

## EXOKARDIOGRAMMA TASVIRLARI ASOSIDA YURAK KASALLIKLARINI TASNIFLASHNING CHUQUR O‘QITISHGA ASOSLANGAN ALGORITMINI ISHLAB CHIQUISH

Djurayeva Nigora Soibjon qizi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti  
1-bosqich tayanch doktoranti, djurayevanigoraxon98@gmail.com

Djurayev Temur Shavkatovich

Toshkent xalqaro moliyaviy boshqaruv va texnologiyalar universiteti 1-bosqich  
magistranti, [t.djuraev@korzinka.uz](mailto:t.djuraev@korzinka.uz)

**Annotatsiya :** Exokardiogramma tasvirlarini intellektual ishlov berish orqali xususiyatlarni ajratib olish, ularni tasniflash va avtomatik ravishda tashxis qo‘yish hozirgi tibbiyot sohasida yechilishi eng muhim bo‘lgan masalalardan biri hisoblanadi. Shu sababli bugungi kunda bu sohada juda ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Hozirda exokardiografik tasvir yoki videolar asosida kasallikka tashxis qo‘yish amaliyoti hali tadqiqot boshqichidadir. Ushbu maqolada ilmiy nashrlarda chop etilgan maqolalar va ilmiy xulosalar asosida exokardiogramma tasvirlaridan iborat ma’lumotlar bazasi yaratildi va shu asosida GKM va KKM kasalliklari klassifikatsiya qilindi.

**Kalit so‘zlari :** kardiomiopatiya, exokardiogramma, chuqur o‘qitish, CNN

### KIRISH

Tibbiyotda tashxislash va davolash jarayonlarida axborot texnologiyalarini keng joriy etib borilishiga qaramasdan, dunyoda eng ko‘p kasallanish va o‘lim ko‘rsatgichi bo‘yicha yurak qon-tomir kasalliklarining ko‘rsatgichlari yuqori. Yurak qon-tomir kasalliklari insonning umumiy salomatligiga, uzoq umr ko‘rishi davomiyligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Aholi soni ko‘rsatgichining oshib borishi va yosh jihatdan ulg‘ayib borishiga qarab yurak kasalliklari darajasi ham ortib bormoqda. Insonlar va malakali shifokorlar o‘rtasidagi farqni tenglashtirish orqali yurak kasalliklarini oldini olish imkoni bo‘lsada, amaliyotda bunday imkoniyatni ta’minlash murakkab hisoblanadi. Murakkablashib borayotgan bunday muammolarni echishning noan’anaviy usullarini ishlab chiqish hozirgi kunda dolzarbdir.

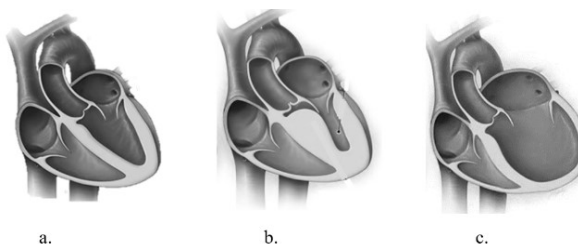
Hozirgi kunda kardiologiya soxasida yurak kasalliklarini aniqlashda raqamli qurilmalardan keng foydalanib kelinmoqda. Tibbiy raqamli qurilmalardan olinayotgan ma’lumotlarga asosan (tasvir, video, matn, ovoz) yurak qon-tomir kasalliklarini tasniflash va tashxislash masalalarini echishga qaratilgan sun’iy intellekt yondashuvlarini rivojlantirishga bo‘lgan qiziqishlar ko‘lami kengaymoqda.

Mavjud yondashuvlardan foydalanib raqamli tasvirlarni tahlil qilish texnikilari bilan yurak kasalliklariga tashxis qo'yichning tezkorligi va aniqlilik darajasi cheklangan. Ammo mashinali o'qitishning so'nggi yutuqlari raqamli tasvirlarning tasniflashda mutaxassislariga qaraganda tanib olish murakkab bo'lgan fenotiplarni yuqori aniqlikda tasniflash xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatmoqda. Sun'iy intellektga asoslangan kompyuter dasturlari, asosan chuqur o'qitish algoritmlari, raqamli tasvirlardagi piksellarning farqini insonning visual nerv tizimidan ko'ra yuqori aniqlikda farqlash va tanib olish xususiyatiga ega ekan.

Echo tasvirlari asosida kardiomiopatiya (KMP) kasalliklarini to'g'ri tasniflash va tashxislashda chuqur o'qitish algoritmlariga asoslangan dasturiy maxsulotlarni ishlab chiqish orqali insonlar va malakali shifokorlar o'rtasidagi nisbatni yaqinlashtirish mumkin.

KMP bu yurak mushaklariga aloqador kasalliklar uchun umumiy atami bo'lib, bunda yurak mushaklari ingichkalashadi yoki qalinlashadi. Kardiomiopatiya kasalligi tana bo'ylab qon haydash jarayoni buzulishi bilan ifodalanadi. Kardiomiopatiyani o'z vaqtida aniqlanmaslik va davolanmaslik yurak etishmovchiligi, tartibsiz yurak urishi (aritmia) va to'satdan vafot etish holatlariga olib kelishi mumkin. Bugungi kunda KMPning eng keng tarqalgan va juda xavfli ikki turi mavjud: gipertrofik kardiomiopatiya (GKM) va kengaygan kardiomiopatiya (KKM).

GKM holatida yurak mushaklari ingichkalashadi va yurakning tana bo'ylab qonni haydash qobiliyati pasayib ketadi. KKM holatida esa yurak mushaklari qalinlashib tana bo'ylab yetarlicha qonni haydash imkoniyati cheklanadi. KMP kasalliklari asosan chap bo'lmaxaning ingichkalashishi yoki qalinlashishi sabab sodir bo'ladi. Kasallik rivojlanishi bilan mushakni ingichkalashish yoki qalinlashishi o'ng bo'lmaxaga ham o'tishi holatlari kuzatilishi mumkin. Kardiomiopatiyaning bu ikki turi va sog'lom insonning yurak tasvirlari quyidagi 1-rasmda keltirilgan. Tasvirlarda shuningdek yurakning chap bo'lmaxasini ingichkalashganligi va qalinlashganligini ko'rish mumkin.



1-rasm. (a) sog'lom, (b) yurak mushagining qalinlashgan va (c) ingichkalashgan holatlari

Yurak kasalliklarining belgilari, xususan KMP, quyidagi vositalardan foydalangan holda aniqlanadi:

- Qon tahlillari;
- X-ray;
- Kompyuter tomografiya;
- Magnit resonans tomografiya;
- EKG;
- Xolter monitoring;
- Echo;
- Stress testlar;

Hozirgi kunda yurak kasalliklarining belgilarini aniqlash va to'g'ri tashxis qo'yish jarayonlari uchun eng ko'p foydalaniladigan vosita – bu exokardiogramma, sababi yuqorida ta'kidlab o'tilganidek exokardiogramma boshqa vositalar bilan taqqoslaganda yurakning ishlashi haqida batafsil ma'lumotlarni taqdim etadi. Ko'p hollarda KMP kasalliklariga tashxis qo'yish jarayoni EKG tasvirlariga asosan amalga oshirilsada, EKG tasvirlaridagi o'zgarishlar turlicha bo'lganligi yoki umuman simptomlarsiz yoki sog'lom odamning yuragidagi kabi elektr signallari hosil bo'lishi natijasida KMP kasalliklariga to'g'ri tashxis qo'yish mushkul. Qon tahlillari, stress test va xolter monitoring usullari orqali KMP kasalliklarini aniqlash uchun ko'proq vaqt talab etilganligi sababli, exokardiogramma hozirda eng qulay vosita bo'lib qolmoqda.

Amaliyotda exokardiogramma tasvirlari asosida KMP kasalliklariga tashxis qo'yish soha mutaxassisidan katta malaka va bilim talab etadi, sababi ushbu tur kasalliklari ba'zi holatlarda boshqalariga xususan miokard infarkti kabi namoyon bo'lishi kuzatilgan. Shuningdek, exokardiogramma tasvirlarida mavhum va xira belgilar ham mavjud bo'lib, insonning visual ko'rishi tizimi bunday belgilarni qayd eta olmasligi yoki ajrata olmasligi mumkin. Shu sababli exokardiogramma tasvirlari asosida KMP kasalliklariga tashxis qo'yuvchi mutaxassislar sonining kamligi va global miqyosida ularning yetishmovchiligi jiddiy muammolarga sabab bo'lmoqda. Ushbu mummoni hal etish uchun, olimlar exokardiogramma tasvirlariga intellektual ishlov berish jarayonini avtomatlashtirish ustida keng ko'lamli ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar.

Sun'iy intellekt sohasining chuqur o'qitish algoritmlari asosida yaratilayotgan kompyuter dasturlari exokardiogramma tasvirlaridagi oddiy, murakkab va yashirin belgilarni insonlarga qaraganda oson ajratadi va tasniflaydi. So'nggi yillarda dasturchi va tibbiyot xodimlari hamkorlikda katta hajmdagi exokardiogramma tasvirlarini to'plash, ularga chuqur o'qitish algoritmlarini

qo'llash va amaliyotda keng foydalanish masalalarini echish ustida izlanishlar olib borishlari ham bugungi kunda bunday tizimlarni ishlab chiqish dolzarb ekanligini anglatadi. Bunday tizimlarni ishlab chiqish jarayoni ham dasturchilardan ham tibbiyot xodimlaridan maxsus bilim va ko'nikmalarni talab etsada, bu yo'nalishning rivojlantirish uchun juda ko'plab tadqiqot ishlari olib borilmoqda, masalan:

1. Exokardiogramma tasvirlarini baholash masalalari.
2. Yurak parametrlarini o'lchash va baholash masalalari.
3. Yurakdagi patologiyalarni aniqlash masalalari.

Bu masalalar shovqinlarni talab bo'yicha kamaytirish va tasvir belgilarini tasniflash kabi jarayonlarni o'z ichiga oladi. Hozirgi kunga qadar ushbu sohadagi ko'plab masalalarning asosiy qismi o'z yechimini topgan bo'lsada, chuqur o'qitish algoritmlarini ushbu sohada qo'llashga aloqador holda yuzaga kelayotgan masalalarni echish aniqligini yanada oshirish imkoniyati paydo bo'ldi. Exokardiogramma ma'lumotlar bazasini kengaytirib borish imkoniyati, chuqur o'qitish algoritmlarning aniqligini yanada oshirib boradi.

2018 yilda EF, EVL va EFL kabi parametrlarni o'z ichiga olgan exokardiogramma juda katta hajmdagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan va parametrlarga ko'ra tasniflangan Echonet bazasi ishlab chiqildi. Bunday katta hajmdagi ma'lumotlar bazasiga intellektual ishlov berishga qo'yilgan vazifalarni echish uchun mashinali o'qiyish algoritmlarining imkoniyatlarini cheklanganligi, chuqur o'qitish algoritmlaridan foydalanishni taqozo etadi. So'nggi yillarda chuqur o'qitish texnologiyalari asosida EF va EVL belgilari yuqori aniqlik bilan svyordkali neyron tarmog'idan foydalanib tasniflash masalasi echilgan. Hozirgi kunda aynan bu kabi masalalarni echish uchun chuqur o'qitishning algoritmlaridan foydalanishga bo'lgan qiziqishlar ortib bormoqda.

Yurakdagi patologiyalarni aniqlash masalalari. Uchinchi tur masalalarga yurak faoliyatidagi nuqsonlar, notekis qon haydash, klapanlarning noto'g'ri ochilib-yopilishi, mintaqaviy devor harakatlarining buzilish, kasalliklarni tasniflash kabi vazifalarni avtomatik bajarish kiradi. Bu sohadagi masalalar hali yaxshi o'rganilmagan va so'nggi yillarda tadqiqotchilarni ko'p qiziqtirib kelayotgan va ko'plab ilmiy ishlar amalga oshirilayotgan bo'lsada, belgilangan vazifalarni bajarish murakkabligicha qolmoqda.

Umumlashtirib aytganda, yuqorida ko'rilgan uchchala yo'nalishdagi masalalarni yechishda, xususan tasvirlarni intellektual tahlil qilishda svyortkali tarmoqdan keng foydalanilmoqda. Amalga oshirilayotgan tadqiqotlardan svyortkali tarmoqning tasvirlar bilan ishlash aniqligi darajasi mashinali o'qitish usullaridan yuqori ekanligini ko'rish mumkin. Odatda svyortkali tarmoqning aniqlilik darajasini yuqori bo'lishi uchun katta hajmdagi ma'lumotlar bazasini talab qiladi.

## ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Exokardiogramma tasvirlarini yarim avtomatlashtirilgan yoki to'la avtomatlashtirilgan holatda tashxislash masalasini echish tibbiy xizmat ko'rsatish imkoniyatlarini yanada yaxshilaydi.

Exokardiogramma ma'lumot tasvir va videodan iborat bo'lib, ba'zi belgilarni ko'z bilan ilg'ab olish murakkab. Belgilar sonini va belgilar o'rtasidagi bog'liqliklarning oshib borishi mashinali o'qitish algoritmlarining tuzilishi va ishlash jarayonini murakkablashtirib yuboradi. Shuning uchun ham yuqorida ta'kidlanganidek chuqur o'qitish yondashuvlaridan foydalanish bunday jarayonlar uchun samarali Yechim hisoblanadi.

Svyortkali tarmoqlarning exokardiogramma tasvirlarini intellektual ishlov berishga mo'ljallangan yangi algoritmlari va turli kombinatsiyalari taklif etilmoqda. Masalan, hozirda exokardiogramma videolari uchun LSTM va 3D usullaridan foydalanilmoqda. Yurak qismlarini ajratib ko'rsatish, tasvirdagi shovqinlarni pasaytirish maqsadida svyortkali tarmoqning GAN deb nomlangan yangi turi ishlab chiqildi va uning vositasida yaxshi natijalarga erishilmoqda.

Hozirda yurak tasvirlarini segmentatsiya qilish maqsadida yarim nazoratli o'qitish usulidan foydalanilmoqda. Ushbu usulda ish bajarish qoliyati kichik bo'lsada, tasniflash jarayoni talab etmasligi bilan ahamiyatlidir. Bunday tarmoqlarni rivojlantirish kelajakda tasniflanmagan katta ma'lumotlar bazasidan samarali tasniflashga imkon beradi. Shuningdek, aynan katta hajmli tasniflanmagan ma'lumotlarni samarali tasniflash uchun chuqur o'qitishning yangi yondashuvlari taklif etilmoqda. Yan bir ishda segmentatsiya qilishda tarmoqning ish bajarishini takomillashtirish bilan qo'shni piksellardagi ma'lumotlarni o'zaro taqqoslash imkonini beruvchi PLANN (pyramid local attention neural network) usul taklif etilgan. Bu yondashuv faqat yurak parametrlarini ajratib ko'rsatish emas, balki kasallikni aniqlash imkonini beruvchi to'la avtomatlashtirilgan vositaga ega.

Zang va boshqalar o'zlarining tadqiqot ishlarida chuqur neyron tarmoqlari yordamida ko'rinishni identifikatsiyalash, tasvirlarni sigmentatsiya qilish, tuzilishi va funktsiyasi miqdorini aniqlash va yurak kasalliklarini bashorat qilishni amalga oshirishgan. Balaji va boshqalar esa KKM va GKM turini hamda sog'lom odam yuragini PLAX ga asosan tashxislash algoritmini ishlab chiqqan. Ushbu ishda tadqiqotchilar mashinali o'qitishning BPNN, SVM va combined K-NN usullaridan foydalangan. Ularning yondashuvlari asosan mashinali o'qitish usullariga asoslanganligi uchun tasniflash jarayonidan oldin, belgilarni ajratib olish bosqichini bajarish talab etilgan. Ushbu tadqiqot ishida tasniflash aniqligi 92.04%ni tashkil etgan. Shuningdek tadqiqotchilar gipertropiyani sog'lom yurak exokardiogramma tasviridan farqlash masalasini yechishda U-net va transfer learning usullaridan

foydalanishgan. Ular tomonidan taklif etilgan yondashuvga asoslangan algoritmnining aniqligi 91.21%ga etgan.

### NATIJALAR

Ushbu tadqiqot ishida ma'lumotlar to'plami ishlab chiqishda, internet saytlarida nashr etilgan exokardiogramma videolaridan foydalanildi. Eng avvalo ishonchli saytlardagi KKM va GKM kasalliklarining exokardiogramma videolari to'plandi. Bu kabi videolarning ko'plari ta'limiy videolar bo'lganligi sababli, ularda ushbu 2 kasallikdan tashkil topgan exokardiogramma tasvirlaridan tashqari boshqa belgilar, yozuvlar, patsiyent haqidagi ma'lumotlar ham mavjud bo'lganligi sababli videolardan exokardiogramma tasvirlarining 2-5 sekund vaqt davomiyligi ko'rinishida qirqib olindi.

Shuningdek, qirqib olingan video kadrlarni asosiy shovqinlardan tozalash maqsadida videodagi yurak tasvirlari kvadrat shaklda qirqib olindi va video fragmentlari 112x112x3 ko'rinishidagi kadrlarga ajratildi. Exokardiogramma tasvirlari sifatini saqlab qolish maqsadida videodagi yurak tasvirlari kvadrat shaklida qirqib olindi, sababi tasvir o'lchamini to'rtburchak qirqib keyin uni kvadrat shaklga o'zgartirish tasvirning sifatiga ta'sir etadi. Bunday shovqinli ta'sirlar svyortkali neyron tarmog'ning ishlash jarayoniga ta'sir etmasligi mumkin, ammo exokardiogramma tasvirlari tashxislashda ahamiyatli hisoblanadi, sababi to'g'ri to'rtburchakli ta'sirni kvadrat shaklga aylantirganda yurak tasviridagi devorchalar va qorinchalarning shakli hamda o'lchami ham o'zgarib ketishi tashxislash uchun juda muhim bo'lgan belgilarning o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin .

Ma'lumotlar to'plamini ishlab chiqishda EchoNet ma'lumotlar bazasidan KMP tasvirlangan 18 ta videodan foydalanildi. Shunday qilib, A4C ko'rinishli KMP tashxisi qo'yilgan jami 3632 ta tasvirdan iborat bo'lgan ma'lumotlar to'plami hosil qilindi. Hosil bo'lgan ma'lumotlar to'plami 2 qismga ajratildi: tarmoqni o'qitish va test uchun. Ma'lumotlar bazasi 9:1 nisbat ko'rinishida keltirildi. Bu jarayon avtomatik emas, qo'lda amalga oshirildi. Qo'lda amalga oshirish avtomatikka qaraganda bir xil videoga tegishli kadrlar har xil papkaga tushib qolishiga va bu orqali tarmoqning imkoniyatini noto'g'ri baholanishiga olib kelishi mumkin. Ya'ni bunda tasniflash aniqligi yuqoriroq bo'lishi mumkin, ammo tarmoqda xaddan tashqari o'qitish (overfitting) sodir bo'lishiga olib keladi. Ma'lumotlar to'plamidagi tasvirlarning taqsimlanishi haqida batafsil ma'lumot 1-jadvalda berilgan.

1-jadval.

Svyordkali tarmoqni o'qitish va test qilish uchun dataset taqsimoti

Sinflar nomi	KKM	GKM	Jami
O'qitish	2349	943	3292
Testlash	200	140	340
Jami	2549	1083	3632

Ma'lumotlar to'plamini hosil qilish va uning asosida svyordkali tarmoqni o'qitish jarayonining ketma-ketligi 2-rasmda diagramma ko'rinishida keltirilgan.



2-rasm. Taklif etilayotgan yondashuvning amalga oshirilish ketma ketligi.

Svyordkali neyron tarmog'ini o'qitish jarayonida tarmoqning tasniflash aniqligi 98,2% ga yetdi. Shundan so'ng tarmoqning boshqa parametrlarini hisoblash uchun xatolik matritsasi tuzildi, 3-rasm. Xatolik matritsasi bilan foydalangan holda tarmoqning sezgirligi, o'ziga xosligi va F1-score (ma'lumotlar to'plamining aniqligi) ko'rsatkichlari aniqlandi.

Xatolik matritsasi

KKM	200 58.8%	6 1.8%	91.7% 2.9%
GKM	0 0.0%	134 39.4%	100% 0.0%
	100 0.0%	95.7 4.3%	98.2% 1.8%
	KKM	GKM	

3-rasm. Xatolik matritsasi

2-Jadval.

Tarmoqning aniqligini baholovchi statistik parametrlar qiymatlari

	KKM	GKM
O'ziga xosligi	95, 7	100
Sezgirligi	100	95, 7
Tasniflash aniqligi	97, 1	100
F1-score	98. 5	97. 8
Natijaning aniqligi	98. 2	98. 2

Ma'lumotlar to'plamida KKM kasalligi uchun ajratilgan tasvirlari son jixatdan GKM tasvirlaridan deyarli 2,5 marta ko'p bo'lgan bo'lsada, bu ikkala sinfni farqlashda tarmoqning sezgirlik va F1-score ko'rsatgichlari bir-biriga juda yaqin bo'lganligini ko'rishimiz mumkin.

### MUHOKAMA

Olib borilayotgan tadqiqot natijalaridan ma'lum bo'lmoqdaki kardiomiopatiya kasalliklarini exokardiogramma tasvirlari asosida avtomatik tasniflash masalasini yechish juda murakkab hisoblanadi. Bugungi kunda kardiomiopatiya kasalligining 14 dan ortiq ko'rinishi mavjud bo'lib, aholi orasida GKM turi eng keng tarqalgan va hayot uchun eng xavfli hisoblanadi.

So'nggi yillarda GKM turini erta aniqlash imkonini beruvchi hamda uni kardiomiopatiyaning boshqa turlaridan farqlovchi ko'plab algoritmlar taklif etilgan.

Jumladan, Balaji va boshqalar, GKMni KKMdan farqlovchi algoritm ishlab chiqqan. Ushbu algoritm bir nechta bosqichdan iborat: birinchi bosqichda A4C view=AP4 ko'rinishi tasvirlaridagi shovqinlar paraytiriladi, buning uchun mualliflar SRAD (speckle reducing anisotropic diffusion filter) va AHE (adaptive histogram equation)lardan foydalangan; ikkinchi bosqichda FCM threshold vositasi yordamida chap qorincha sohasi va undan keyin tasvirlarni tasniflashda kerakli belgilar (LV parametrlari, Shape va statistik belgilar) ajratib olingan; uchunchi bosqichda BPNN, SVM va birlashtirilgan K-NN kabi mashinali o'qitish usullaridan foydalanib tasniflash amali bajarilgan.

Ushbu usullar orasida eng yuqori natijani BPNN ko'rsatgan, uning tasniflash aniqligi 90,20%, sezgirligi 85,71% va o'ziga xoslik ko'rsatgichi 92,54% ga yetgan.

U-net tarmog'ini qayta o'qitish orqali GKM kasalligini sog'lom yurak exokardiogramma tasviridan farqlovchi usul taklif etilgan. Taklif etilgan usul asosida nomlanmagan ma'lumotlar to'plami yordamida o'qitiladigan yarim o'qituvchili generativ tortishuvli tarmoq ishlab chiqilgan va 92,3% natija qayt etilgan. Yana bir tadqiqot ishda Inception-Resnet-v110 asosalangan arxitekturadan



foydalanib, barcha fenotiplarni bashoratlash imkoni ishlab chiqilgan. Taklif etilgan yondashuv asosida chap qorinchadagi GKMning aniqlik ko'rsatgichi 75%ga etgan.

J.Zhang va boshqalar olib borgan tadqiqot ishlarida chap qorinchalar gepertropini odatiy yurak Echo tasviridan farqlovchi svyortkali neyron tarmog'i ishlab chiqilgan. Tadqiqotni amalga oshirish uchun o'zlari tomonidan shakllantirgan 260 ta videodan tashkil topgan ma'lumotlar to'plamidan foydalangan. J.Zhanglar tomonidan taklif etilgan yondashuv yordamida GKM kasalligidan tashqari yana boshqa 3 ta kasallikni aniqlash masalasi yechilgan. Ular tomonidan taklif etilgan tarmoq ushbu kasalliklarni faqatgina alohida alohida qayd etadi, ya'ni kasallikni normal holatdan farqlashi mumkin xolos. Uchta kasallikni bir-biridan farqlay olmasligi mualliflar tomonidan alohida ta'kidlab o'tilgan. Bu esa taklif etilgan yondashuvning jiddiy kamchiligi hisoblanadi. Shuningdek, barcha ilmiy ishlarni solishtirma tahlili 3-jadvalda keltirilgan.

### 3-jadval

Taklif etilayotgan usul bilan boshqa usullarning solishtirma tahlili

Mualliflar	Farqlangan kasallik turlari	Ma'lumotlar to'plamining hajmi	Ma'lumotlar to'plami turi	Ma'lumotlar to'plamida ko'rilgan yurak	Natijaning anilik ko'rsatgichi (%)
J. Zang t all (14)	Chap qorincha GKM/ odatiy	260 ta video	video	PLAX, A4C, A2C, A3C	93
G.N. Balaji et all (15)	GKM/KMK/ odatiy	60ta video (4-6 s 46 fps)	tasvir	PSAX	90, 2
A. Madani et all (16)	GKM/ odatiy	455 ta video	tasvir	A4C	92, 3
A. Ghorbani et all (17)	GKM/ odatiy	>2, 6mln	tasvir	A4C	75
Taklif etilayotga ish	GKM/KMK	3632	tasvir	A4C	98, 2

3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, taklif etilayotgan usul boshqa usullarning aniqlilik ko'rsatgichidan yuqoriligi bilan farqlanadi. Eng yuqori natija ko'rsatgan usul tasvirlarni tasniflashda belgilarni ajratib olish jarayoni talab etmasligi bilan ajralib turadi. Ghorbanining ishida aniqlik ko'rsatgichi pastroq chiqqan bo'lsada, taklif etilayotgan ishmizdan farqli, ular tasvirni emas balki videolari tasniflagan, bu

esa muhim ustunlik hisoblaniladi. Bizning ishda videolar bilan emas, tasvirlarga intellektual ishlov berishning asosiy sababi ma'lumotlar to'plamini kichikligidir.

### **XULOSA**

Ushbu ishda internetdagi ishonchli manbalardan to'plangan videolar asosida exokardiogramma tasvirlaridan iborat ma'lumotlar bazasi yaratildi va shu asosida GKM va KKM kasalliklari klassifikatsiya qilindi. Bunda klassifikatsiya qilish aniqligi 98,2% ga yetdi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Wilkins E, Wilson L, Wickramasinghe K, Bhatnagar P, Leal J, LuengoFernandez R, et al. European Cardiovascular Disease Statistics 2017. Brussels: European Heart Network (2017).
2. Shengfeng Liu, Yi Wang, Xin Yang, Baiying Lei, Li Liu, Shawn Xiang Li, Dong Ni, Tianfu Wang, "Deep Learning in Medical Ultrasound Analysis: A Review", Engineering 5 (2019) 261–275
3. Kenya Kusunose, "Steps to use artificial intelligence in echocardiography", Journal of Echocardiography (2021) 19:21–27
4. Zeynettin Akkus \*, Yousof H. Aly, Itzhak Z. Attia, Francisco Lopez-Jimenez, Adelaide M. Arruda-Olson, Patricia A. Pellikka, Sorin V. Pislaru, Garvan C. Kane, Paul A. Friedman and Jae K. Oh, "Review Artificial Intelligence (AI)-Empowered Echocardiography Interpretation: A State-of-the-Art Review", Journal of Clinical Medicine, 2021, 10, 1391.
5. Ali M., Ramy A., Mohammad M., Rima A., "Fast and accurate view classification of echocardiograms using deep learning", npj Digital Medicine (2018)
6. Balaji G.N., Subashini T.S., Chidambaram N., "Automatic Classification of Cardiac Views in Echocardiogram Using Histogram and Statistical Features", Procedia Computer Science, 2015.