BIOFIZIKA ASOSLARI TIBBIYOTDA TOVUSHDAN FOYDALANISH

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

Qahhorova Dilnoza Choriyevna –Termiz iqtisodiyot va servis universiteti talabasi.Email:http://altibaevruslan69email.com

Annotatsiya

Ushbu maqola tibbiyotda tovushdan foydalanishning biofizik asoslarini atroflicha ko'rib chiqadi. Unda tovush to'lqinlarining biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri, ularning diagnostika va terapevtik maqsadlarda qo'llanilishi tahlil qilinadi. Xususan, ultratovush diagnostikasi, litotripsiya va yuqori intensivlikdagi fokuslangan ultratovush (HIFU) kabi zamonaviy usullar batafsil yoritilgan. Maqola tovush texnologiyalarining tibbiyotdagi ahamiyatini, ularning klinik amaliyotdagi samaradorligini va kelajakdagi rivojlanish istiqbollarini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Biofizika, Tovush, Tibbiyot, Ultratovush, Diagnostika, Terapiya, Bioakustika, Tibbiy Tasvirlash

Abstract

This article comprehensively examines the biophysical foundations of sound utilization in medicine. It analyzes the interaction of sound waves with biological tissues and their application for both diagnostic and therapeutic purposes. Specifically, modern methods such as ultrasound diagnostics, lithotripsy, and high-intensity focused ultrasound (HIFU) are detailed. The paper emphasizes the significance of sound technologies in medicine, their effectiveness in clinical practice, and future development prospects.

Keywords: Biophysics, Sound, Medicine, Ultrasound, Diagnostics, Therapy, Bioacoustics, Medical Imaging

Аннотация

Данная статья всесторонне рассматривает биофизические основы использования звука в медицине. В ней анализируется взаимодействие звуковых волн с биологическими тканями и их применение в диагностических и терапевтических целях. В частности, подробно освещаются современные методы, такие как ультразвуковая диагностика, литотрипсия и высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук (HIFU). Статья подчеркивает значимость звуковых технологий в медицине, их эффективность в клинической практике и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: Биофизика, Звук, Медицина, Ультразвук, Диагностика, Терапия, Биоакустика, Медицинская Визуализация

Kirish

Biofizika, tirik tizimlardagi fizikaviy jarayonlarni o'rganuvchi fan sohasi sifatida, zamonaviy tibbiyotning rivojlanishida muhim o'rin tutadi. Ayniqsa, tovushning biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri va uning tibbiy amaliyotdagi qo'llanilishi biofizikaning eng jadal rivojlanayotgan yo'nalishlaridan biridir. Tovush, modda orqali mexanik energiyaning to'lqinlar shaklida tarqalishi bo'lib, uning chastotasi, to'lqin uzunligi va tezligi kabi xarakteristikalari mavjud [4]. Inson qulog'i eshita olmaydigan, chastotasi 20 kHz dan 1 GHz gacha bo'lgan ultratovush esa tibbiyotda keng qo'llaniladigan muhim vositaga aylangan [4].

Ultratovushli diagnostika (UZI) kasalliklarni aniqlash va ichki organlar hamda to'qimalarning holatini baholash uchun asosiy va informativ usullardan biri hisoblanadi [2], [3]. Ushbu usul yuqori chastotali ultratovush to'lqinlaridan foydalanib, to'qimalardan aks etgan signallar asosida real vaqt rejimida tasvirlar hosil qiladi [2]. Uning ionlashtiruvchi nurlanishsiz ishlashi tufayli xavfsizligi ta'minlanadi, bu esa uni bolalar va homilador ayollar uchun ham mos qiladi [2], [3]. Ultratovush, asosan, yumshoq to'qimalar, jigar, yurak, qon tomirlari kabi ichki organlar va homilani tekshirishda qo'llaniladi [2], [3]. Zamonaviy uskunalar,

masalan, GE Voluson E10 kabi ekspert-klass apparatlari, homiladorlik monitoringi va ginekologik diagnostika uchun muhim bo'lgan batafsil 3D va 4D tasvirlarni taqdim etadi [3].

Tibbiyotda ultratovushning qo'llanilishi diagnostika bilan cheklanib qolmaydi; u kelajakda innovatsion diagnostika metodologiyalarini, jumladan, ultratovushli golografiyani rivojlantirish uchun katta istiqbollarga ega [1]. Ultratovushli lokalizatsiya texnikasi uzluksiz va impulsli nurlanishdan foydalanib, ob'ektning chuqurligini aniq hisoblash imkonini beradi [1]. Shuningdek, tovushning turli xil ta'sirlari, jumladan, infratovush, ultratovush va shovqinning inson organizmiga ta'siri hamda tovushning tibbiy kontekstdagi amaliy ahamiyati chuqur o'rganilmoqda [5]. Ushbu maqola biofizika asoslari doirasida tibbiyotda tovushdan foydalanishning keng qamrovli jihatlarini, uning fizik asoslaridan tortib diagnostik va terapevtik qo'llanilishigacha, shuningdek, biologik ta'sirlari va xavfsizlik protokollarini tahlil qilishni maqsad qilgan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Biofizika fanining tibbiyotda tovushdan foydalanish sohasidagi fundamental ahamiyati so'nggi yillarda ko'plab ilmiy tadqiqotlar markazida bo'lib kelmoqda. Ushbu yo'nalishdagi adabiyotlar tahlili tovushning fizik xususiyatlari va uning biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri mexanizmlarini chuqur anglash, diagnostik va terapevtik usullarning rivojlanishiga qanday hissa qo'shganini ko'rsatadi. Dastlabki tadqiqotlar tovushning oddiy tarqalish qonuniyatlarini o'rgangan bo'lsa, zamonaviy ishlar uning hujayra va molekulyar darajadagi ta'sirini, shuningdek, yuqori texnologik ilovalarni qamrab oladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tovushdan tibbiyotda foydalanish nafaqat diagnostika, balki davolash usullarida ham inqilobiy o'zgarishlarga olib kelgan, bemorlarga minimal invaziv va xavfsizroq muolajalarni taklif etgan. Ushbu bo'limda, mavzuga oid so'nggi ilmiy adabiyotlar, xususan, 2020-yildan keyin chop etilgan tadqiqotlar chuqur tahlil qilinib, ularning asosiy topilmalari, metodologik yondashuvlari va kelajakdagi

istiqbollari yoritiladi. Bu tahlil tovushning tibbiy amaliyotdagi o'rnini mustahkamlovchi asosiy ilmiy yutuqlarni umumlashtirishni maqsad qilgan.

Tibbiy diagnostikada ultratovush texnologiyalari so'nggi o'n yilliklarda sezilarli darajada rivojlandi. Dastlabki bir o'lchovli (A-rejim) va ikki o'lchovli (B-rejim) tasvirlashdan hozirgi kunda uch o'lchovli (3D), to'rt o'lchovli (4D) real vaqt rejimida tasvirlash va Doppler ultratovushiga qadar kengaygan [3]. Doppler ultratovushi qon oqimining tezligi va yo'nalishini baholash imkonini beradi, bu esa yurak-qon tomir kasalliklari, tromboz va boshqa qon aylanish buzilishlarini diagnostika qilishda bebaho vositadir. Rangli Doppler, quvvatli Doppler va spektral Doppler kabi variantlar qon oqimining turli xususiyatlarini tahlil qilishga imkon beradi, bu esa diagnostik aniqlikni sezilarli darajada oshiradi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ultratovush diagnostikasining xavfsizligi va ionlashtiruvchi nurlanishsiz ishlashi uni ayniqsa homilador ayollar va bolalar uchun afzal usulga aylantirgan [2], [3]. Zamonaviy ultratovush apparatlari, masalan, GE Voluson E10 kabi ekspert-klass uskunalar, yuqori aniqlikdagi tasvirlar va murakkab diagnostik imkoniyatlarni taqdim etadi, bu esa hatto eng kichik patologik o'zgarishlarni ham aniqlashga yordam beradi [3]. Ushbu uskunalar nafaqat morfologik o'zgarishlarni, balki funksional holatni ham baholashga qodir. So'nggi yillarda sun'iy intellekt (AI) va mashinani o'rganish (ML) texnologiyalarining ultratovush diagnostikasiga integratsiyasi katta e'tiborga sazovor bo'ldi. AI algoritmari tasvirlarni avtomatik tahlil qilish, patologiyalarni aniqlash, masalan, o'smalarni tasniflash, va hatto diagnostik xatolarni kamaytirish orqali shifokorlarga yordam berishi mumkin. Bu esa diagnostika jarayonini tezlashtirish va uning aniqligini oshirishga xizmat qiladi, ayniqsa skrining dasturlarida va mutaxassislar uchun qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida. 2020-yildan keyingi tadqiqotlar AI asosidagi ultratovush tizimlarining saraton, yurak kasalliklari va homila anomaliyalarini aniqlashdagi samaradorligini ko'rsatmoqda.

Kelajak istiqbollari nuqtai nazaridan, adabiyotlar tahlili tibbiyotda tovushdan foydalanish sohasida katta salohiyat mavjudligini ko'rsatadi. Ultratovushli

gologrаfiya kabi innovatsion diagnostika metodologiyalarining rivojlanishi ichki organlarning yanada aniqroq va batafsilroq uch o'lchovli tasvirlarini olish imkonini beradi [1]. Bu texnologiya, ayniqsa, murakkab anatomik tuzilmalarni yoki kichik patologiyalarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin, chunki u an'anaviy ultratovushga nisbatan chuqurlik va fazoviy aniqlikni oshiradi. Ultratovushli lokalizatsiya texnikasi, uzluksiz va impulsli nurlanishdan foydalanib, ob'ektning chuqurligini aniq hisoblash imkonini beradi [1]. Bu esa minimal invaziv jarrohlik amaliyotlarida, masalan, ignani aniq nishonga yo'naltirishda, biopsiya olishda yoki dori vositalarini aniq joyga yetkazishda juda foydali bo'lib, operatsiya xavfsizligini va samaradorligini oshiradi. So'nggi yillarda kontrast moddalar bilan ultratovushni birlashtirish orqali tasvir sifatini oshirish va qon tomirlarining mikrotsirkulyatsiyasini baholash bo'yicha ham sezilarli yutuqlarga erishildi. Mikro-pufakchali kontrast moddalar ultratovush to'lqinlarini kuchliroq aks ettirib, to'qimalarning perfuziyasini real vaqt rejimida ko'rsatish imkonini beradi, bu esa saraton diagnostikasi va davolash samaradorligini baholashda yangi imkoniyatlar ochadi. Shuningdek, ultratovushni boshqa tasvirlash usullari (masalan, MRT, KT) bilan birlashtirish orqali gibrid tasvirlash tizimlarini yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda, bu esa diagnostik aniqlikni yanada oshirishga xizmat qiladi va har bir usulning afzalliklarini birlashtiradi.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqola biofizika asoslari doirasida tibbiyotda tovushdan foydalanishning keng qamrovli tahlilini taqdim etishni maqsad qilgan bo'lib, uning fizik asoslaridan tortib diagnostik va terapevtik qo'llanilishigacha, shuningdek, biologik ta'sirlari va xavfsizlik protokollarini qamrab oladi. Maqolaning asosiy maqsadi — mavjud ilmiy adabiyotlarni tizimli ravishda ko'rib chiqish, so'nggi yillardagi yutuqlarni umumlashtirish va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlarini belgilashdan iborat. Ushbu maqola uchun tadqiqot metodologiyasi quyidagi bosqichlarni o'z ichiga olgan keng qamrovli va tizimli adabiyotlar tahliliga asoslangan.

Adabiyotlarni qidirish strategiyasi.

Tadqiqot uchun tegishli ilmiy adabiyotlarni aniqlash maqsadida bir qancha nufuzli ilmiy ma'lumotlar bazalarida keng qamrovli qidiruv amalga oshirildi. Jumladan, PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar kabi platformalardan foydalanildi. Qidiruv so'rovlari mavzuning asosiy jihatlarini qamrab olish uchun maxsus ishlab chiqilgan bo'lib, ular quyidagi kalit so'zlarni o'z ichiga oldi: "biofizika", "tibbiyotda tovush", "ultratovush diagnostikasi", "ultratovush terapiyasi", "tovushning biologik ta'sirlari", "ultratovush xavfsizligi", "akustik impedans", "elastografiya", "HIFU", "sonoporatsiya", "ultratovushli gologrаfiya", "ultratovushli lokalizatsiya". Ushbu kalit so'zlar o'zbek va ingliz tillarida kombinatsiyalar shaklida ishlatildi. Qidiruv natijalarini yanada aniqlashtirish maqsadida, asosan, 2020-yildan keyin chop etilgan maqolalarga e'tibor qaratildi, ammo mavzuning fundamental asoslarini tushunish uchun ba'zi klassik va muhim manbalar ham ko'rib chiqildi. Bu yondashuv so'nggi ilmiy yutuqlarni tahlil qilish bilan birga, mavzuning tarixiy rivojlanish kontekstini ham saqlashga imkon berdi.

Adabiyotlarni tanlash mezonlari.

Qidiruv natijasida olingan maqolalarni tanlashda qat'iy inklyuziya va eksklyuziya mezonlari qo'llanildi. Inklyuziya mezonlari quyidagilarni o'z ichiga oldi:

Tengdoshlar tomonidan ko'rib chiqilgan (peer-reviewed) ilmiy maqolalar, sharh maqolalari, klinik tadqiqotlar va eksperimental ishlar.

Tibbiyotda tovushdan foydalanishning biofizik asoslari, diagnostik va terapevtik ilovalariga bevosita tegishli bo'lgan tadqiqotlar.

Asosan, 2020-yildan keyin nashr etilgan ishlar, bu so'nggi tendensiyalar va innovatsiyalarni aks ettirishga imkon beradi.

Ingliz va o'zbek tillarida yozilgan maqolalar. O'zbek tilidagi manbalar, xususan, Termiz Iqtisodiyot va Xizmat Ko'rsatish Universiteti Tibbiyot fakulteti talabasi tomonidan 2024-yilda chop etilgan "Tovushning fizikaviy

xarakteristikalari" [5] kabi konferensiya materiallari va Isroil Tibbiyot Markazi tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlar [3] ham ko'rib chiqildi.

Mavzuga bevosita aloqador bo'lmagan maqolalar.

Konferensiya tezislari, dissertatsiya avtoreferatlari va kitob boblari kabi to'liq matni mavjud bo'lmagan yoki batafsil metodologiyani o'z ichiga olmaydigan manbalar (agar ular fundamental ahamiyatga ega bo'lmasa).

Scribd kabi platformalarda joylashtirilgan, ilmiy nazoratdan o'tmagan yoki ishonchliligi shubhali bo'lgan hujjatlar [6].

Eski (2020-yilgacha) bo'lgan, ammo mavzuning asosiy tushunchalarini o'z ichiga olmagan yoki so'nggi yutuqlar bilan yangilanmagan maqolalar.

Ma'lumotlarni ajratib olish va tahlil qilish.

Tovushning fizik asoslari va biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri: Tovushning chastotasi, to'lqin uzunligi, tezligi kabi xarakteristikalari [4], uning biologik to'qimalarda tarqalish mexanizmlari (aks sado, yutilish, tarqalish, sinish), akustik impedansning roli va to'qimalarning elastiklik xususiyatlarini baholash usullari (elastografiya) bo'yicha so'nggi tadqiqotlar.

Tibbiy diagnostikada ultratovush texnologiyalari: Ultratovushli diagnostikaning rivojlanish bosqichlari (A, B, 3D, 4D rejimlar), Doppler ultratovushining qon oqimini baholashdagi ahamiyati, zamonaviy ekspert-klass uskunalarining imkoniyatlari (masalan, GE Voluson E10 [3]) va sun'iy intellekt (AI) hamda mashinani o'rganish (ML) texnologiyalarining diagnostik jarayonlarga integratsiyasi bo'yicha 2020-yildan keyingi tadqiqotlar. Ultratovushning ionlashtiruvchi nurlanishsiz ishlashi tufayli xavfsizligi [2], [3] va uning bolalar hamda homilador ayollar uchun afzalliklari alohida tahlil qilindi.

Tibbiy terapiyada tovushdan foydalanish usullari: Yuqori intensivlikdagi fokuslangan ultratovush (HIFU) texnologiyasining saratonni davolashdagi qo'llanilishi, buyrak toshlarini maydalash (litotripsiya), dori vositalarini maqsadli yetkazib berish (sonoporatsiya) va miya to'siq-qon to'sig'ini vaqtincha ochish kabi

innovatsion terapevtik yondashuvlar bo'yicha 2021-2022 yillarda chop etilgan tadqiqotlar.

Tovushning biologik ta'sirlari va tibbiy xavfsizlik protokollari: Ultratovushning termal va mexanik ta'sirlari, kavitatsiya hodisasi, Termal indeks (TI) va Mexanik indeks (MI) kabi xavfsizlik ko'rsatkichlari, shuningdek, xalqaro xavfsizlik protokollari (FDA, AIUM) tahlil qilindi. Infratovush va shovqinning inson organizmiga ta'siri bo'yicha 2024-yildagi tadqiqotlar [5] ham ko'rib chiqildi. Diagnostik ultratovushning xavfsizligi bo'yicha 2023-yildagi tadqiqotlar [2], [3] asosida xulosalar chiqarildi.

Kelajak istiqbollari: Ultratovushli golografiya [1], ultratovushli lokalizatsiya texnikasi [1], kontrast moddalar bilan ultratovushni birlashtirish, gibrid tasvirlash tizimlari va sun'iy intellektning kelajakdagi roli kabi innovatsion yo'nalishlar.

Ajratib olingan ma'lumotlar mavzular bo'yicha sintez qilindi va tanqidiy tahlil qilindi. Har bir bo'limda asosiy topilmalar umumlashtirildi, turli tadqiqotlar o'rtasidagi o'xshashliklar va farqlar ko'rsatildi, shuningdek, mavjud bilimlardagi bo'shliqlar va munozarali masalalar aniqlandi. Maqolaning har bir bo'limi uchun tegishli ilmiy dalillar va manbalar keltirildi.

Tadqiqotning sifati va ishonchliligi.

Maqolaning sifati va ishonchliligini ta'minlash maqsadida, faqat nufuzli, tengdoshlar tomonidan ko'rib chiqilgan jurnallarda chop etilgan tadqiqotlar va ilmiy konferensiya materiallari [5] tanlab olindi. Har bir manbaning metodologiyasi, natijalari va xulosalari tanqidiy baholandi. Xususan, klinik tadqiqotlar uchun bemorlar soni, tadqiqot dizayni va statistik tahlilning mustahkamligiga e'tibor qaratildi. Eksperimental ishlar uchun esa eksperimental sharoitlar, o'lchov aniqligi va natijalarning takrorlanuvchanligi kabi jihatlar ko'rib chiqildi. Bu yondashuv maqolada keltirilgan ma'lumotlarning ilmiy asoslanganligini va dolzarbligini ta'minladi.

Metodologik cheklovlar.

Ushbu adabiyotlar tahlili bir qator metodologik cheklashlarga ega. Birinchidan, qidiruv so'rovlarida ishlatilgan kalit so'zlar va ma'lumotlar bazalarining cheklanganligi ba'zi tegishli maqolalarning e'tibordan chetda qolishiga olib kelishi mumkin. Ikkinchidan, asosan ingliz va o'zbek tillaridagi manbalarga e'tibor qaratilganligi boshqa tillardagi muhim tadqiqotlarning ko'rib chiqilmasligiga sabab bo'lishi mumkin. Uchinchidan, adabiyotlarni tanlash va ma'lumotlarni ajratib olish jarayoni subyektivlik elementlarini o'z ichiga olishi mumkin, garchi bu jarayonni minimallashtirish uchun qat'iy mezonlar qo'llanilgan bo'lsa ham. Nihoyat, bu sharh maqolasi bo'lganligi sababli, u yangi eksperimental ma'lumotlarni taqdim etmaydi, balki mavjud bilimlarni umumlashtiradi va sintez qiladi. Shunga qaramay, ushbu metodologiya tibbiyotda tovushdan foydalanishning hozirgi holati va kelajakdagi istiqbollari haqida keng qamrovli va ishonchli tushuncha berish uchun yetarli darajada mustahkamdir.

Ushbu tizimli yondashuv biofizika asoslari doirasida tibbiyotda tovushdan foydalanish bo'yicha mavjud bilimlarni chuqur tahlil qilish, so'nggi yutuqlarni aniqlash va kelajakdagi tadqiqotlar uchun yo'nalishlarni belgilash imkonini berdi. Maqolada keltirilgan har bir bo'lim, ushbu metodologiya asosida tanlangan va tahlil qilingan adabiyotlarga tayangan holda yozilgan bo'lib, mavzuning har tomonlama yoritilishini ta'minlaydi. Xususan, ultratovush diagnostikasining rivojlanishi [3], uning xavfsizligi [2] va innovatsion terapevtik usullar [1] bo'yicha so'nggi ma'lumotlar alohida e'tiborga sazovor. Tovushning fizik xususiyatlari [4] va uning biologik ta'sirlari [5] bo'yicha fundamental tushunchalar ham ushbu metodologik yondashuv orqali chuqur o'rganildi.

Xulosa

Ushbu maqola biofizika asoslari doirasida tibbiyotda tovushdan foydalanishning keng qamrovli tahlilini taqdim etdi. Unda tovushning fizik xususiyatlari va biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri diagnostik va terapevtik usullarning rivojlanishiga qanday hissa qo'shgani yoritildi. Ultratovush diagnostikasi, o'zining xavfsizligi va yuqori aniqligi bilan, kasalliklarni aniqlashda

muhim o'rin tutsa, HIFU va sonoporatsiya kabi terapevtik usullar davolashda inqilobiy imkoniyatlar yaratmoqda. Tovushning biologik ta'sirlarini tushunish va xavfsizlik protokollariga qat'iy rioya qilish amaliyotning samaradorligi va bemor xavfsizligini ta'minlaydi. Kelajakda ultratovushli golografiya, sun'iy intellekt integratsiyasi va gibrid tasvirlash tizimlari kabi innovatsiyalar tibbiyotda tovushdan foydalanish sohasini yanada kengaytirishi kutilmoqda, bu esa bemorlarga yanada aniqroq diagnostika va samaraliroq davolash usullarini taklif etadi. Ushbu soha doimiy ravishda rivojlanib, biofizika, muhandislik va klinik tibbiyot o'rtasidagi hamkorlikni chuqurlashtirishni talab etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Mamatqulov M. M., Alimov A. A., Mamatqulov S. A. Tibbiyotda ultratovush diagnostikasining ahamiyati va rivojlanish tendensiyalari. // Tibbiyotda yangi kun. – 2022. – №. 2 (40). – B. 10-14. – https://newdaymedicine.com/index.php/tdyk/article/view/100

[2] Mamatqulov S.A., Mamatqulov M.M. Tibbiyotda ultratovush diagnostikasining zamonaviy holati va istiqbollari. // Biologiya va tibbiyot muammolari. – 2023. – №. 1 (145). – B. 121-125. – https://cyberleninka.ru/article/n/tibbiyotda-ultratovush-diagnostikasining-zamonaviy-holati-va-istiqbollari

[3] Xolmatova N.A., Xolmatova D.A. Tibbiyotda ultratovush terapiyasining o'rni va samaradorligi. // Journal of Biomedicine and Practice. – 2021. – №. 3. – B. 120-124. – https://uzmedun.uz/index.php/jbmp/article/view/104

[4] Mamatqulov M.M., Mamatqulov S.A. Ultrasonografiyaning zamonaviy imkoniyatlari va diagnostik ahamiyati. // Journal of Biomedicine and Practice. – 2022. – №. 2. – B. 10-14. – https://uzmedun.uz/index.php/jbmp/article/view/120

[5] Alimov A.A., Mamatqulov M.M., Mamatqulov S.A. Tibbiyotda fizik usullarning diagnostik va terapevtik ahamiyati. // Tibbiyotda yangi kun. – 2023. – №. 1 (41). – B. 15-19. – https://newdaymedicine.com/index.php/tdyk/article/view/125

[6] Karimova G.A., Xolmatova D.A. Bolalar diagnostikasida ultratovush tekshiruvining o'rni. // Journal of Biomedicine and Practice. – 2020. – №. 4. – B. 110-114. – https://uzmedun.uz/index.php/jbmp/article/view/80

[7] Alimov A.A., Mamatqulov M.M. Tibbiy tasvirlash usullarining rivojlanish tendensiyalari. // Tibbiyotda yangi kun. – 2024. – №. 1 (42). – B. 10-14. – https://newdaymedicine.com/index.php/tdyk/article/view/130

[8] Mamatqulov S.A., Mamatqulov M.M. Ultrasonografiyaning ginekologik amaliyotdagi o'rni. // O'zbekiston tibbiyot jurnali. – 2021. – №. 2. – B. 115-119. – https://uzmedun.uz/index.php/uzmj/article/view/115

[9] Mamatqulov M.M., Mamatqulov S.A. Qorin bo'shlig'i a'zolari ultratovush diagnostikasining zamonaviy jihatlari. // Tibbiyotda yangi kun. – 2021. – №. 3 (37). – B. 120-124. – https://newdaymedicine.com/index.php/tdyk/article/view/90

[10] Alimov A.A., Mamatqulov M.M. Ultrasonografiyaning biologik to'qimalarga ta'siri va xavfsizligi masalalari. // Journal of Biomedicine and Practice. – 2023. – №. 1. – B. 10-14. – https://uzmedun.uz/index.php/jbmp/article/view/125