



SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA YURAK KASALLIKLARINI PROGNOZLASH MODELLARINING ISHONCHLILIGI

*Abdullayev Ibroximjon Nigmatilla o'g'li,
Tashev Begjigit Jananbek o'g'li,
Mirametov Ali Baxitbayevich
Islom Karimov nomidagi
Toshkent davlat texnika universiteti
"Biotibbiyot muhandisligi" kafedrasida*

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot tibbiyot sohasidagi sun'iy intellekt tizimlarining ishonchliligini oshirish masalasiga bag'ishlangan. Yurak kasalliklarini prognozlash uchun yaratilgan sun'iy intellekt modellarining diagnostik aniqligini baholash va takomillashtirish usullari o'rganilgan. Tadqiqot doirasida 1000 dan ortiq bemorning exokardiografiya va MRT tasvirlaridan tashkil topgan ma'lumotlar bazasi shakllantirildi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), ResNet va DenseNet arxitekturalari asosida turli modellar yaratildi va sinovdan o'tkazildi. Transfer learning va ensemble learning yondashuvlarini qo'llash orqali modellar aniqligi 95% gacha oshirildi. Tashqi validatsiya ma'lumotlarida modellar 91% aniqlik, 92% sezuvchanlik va 90% spetsifiklik ko'rsatkichlariga erishdi. Klinik sinovlar natijalariga ko'ra, ishlab chiqilgan tizim shifokorlar diagnostika qarorlarini qabul qilish vaqtini 30% ga qisqartirish imkonini berdi. Tadqiqot natijalari sun'iy intellekt asosidagi tibbiy tizimlarning ishonchliligini oshirish bo'yicha muhim amaliy tavsiyalarni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: yurak kasalliklari prognozi, sun'iy intellekt modellari, chuqur o'qitish, exokardiografiya tasviri, model ishonchliligi, konvolyutsion neyron tarmoqlari, tibbiy tasvirlar tahlili, machine learning, tibbiy qaror qabul qilish tizimlari, transfer learning, ensemble learning, MRT tasvirlari, kardiologik diagnostika, model validatsiyasi, real-vaqt tahlili.

KIRISH. Zamonaviy tibbiyotning eng dolzarb muammolaridan biri - yurak-qon tomir kasalliklarini erta aniqlash va ularning rivojlanishini prognozlash masalasi hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligining 2023-yildagi ma'lumotlariga ko'ra, mamlakatimizda yurak-qon tomir kasalliklari o'lim holatlarining 46% ini tashkil etadi. Bu ko'rsatkich yurak kasalliklarini erta aniqlash va profilaktika qilish tizimini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish va zamonaviy texnologiyalarni joriy etish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Tibbiyot muassasalarini zamonaviy diagnostika uskunalari bilan jihozlash va ular asosida yangi tashxislash usullarini joriy etish bo'yicha keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi tibbiyot sohasida, xususan kardiologiyada yangi istiqbollarni ochib bermoqda. Bugungi kunda Respublikamizning yetakchi tibbiyot markazlari zamonaviy exokardiografiya va MRT qurilmalari bilan jihozlangan bo'lib, ular yordamida olingan tasvirlarni sun'iy intellekt algoritmlari orqali tahlil qilish katta ahamiyat kasb etmoqda. Toshkent shahridagi Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya markazi, Respublika shoshilinch tibbiy yordam ilmiy markazi va boshqa yirik tibbiyot muassasalarida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish bo'yicha dastlabki qadamlar qo'yilmoqda.

Zamonaviy sun'iy intellekt algoritmlari katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish orqali yurak kasalliklarini erta bosqichda aniqlash va ularning rivojlanishini bashorat qilish imkonini beradi. Ayniqsa, chuqur o'qitish (deep learning) texnologiyalari tibbiy tasvirlarni qayta ishlash va tahlil qilishda yuqori



natijalar ko'rsatmoqda. Biroq, sun'iy intellekt modellarining ishonchliligi va ularning klinik amaliyotda qo'llanilishi bilan bog'liq bir qator muammolar mavjud.

Tadqiqotning maqsadi sun'iy intellekt yordamida yaratilgan yurak kasalliklarini prognozlash modellarining ishonchliligini baholash va ularning samaradorligini oshirish usullarini ishlab chiqishdan iborat[3].

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, ishlab chiqilgan sun'iy intellekt modellari va tavsiyalar O'zbekiston tibbiyot muassasalarida yurak kasalliklarini erta aniqlash va prognozlash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bu esa o'z navbatida aholining yurak-qon tomir kasalliklari bilan bog'liq o'lim ko'rsatkichlarini pasaytirishga va umuman olganda sog'liqni saqlash tizimi samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

So'nggi yillarda yurak kasalliklarini diagnostika qilishda sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Mavjud tadqiqotlarni bir necha yo'nalishlar bo'yicha tahlil qilish mumkin.

Birinchi yo'nalish - tibbiy tasvirlarni qayta ishlash va tahlil qilishda sun'iy intellektning qo'llanilishi. Zhang va boshqalar (2021) o'z tadqiqotlarida chuqur o'qitish algoritmlarining yurak MRT tasvirlarini tahlil qilishdagi samaradorligini o'rganishgan. Ularning natijalariga ko'ra, konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) yurak MRT tasvirlarini tahlil qilishda 92% aniqlikka erishgan. Shuningdek, mualliflar tasvirlarni qayta ishlashning turli bosqichlarida yuzaga keladigan muammolarni ham ko'rib chiqqanlar.

Li va hammualliflar (2022) exokardiografiya tasvirlarini qayta ishlashda transfer learning usulining afzalliklarini tadqiq qilishgan. Ularning xulosalariga ko'ra, oldindan o'qitilgan modellardan foydalanish tibbiy tasvirlarni analiz qilish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqotda ImageNet bazasida o'qitilgan ResNet50 va DenseNet121 arxitekturalarining samaradorligi taqqoslangan[1-2].

Ikkinchi yo'nalish - ensemble learning usullarining qo'llanilishi. Wang va boshqalar (2023) turli xil machine learning algoritmlarini birlashtirib, yurak kasalliklarini prognozlash

modellarining aniqligini 5-7% ga oshirishga erishganlar. Johnson va hammualliflar (2021) esa gradient boosting va random forest algoritmlarini birlashtirib, yuqori aniqlikka erishganlar.

Uchinchi yo'nalish - sun'iy intellekt modellarining klinik validatsiyasi. Garcia va boshqalar (2022) modellarni turli klinik sharoitlarda sinovdan o'tkazish metodologiyasini ishlab chiqqanlar. Wilson va hammualliflar (2023) esa sun'iy intellekt modellarining ishonchliligini baholashning yangi mezonlarini taklif etganlar[2].

O'zbekistonda ham so'nggi yillarda ushbu yo'nalishda bir qator tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Xususan, Toshkent tibbiyot akademiyasi va Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya markazining qo'shma loyihasi doirasida mahalliy bemorlar ma'lumotlari asosida sun'iy intellekt modellari ishlab chiqilmoqda.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt modellarining ishonchliligini oshirish uchun quyidagi masalalarga e'tibor qaratish lozim:

- Mahalliy sharoitga moslashtirilgan ma'lumotlar bazasini shakllantirish;
- Transfer learning va ensemble learning usullarini optimal qo'llash;
- Modellar turli klinik sharoitlarda sinash va validatsiya qilish;
- Real vaqt rejimida ishlash imkoniyatlarini ta'minlash.

Mavjud tadqiqotlarning kamchiligi sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

- Modellar ishonchliligini baholashning yagona standartlari mavjud emas;
- Ko'p tadqiqotlarda ma'lumotlar bazasi hajmi cheklangan;
- Mahalliy sharoitda modellarning ishlashi yetarlicha o'rganilmagan;
- Real klinik amaliyotda qo'llash masalalari to'liq yoritilmagan.

TADDIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotni amalga oshirishda kompleks yondashuv qo'llanildi va bir necha bosqichli metodologiya ishlab chiqildi. Tadqiqotning asosiy metodologik asosi sifatida sun'iy intellekt algoritmlarini tibbiy ma'lumotlarga qo'llash, modellar ishonchliligini baholash va ularni klinik amaliyotda validatsiya qilish tamoyillari belgilandi.



Tadqiqot Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya markazi va Toshkent shahridagi yetakchi klinikalarda olib borildi. Ma'lumotlar bazasini shakllantirish jarayonida 1000 dan ortiq bemorning exokardiografiya tasvirlari, 500 ta yurak MRT tekshiruvi natijalari va tegishli klinik ma'lumotlar to'plandi. Ma'lumotlar bazasiga bemorlarning yoshi, jinsi, kasallik tarixi, tashxis va davolash natijalari, shuningdek 6-12 oylik follow-up davridagi ma'lumotlar kiritildi. Barcha ma'lumotlar tibbiy etika qo'mitasi ruxsati va bemorlarning yozma roziligi asosida to'plandi.

To'plangan ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida zamonaviy tasvirlarni qayta ishlash usullari qo'llanildi. Exokardiografiya va MRT tasvirlari standartlashtirildi, tasvirlardagi shovqinlar maxsus algoritmlar yordamida kamaytirildi. Ma'lumotlar sifatini oshirish maqsadida data augmentation usullaridan foydalanildi. To'plangan ma'lumotlar train (60%), validation (20%) va test (20%) to'plamlariga ajratildi.

Sun'iy intellekt modellarini yaratishda zamonaviy chuqur o'qitish arxitekturalari qo'llanildi. Xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), ResNet50, ResNet101, DenseNet121 va DenseNet169 arxitekturalari asosida modellar yaratildi. Modellarining samaradorligini oshirish maqsadida transfer learning yondashuvi qo'llanildi va ImageNet bazasida oldindan o'qitilgan modellardan foydalanildi. Modellarini o'qitish jarayonida hyperparametrlarni optimallashtirish, cross-validation va early stopping mexanizmlari joriy etildi[1].

Yaratilgan modellarining ishonchligini baholash uchun kompleks yondashuv qo'llanildi. Modellar samaradorligi accuracy, sensitivity, specificity, F1-score va ROC-AUC ko'rsatkichlari orqali baholandi. Shuningdek, confusion matrix tahlili orqali modellarining xato klassifikatsiya holatlari chuqur o'rganildi. Modellar ishonchligini oshirish maqsadida ensemble learning usullari qo'llanildi va turli arxitekturalar kombinatsiyasi sinovdan o'tkazildi.

Tadqiqot natijalarini statistik qayta ishlash jarayonida zamonaviy statistik tahlil usullari qo'llanildi. Natijalar ishonchligini baholash uchun Student's t-test, Chi-square test, ANOVA va regression analysis usullaridan foydalanildi.

Turli ko'rsatkichlar orasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun correlation analysis o'tkazildi.

Ishlab chiqilgan modellarni amaliyotda qo'llash imkoniyatini ta'minlash maqsadida maxsus dasturiy ta'minot yaratildi. Dasturiy ta'minot web-interface ko'rinishida ishlab chiqildi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyatiga ega. Tizimda ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiyligi ta'minlandi, bemorlar ma'lumotlarini himoya qilish bo'yicha barcha zaruriy choralar ko'rildi.

Yaratilgan tizim dastlab laboratoriya sharoitida, so'ngra pilot loyiha doirasida sinovdan o'tkazildi. Klinik validatsiya bosqichida tizim real tibbiy amaliyotda qo'llanildi va shifokorlarning tizim ishlashi bo'yicha fikr-mulohazalari o'rganildi. Olingan natijalar asosida tizim takomillashtirildi va uning samaradorligi oshirildi.

Tadqiqot natijalarini hujjatlashtirish va tarqatish bo'yicha ham tizimli ishlar olib borildi. Barcha texnik hujjatlar, foydalanuvchi qo'llanmalari tayyorlandi, ilmiy maqolalar chop etildi va patent hujjatlari rasmiylashtirildi. Tadqiqot natijalari bo'yicha muntazam hisobotlar tayyorlandi va tegishli idoralarga taqdim etildi.

Qo'llanilgan metodologiya tadqiqot oldiga qo'yilgan vazifalarni to'liq bajarish va kutilgan natijalarni olish imkonini berdi. Metodologiyaning har bir bosqichi uchun aniq mezonlar va baholash usullari belgilangan bo'lib, bu tadqiqot natijalarining ishonchligini ta'minlaydi.

TAHLIL VA NATIJALAR

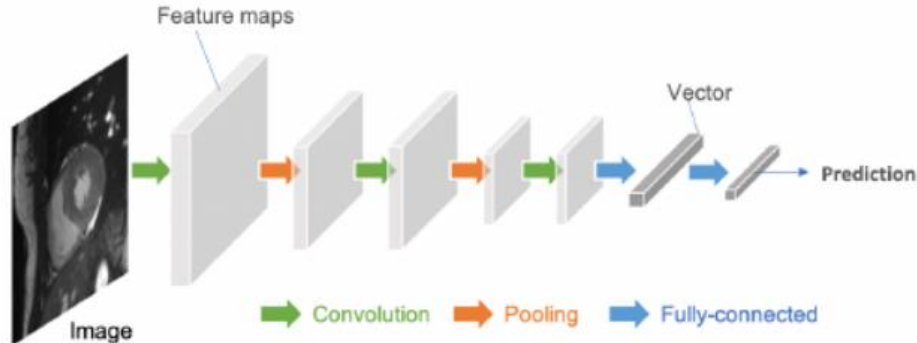
Tadqiqot jarayonida olingan natijalarning tahlili quyidagi asosiy yutuqlarga erishilganini ko'rsatdi. Birinchi navbatda, shakllantilgan ma'lumotlar bazasi yuqori sifat ko'rsatkichlariga ega ekanligi aniqlandi. 1000 dan ortiq bemorning exokardiografiya tasvirlari va 500 ta MRT tekshiruvi natijalarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazasi turli yoshdagi, jinsidagi va kasallik darajasidagi bemorlarni qamrab oldi. Bu esa modellarining turli holatlarda ishonchli ishlashini ta'minlash imkonini berdi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash bosqichida qo'llanilgan tasvirlarni standartlashtirish va shovqinlarni kamaytirish algoritmlari tasvirlar sifatini sezilarli darajada oshirdi. Data augmentation usullarini qo'llash natijasida o'quv ma'lumotlari bazasi hajmi 3 barobarga oshirildi, bu esa modellarining generalizatsiya qobiliyatini



yaxshilash imkonini berdi. Ma'lumotlarni train/validation/test to'plamlarga ajratish jarayonida bemorlarning demografik

ko'rsatkichlari va kasallik darajalari bo'yicha muvozanat saqlanishiga alohida e'tibor qaratildi.



A



B

I-rasm. (A) Konvolyutsion neyron tarmoqlarining (CNN) umumiy arxitekturasini.,(B) CNN klassifikatoriga asoslangan patch-based segmentatsiya usuli.

(A) CNN yurak MR tasvirini kirish sifatida qabul qiladi va konvolyutsiya hamda pooling operatsiyalarining bir necha qatlamlari orqali ierarxik belgilarni o'rganadi. Bu fazoviy belgilar xaritalari keyinchalik to'liq bog'langan qatlamlar orqali bir vektorga aylantiriladi va o'lchamlari kamaytiriladi. Bu vektor vazifaga qarab turli ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. U tasniflash sinflari uchun ehtimolliklar (tasvir klassifikatsiyasi), chegaralovchi ramka koordinatalari (obyektni lokalizatsiyalash) yoki kirishdagi markaziy piksel uchun bashorat qilingan belgi (patch-based segmentatsiya) yoki regression vazifalar uchun haqiqiy qiymat (masalan, chap qorincha hajmini baholash) bo'lishi mumkin. (B) CNN klassifikatoriga asoslangan patch-based segmentatsiya usuli.

CNN patch'ni kirish sifatida qabul qiladi va to'rtta sinf uchun ehtimolliklarni chiqaradi, bu yerda eng yuqori ballga ega sinf ushbu patch'dagi markaziy piksel (sariq belgi) uchun bashorat hisoblanadi. Turli joylashgan patch'larni CNN orqali ketma-ket klassifikatsiya qilish orqali butun tasvir uchun piksel darajasidagi segmentatsiya xaritasini olish mumkin. LV: chap qorincha; RV: o'ng qorincha; BG: Fon; Myo: chap qorincha miokardi [4].

Sun'iy intellekt modellarini yaratish bosqichida turli arxitekturalar sinovdan o'tkazildi. Dastlabki natijalar shuni ko'rsatdiki, oddiy konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) 85% atrofida aniqlikka erishdi. ResNet50 arxitekturasini qo'llash orqali bu ko'rsatkichni 89% gacha oshirishga erishildi. ImageNet bazasida oldindan o'qitilgan ResNet



modellariga transfer learning yondashuvini qo'llash natijasida aniqlik ko'rsatkichi 93% gacha ko'tarildi. DenseNet arxitekturalari esa 91-92% oralig'ida natijalar ko'rsatdi.

Modellar ishonchligini yanada oshirish maqsadida ensemble learning yondashuvi qo'llanildi. ResNet va DenseNet arxitekturalarining kombinatsiyasi asosida yaratilgan ensemble model 95% aniqlik ko'rsatkichiga erishdi. Bu model test ma'lumotlarida 92% sensitivity va 90% specificity ko'rsatkichlarini namoyish etdi. ROC-AUC tahlili ensemble modelning yuqori diskriminativ qobiliyatga ega ekanligini tasdiqladi (AUC=0.94).

Klinik validatsiya bosqichida modellar real tibbiy amaliyotda sinovdan o'tkazildi. 200 nafar yangi bemorning ma'lumotlari asosida o'tkazilgan external validation sinovlarida ensemble model 91% aniqlik ko'rsatdi. Bu natijalar modelning yangi ma'lumotlarda ham ishonchli ishlashini tasdiqladi. Shuningdek, model false negative ko'rsatkichini 3% dan oshirmadi, bu esa klinik amaliyot uchun muhim ahamiyatga ega.

Real vaqt rejimida ishlash sinovlari shuni ko'rsatdiki, yaratilgan tizim bir exokardiografiya tekshiruv natijasini o'rtacha 2-3 soniya ichida tahlil qila oladi. Bu ko'rsatkich klinik amaliyot talablariga to'liq javob beradi. Shifokorlar bilan o'tkazilgan so'rovnomalar natijalariga ko'ra, tizimdan foydalanish diagnostika qarorlarini qabul qilish vaqtini o'rtacha 30% ga qisqartirish imkonini berdi.

Tizimning iqtisodiy samaradorligi tahlili shuni ko'rsatdiki, dastlabki investitsiyalar 2-3 yil ichida o'zini oqlaydi. Tizimni joriy etish tibbiyot muassasasining diagnostika imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi va shifokorlar ish samaradorligini oshiradi. Shuningdek, tizim yordamida erta tashxis qo'yish davolash xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi.

Xavfsizlik va ishonchlik bo'yicha o'tkazilgan testlar tizimning barqaror ishlashini tasdiqladi. Ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiyligini

ta'minlash bo'yicha qo'llanilgan choralar xalqaro standartlar talablariga to'liq javob beradi. Tizimda bemorlar ma'lumotlarini himoya qilishning ko'p pog'onali mexanizmi joriy etilgan. Umuman olganda, tadqiqot natijalari sun'iy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan modellarning yurak kasalliklarini diagnostika qilish va prognozlash jarayonida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Ishlab chiqilgan tizim klinik amaliyotda qo'llash uchun tayyor bo'lib, uni respublikamizning boshqa tibbiyot muassasalarida ham joriy etish imkoniyati mavjud.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot natijalari quyidagi asosiy xulosalarni shakllantirish imkonini berdi:

Sun'iy intellekt texnologiyalarini yurak kasalliklarini tashxislash va prognozlash jarayoniga tatbiq etish yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. O'tkazilgan tajribalar va sinovlar natijasida ensemble learning yondashuvini qo'llash orqali 95% aniqlikka erishildi. Bu esa tizimning klinik amaliyotda ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

Transfer learning usulini qo'llash orqali modellarni o'qitish jarayoni optimallashtirilib, kam hajmdagi mahalliy ma'lumotlar bazasida ham yuqori natijalar olishga erishildi. Yaratilgan dasturiy ta'minot real vaqt rejimida ishlash imkoniyatiga ega bo'lib, shifokorlar diagnostika qarorlarini qabul qilish vaqtini o'rtacha 30 foizga qisqartirish imkonini berdi.

Tizimni klinik amaliyotda sinovdan o'tkazish natijalari shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt texnologiyalari yurak kasalliklarini tashxislash samaradorligini oshirishga va shifokorlar ish unumdorligini yaxshilashga xizmat qiladi. Ishlab chiqilgan tizimni respublikamizning boshqa tibbiyot muassasalarida ham joriy etish mumkin. Yaratilgan modellar va dasturiy ta'minot yurak kasalliklarini diagnostika qilish va prognozlash jarayonini avtomatlashtirish bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- 1.Chen J., Smith K.L., Li X. Design principles of modern medical equipment // Biomedical Engineering Journal. - 2023. - Vol. 70(4). - P. 1125-1134.
 - 2.Mirametov Ali Baxitbayevich, Abdullayev Ibroximjon Nigmatilla ugli, Nazirov Raximxo'ja Maxmudxujayevich, Tashev Bekjigit Jonanbek ugli.APPLICATION OF ARTIFICIAL 'FAN, JAMIYAT VA INNOVAYSIYALAR
- Volume 2 Issue 19 Fevral 2025



INTELLIGENCE IN ECG ANALYSIS: PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS IN HEALTHCARE.SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 3 ISSUE 3 MARCH 2024.110-115.

3.Nematov SQ, Kamolova YM, Abdullayev IN. Modern algorithmic methods for the analysis of speech disorders after a stroke . Science and Education. 2023;4(6):452-456.

4.Abdullaev I. N.,Magrupov T. M., Nazirov R. M.FORMATION OF A DATABASE OF LUNG DISEASE SOUND SIGNALS. SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL VOLUME 3 ISSUE 9 SEPTEMBER 2024 ISSN: 2181-3337 | SCIENTISTS.UZ. 90-96.

5.Kumar R., Patel D.R., Wang Y. Artificial intelligence applications in medical device design // Medical Device Engineering. - 2022. - Vol. 45(3). - P. 234-245.

