



UDK: 57.087:612.1:378.147

Gulnoza QOSIMOVA,
Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti o‘qituvchisi
E-mail: qosimovagulnoza82@gmail.com ORCID: 0000-0002-9543-5140
Dilafroz KALANDAROVA,
Alfraganus universiteti dotsenti,
Shoxjaxon XOJIYEV,
Toshkent tibbiyot universiteti talabasi
Gulparshin NASIROVA,
Ajiniyaz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti tayanch doktoranti

O‘zMU professori, f-m.f.d E.Bozorov taqrizi asosida

TEACHING BASED ON CLINICAL INTEGRATION USING PHYSICAL MODELS OF BIOREOLOGY AND HEMODYNAMICS

Annotation

This study analyzes the effectiveness of teaching biophysics based on clinical integration using physical models of bioreology and hemodynamics. The experimental study was conducted using a quasi-experimental design involving a sample of 62 medical students. In the experimental group, a clinically integrated instructional model was implemented, whereas the control group was taught using a traditional approach. According to the final assessment results, the difference in the quality indicator between the groups amounted to 11.4%, confirming that the clinical integration of physical models has a positive impact on the development of analytical thinking, computational skills, and clinical interpretation competencies.

Keywords: biophysics, bioreology, hemodynamics, physical models, Poiseuille’s law, Reynolds number, Bernoulli equation, blood viscosity, clinical integration.

ОБУЧЕНИЕ НА ОСНОВЕ КЛИНИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БИОРЕОЛОГИИ И ГЕМОДИНАМИКИ

Аннотация

В данной статье анализируется эффективность преподавания биофизики на основе клинической интеграции с использованием физических моделей биореологии и гемодинамики. Экспериментальное исследование было проведено на основе квази-экспериментального дизайна с участием 62 студентов медицинского направления. В экспериментальной группе применялась клинически интегрированная модель обучения, тогда как в контрольной группе обучение осуществлялось традиционным методом. Согласно итоговым результатам оценки, разница показателя качества между группами составила 11,4%, что подтверждает положительное влияние клинической интеграции физических моделей на развитие аналитического мышления, вычислительных навыков и компетенций клинической интерпретации.

Ключевые слова: биофизика, биореология, гемодинамика, физические модели, закон Пуазейля, число Рейнольдса, уравнение Бернулли, вязкость крови, клиническая интеграция.

БИОРЕОЛОГИЯ ВА ГЕМОДИНАМИКАНИНГ ФИЗИК МОДЕЛЛАРИ ОРҚАЛИ КЛИНИК ИНТЕГРАТСИЯ АСОСИДА О‘ҚИТИШ

Аннотация

Mazkur maqolada bioreologiya va gemodinamikaning fizik modellariga asoslanib biofizika fanini klinik integratsiya asosida o‘qitish samaradorligi tahlil qilinadi. Tajriba–sinov ishlarida tibbiyot talabalarining 62 nafari tanlab olinib, kvazi-eksperimental dizayn asosida amalga oshirildi. Tajriba guruhida klinik integratsiyalashgan model qo‘llanildi, nazorat guruhida esa an’anaviy o‘qitish shaklida olib borildi. Yakuniy baholash natijalariga ko‘ra, sifat ko‘rsatkichi guruhlar o‘rtasidagi farq 11,4% ni tashkil etib, fizik modellarni klinik integratsiya asosida qo‘llash analitik fikrlash, hisoblash ko‘nikmasi va klinik interpretatsiya kompetensiyalarini rivojlantirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: biofizika, bioreologiya, gemodinamika, fizik modellar, Puazeyl formulasi, Reynolds soni, Bernulli tenglamasi, qon qovushqoqligi, klinik integratsiya.

Kirish. Tibbiyotda biofizika fani tirik organizmda kechadigan fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarni ilmiy asosda tushuntirishga xizmat qiladi. Bioreologiya va gemodinamika biologik suyuqliklarning mexanik xossalari hamda qon aylanish tizimining fizik qonuniyatlarini moddaning agregat holatlari va suyuqliklarning molekulyar tuzilishi haqidagi fundamental tushunchalarga tayangan holda o‘rganadi. Qon murakkab ko‘p komponentli, nonyuton suyuqlik bo‘lib, uning qovushqoqligi siljish tezligi va hujayraviy tarkibga bog‘liq. Sirt taranglik alveolalarning ochiq holatda saqlanishida, kapillyarlik mayda qon tomirlarida suyuqlik harakatida,

osmotik bosim esa hujayra hajmini barqaror saqlash va modda almashinuvida muhim rol o‘ynaydi.

Gemodinamika esa uzluksizlik tenglamasi tomir kesimi o‘zgarganda oqim tezligining qanday o‘zgarishini, Puazeyl qonuni tomir radiusi va qovushqoqlikning oqim hajmiga ta’sirini, Bernulli qonuni bosim va tezlik o‘rtasidagi energiya almashinuvini, Reynolds soni oqimning laminar yoki turbulent turini tushuntiradi. Ushbu fundamental tushunchalarni o‘rganish jarayonida ularning klinik amaliyot bilan uzviy bog‘liqligini ta’minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Zero, O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat

Mirziyoyev ta'kidlaganidek, aniq va tabiiy fanlarni o'qitishda nazariy bilimlarning amaliyot bilan yetarli darajada integratsiya-lashmaganligi bugungi kunda dolzarb muammolardan biri hisoblanadi [1].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Tibbiy ta'limda biofizika fanini fanlararo integratsiya asosida o'qitishda fizik modellarga tayangan metodlar keng qo'llanilmoqda. Gupta, Sharma va Verma tadqiqotida gemodinamikaning fizik modellarini biofizika ta'limiga integratsiya qilish talabalarining analitik fikrlashi hamda nazariy bilimlarni klinik vaziyatlarda qo'llash ko'nikmalarini rivojlantirishda samarali ekanini ta'kidlagan. Ushbu yondashuv nazariy bilimlarni amaliy klinik muammolar bilan bog'lab, talabalarda analitik fikrlash va klinik qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi [2]. Shuningdek, Spaic, Markovic va Petrovic ishida gemodinamik modellashtirishning biotibbiy ta'lim va klinik interpretatsiyada qo'llanilishi o'rganilib, u qon oqimi jarayonlarini chuqur tushunish va diagnostik tahlil kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatib berilgan [3].

Tadqiqotimizning maqsadi bioreologiya va gemodinamikaning fundamental fizik modellarini, Puazeyl qonuni, Reynolds soni, uzluksizlik tenglamasi va gidravlik qarshilik kabi qonuniyatlarni klinik integratsiya asosida biofizika fanini o'qitish jarayoniga tatbiq etish, ushbu metodikaning tibbiyot talabalari bilim darajasi, analitik fikrlashi va klinik interpretatsiya kompetensiyalarini rivojlantirishdagi samaradorligini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Fizik modellarga tayangan, klinik integratsiyaga yo'naltirilgan va kasbiy kompetensiyani shakllantirishga qaratilgan innovasion metod taklif qilindi. Tajriba-sinov tadqiqot ishida Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti "Davolash ishi" yo'nalishining 62 nafar talabalari ishtirok etdilar. Ishtirokchilar tasodifiy tanlash usuli orqali tajriba va nazorat guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida bioreologiya va gemodinamikaning fizik modellariga asoslangan klinik integratsiyalashgan o'qitish metodikasi qo'llanildi, nazorat guruhida esa an'anaviy ma'ruza va amaliy mashg'ulot shakli tanlab olindi.

O'qitish jarayonida bioreologiya va gemodinamikaning asosiy fizik modellariga tayanildi. Qon tomiri ideal silindrsimon nay modeli sifatida qaralib, suyuqlik oqimi suyuqliklar mexanikasining fundamental qonunlari asosida tahlil qilindi [4,6].

Uzluksizlik tenglamasi – oqim tezligi va tomir ko'ndalang kesimi yuzasi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi, oqim nayining har xil kesimlarida oqim miqdori o'zgarmaydi.

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

bu yerda, S_1 –nayning 1-kesimidagi yuzasi, v_1 – 1-kesimdagi oqim tezligi, S_2 –nayning 2-kesimidagi yuzasi, v_2 – 2-kesimdagi oqim tezligi.

Uyqu arteriyasida 50% stenoz kuzatilganda tomir toraygan segmentida qon tezligi ortadi. Tezlikning oshishi



1-rasm. Puazeyl qonuni asosida qon oqimining o'zgarishi.

Mazkur modellar stenoz, gipertoniya, tromboz, mikrosirkulyatsiya buzilishi va yurak shovqinlari kabi klinik vaziyatlar bilan integratsiyalandi. Talabalar fizik parametrlar o'zgarishining klinik oqibatlarini hisoblash va tahlil qilish orqali klinik vaziyatlarni hal qildilar [12, 13].

Ma'lumotlar quyidagi vositalar orqali yig'ildi:

Nazariy bilimni aniqlovchi diagnostik testlar;

Hisoblash masalalari (Puazeyl formulasi, Reynolds soni asosida);

bosim taqsimotini o'zgartiradi va miya perfuziyasining pasayishiga olib kelishi mumkin, bu esa bosh aylanishi va insult xavfini kuchaytiradi. Klinik amaliyotda bu holat Doppler ultratovush tekshiruvda toraygan joyda oqim tezligining oshishi orqali aniqlanadi.

Dinamikaning asosiy qonuni – bosim gradienti va harakat tezlanishi o'rtasidagi munosabatni izohlash.

Qon tomirlarida bosim farqi mavjud bo'lganda suyuqlikka quyidagi kuch ta'sir qiladi:

$$F = \Delta P \cdot S$$

bu yerda, ΔP –bosim gradient, S –tomir kesim yuzasi.

Qon aylanish tizimida oqimning harakatlantiruvchi asosiy omili bosim gradienti hisoblanadi. Qon yuqori bosimli sohadan past bosimli sohaga oqadi. Masalan, arterial bosim 140 mmHg va venoz bosim 10 mmHg bo'lganda, gradient yuqori bo'lib, to'qimalar yetarli perfuziya bilan ta'minlanadi. Yurak yetishmovchiligi yoki gipotenziyada bosim gradienti kamayadi, natijada qon oqimi sekinlashadi va to'qimalarning kislorod bilan ta'minlanishi yomonlashadi [9,11].

Bernulli tenglamasi – suyuqlik oqimi davomida bosim energiyasi, kinetik energiya va potensial energiya yig'indisi o'zgarmas bo'lib qoladi.

Aorta klapani torayganda (stenoz), yurakdan chiqayotgan qon toraygan teshikdan o'tishga majbur bo'ladi. Tor joydan o'tish uchun qon tezroq harakatlanadi ya'ni tezlik oshadi. Tezlik oshgan joyda bosim kamayadi. Natijada:

Klapan oldi va klapan ortida bosim farqi paydo bo'ladi;

Yurak qonni chiqarish uchun ko'proq kuch bilan ishlaydi;

Vaqt o'tishi bilan chap qorinchada yuklama ortadi.

Bosim farqi qancha katta bo'lsa, stenoz shuncha og'ir hisoblanadi. Klinik amaliyotda Doppler ultratovush yordamida aynan tezlik o'lchanadi va Bernulli formulasi asosida bosim gradienti hisoblanadi.

Puazeyl formulasi – silindrsimon nayda laminar oqim uchun hajmiy oqim miqdorini ifodalaydi:

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \eta l}$$

bu yerda, Q –hajmiy oqim tezligi, r –nay (tomir) radiusi, ΔP –bosim farqi, η –suyuqlik qovushqoqligi, l –nay uzunligi.

Oqim radiusning to'rtinchi darajasiga (r^4) bog'liq. Agar arteriya radiusi 2 mm dan 1 mm ga kamaygan bo'lsa, radius 2 marta kichrayadi. Lekin oqim oddiy 2 marta emas, 16 marta kamayadi. Shuning uchun tomirdagi kichik torayish ham oqimning keskin pasayishiga olib keladi.

Puazeyl formulasi stenozning foizi kichik ko'rinsa ham, uning gemodinamik ta'siri juda katta bo'lishi mumkin (1-rasm). Aynan shu sababli tomir torayishlari erta aniqlanishi va baholanishi muhim hisoblanadi.

Klinik vaziyatli topshiriqlar;

Grafik va simulyatsion modellar asosida tahliliy topshiriqlar.

Baholash uchun reyting mezonlari ishlab chiqilib, nazariy bilim, hisoblash ko'nikmasi, klinik interpretatsiya, analitik fikrlash komponentlari alohida baholandi [7,10].

Tahlil va natijalar. Olingan natijalar bioreologiya va gemodinamikaning fizik modellariga asoslangan o'qitish metodikasining ijobiy ta'sirini ko'rsatdi. Tajriba guruhida "4",

“5” baholar ulushi 78,1% ni tashkil etib, nazorat guruhiga 66,7% ga nisbatan 11,4% yuqori ko'rsatkich qayd etildi. Ushbu o'sish fizik qonuniyatlarni klinik vaziyatlar bilan bog'lash orqali nazariy bilimlarning amaliy qo'llanilish darajasi oshganini ko'rsatadi.

Tajriba-sinov ishlarida Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot institutining 62 nafar talabalari olinib, nazorat guruhi - 30 nafar, tajriba guruhi - 32 nafar. Yakuniy baholash natijalari “3”, “4” va “5” baholar kesimida tahlil qilindi.

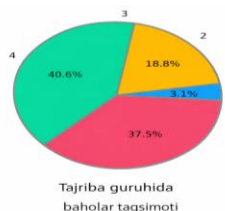


Nazorat guruhida: 2 baho – 3.1%, 3 baho –18.8%, 4 baho – 40.6%, 5 baho – 37.5%

Natijada ushbu guruhda sifat ko'rsatkichi 66,7 % ni tashkil etdi.

Tajriba guruhida: 2 baho – 10.0%, 3 baho – 23.3%, 4 baho – 56.7%, 5 baho – 10.0%

Ushbu guruhda sifat ko'rsatkichi 78,1 % ga teng bo'ldi.



Avvalgi tadqiqotlar asosan gemodinamikaning fiziologik yoki klinik jihatlarini yoritgan bo'lsa, mazkur ishda fizik modellar didaktik vosita sifatida qo'llanib, nazariy bilimlarni klinik tafakkur bilan integratsiyalashtirildi [5,7]. Klinik integratsiyalashgan metod biofizika fanini o'qitish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Ushbu metodika nazariy formulalarni real gemodinamik jarayonlar bilan bog'lash, klinik vaziyatlarni fizik modellar asosida tahlil qilish, hisoblash va interpretatsiya ko'nikmalarini rivojlantirish hamda talabalarda kasbiy kompetensiyani shakllantirishga xizmat qiladi.

Xulosa va takliflar. Mazkur tadqiqot natijalari biofizika fanini o'qitishda bioreologiya va gemodinamikaning fizik modellardan foydalanish talabalarining nazariy bilimlarini fizik modellar bilan samarali integratsiyalash

imkonini berishini ko'rsatdi. Puazeyl qonuni, Reynolds soni va Bernulli tenglamasi kabi fizik modellarni klinik vaziyatlar bilan bog'lab o'qitish talabalarining qon aylanish tizimidagi jarayonlarni chuqurroq tushunishiga hamda nazariy bilimlarni amaliy tibbiy muammolar bilan bog'lashga yordam berdi.

Tadqiqot davomida tajriba guruhida fizik modellariga asoslanib o'qitish metodi qo'llanildi, nazorat guruhida esa an'anaviy o'qitish shakli saqlandi. Yakuniy baholash natijalariga ko'ra, tajriba guruhida sifat ko'rsatkichi 78,1% ni, nazorat guruhida esa 66,7% ni tashkil etdi. Guruhlar o'rtasidagi farq 11,4% ni tashkil etib, bu biofizika fanini fizik modellar va klinik kontekst asosida o'qitish talabalarining bilim darajasi, analitik fikrlashi, hisoblash ko'nikmalari hamda klinik interpretatsiya kompetensiyalarini rivojlantirishga ijobiy ta'sir ko'rsatganini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

- Mirziyoyev, Sh.M. (2020). “Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida” PQ-4805-son qaror, 2020-yil 12-avgust.
- Gupta, R., Sharma, P., & Verma, S. (2025). Integrating physical models of hemodynamics into medical biophysics education: A pedagogical approach. *Advances in Physiology Education*, 49(1), 45–52.
- Spaic, O., Markovic, D., & Petrovic, M. (2025). Hemodynamic modeling and its application in biomedical education and clinical interpretation. *Medical Physics International*, 13(2), 120–128.
- Velcheva, I., Yordanov, Y., & Petkova, M. (2025). Hemorheological parameters and whole blood viscosity as potential biomarkers for ischemic stroke risk. *Life*, 15(12).
- Karabaev, M., Kosimova, G. S., & Sidikov, A. A. (2023). Логико-математические модели количественной оценки интегрального уровня индивидуального физического здоровья на основе адаптационного потенциала организма. *Журнал клинической и профилактической медицины*, (1), 38–45.
- Bozorov, E., & Polvonov, B. (2025). Tibbiyot universitetlarida nurlanishlarning moddalar bilan o'zaro ta'siri fanini innovatsion texnologiyalar asosida o'qitish. *Engineering Problems and Innovations*, 3(3), 40–47.
- Bozorov, E., & Jo'liiyev, A. (2023). Neytronlar fizikasi fani ma'ruzalarini o'qitishda “Venn diagrammasi” usulidan foydalanish. *Scientific Journal of the Fergana State University*, (1), 233–233.
- Elmurotova, D., Bozorov, E., Isroilova, S., & Uzoqova, G. (2023). “Qaytar aloqa” usulidan foydalanib “Skanerlovchi rentgen apparatlari nosozliklari” mavzusida dars-ma'ruza o'tkazish. *International Journal of Education, Social Science & Humanities*, 11(1), 571–576.
- Soyibjonovna, Q.G. (2025). Jismoniy salomatlik darajasini baholash usullari va uni nazorat qilishning asosiy bosqichlari. *Models and Methods for Increasing the Efficiency of Innovative Research*, 4(41), 129–134.
- Karabaev, M., & Qosimova, G. (2023). Logical - mathematical models of quantitative assessment of the integral level of individual physical health based on the adaptive potential of the body. *E3S Web of Conferences*, 452, 07004.
- Soyibjonovna, Q.G. (2025). Qon va immun tizimlarining fiziologik jarayonlarida fizik qonunlarning roli. Tanqidiy nazar, tahliliy tafakkur va innovatsion g'oyalar, 1(9), 739–741.
- Qosimova, G.S. (2025). Abu Rayhon Beruniy ilmiy g'oyalarining biofizika fanini o'qitishda integratsiyasi. *Journal of universal science research*, 3(4), 26–29.
- Qosimova, G.S. (2025). Tibbiy ta'limda kasbiy yo'naltilgan masalalar orqali biofizika fanini o'qitish samaradorligini oshirish. *Международный журнал научных исследователей*, 11(2), 430–433.