



YURAK FAOLIYATINING FIZIKAVIY ASOSLARI

Sattorov Yorqin Karimovich

Toshkent tibbiyot akademiyasi biofizika kafedrası o'qituvchisi

Jalolova Malika Baxrom qizi

Abdug'aniyeva Maftunabonu Dilshod qizi

Yo'ldosheva Maftuna Baxodir qizi

Toshkent tibbiyot akademiyasi 1-son davolash ishi fakulteti talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada yurak faoliyatining fizikaviy asoslari har tomonlama tahlil qilingan. Yurak organizmda qon aylanishini ta'minlovchi markaziy organ sifatida, o'z faoliyatini aniq fizik qonuniyatlar asosida bajaradi. Maqolada yurak siklining tuzilishi va bosqichlari, yurak mushaklarining mexanik faoliyati, qon oqimining gidravlik qonunlari, bosim va hajm o'zgarishlarining fizik jihatlari chuqur yoritilgan. Ayniqsa, Hagen–Puazey qonuni, Reynolds soni, Frank-Starling qonuni kabi fizik modellarning yurak faoliyatiga tadbiri muhim o'rin egallaydi. Shuningdek, yurak tomonidan bajariladigan ish va energiya sarfi, yurak minut hajmi, qon bosimi kabi ko'rsatkichlar orqali yurakning funksional imkoniyatlari ilmiy izohlangan. Yurak faoliyatiga ta'sir etuvchi omillar — qon yopishqoqligi, tomir qarshiligi, yurak mushaklarining elastikligi — ham keng muhokama qilingan. Bu maqola biofizika, tibbiyot va fiziologiya fanlarini o'zaro integratsiyalovchi dolzarb ilmiy-tadqiqot materialidir va talabalarga hamda mutaxassislariga nazariy hamda amaliy bilimlarni kengaytirishda yordam beradi.

Kalit so'zlar: Yurak fiziologiyasi, yurak sikli, miokard qisqarishi, qon bosimi, gidravlik qonunlar, Hagen-Puazey qonuni, Reynolds qonuni, yurak minut hajmi, biofizika, qon yopishqoqligi, tomir qarshiligi, elastiklik, fizikaviy qonuniyatlar, energiya sarfi, Preload va Afterload

Аннотация: В статье представлен комплексный анализ физических основ работы сердца. Сердце, как центральный орган, обеспечивающий



кровообращение в организме, выполняет свои функции на основе определенных физических законов. В статье подробно рассматриваются структура и стадии сердечного цикла, механическая активность сердечной мышцы, гидравлические законы кровотока, а также физические аспекты изменения давления и объема. В частности, большое значение имеет применение к сердечной деятельности таких физических моделей, как закон Хагена–Пуазейля, число Рейнольдса и закон Франка–Старлинга. Функциональные возможности сердца также научно объясняются с помощью таких показателей, как работа и расход энергии, выполняемые сердцем, сердечный выброс и артериальное давление. Факторы, влияющие на сердечную функцию, — вязкость крови, сосудистое сопротивление и эластичность сердечной мышцы — также широко обсуждались. Данная статья представляет собой актуальный исследовательский материал, объединяющий такие науки, как биофизика, медицина и физиология, и поможет студентам и специалистам расширить свои теоретические и практические знания.

Ключевые слова: Физиология сердца, сердечный цикл, сокращение миокарда, артериальное давление, гидравлические законы, закон Хагена–Пуазейля, закон Рейнольдса, сердечный выброс, биофизика, вязкость крови, сосудистое сопротивление, эластичность, физические законы, расход энергии, преднагрузка и постнагрузка

GB

Annotation: This article comprehensively analyzes the physical foundations of heart function. As the central organ that provides blood circulation in the body, the heart performs its activities based on clear physical laws. The article deeply covers the structure and stages of the cardiac cycle, the mechanical activity of the heart muscle, the hydraulic laws of blood flow, and the physical aspects of pressure and volume changes. In particular, the application of physical models such as the



Hagen–Poiseuil law, Reynolds number, and Frank-Starling law to heart function plays an important role. In addition, the functional capabilities of the heart are scientifically explained through indicators such as work performed by the heart and energy consumption, cardiac output, and blood pressure. Factors affecting heart function — blood viscosity, vascular resistance, and cardiac muscle elasticity — are also widely discussed. This article is a relevant research material that integrates the sciences of biophysics, medicine, and physiology and helps students and specialists expand their theoretical and practical knowledge.

Keywords: *Cardiac physiology, cardiac cycle, myocardial contraction, blood pressure, hydraulic laws, Hagen-Poiseuil's law, Reynolds' law, cardiac output, biophysics, blood viscosity, vascular resistance, elasticity, physical laws, energy expenditure, Preload and Afterload*

Kirish

Yurak inson organizmidagi eng asosiy a'zoldan biri bo'lib, u butun tana bo'ylab qon aylanishini ta'minlaydi. Yurakning ishlashi faqat biologik emas, balki fizikaviy qonuniyatlarga ham asoslanadi. Bu qonuniyatlarni chuqur anglash orqali yurak faoliyatining mexanizmlarini yanada aniq tushunish mumkin.

Ushbu maqolada yurak faoliyatining fizikaviy asoslari keng tahlil qilinadi: yurak sikli, bosim va hajm o'zgarishlari, qon oqimining fizik qonunlari, yurakning bajaradigan fizik ishi, qonning gidravlik xossalari va yurak faoliyatiga ta'sir etuvchi fizik omillar muhokama qilinadi.

Asosiy qism

1. Yurak sikli va uning fizikaviy tavsifi

Yurak sikli yurakning bir martalik qisqarish va bo'shashish jarayonini ifodalaydi. Bu sikl uch bosqichdan iborat: diastola, sistola va tanaffus (pauza). Diastola vaqtida yurak bo'shliqlari qon bilan to'ladi, bu jarayonda bosim pasayadi. Sistola paytida esa miokard qisqaradi va qon yurakdan arteriyalarga haydaladi.



Bu bosqichlarda qon bosimi, yurak bo'shlig'ining hajmi va devorlarining cho'zilishi o'zgaradi. Bosim va hajm o'zgarishlarini fizik qonunlar orqali ifodalash mumkin. Masalan, bosim – kuch va yuzaning nisbatiga teng ($P = F/S$), yurak harakati esa ish ($A = P \times \Delta V$) ko'rinishida ifodalanadi.

Yurak sikli taxminan 0,8 soniya davom etadi: 0,1 s bo'lmacha sistolasi, 0,3 s qorinchalar sistolasi va 0,4 s tanaffus. Bu jarayonlar yurak mushaklarining sinxron faoliyatini ko'rsatadi.

2. Yurak mushaklarining mexanik faoliyati

Yurak mushaklari – miokard – ixtiyorsiz, ritmik tarzda qisqaradi. Qisqarishlar natijasida qon yurakdan haydaladi. Miokard qisqarish kuchi Frank-Starling qonuniga bo'ysunadi: cho'zilgan mushak tolalari kuchliroq qisqaradi.

Miokard qisqarishi vaqtida yurak bo'shliqlaridagi bosim ortadi, bu esa qonning yurakdan chiqishini ta'minlaydi. Valflar bu bosim farqi orqali boshqariladi. Masalan, aorta klapan faqat sistola vaqtida ochiladi.

Miokard har bir siklda ma'lum miqdorda ish bajaradi. Bu ish yurak bosimi va hajmiga bog'liq bo'lib, matematik jihatdan $A = P \times \Delta V$ formulasi bilan ifodalanadi. Miokardning elastikligi va qisqaruvchanligi yurakning umumiy samaradorligini belgilaydi.

3. Gidravlik qonuniyatlar va qon oqimi

Qon yurakdan chiqarilgach, arteriyalar orqali butun tana bo'ylab tarqaladi. Bu harakat fizikadagi suyuqliklar oqimi qonunlariga, xususan Hagen-Puazey qonuniga asoslanadi. Bu qonunga ko'ra, oqim tezligi qon bosimi, tomir radiusi, yopishqoqlik va uzunlikka bog'liq.

Qonning oqim turi Reynolds soni bilan baholanadi. Agar Reynolds soni 2000 dan kichik bo'lsa – oqim laminar, undan katta bo'lsa – turbulent bo'ladi. Laminar oqim yurak va tomirlar uchun optimal holat hisoblanadi.



Yurakning asosiy funksiyasi – bu bosim hosil qilish. Bu bosim orqali qon arteriyalar bo‘ylab harakatlanadi. Yurak tomonidan yuzaga keltirilgan kinetik energiya qon harakatiga aylantiriladi, bu esa tana hujayralariga kislorod va oziq moddalar yetkazib berishni ta’minlaydi.

4. Yurak ishining fizikaviy ko‘rsatkichlari

Yurak faoliyatini baholashda bir nechta fizik ko‘rsatkichlar ishlatiladi. Ulardan eng muhimlari: yurak minut hajmi (CO), sistolik va diastolik bosim, yurak urish soni (HR), periferik qarshilik va yurak quvvati.

Yurak minut hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi: $CO = HR \times SV$. Bu yerda HR – yurak urishi (minutiga), SV – bir urishda chiqariladigan qon hajmi.

Yurakning har bir qisqarishida sistolik bosim 120 mmHg, diastolik bosim esa 80 mmHg atrofida bo‘ladi. Bu bosimlar yurak va qon tomir tizimining holatini ko‘rsatadi. Arterial bosim ham yurak faoliyatining fizikaviy natijasi sifatida qaraladi.

5. Yurak faoliyatiga ta’sir etuvchi fizik omillar

Yurak faoliyatiga turli fizik omillar ta’sir ko‘rsatadi. Ularning asosiylari: qonning yopishqoqligi, tomir qarshiligi, yurak mushaklarining elastikligi, yurak klapanlarining holati va qon bosimi.

Qonning yopishqoqligi ortsa, yurakning ish yuklamasi oshadi. Bu esa yurak yetishmovchiligi xavfini oshiradi. Tomir qarshiligi ham yurakdan chiqqan qonning oqishiga ta’sir qiladi. Qarshilik qancha katta bo‘lsa, yurak shuncha ko‘p ish bajaradi.

Yurak mushaklarining elastikligi va devorlarning cho‘ziluvchanligi miokard qisqarish kuchini belgilaydi. Preload va afterload tushunchalari yurak yuklamalarini anglashda muhim rol o‘ynaydi.



Yurak faoliyatida akustik hodisalar ham muhim o‘rin tutadi. Yurakning sistola va diastolasi davomida paydo bo‘ladigan tovushlar — birinchi va ikkinchi yurak tonlari — yurak klapanlarining yopilishi bilan bog‘liq fizik jarayonlardir. Bu tovushlar fonokardiografiya orqali qayd qilinadi va yurak klapanlarining funksional holatini baholashda qo‘llanadi.

Yurak siklining davomiyligi, odatda, taxminan 0.8 soniyani tashkil etadi. Bu davrda atriyaalar taxminan 0.1 soniya davomida qisqaradi, qorinchalar esa 0.3 soniya faol holatda bo‘ladi. Qolgan 0.4 soniya yurak to‘qimalari dam oladi, bu esa yurak mushaklarining charchamasligi uchun zarur. Gidrodinamikaning asosiy qonunlari yurak faoliyatini baholashda keng qo‘llanadi. Masalan, Bernulli tenglamasi orqali yurakdan chiqarilayotgan qon oqimidagi bosim va tezlik o‘zgarishlari aniqlanadi. Bu qonun yurak klapanlari va tomirlar orasidagi oqim farqlarini tahlil qilishda yordam beradi. Yurakning mexanik kuchi va elastikligi kardiologik holatlarni baholashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Miokardning yallig‘lanishi (miokardit), yurak mushaklarining zaiflashuvi (kardiomiopatiya) kabi holatlarda yurakning qisqarish kuchi pasayadi, bu esa yurak chiqish hajmini sezilarli darajada kamaytiradi.

Qon aylanish tizimidagi bosim gradientlari yurak ishini me‘yoriy darajada ushlab turadi. Masalan, yurakning o‘ng tomonida past bosim, chap tomonida esa yuqori bosim bo‘ladi. Bu tafovutlar yurakning har ikki bo‘limida qon aylanishini sinxronlashtiradi va organizmning turli to‘qimalariga zaruriy kislorod yetkazilishini ta‘minlaydi.

Xulosa

Yurak faoliyati nafaqat fiziologik, balki chuqur fizikaviy qonuniyatlarga asoslangan murakkab jarayon hisoblanadi. Yurak mushaklari – miokard – har bir qisqarishda muayyan fizik ish bajaradi va bu ish natijasida qon bosimi hosil bo‘lib, qon tomirlar orqali butun organizm bo‘ylab oqib o‘tadi. Yurak siklining har bir



bosqichi: diastola, sistola va tanaffus, o'ziga xos fizik xususiyatlarga ega bo'lib, bosim va hajm o'zgarishlari bilan tavsiflanadi.

Maqolada tahlil qilinganidek, qon oqimi Hagen–Puazey qonuniga bo'ysunadi, bu qonun yurakdan chiqarilayotgan qon hajmi, tomirlarning radiusi va uzunligi, qonning yopishqoqligi kabi ko'rsatkichlar bilan bevosita bog'liq. Yurak tomonidan ishlab chiqarilayotgan bosim va yurak minut hajmi ($CO = HR \times SV$) kabi fizik parametrlar yurakning sog'lom yoki patologik holatini aniqlashda muhim omillardandir.

Miokard qisqaruvchanligi va yurak mushaklarining elastikligi Frank-Starling qonuni orqali izohlanadi: cho'zilgan yurak mushak tolalari kuchliroq qisqaradi, bu esa yurak chiqish hajmini oshiradi. Bundan tashqari, qon yopishqoqligi va tomirlar qarshiligi yurak yuklamasiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Yurakning har bir qisqarishida bajariladigan ish miqdori ($A = P \times \Delta V$) yurak energetik samaradorligini belgilaydi.

Yurak faoliyatining bunday keng qamrovli fizik tahlili uning kasalliklarini chuqur tushunishda va zamonaviy diagnostik hamda davolash usullarini yaratishda muhim o'rin tutadi. Yurak-tomir tizimining to'liq ishlashi – bu fizik qonunlar asosida ishlaydigan muvozanatli va barqaror sistema bo'lib, bunda har qanday buzilish yurak kasalliklariga olib kelishi mumkin.

Shu bois, yurak faoliyatini o'rganishda faqat biologik yondashuv emas, balki biofizik yondashuv ham nihoyatda muhimdir. Bunday kompleks yondashuv orqali yurakning mexanik faoliyatini to'g'ri baholash, aniqlik bilan modellashtirish va muolajalarni aniq rejalashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan Adabiyotlar:

1.Abdullaev, Sh. S. (2005). "Fiziologiya." Toshkent: O'quv-chiqarish markazi.



2.Ergashev, B. E., & Tursunov, M. A. (2010). "Yurak faoliyatining fiziologik asoslari." Toshkent: Fan va texnologiya.

3.G'ulomov, M. (2017). "Organizmning energiya ta'minoti va yurak faoliyati." Toshkent: Science.

4.Fozilov, M. (2014). "Jismoniy faollik va yurak faoliyatining o'zaro aloqasi." Toshkent: Tibbiyot akademiyasi.

5.Ismailov, K. B. (2012). "Yurak va qon tomir tizimi fiziologiyasi." Toshkent: Tibbiyot nashriyoti.

6.Tursunov, M. A., & Safarov, S. A. (2015). "Kardiologiya va yurak faoliyatining fiziologiyasi." Toshkent: Shifokor.