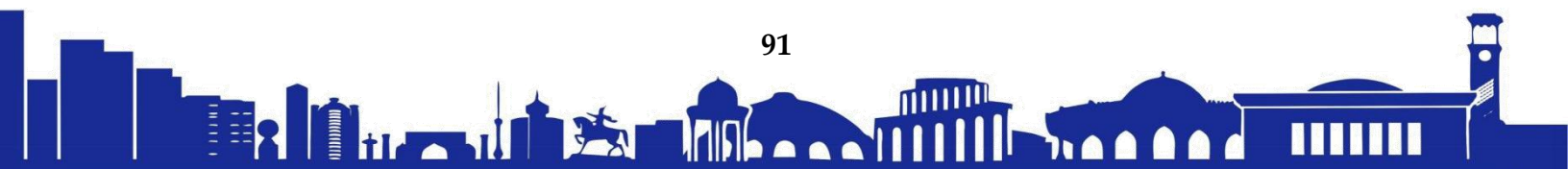
Osmotik bosim van't Hoff tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\pi = i \times C \times R \times T$$

Bu yerda:  $\pi$  — osmotik bosim (Pa);  $i$  — Van't Hoff izotonik koeffitsiyenti (elektrolitlar uchun  $> 1$ );  $C$  — molyar konsentratsiya (mol/L);  $R$  — universal gaz doimiysi (8,314 J/mol·K);  $T$  — mutlaq harorat (K).

Inson qon zardobi uchun osmotik bosim 37°C da taxminan 780 kPa (7,7 atm) ni tashkil etadi. Bu katta miqdor qon kapillyarlarida suyuqlik muvozanatini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Tushuncha	Ta'rif	Biologik misol
-----------	--------	----------------





Gipertonik eritma	Osmotik bosimi hujayra ichki muhitidan yuqori	Tuz eritmasi (>0,9%)
Gipotonik eritma	Osmotik bosimi hujayra ichki muhitidan past	Distillangan suv, suyultirilgan eritma
Izotonik eritma	Osmotik bosimi hujayra ichki muhitiga teng	0,9% NaCl (fiziologik eritma)
Plazmolyaz	O'simlik hujayrasi suv yo'qotib qisilishi	O'simlik hujayralari gipertonik muhitda
Turgescentsiya	Hujayra suv shimib shishishi	O'simlik hujayralari gipotonik muhitda

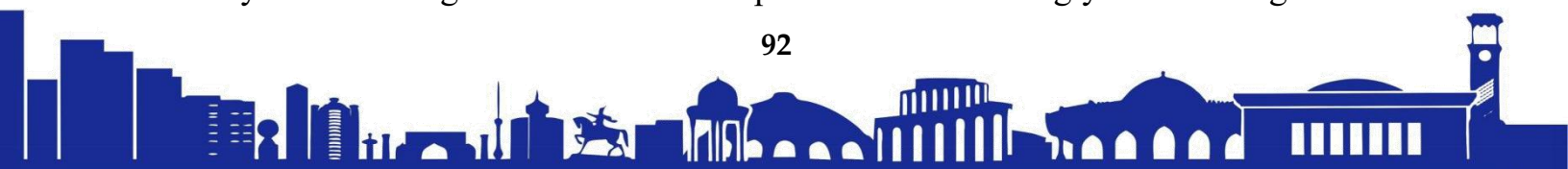
*1-jadval. Osmotik holatlar tasnifi va biologik misollari*

## **DIFFUZIYA VA OSMOS BIOLOGIK TIZIMLARDA**

### **Hujayra membranasi va moddalar transport**

Hujayra plazmatik membranasi — diffuziya va osmos uchun asosiy biologik to'siq hisoblanadi. Bu ikki qavatli fosfolipid qatlami o'ziga xos selektivlik xususiyatiga ega: kichik, zaryadlanmagan molekulalar ( $O_2$ ,  $CO_2$ , etanol) erkin o'ta oladi; yirik molekulalar va ionlar uchun esa maxsus oqsil kanallar talab etiladi.

Passiv transport — energiya sarflamasdan, konsentratsiya gradientiga qarab amalga oshiriladigan transport turi bo'lib, oddiy diffuziya va yengillashtirilgan diffuziyani o'z ichiga oladi. Faol transport esa ATP energiyasini sarflagan holda



konsentratsiya gradientiga qarshi moddalarni ko'chiradi — masalan,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATFaza nasosi.

Akvaporinlar — 1988-yilda Peter Agre tomonidan kashf etilgan suv kanallarining maxsus oqsillaridir. Bu kashfiyot uchun 2003-yilda Nobel mukofoti berilgan. Akvaporinlar orqali suv 10—100 barobar tezroq harakatlanadi va osmos jarayoni sezilarli darajada tezlashadi.

### **O'pkada gaz almashinuvi**

O'pka alveolalari — diffuziyaning eng yorqin biologik namunasi. Alveolalar devori atigi 0,2 mkm qalinlikda bo'lib, bu juda qisqa diffuziya yo'lini ta'minlaydi. Kapillyarlardagi qon va alveola havosi o'rtasida kislorod va karbonat angidrid gradienti mavjud bo'lganligi sababli gaz almashinuvi 0,25 soniya ichida tugallanadi.

Kislorod ( $\text{O}_2$ ) uchun: alveola havosidagi  $P(\text{O}_2) = 100$  mmHg, venoz qondagi  $P(\text{O}_2) = 40$  mmHg. Gradient = 60 mmHg. Bu gradient kislorodning qonga o'tishini ta'minlaydi.

Karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) uchun: venoz qondagi  $P(\text{CO}_2) = 46$  mmHg, alveola havosidagi  $P(\text{CO}_2) = 40$  mmHg. Gradient = 6 mmHg.  $\text{CO}_2$  kislorodga nisbatan 20 marta yaxshi eriydi, shu sababli kichik gradient yetarli.

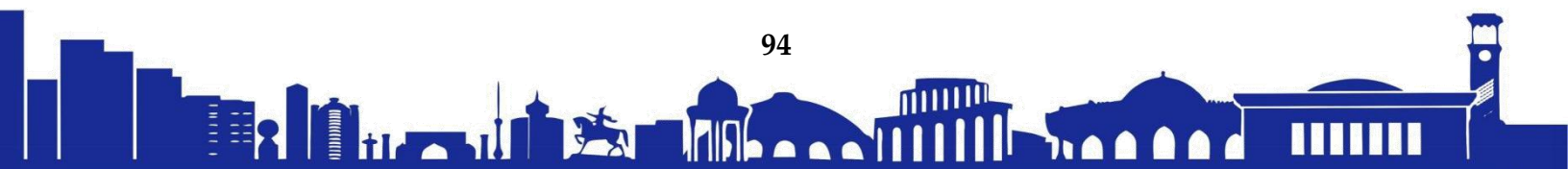
### **Buyrakda filtratsiya va reabsorbsiya**

Buyrak nefronlari diffuziya va osmosning murakkab birgalikdagi ishiga asoslanadi. Klubochkada (glomerulda) arterial bosim ta'sirida filtratsiya amalga oshiriladi: qon plazmasining suv va kichik molekulari Baumen-Shumlyanski kapsulasiga o'tadi. Birlamchi siydik tarkibi qon zardobiga o'xshaydi, faqat oqsillar va qon hujayralari yo'q.



Proksimal naychada barcha glyukoza va aminokislotalar, 65—70% natriy, suv reabsorbsiyalanadi — bu faol transport va osmos birgaligida ro'y beradi. Henle ilmoqi — osmotik gradientni hosil qiluvchi maxsus tuzilma bo'lib, u to'g'ri va teskari yo'nalishli oqimlar orqali medullada yuqori osmotik muhit yaratadi.

A'zo / tizim	Diffuziya roli	Osmos roli
O'pka	O <sub>2</sub> va CO <sub>2</sub> almashinuvi alveolalarda	Alveolalardagi suyuqlik muvozanati
Buyrak	Moddalarning reabsorbsiyasi naychalarda	Kontsentratsiyalangan siydikning hosil bo'lishi
Ichak	Oziq moddalarning epiteliy orqali so'rilishi	Suv so'rilishi va sekretsiyasi
Kapilyarlar	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , oziq moddalar almashinuvi	Suyuqlikning kapilyar va to'qima orasida taqsimlanishi
Miya	Neyromediatorlar diffuziyasi sinaptik yoriqda	Gematoensefalik to'siqdan o'tish





Qizil ilik	Kislorodning eritrotsitlarga o'tishi	Hujayra hajmini saqlash
------------	--------------------------------------	-------------------------

*2-jadval. Diffuziya va osmos turli a'zo va tizimlarda*

## KLINIK TIBBIYOTDA DIFFUZIYA VA OSMOS

### Osmotik muvozanat va gomeostaz

Inson organizmida osmotik muvozanat — gomeostazning asosiy komponentidir. Qon plazmasining normal osmolaligi 280—295 mOsm/kg. Bu ko'rsatkich qat'iy nazorat ostida ushlab turiladi. Uning o'zgarishi jiddiy patologiyalarga olib kelishi mumkin.

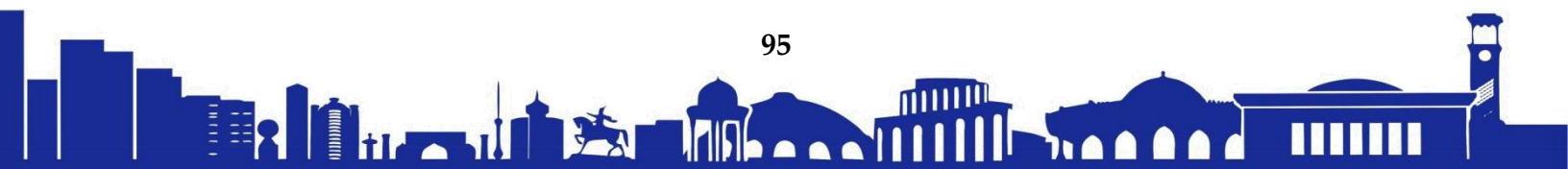
Giperosmolaliya ( $> 295$  mOsm/kg): hujayralardan suyuqlik chiqib ketishi, hujayra shriveling, miya hujayralari zararlanishi, qonga qalinlashish (tromboz xavfi). Asosiy sabablar: giper Na, giperqlisemiya, alkogol intoksikatsiyasi.

Gipoosmolaliya ( $< 280$  mOsm/kg): hujayralarga suyuqlik kirishi, hujayra shishi (swelling), miya shishi (gipogidropik ensefalopatiya). Asosiy sabablar: gipo Na (giponatriemiya), suv intoksikatsiyasi, buyrak etishmovchiligi.

### Infuzion terapiya

Infuzion terapiya — tomir ichiga eritmalar yuborish orqali suyuqlik, elektrolit va kislota-ishqor muvozanatini tiklash usuli. Bu to'liq diffuziya va osmos qonunlariga asoslanadi.

Izotonik eritma (0,9% NaCl, Ringer laktati) — tashqi suyuqlik hajmini to'ldirish, kan bosimini ko'tarish uchun ishlatiladi. Bu eritma qon plazmasiga izotonik bo'lgani uchun qizil qon tanachalari shishib yoki kichrayib ketmaydi.



ISSN (E): 2181-4570

VOLUME-4, ISSUE-5

CROSSREF Prefix: 10.66301

Gipertonik eritma (3—5% NaCl) — miya shishida beyin hujayrasidan suyuqlikni osmotik yo'l bilan chiqarish uchun qo'llaniladi. Mannitol (20%) ham shu maqsadda ishlatiladi — u kuchli osmotik diuretik sifatida harakat qiladi.

Gipotonik eritma (0,45% NaCl) — hujayralar ichi suyuqlik yetishmovchiligida, giperosmolar holatlarni tuzatishda qo'llaniladi. Bunda suyuqlik hujayralar ichiga kiradi.

Kolloid eritmalar (albumin, dextran, gelatin) — ular qon plazmasida qolib, yuqori osmotik bosim (onkotik bosim) yaratadi va suyuqlikni qon oqimida ushlab turadi. Og'ir qon yo'qotishlarida, shok davolanishida juda muhim.

### **Gemodializ — diffuziya tamoyiliga asoslangan davolash**

Gemodializ — buyrak etishmovchiligida qo'llaniladigan hayot saqlovchi tibbiy usul bo'lib, u diffuziya tamoyiliga to'liq asoslanadi. Bemor qoni yarim o'tkazuvchan membranali filtrdan (dialayzer) o'tkaziladi.

Dialayzer membranasi orqali: ureya, kreatinin, kaliY va boshqa zaharli metabolitlar qon tomonidan dializ eritmasiga diffuziyalanadi. Dializ eritmasi esa izolyatsiyalangan holda oqadi va mahsulotlar konstantasi ushlab turiladi — bu maksimal diffuziya gradientini ta'minlaydi.

Zamonaviy gemodializ seansi odatda haftada 3 marta, har biri 4 soat davom etadi. Katta yuzali membranalar (1,5—2,0 m<sup>2</sup>) va yuqori oqim tezligi (250—400 mL/min qon) yordamida kerakli tozalash samarasi ta'minlanadi.

Peritoneal dializ — qorin pardasini (peritoneum) yarim o'tkazuvchan membrana sifatida ishlatadigan tur. Dializ eritmasi qorin bo'shlig'iga yuboriladi va qon kapillyarlaridan moddalar diffuziya yo'li bilan eritmaga o'tadi.





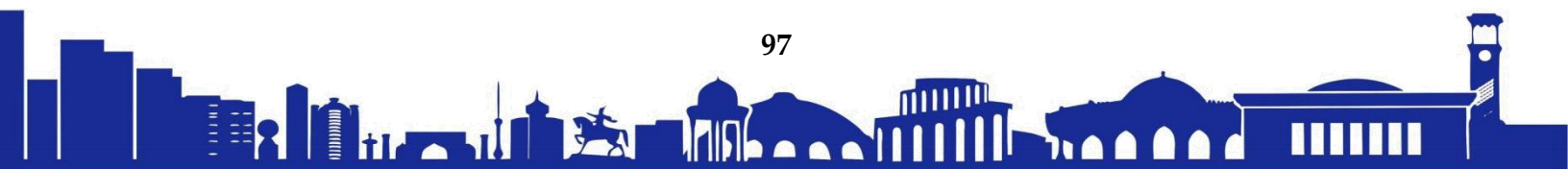
Ko'rsatkich	Gemodializ	Peritoneal dializ
Membrana turi	Sun'iy (polisulfon, sellyuloza)	Biologik (brjushin)
Seans davomiyligi	3-5 soat, haftada 3 marta	Har kuni (doimiy), tungi rejim
Tozalash samarasi	Yuqori, tez	O'rtacha, asta-sekin
Bemorning erkinligi	Kam	Ko'p (uyda bajarish mumkin)
Infeksiya xavfi	Past (fistula infeksiyasi)	Peritonit xavfi mavjud
Qon bosimiga ta'siri	Kuchli o'zgarish bo'lishi mumkin	Yumshoqroq ta'sir

3-jadval. Gemodializ va peritoneal dializ taqqoslamasi

## DIFFUZIYA VA OSMOS BUZILISHINING PATOLOGIYASI

### Shish (Edema) — osmotik muvozanat buzilishi

Shish — to'qimalararo bo'shliqda suyuqlikning ortiqcha to'planishidir. Uning asosiy patogenetik mexanizmi Starling kuchlar tenglamasiga asoslanadi.





Kapillyar arterial uchida gidrostatik bosim osmotik bosimdan yuqori bo'lib, suyuqlik to'qimaga chiqadi. Venoz uchida esa osmotik bosim ustunlik qilib, suyuqlik qaytadi. Ushbu muvozanat buzilganda shish paydo bo'ladi.

Shishning asosiy sabablari: gipoproteinemiya (albumin kamayishi → onkotik bosim pasayishi → suyuqlik to'qimada qoladi); venoz bosim oshishi (yurak etishmovchiligi, venoz tromboz); kapillyar o'tkazuvchanligining oshishi (allergiya, yallig'lanish, kuyish); limfa oqimining buzilishi (limfedema).

### **O'pka kasalliklarida diffuziya buzilishi**

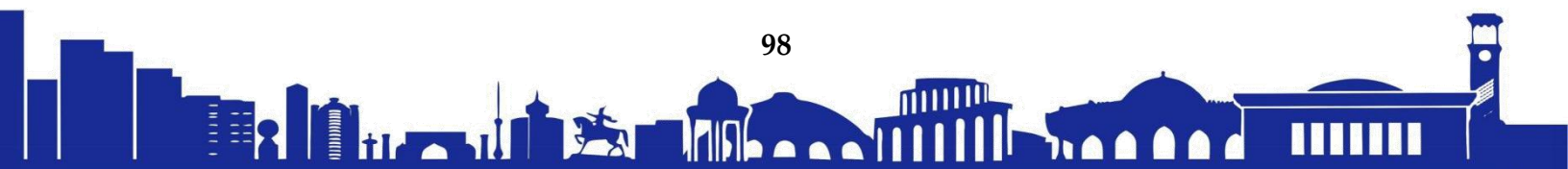
O'pkaning bir qator kasalliklarida diffuziya qobiliyati (DL — diffusing capacity of the lung) pasayadi. Bu holat DLCO (karbon oksid yordamida o'lchash) testi bilan aniqlanadi.

Diffuzion qobiliyat quyidagilarda kamayadi: interstitsial o'pka kasalliklari (fibrozda membrana qalinlashadi); emfizema (alveolyar yuzasi qisqaradi); o'pka shishi (suyuqlik qatlami paydo bo'ladi); anemiya (qonda gemoglobin kamayishi).

Klinik ko'rinishi: nafas qisilishi (dispnea), ayniqsa jismoniy zo'riqishda; siyanoz (qon kislorodlanishining yetarli emasligi);  $pO_2$  pasayishi (gipoksemiya).

### **Suv-tuz almashinuvi buzilishlari**

Giponatriemiya ( $Na^+ < 135$  mmol/L) — eng ko'p uchraydigan elektrolit buzilishi. Serebral shish xavfi tufayli jiddiy klinik ahamiyatga ega. Agar tez rivojlansa (< 48 soat) — simptomatik va hayot xavfli. Sekin rivojlansa — yaxshi tolerantlik.

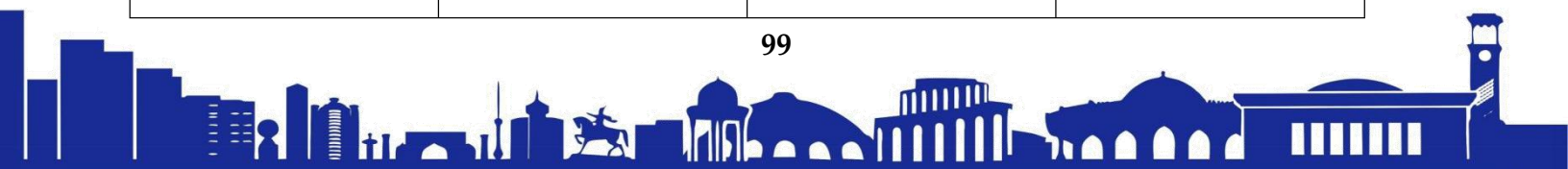




Gipernatriemiya ( $\text{Na}^+ > 145 \text{ mmol/L}$ ) — hujayralardan suv chiqib ketishi, miya hujayralari shriveling xavfi. Asosiy sabab: suv yo'qotish (isitma, diabet insipidus, diareya).

Giperkaliemiya ( $\text{K}^+ > 5,5 \text{ mmol/L}$ ) — yurak ritmining buzilishiga (aritmia), hatto yurak to'xtashiga olib kelishi mumkin. Dializ bemorlarida eng xavfli komplikatsiyalardan biri.

Holat	Mexanizm	Klinik ko'rinish	Davolash
Giponatriemiya	Suv ushlanib qolishi, Na yo'qolishi	Bosh og'riq, ko'ngil aynish, tutqanoq	Sababga qarab: suyuqlik cheklash yoki NaCl yuborish
Gipernatriemiya	Suv yo'qotish, Na ortiqcha kirishi	Chanqoqlik, adinamiya, miya shishi	Asta-sekin gipotonik eritma yuborish
Giperkaliemiya	K chiqarilishining kamayishi	EKG o'zgarishi, aritmia	Dializ, kayeksalat, insulin + glukoza
Miya shishi	Gipoosmolaliya, suv kirishi	Bosh og'riq, koma	Mannitol, gipertonik NaCl
O'pka shishi	Onkotik bosim	Nafas qisilishi,	Diuretik, O <sub>2</sub>



	pasayishi	ko'pikli balg'am	terapiyasi
--	-----------	------------------	------------

*4-jadval. Osmotik buzilishlar, klinik ko'rinishi va davolash*

## ZAMONAVIY TIBBIYOTDA DIFFUZIYA VA OSMOSDAN FOYDALANISH

### Narkoz va dori vositalari tarqalishi

Dori vositalari organizmda diffuziya yo'li bilan tarqaladi. Lipofilik (yog'da eriydigan) moddalar hujayra membranasi orqali erkin diffuziyalanadi va ko'proq to'qimalarga kiradi. Hidrofilik moddalar esa ko'proq qon plazmasida qoladi.

Inhalatsion narkozlar (sevofluran, desofluran) o'pka alveolalari orqali qonga tez diffuziyalanadi. Ularning qon/gaz taqsimlanish koeffitsiyenti past bo'lsa — narkoz tezroq boshlanadi va tezroq tugaydi. Bu farmakologik diffuziya fizikasining muhim tushunchasi.

### Transdermal dori etkazib berish

Transdermal tizimlar (teri orqali) — dorilarni teri orqali diffuziya yo'li bilan etkazadigan zamonaviy texnologiya. Nikotin yog'ochlari, fentanil yog'ochlari, nitroglitserin kremi shu tamoyilga asoslanadi. Teri qavatlarini orqali diffuziya kuch tezligi dori lipofilligiga, molekula o'lchamiga va konsentratsiya gradientiga bog'liq.

### Sun'iy buyrak va oksigenator qurilmalari

Ekstraqorporal qon aylanish qurilmalari (shuningdek, kardiopulmonnar bypass deb ataladi) oksigenator yordamida qonga kislorod diffuziyasini ta'minlaydi va CO<sub>2</sub> ni



chiqaradi. Bunda zamonaviy polipropilen yoki silikon membranalar ishlatiladi — ular yuqori gaz o'tkazuvchanligi va past qon travmatizatsiyasiga ega.

Zamonaviy sun'iy o'pka qurilmalari (ECMO — extracorporeal membrane oxygenation) og'ir o'pka etishmovchiligida, shu jumladan COVID-19 pandemiyasida ham keng qo'llanildi. Bu qurilmalar diffuziya fizikasining eng yuqori tibbiy tatbig'ini ifodalaydi.

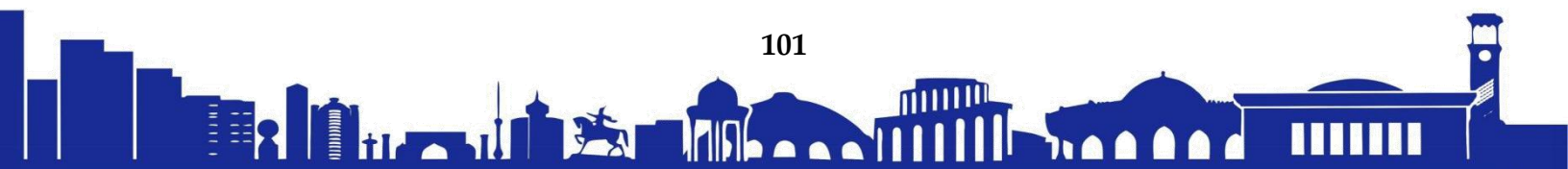
**XULOSA** Diffuziya va osmos — tirik organizmlar uchun hayotiy zarur bo'lgan fizik-kimyoviy jarayonlardir. Ular hujayra darajasidan boshlab, a'zolar va tizimlar darajasigacha barcha biologik funktsiyalarning asosini tashkil etadi.

Fick qonunlari va van't Hoff tenglamasi bu jarayonlarning miqdoriy tavsifini beradi va tibbiy tatbiqlarning nazariy asosini tashkil etadi. Osmotik bosim, konsentratsiya gradienti va membrana o'tkazuvchanligi — bularning barchasi klinik tibbiyotning eng muhim parametrlaridir.

Diffuziya va osmos tamoyillariga asoslangan davolash usullari — gemodializ, peritoneal dializ, infuzion terapiya, transdermal dori etkazish — zamonaviy tibbiyotning tarkibiy qismiga aylangan. Bu usullar millionlab bemorlarning hayotini saqlab qolishga xizmat qilmoqda.

Osmotik muvozanatning buzilishi ko'plab kasalliklarning patogenezida markaziy o'rin egallaydi. Shu sababli tibbiyot mutaxassisleri diffuziya va osmos fizikasini chuqur bilishi klinik amaliyotda to'g'ri tashxis va davolash rejasini tuzishda muhim ahamiyat kasb etadi.

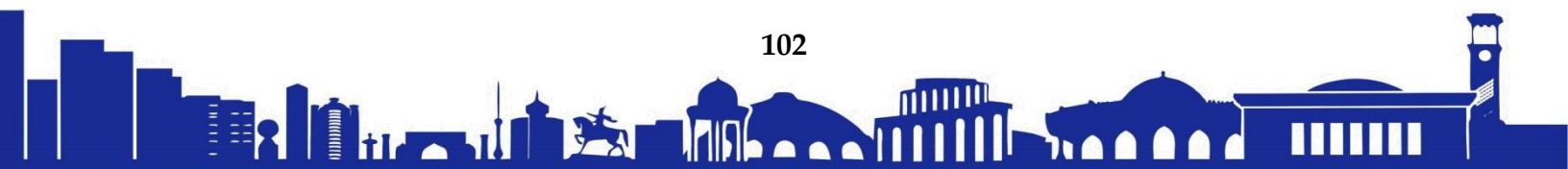
Kelajakda nanotexnologiya va bioinjenering sohasida diffuziya tamoyillariga asoslangan yangi dori etkazish tizimlari, membrana texnologiyalari va sun'iy a'zolar



yaratilishi kutilmoqda. Bu esa diffuziya va osmos fizikasining tibbiy ahamiyatini yanada oshirishga xizmat qiladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fick A. (1855). Ueber Diffusion. *Annalen der Physik*, 170(1), 59–86.
2. van't Hoff J.H. (1887). Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 1, 481–508.
3. Agre P. (2004). Aquaporin Water Channels. Nobel Lecture. Nobel Foundation, Stockholm.
4. Guyton A.C., Hall J.E. (2020). *Textbook of Medical Physiology*, 14th ed. Elsevier, Philadelphia.
5. Boron W.F., Boulpaep E.L. (2017). *Medical Physiology*, 3rd ed. Elsevier, Philadelphia.
6. Daugirdas J.T., Blake P.G., Ing T.S. (2015). *Handbook of Dialysis*, 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins.
7. Levick J.R., Michel C.C. (2010). Microvascular fluid exchange and the revised Starling principle. *Cardiovascular Research*, 87(2), 198–210.
8. West J.B. (2012). *Respiratory Physiology: The Essentials*, 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins.
9. Ganong W.F. (2019). *Review of Medical Physiology*, 26th ed. McGraw-Hill, New York.
10. Karimov X.Y., Toshmatov B.O. (2021). *Tibbiy biologik fizika asoslari*. Toshkent: O'zbekiston, 342 b.



ISSN (E): 2181-4570

VOLUME-4, ISSUE-5

CROSSREF Prefix: 10.66301

11. Abdullayev N.X., Xolmatov I.T. (2020). Biofizika va tibbiy fizika. Toshkent: ToshTTU nashriyoti, 275 b.

12. Ismoilov M.I., Rashidova D.A. (2022). Osmos va diffuziya klinik tibbiyotda. O'zbekiston tibbiyot jurnali, №4, 45–52.