



Žanna Pičkure

**Labā kambara funkcijas
izvērtēšana pacientiem
pēc akūta miokarda infarkta,
izmantojot trīsdimensiju
ehokardiogrāfiju un miokarda
deformācijas analīzi**

Promocijas darba kopsavilkums zinātniskā doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph.D.*)” iegūšanai

Nozare – klīniskā medicīna
Apakšnozare – internā medicīna

Rīga, 2021



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

Žanna Pičkure

ORCID 0000-0003-4483-9281

Labā kambara funkcijas
izvērtēšana pacientiem
pēc akūta miokarda infarkta,
izmantojot trīsdimensiju
ehokardiogrāfiju un miokarda
deformācijas analīzi

Promocijas darba kopsavilkums zinātniskā doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph.D.*)” iegūšanai

Nozare – klīniskā medicīna

Apakšnozare – internā medicīna

Rīga, 2021

Promocijas darbs izstrādāts Rīgas Austrumu klīniskajā universitātes slimnīcā, stacionārā “Gaiļezers”, Latvijā

Promocijas darba vadītāji:

Dr. med. docents **Artem Kalinin**, Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. med. profesors **Aivars Lejnieks**, Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Oficiālie recenzenti:

Dr. med. profesors **Oskars Kalējs**, Rīgas Stradiņa universitāte,
P. Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca, Latvija

Dr. med. **Ainārs Rudzītis**, Latvijas Universitāte,
P. Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca, Latvija

Dr. med. profesors **Piotr Lipiec**, Lodzas Medicīnas univesitāte, Polija

Promocijas darbs tiks aizstāvēts Rīgas Stradiņa universitātes Klīniskās medicīnas promocijas padomes atklātā sēdē 2021. gada 7. maijā plkst. 15.00 attālināti *Zoom* tiešsaistes platformā.

Ar promocijas darbu var iepazīties RSU bibliotēkā un RSU tīmekļa vietnē:
<https://www.rsu.lv/promocijas-darbi>

Promocijas padomes sekretāre:

Dr. med. asociētā profesore **Jūlija Voichevskā**

SATURS

Saīsinājumi	4
Ievads	7
1. Metodes	12
1.1. Pētījuma dizains, norise, pētījuma populācija	12
1.1.1. Kontroles grupa	12
1.1.2. Pacientu grupa	13
1.2. Pētījuma protokols	14
1.3. Ehokardiogrāfijas attēlu iegūšana un mērījumu principi	14
1.3.1. Divdimensiju ehokardiogrāfija un doplerogrāfija	15
1.3.2. Divdimensiju labā kambara deformācijas mērījumi	17
1.3.3. Trīsdimensiju labā kambara ehokardiogrāfija	18
1.4. Statistiskā analīze	19
2. Rezultāti	21
2.1. Pētījuma grupu raksturojums	21
2.2. Ehokardiogrāfiskā pētījuma grupu novērtēšana	23
2.2.1. Kreisā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana	24
2.2.2. Labā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana	26
2.3. Klīnisko, bioķīmisko datu un labā kambara standartehokardiogrāfijas parametru analīze grupās atkarībā no labā kambara sistoliskās disfunkcijas esamības	36
2.4. Labā kambara trīsdimensiju ehokardiogrāfijas parametru un labā kambara longitudinālās deformācijas analīze grupās atkarībā no labā kambara sistoliskās disfunkcijas esamības	38
3. Diskusija	40
3.1. Pētījuma grupu demogrāfiskais, klīniskais un bioķīmiskais raksturojums	40
3.2. Kreisā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana	42
3.3. Labā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana pēc standartparametriem	42
3.4. Labā kambara trīsdimensiju tilpumu un longitudinālās deformācijas rādītāji veselo dalībnieku grupā	44
3.5. Labā kambara sistoliskā disfunkcija pacientiem ar ST elevācijas miokarda infarktu	45
3.6. Pētījuma ierobežojumi	48
Secinājumi	50
Praktiskās rekomendācijas	52
Publikācijas	57
Literatūras saraksts	59

SAĪSINĀJUMI

2D	divdimensiju
3D	3rīsdimensiju
ASE/EACVI	Amerikas Ehokardiogrāfijas biedrība un Eiropas kardiovaskulārās attēldiagnostikas asociācija (angl. <i>American Society of Echocardiography/European Association of Cardiovascular Imaging</i>)
AUC, AUROC	laukums zem līknes (angl. <i>area under the curve, area under the receiver operating characteristic</i>)
BS	brīvē siena
BSA	ķermeņa virsmas laukums (angl. <i>body surface area</i>)
CI	indeksētais sirds minūtes tilpums (angl. <i>cardiac index</i>)
EDV	beigu diastoliskais tilpums (angl. <i>end diastolic volume</i>)
EF	izsviedes frakcija
EhoKG	ehokardiogrāfija
EKG	elektrokardiogrāfija
ESV	beigu sistoliskais tilpums (angl. <i>end systolic volume</i>)
FAC	frakcionētās laukuma izmaiņas (angl. <i>fractional area change</i>)
GLD	globāla longitudināla deformācija
KK	kreisais kambaris
Kontr	kontroles grupa
LAD	kreisās koronārās artērijas priekšējais lejupejošais zars (angl. <i>left anterior descending artery</i>)
LCx	kreisās koronārās artērijas apļiecošais zars (angl. <i>left circumflex artery</i>)
LD	longitudināla deformācija
LK	labais kambaris
LKSS	labā kambara sistoliskais spiediens

MI	miokarda infarkts
min – max	minimālais–maksimālais
MR	magnētiskā rezonanse
NPV	negatīvā prognostiskā vērtība
NT-proBNP	smadzeņu tipa nātrijurētiskā peptīda N terminālais prohormons (angl. <i>N-terminal pro-B-type natriuretic peptide</i>)
p	p-vērtība
PA ACT	pulmonālās artērijas akcelerācijas laiks (angl. <i>acceleration time</i>)
PPV	pozitīvā prognostiskā vērtība
RAVI	labā priekškambara tilpuma indekss (angl. <i>right atrium volume index</i>)
RCA	labā koronārā artērija (angl. <i>right coronary artery</i>)
ROC līkne	(angl. <i>receiver operating characteristic līkne</i>)
RVD	labā kambara diametrs (angl. <i>right ventricle diameter</i>)
RVOT	labā kambara izplūdes trakts (angl. <i>right ventricle outflow tract</i>)
Sax	parasternālā skata īsā ass ehokardiogrāfijā (angl. <i>short axis</i>)
SE	sensitivitāte
SI	indeksētais sistoles tilpums (angl. <i>systolic index</i>)
SP	specifitāte
ST	ST segments elektrokardiogrāfijā
SV	sistoles tilpums (angl. <i>systolic volume</i>)
TAPSE	trikuspidālā vārstuļa fibrozā gredzena plaknes sistoliskā ekskursija (angl. <i>tricuspid annular plane systolic excursion</i>)
TI	ticamības intervāls
TV	trikuspidālais vārstulis
TV FG S'	trikuspidālā vārstuļa fibrozā gredzena S' viļņa ātrums

WMI kreisā kambara sienu kustības indekss (angl. *wall motion score index*)

N.B.! Vairāki promocijas darbā lietotie ehokardiogrāfiskie saīsinājumi veidoti no angļu valodā pieņemtajiem terminiem, tos netulkojot, jo šādi tiek lietoti starptautiskajās publikācijās un ārstu ikdienas praksē.

IEVADS

Atbilstoši Eiropas Savienības *Eurostat* biroja oficiāliem datiem Latvija vairāku gadu garumā ir viena no valstīm ar visaugstākajiem standartizētajiem mirstības rādītājiem koronāro artēriju slimības dēļ. Viens no tās klīniskajiem variantiem ir akūts miokarda infarkts (MI) ar ST segmenta elevāciju. Kaut gan pēdējos gados ir uzlabojusies ST segmenta elevācijas MI ārstēšanas taktika un mirstība samazinājusies, tas joprojām ir intrahospitālās nāves iemesls apmēram 4–12% pacientu (skaits Eiropas Kardiologu biedrības dalībvalstu vidū atšķiras), bet viena gada laikā mirstība vidēji ir ap 10% (Ibanez et al., 2018).

Bojājuma plašums, dziļums un lokalizācija pacientiem ar MI ar ST segmenta elevāciju nosaka arī daudzu akūtu un hronisku komplikāciju rašanās risku, tādu kā akūta vai hroniska sirds mazspēja, mehāniskās komplikācijas, sirds ritma un vadīšanas traucējumi (Ibanez et al., 2018). Līdz ar to pēc reperfūzijas ir būtiski izvērtēt MI sekas un identificēt pacientus ar augstu tādu notikumu risku kā atkārtotā hospitalizācija vai nāve.

Riska izvērtēšanai pēc MI ar ST segmenta elevāciju visiem pacientiem pirms izrakstīšanas no stacionāra ir indicēta agrīna transtorakālā ehokardiogrāfija (EhoKG) – rekomendāciju klase I, pierādījumu līmenis B (Ibanez et al., 2018). Kā pamatlietas, kas jāizvērtē ehokardiogrāfiski, tiek minēts infarkta zonas lielums, lokalizācija un kreisā kambara (KK) izsviedes frakcija (*EF*). Augsta riska indikatori šajā gadījumā ir $KK\ EF < 40\%$ un KK priekšējās lokalizācijas MI. Izvēloties turpmāko terapiju, tā arī tiek vērsta uz KK remodelācijas mazināšanu (Ibanez et al., 2018). Jāatzīst, ka minētie faktori ir ļoti būtiski, lai noteiktu prognozi pacientam, bet tie nepelnīti novērš uzmanību no labā kambara (LK) iesaistes un funkcijas. Tiešām, KK apakšējās sienas MI atšķirībā no priekšējās sienas MI visbiežāk ir ar saglabātu KK *EF*. Tomēr būtu jāatceras, ka apakšējās sienas MI gadījumā nereti tiek skarts arī LK un šķietami neliela KK bojājuma gadījumā ar saglabātu *EF* vienlaikus var tikt

smagi traucēta LK sistoliskā funkcija, rasties dobuma dilatācija, ritma traucējumi un pat kardiogēnais šoks (Vargas-Barrón et al., 2007). Pašreiz aktuālās vadlīnijās netiek uzsvērta LK MI incidence. LK MI tiek apskatīts tikai kā KK MI komplikācija, kas pēc būtības nav korekti, jo abu kambaru miokards išēmiska bojājuma gadījumā tiek skarts vienlaicīgi un retos gadījumos var notikt arī izolēts LK MI (Goldstein, 2012). Tiek norādīta tikai LK MI visbiežākā sastopamība kombinācijā ar KK apakšējās sienas MI (Ibanez et al., 2018), jo tā diagnostiskā precizitāte ir ļoti atkarīga no izvēlētās metodes – klīniski, ar elektrokardiogrāfijas (EKG), EhoKG vai ar sirds magnētiskās rezonanses (MR) palīdzību. Sirds MR uzrāda LK miokarda bojājumu pat 57% gadījumu no KK apakšējās sienas ST elevācijas MI (Kumar et al., 2006). Jādomā, LK funkcija var tikt nozīmīgi nomākta ne tikai tiešā išēmiska miokarda bojājuma, bet arī citu iemeslu dēļ. Piemēram, LK globālas disfunkcijas iemesls var būt arī pēclodzes palielināšanās, “apzagšanas” fenomens koronārajās artērijās, kā arī humorālie un metabolie mediatoru no išēmiskās zonas, kas nomāc vesela miokarda kontraktilitāti (Marmor et al., 1981). Viss minētais liek secināt, ka LK sistoliskā funkcija būtu jānosaka jebkuras lokalizācijas MI gadījumā.

Atgriežoties pie risku izvērtēšanas pacientiem pēc ST elevācijas MI, jāņem vērā, ka vairākās praksē lietotās riska skalās to izstrādāšanas brīdī LK funkcijas parametri nemaz nav noteikti un iekļauti analizē (Lee et al., 1995; Morrow et al., 2000; Fox et al., 2007). Laikā, kad tika veikti pamatpētījumi šajā jomā, LK funkcijas noteikšana bija apgrūtināta. Divdimensiju (2D) EhoKG parametri nebija tik precīzi, jo noteica LK funkciju netieši, radioloģiskā vai invazīvā metode pacientiem ar ST elevācijas MI nebija plaši pieejama, kā arī datu par tās novērtēšanas nozīmīgumu bija ievērojami mazāk. Toties daudzi pēdējo gadu pētījumi apstiprina, ka LK iesaistīšanās MI gadījumā trīskārtēji palielina mirstību, ir saistīta ar trīsreiz paaugstinātu kardiogēnā šoka, kambaru

aritmijas, atrioventrikulāro blokāžu un mehānisku komplikāciju risku gan intrahospitāli, gan vēlākaajos periodos. Intrahospitāla mirstība ticami lielāka ir pacientiem ar KK apakšējās sienas MI un LK iesaistīšanos nekā bez LK iesaistīšanās (Mehta et al., 2001; Hamon et al., 2008). Vēlīnajā pēcinfarkta periodā LK disfunkcija, tāpat kā KK disfunkcija, ir neatkarīgs prognostiskais faktors visu iemeslu mirstībai, tostarp kardiovaskulārai mirstībai, un sirds mazspējas attīstībai (Zornoff et al., 2002). Biventrikulāra disfunkcija mirstības un sirds mazspējas risku palielina vēl vairāk (Skali et al., 2005).

Jaunākās EhoKG metodes ļauj tieši un precīzi novērtēt LK sistolisko funkciju, kas ir lietderīgi ne tikai MI gadījumā, bet arī pacientiem ar vairākām citām kardiālām un nekardiālām patoloģijām. Agrīnas LK funkcijas izmaiņas ir iespējams atklāt ar 2D longitudinālas deformācijas (LD) mērījumu palīdzību. Normā LK sūkņa pamatdarbs notiek pārsvarā gareniskajā virzienā, kas pamatojams ar miokarda šķiedru izkārtojumu muskuļslānī. Tas atšķir LK no KK. LK LD patoloģijas gadījumā samazinās pirmā. Tās 2D EhoKG rādītāji ļauj netieši novērtēt LK funkciju gan globāli, gan segmentāri, īpaši kad LK *EF* vēl ir saglabāta. MI gadījumā tā labāk korelē ar LK *EF*, kas noteikts ar MR palīdzību (Lemarié et al., 2015), kā arī ir neatkarīgs prognostisks mirstības un hospitalizācijas riska rādītājs (Antoni et al., 2010).

Zelta standarts LK *EF* noteikšanā, ņemot vērā tā sarežģīto anatomisko uzbūvi un aprūtinātu vizualizāciju, ir sirds MR. Tomēr pēdējos gados EhoKG spēj piedāvāt ātru, lētu, neinvazīvu un, salīdzinot ar MR, validētu alternatīvu – trīsdimensiju (3D) EhoKG, ar kuras palīdzību, veicot LK 3D rekonstrukciju, ir iespējams tieši noteikt tilpumus un *EF*. Ar MR noteikta pazemināta LK *EF* ir nozīmīgs mirstības prognostiskais rādītājs neatkarīgi no KK infarkta lieluma un KK *EF*, tāpēc 3D EhoKG metode ar LK rekonstrukcijas iespējām ir ļoti perspektīva un ar lielu potenciālo ieguvumu MI pacientu vadīšanā. Pašreiz pacientiem ar akūtu ST elevācijas MI tā praktiski nav izpēģīta.

Darba hipotēzes

1. Labā kambara izsviedes frakcija var statistiski ticami samazināties dažādas lokalizācijas akūtu koronāro asinsvadu bojājumu gadījumā.
2. Labā kambara brīvās sienas miokarda kopējā longitūdinālā deformācija var statistiski ticami samazināties dažādas lokalizācijas akūtu koronāro asinsvadu bojājumu gadījumā.

Darba mērķis

1. Ar 3D EhoKG un miokarda deformācijas novērtēšanas palīdzību izvērtēt labā kambara sistoliskās funkcijas tiešās un netiešās izmaiņas, līdz ar to arī labā kambara iespējamo iesaistīšanos pacientiem ar dokumentētu akūtu ST elevācijas miokarda infarktu.
2. Atlasīt visinformatīvākos EhoKG LK izmēru un funkcijas parametrus lietošanai ikdienas praksē un izveidot LK izvērtēšanas algoritmu pacientiem ar akūtu ST elevācijas miokarda infarktu.

Darba uzdevumi

1. Noteikt LK gareniskās deformācijas parametrus un 3D *EF* veseliem indivīdiem un pacientiem ar akūtu MI ar ST elevāciju.
2. Novērtēt LK *EF* noteikšanas iespējas ar 3D EhoKG rekonstrukcijas palīdzību pacientiem pēc akūta ST elevācijas MI.
3. Ehokardiogrāfiski noteikt LK iesaistīšanās biežumu akūta ST elevācijas MI gadījumā.
4. Izpētīt labā kambara sistoliskās funkcijas izmaiņas dažādas lokalizācijas akūta ST elevācijas MI gadījumā.
5. Noskaidrot LK gareniskās deformācijas un *EF* robežlielumus LK iesaistīšanās diagnostikai MI gadījumā.

Darba novitāte

Visā pasaulē LK un tā funkcija vizuālajā diagnostikā tiek aktualizēts arvien vairāk. Tomēr līdz šim vēl netika veikti pētījumi, kas apvienotu jaunākās EhoKG metodes, lai noteiktu LK disfunkciju pacientiem ar akūtu ST elevācijas MI. Šis ir pirmais pētījums, kas precizē LK iesaistīšanās biežumu MI gadījumā, izmantojot jaunākās un jutīgākās EhoKG metodes, tādas kā 3D ehokardiogrāfija un LK brīvās sienas (BS) deformācijas mērījumi.

Latvijā šis zinātniskais darbs atspoguļo pirmo pētījumu, kas ir veltīts LK ehokardiogrāfiskai izvērtēšanai. Pētījuma ietvaros pirmo reizi valstī tika pielietota LK 3D ehokardiogrāfija un deformācijas mērījumi un piedāvāts algoritms to ieviešanai klīniskajā praksē.

Darba aprobācija

Darba aprobācija veikta Rīgas Stradiņa universitātes Iekšējgo slimību katedras sēdē 2018. gada 17. decembrī.

1. METODEDES

1.1. Pētījuma dizains, norise, pētījuma populācija

Prospektīvs monocentriskis kohortas pētījums veikts Rīgas Austrumu klīniskajā universitātes slimnīcā laika posmā no 2014. līdz 2016. gadam. Pirms pētījuma uzsākšanas 10.07.2014. tika saņemta Rīgas Austrumu klīniskās universitātes slimnīcas Atbalsta fonda Medicīnisko un biomedicīnisko pētījumu Ētikas komitejas pozitīvs atzinums Nr. 8-A/14 par atbilstību zinātnisko pētījumu ētikas prasībām (1. pielikums). Veselie brīvprātīgie tika aicināti uz izmeklēšanu laika posmā no 2014. gada decembra līdz 2015. gada maijam. Tika atlasīti 32 dalībnieki, kas pilnībā atbilda kritērijiem, lai tos iekļautu kontroles grupā. Pacientu grupa tika formēta laika posmā no 2015. gada maija līdz 2016. gada augustam saskaņā ar atlases kritērijiem. Gan kontroles grupas, gan pacientu grupas dalībnieku iekļaušana veikta pēc brīvprātīgas piekrišanas, parakstot informētās piekrišanas formu.

1.1.1. Kontroles grupa

Iekļaušanas kritēriji (kandidātam jāatbilst visiem kritērijiem):

- 1) vecums no 30 līdz 60 gadiem (ieskaitot);
- 2) normāls ķermeņa masas indekss ($18,5-25 \text{ kg/m}^2$);
- 3) normāla 12-novadījumu EKG;
- 4) normāla EhoKG atradne;
- 5) brīvprātīga rakstiska piekrišana dalībai.

Izslēgšanas kritēriji (ja kandidāts atbilst jebkuram no minētajiem):

- 1) grūtniecība;
- 2) nodarbošanās ar sportu profesionālajā līmenī;

- 3) jebkuras kardiovaskulāra rakstura sūdzības vai pozitīva kardiovaskulāro slimību anamnēze;
- 4) jebkuras citas hroniskas slimības;
- 5) slikta eho-vizualizācija.

1.1.2. Pacientu grupa

Iekļaušanas kritēriji (kandidātam jāatbilst visiem kritērijiem):

- 1) vecums no 30 līdz 60 gadiem (ieskaitot);
- 2) apstiprināts pirmreizējs akūts ST elevācijas MI (klīniski, ar EKG, ar miokarda nekrozes marķieriem un koronarogrāfijas datiem);
- 3) veikta neatliekama / akūta koronarogrāfija;
- 4) brīvprātīga rakstiska piekrišana dalībai.

Izslēgšanas kritēriji (ja kandidāts atbilst jebkuram no minētajiem):

- 1) hemodinamiski nestabils stāvoklis;
- 2) nekoronāro iemeslu akūts miokarda bojājums;
- 3) apstiprināta plaušu slimība (obstruktīva / restriktīva ventilācijas funkcijas nepietiekamība);
- 4) iedzimta kardiāla patoloģija / sirds vārstuļu patoloģija / hroniska kardiovaskulāra slimība, izņemot koronāro sirds slimību / plaušu vai sirds operācija anamnēzē;
- 5) sirds ritma traucējumi izmeklējuma laikā;
- 6) hroniska nieru slimība;
- 7) apstiprinātas sistēmas saistaudu, uzkrāšanās jeb infiltratīvas slimības;
- 8) grūtniecība;
- 9) profesionāla nodarbošanās ar sportu;
- 10) slikta eho-vizualizācija.

Kontroles grupā tika iekļauti 32 dalībnieki. Pacientu grupā tika iekļauti 73 dalībnieki. Atbilstoši speciāli izstrādātai anketai kontroles grupas dalībniekiem tika ievākti demogrāfiskie, anamnēzes dati, analizēta 12-novadījumu EKG un tika veikta transtorakālā EhoKG. Pacientu grupā papildus tika ievākti klīniskie, bioķīmiskie dati un koronarogrāfijas rezultāti.

1.2. Pētījuma protokols

Pētījuma ietvaros ievākti un dokumentēti vairāku analizējamu datu veidi:

- demogrāfiskie, anamnēzes dati;
- klīniskie dati;
- bioķīmiskie rādītāji;
- 12-novadījumu EKG;
- koronarogrāfijas rezultāti;
- EhoKG dati.

EhoKG veikta vienu reizi, pacientiem ar akūtu MI tajā pašā stacionēšanas reizē, tiklīdz pacienta klīniskais stāvoklis atļāva pārvietošanu Diagnostiskās kardioloģijas nodaļā. Visi EhoKG izmeklējumi obligāti veikti izmantojot vienu un to pašu ultraskaņas aparātu un vienu datu analīzes programmatūras versiju. Dalībnieki tika izslēgti no pētījuma, ja iegūto EhoKG attēlu kvalitāte bija slikta, t. i., bija nepietiekoši laba sirds struktūru vizualizācija, lai veiktu precīzus 2D attēlu mērījumus, 2D deformācijas analīzi vai 3D LK rekonstrukciju.

1.3. Ehokardiogrāfijas attēlu iegūšana un mērījumu principi

Visus izmeklējumu ierakstus un to analīzi veicis viens sertificēts speciālists, izslēdzot starpspeciālistu mērījumu un interpretācijas variabilitāti.

Attēlu iegūšanā un apstrādē pielietots viens sonogrāfs – *GE Healthcare Vivid E9* un darba stacija ar vienu programmatūras versiju, kas pētījuma laikā bija pieejama Rīgas Austrumu klīniskās universitātes slimnīcas stacionāra “Gaiļezers” Diagnostiskās kardioloģijas nodaļas bāzē.

1.3.1. Divdimensiju ehokardiogrāfija un doplerogrāfija

Attēlu iegūšanai tika pielietota M5S-D zonde un 2D režīms, 2D kontrolētais M-režīms, nepārtraukta viļņa un pulsa viļņa doplerogrāfija, kā arī audu doplerogrāfija. Ieraksti veikti parasternālajā un apikālajā standartpozīcijā: kreisās parasternālās garās ass pozīcijā, parasternālās īsās ass pozīcijā vārstuļu līmenī, kambaru bazālajā līmenī un kambaru vidussegmentu līmenī, apikālajā četrkameru pozīcijā, KK divkameru un trīskameru pozīcijā. LK novērtēšanai izmantotas vairākas papildu pozīcijas: subksifoidālās garās ass pozīcija, parasternālais LK ieplūdes trakta skats, LK veltīts apikālais četrkameru skats, modificēts apikālais četrkameru skats. Katrā skatā veikti ieraksti kinocilpas veidā trīs sirds ciklu garumā, dalībniekam aizturot elpu, un saglabāti ar iespēju tos analizēt bezsaistē. Veicot ierakstu, īpaša uzmanība veltīta pareizam rakursam apikālajos skatos, lai sirds kameras būtu redzamas pilnā garumā. Tāpat tika pielietotas attēla optimizācijas iespējas, kur tas bija nepieciešams: dziļuma izmaiņas, sektora platuma pielāgošana, fokusa izmaiņas, atstaroto ultraskaņas viļņu amplitūdas pastiprinājuma korekcija, *Nyquist* limita izvēle Doplera signālu optimizācijai.

Visi EhoKG ieraksti veikti ar simultānu EKG pierakstu.

2D EhoKG izmeklējums un mērījumi veikti saskaņā ar metodoloģiju, kas aprakstīta *ASE/EACVI* 2015. gada vadlīnijās sirds kameras kvantifikācijai (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015) un LKB Ehokardiogrāfijas darba grupas metodiskajās rekomendācijās transtorakālajā ehokardiogrāfijā (Latvijas Kardiologu biedrības Ehokardiogrāfijas darba grupa, 2015), kas bija aktuāli

pētījuma laikā. Standartmērījumi veikti atbilstoši Latvijas Republikas Transtorakālās Ehokardiogrāfijas izmeklējuma protokolam, veikti arī pētījumam nepieciešamie papildu mērījumi.

KK, labā priekškambara tilpumi, KK izsviedes tilpums, minūtes tilpums indeksēti pret ķermeņa virsmas laukumu (*BSA*).

EhoKG mainīgie

Vizuālie: KK un LK segmentārās sistoliskās funkcijas vizuālais novērtējums (hipokinēzijas, akinēzijas esamība, lokalizācija, kreisā kambara sienu kustības indekss (*WMI*)).

WMI aprēķināts, vizuāli nosakot KK segmentārās kontraktilitātes traucējumus. Katra segmenta kontraktilitāte tiek apzīmēta skaitliski (normokinēzija – 1, hipokinēzija – 2, akinēzija – 3, diskinēzija – 4). Visu segmentu skaitļu summa tika dalīta ar kopējo KK segmentu skaitu – 16. Normā *WMI* ir vienāds ar 1, līdz ar to – jo lielāks *WMI*, jo izteiktāk traucēta KK kontraktilitāte.

2D un 2D kontrolētā M-režīma mērījumi:

- KK beigu diastoliskā tilpuma indekss (KK *EDV* ind., ml/m²);
- KK beigu sistoliskā tilpuma indekss (KK *ESV* ind., ml/m²);
- KK izsviedes frakcija (KK *EF*, %);
- Labā priekškambara tilpuma indekss (*RAVI*, ml/m²);
- LK izejas trakta diametrs parasternālajā īsajā asī (*RVOT sax*, mm);
- LK bazālais diametrs (*RVD* bazālais, mm);
- LK vidējās daļas diametrs (*RVD* vidus, mm);
- LK garums (*RV L*, mm);
- Trikuspidālā vārstuļa (TV) fibrozā gredzena plaknes sistoliskā ekskursija (*TAPSE*, mm);

- LK frakcionētas laukuma izmaiņas (*FAC*, %).

Doplerogrāfiskie parametri (nepārtrauktas plūsmas, pulsa viļņa, ausu doplerogrāfija):

- KK izsviedes tilpuma indekss (*SI*, ml/m²);
- sirds minūtes tilpuma indekss (*CI*, l/min/m²);
- pulmonālās artērijas akcelerācijas laiks (*PA ACT*, ms);
- trikuspidālās regurgitācijas maksimālais ātrums (*TR V max*, m/s);
- LK sistoliskais spiediens (*LKSS*, mm Hg);
- maksimālais TV fibrozā gredzena laterālās daļas sistoliskais ātrums pēc ausu doplerogrāfijas (*TV FG S'* ātrums, cm/s).

1.3.2. Divdimensiju labā kambara deformācijas mērījumi

LK gareniskās deformācijas izvērtēšanai tika izvēlēts LK veltīts četrkameru skats. Analīzei izmantots darba stacijas programmas nodrošinājums (*EchoPac PC*, *GE Healthcare*, Norvēģija), kas to veic pusautomātiskā režīmā. EKG līknē pēc vajadzības tika koriģēti QRS cikla sākuma marķieri. Pēc pulsa viļņa Doplera signālu ieraksta uz pulmonālā vārstuļa tika atzīmēts tā atvēršanas un aizvēršanas laiks. LK manuāli tika iezīmēta endokarda robeža. Programma automātiski papildināja atzīmi ar pretējo epikarda robežu. Vajadzības gadījumā robežas tika piekoriģētas manuāli, pārliecinoties, ka LK miokards sirds cikla laikā tiek uztverts adekvāti. Automātiski LK BS, kas ir interešu zonā, tika iedalīta trīs segmentos – apikālajā, vidussegmentā un bazālajā segmentā. Balstoties uz dabisko akustisko miokarda marķieru kustības analīzi B modālajā pelēko skalu attēlā, tāpat automātiski tika izrēķināti vairāki miokarda deformācijas parametri, no kuriem pētījumam tika reģistrēta LK kopējā BS LD, LK BS LD pa segmentiem, izteikta procentos (negatīvs rādītājs, jo apzīmē saīsināšanos).

2D deformācijas rādītāji:

- KK globāla longitudināla deformācija (KK GLD, %);
- LK BS LD (%);
- LK BS bazālā segmenta LD (%);
- LK BS vidussegmenta LD (%);
- LK BS apikālā segmenta LD (%).

1.3.3. Trīsdimensiju labā kambara ehokardiogrāfija

Reālā laika 3D pilna apjoma attēls tika iegūts 2D izmeklējuma beigās, pacientam guļot uz kreisā sāna. 2D režīmā tika atrasta LK velītā apikālā četrkameru pozīcija, laterālāk no standarta apikālās četrkameru pozīcijas. Tika pielietota *GE Vivid E9 4V* zonde. Ieraksts veikts 4–6 secīgu sirds ciklu laikā, pacientam aizmurot ieelpu. Pēc nepieciešamības attēls tika optimizēts pēc izmēra, pastiprinājuma un dziļuma. Iegūtie dati tika apstrādāti bezsaistē, darba stacijā ar komerciāli pieejamu programmatūru (*TomTec 4D-RV Analysis*, Vācija), kas validēta, salīdzinot ar sirds MR. Darbību secība tika veikta atbilstoši programmā pieejamām rekomendācijām LK rekonstrukcijai. LK *EDV* un *ESV* aprēķināti pusautomātiski visa sirds cikla laikā, manuāli labojot LK endokarda robežas, kur tas bija nepieciešams. No iegūtajiem tilpumiem matemātiski izrēķināti LK sistoles tilpums (*SV*) un *EF*.

3D LK EhoKG rekonstrukcijas rādītāji:

- 3D LK *EF* (%);
- 3D LK beigu diastoliskais tilpums (3D LK *EDV*, ml);
- 3D LK beigu sistoliskais tilpums (3D LK *ESV*, ml);
- pret ķermeņa virsmas laukumu indeksētais LK 3D beigu diastoliskais tilpums (EDV/BSA , 3D LK *EDV* ind., ml/m²);
- pret ķermeņa virsmas laukumu indeksētais LK 3D beigu sistoliskais tilpums (ESV/BSA , 3D LK *ESV* ind., ml/m²);

- 3D LK sistoles tilpums (3D LK SV, ml);
- 3D LK sistoles indekss (SV/BSA, 3D LK SI, ml/m²).

1.4. Statistiskā analīze

Datu statistiskā apstrāde tika veikta *IBM SPSS Statistics* 20.0 programmā. Pirms statistisko testu pielietošanas iegūtiem datiem tika pārbaudīta atbilstība normālsadalījumam vizuāli pēc grafiskā attēlojuma, pēc kvantitatīvā mainīgo raksturojuma un ar Kolmogorova-Smirnova testa palīdzību. Ņemot vērā, ka pacientu grupas tika iedalītas apakšgrupās ar mazāku dalībnieku skaitu, pārsvarā datu sadalījums nebija normāls, tāpēc šiem parametriem tika pielietoti neparametriskie statistiskie testi.

Pētījuma grupu raksturojumam pielietotas aprakstošās statistikas metodes. Datiem, kuriem bija normāls sadalījums, pazīmes raksturošanai lietoja vidējo aritmētisko vērtību un standartnovirzi (SD), bet datiem, kuriem nebija normāls sadalījums, – mediānu un starpkvartīļu izkliedi (IQR; Q1–Q3). Kvantitatīvo mainīgo salīdzinājumam starp divām grupām gadījumā, ja tika novērots normālsadalījums, tika pielietots neatkarīgu izlašu t-tests. Efekta lieluma noteikšanai izmantots *Cohen's d* indekss: mazs $-0,2-0,5$; vidēji liels $-0,5-0,8$; liels $\geq 0,8$.

Kvantitatīvie mainīgie ar sadalījumu, kas nebija atbilstošs normālam, starp grupām tika analizēti ar neparametrisko statistisko testu palīdzību. Kraskela-Uollisa H tests (*Kruskal-Wallis H test*) tika pielietots, salīdzinot vairāk nekā divas grupas. Divas grupas savā starpā salīdzinātas ar Manna-Vitnija U testa palīdzību (*Mann-Whitney U test*), kā arī tika noteikts efekta lielums r : mazs $-0,1-0,3$; vidēji liels $-0,3-0,5$; liels $\geq 0,5$.

Nominālajiem mainīgajiem tika uzrādīta procentuālā attiecība. Salīdzinot šādus parametrus grupās, tika pielietots Pīrsona hī-kvadrāta tests (*Pearson's chi-square test*). Efekta lielums $F\bar{i}$ (ϕ) tika noteikts, salīdzinot

parametru starp divām grupām: mazs $-0,1-0,3$; vidēji liels $-0,3-0,5$; liels $\geq 0,5$. Ja bija vairāk nekā divas grupas, tika noteikts *Cramer's V* efekta lielums: mazs $-0,1-0,3$; vidēji liels $-0,3-0,5$; liels $\geq 0,5$.

Atbilstoši vispārpieņemtajiem principiem p -vērtība $< 0,05$ tika uzskatīta par divpusējo testu rezultātu statistiskās ticamības sliekšni.

Pētāmo jauno EhoKG parametru diagnostiskās precizitātes novērtēšanai un diagnostisko sliekšņu noteikšanai tika veikta ROC līkņu analīze (*Receiver Operating Characteristic curve*). Novērtējot laukumu zem līknes (*AUC, Area Under the Curve*), tika pielietoti šādi līmeņi: $0,9 < AUC < 1,0$ – teicama diagnostiskā precizitāte; $0,8 < AUC < 0,9$ – laba; $0,7 < AUC < 0,8$ – mērena; $0,6 < AUC < 0,7$ – slikta; $0,5 < AUC < 0,6$ – neveiksmīga diagnostiskā metode.

2. REZULTĀTI

2.1. Pētījuma grupu raksturojums

Pētījumā atbilstoši iekļaušanas un izslēgšanas kritērijiem tika iekļauti kopumā 105 dalībnieki – 32 veseli dalībnieki kontroles grupā un 73 slimnieki ar akūtu ST elevācijas MI. Grupu demogrāfiskais raksturojums apkopots tabulā (2.1. tabula). Pacientu grupā pārliecinošs pārsvars ir vīriešiem (78%), kontroles grupā iedalījums pēc dzimuma ir vienlīdzīgs. Vidējais pacientu vecums ir 52 gadi, kontroles grupā – 46 gadi.

2.1. tabula

Pētījuma grupu demogrāfiskais raksturojums

Parametri	Kontroles grupa (N = 32)	Pacientu grupa (N = 73)	p	Efekta lielums	95% TI
Dzimums, sievietes / vīrieši	17 (53%) / 15 (47%)	16 (22%) / 57 (78%)	0,002	0,3(vidējs)	–
Vecums, gadi M; SD	46,3; 6,8	52,2; 6,4	< 0,001	0,89 (liels)	–3,17––8,66
Augums, m M; SD	1,74; 0,19	1,76; 0,08	0,185	0,14 (mazs)	–0,06–0,01
Svars, kg M; SD	70,2; 10,3	84,3; 17,2	< 0,001	0,99 (liels)	–7,58––20,6
BSA, m ² M; SD	1,85; 0,19	1,99; 0,22	0,002	0,68 (vidējs)	–0,06––0,24
KMI, kg/m ² M; SD	23,2; 2,0	27,0; 4,2	< 0,001	1,1 (liels)	–2,32––5,41
Smēķē	9 (28%)	42 (59%)	0,004	0,28 (mazs)	–

Papildus tika apkopoti klīniskie dati un bioķīmiskie rādītāji (2.2. tabula). EhoKG izmeklējums pacientiem veikts vidēji pēc 3,4 dienām no iestāšanās brīža stacionārā.

Pacientu grupas raksturojums pēc klīniskiem / bioķīmiskiem parametriem

Parametri	Pacientu grupa (N = 73)
Laiks no iestāšanās brīža līdz EhoKG, dienas M; SD; 95% TI	3,4; 1,1; 3,13–3,67
Trombolīze, N (%)	23 (32)
Angioplastija, N (%)	70 (96)
Notikumi, N (%): - nav fiksēti	56 (77)
- kambaru tahikardija	5 (7)
- kambaru fibrilācija	5 (7)
- kardiogēnais šoks	7 (9)
Troponīns T-hs, pg/ml Me [Q1–Q3]; (min – max)	4493 [2258–7455]; (12–20784)
NT-proBNP, pg/ml; N = 35 Me [Q1–Q3], (min – max)	1035 [474–2043]; (109–5400)

Visiem pacientu grupas pārstāvjiem tika veikta akūta koronarogrāfija. 68 (93,2%) gadījumos noteikts labais apasiņošanas tips, 2 (2,7%) gadījumos – kreisais, un 3 (4,1%) gadījumos – līdzsvarotais. Akūts labās koronārās artērijas (RCA) bojājums atklāts 34 (46,6%), kreisās koronārās artērijas priekšējā lejupejošā zara (LAD) bojājums 30 (41,1%) un kreisās koronārās artērijas apļiecošā zarā (LCx) bojājums 9 (12,3%) pacientiem.

Dzīvībai bīstamu notikumu biežums atkarībā no akūti bojātā asinsvada

	Asinsvads ar akūtu bojājumu			Kopā (N = 73)	p-vērtība / efekta lielums
	RCA (N = 34)	LAD (N = 30)	LCx (N = 9)		
Notikumi, N (%)	12 (35%)	4 (15%)	1 (13%)	17 (30%)	0,076/0,27
Kambaru tahikardija	4	1	0	5	-
Kambaru fibrilācija	3	1	1	5	-
Kardiogēnais šoks	5	2	0	7	-

Starptur dzīvībai bīstamu notikumu biežumu, kas pētījumā ir kambaru tahikardija, fibrilācija vai kardiogēnais šoks, un asinsvadu ar akūtu bojājumu

atbilstoši Pīrsona hī testa rezultātiem statistiski ticama asociācija netika atrasta ($p = 0,076$) (2.3. tabula).

Starp bioķīmiskajiem rādītājiem tikai NT-proBNP līmenis statistiski ticami atšķīrās grupās atkarībā no bojātā asinsvada ($p = 0,017$) (2.4. tabula). Veicot analīzi, izmantojot Manna-Vitnija U testu, tika noskaidrots, ka statistiski ticami ar vidēju efekta lielumu atšķīrās *RCA* un *LAD* grupas ($p = 0,031$; $r = 0,41$) un *RCA* un *LCx* grupas ($p = 0,018$; $r = 0,47$) ar vismazāko NT-proBNP mediānu tieši *RCA* bojājuma gadījumā.

2.4. tabula

Bioķīmisko rādītāju līmeņi atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu

Bioķīmiskie rādītāji	Asinsvads ar akūtu bojājumu			p	Grupu savstarpējais salīdzinājums
	<i>RCA</i>	<i>LAD</i>	<i>LCx</i>		p-vērtība / efekta lielums
Troponīns T-hs, pg/ml, N = 73 Me [IQR]; (min – max)	4784 [5218]; (161–20784)	4525 [4193]; (12–11000)	2596 [10936]; (402–15791)	0,75	-
NT-proBNP, pg/ml, N = 35 Me [IQR]; (min – max)	1035 [1022]; (198–2474)	1510 [1957]; (584–5400)	2098 [2417]; (109–4069)	0,017	<i>RCA/LAD</i> 0,031/0,41 <i>RCA/LCx</i> 0,018/0,47 <i>LAD/LCx</i> 0,38/0,21

2.2. Ehokardiogrāfiskā pētījuma grupu novērtēšana

Atbilstoši izslēgšanas kritērijiem pētījumā tika iekļauti dalībnieki ar labu (50% kontroles un 53% pacientu grupā) vai vidēju LK eho-vizualizāciju.

2.2.1. Kreisā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana

Segmentārās sistoliskās funkcijas novērtēšana ir sienu kustības analīze pa segmentiem, kas pārsvarā tiek veikta kvalitatīvi, t.i., vizuāli. Akinēzija tika atzīmēta atsevišķi, ņemot vērā, ka tās gadījumā miokarda bojājums ir dziļāks, kas savukārt potenciāli var norādīt uz izteiktāku disfunkciju. Pacienti *RCA* bojājuma gadījumā tā tika novērota 79,4%, *LAD* grupā – 100% un *LCx* grupā – 88,9% gadījumu.

KK kvantitatīvie analizējamie parametri ir sienu kustības indekss (*WMI*), indeksētie tilpumi, *EF*, *GLD*, *SI* un *CI* (2.5. tabula). Iekļaušanas kritēriji kontroles grupā paredz, ka EhoKG atradne tās dalībniekiem ir normāla.

Attiecībā uz *GLD* jāprecizē, ka normā šis rādītājs ir negatīvs, bet, lai izvairītos no interpretācijas grūtībām un neprecizitātēm, pētījuma ietvaros tika fiksēts bez mīnusa zīmes. Jo lielāks *GLD* skaitlis, jo labāka miokarda gareniskā deformācija.

KK parametri tika salīdzināti grupās atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu. Statistiski ticamas atšķirības grupu vidū tika novērotas visu parametru gadījumā, izņemot KK indeksēto *EDV*. Kontroles grupa visur statistiski ticami atšķīrās no pacientu ar MI grupām. KK *WMI*, indeksētā *ESV*, *GLD* un *SI* gadījumā statistiski ticamas atšķirības tika novērotas arī grupām, kuru pacientiem bija asinsvadu bojājums. *RCA* grupā bija statistiski ticami lielāks *GLD*, salīdzinot ar *LAD* ($p < 0,001$) ar lielu efekta lielumu ($r = 0,5$). Tāpat statistiski ticami, bet ar vidēju efekta lielumu *RCA* grupa atšķīrās no citām MI grupām pēc *WMI*, indeksētā *ESV* un *SI*.

**KK raksturojošie parametri dažādās dalībnieku grupās
(kontroles grupā, pacientu grupās ar akūti bojāto RCA, LAD vai LCx)**

KK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības (p<0,05) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības (p>0,05) / efekta lielums
KK WMI	kontr N = 32	1,0	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,9 kontr/LAD (< 0,001)/0,93 kontr/LCx (< 0,001)/0,91 RCA/LAD (< 0,001)/0,48 RCA/LCx (0,013)/0,38	LAD/LCx (0,591)/0,09
	RCA N = 34	1,5 [0,188] (1,0–1,688)			
	LAD N = 30	1,625 [0,375] (1,313–2,5)			
	LCx N = 9	1,625 [0,188] (1,0–2,125)			
KK EDV ind, ml/m²	kontr N = 32	54 [15] (32–75)	0,398		kontr/RCA (0,508)/0,08 kontr/LAD (0,296)/0,14 kontr/LCx (0,862)/0,03 RCA/LAD (0,089)/0,22 RCA/LCx (0,858)/0,03 LAD/LCx (0,395)/0,14
	RCA N = 34	50 [15] (32–71)			
	LAD N = 30	54 [20] (35–142)			
	LCx N = 9	48 [18] (41–75)			
KK ESV ind, ml/m²	kontr N = 32	19 [7] (10–25)	< 0,001	kontr/RCA (0,001)/0,42 kontr/LAD (< 0,001)/0,63 kontr/LCx (0,002)/0,49 RCA/LAD (0,038)/0,26	RCA/LCx (0,288)/0,16 LAD/LCx (0,620)/0,08
	RCA N = 34	23 [10] (12–39)			
	LAD N = 30	26,5 [11] (15–93)			
	LCx N = 9	25 [9] (15–35)			
KK EF, %	kontr N = 32	64,5 [5] (60–71)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,78 kontr/LAD (< 0,001)/0,84 kontr/LCx (< 0,001)/0,61	RCA/LAD (0,09)/0,22 RCA/LCx (0,178)/0,20 LAD/LCx (0,79)/0,04
	RCA N = 34	54 [8] (43–74)			
	LAD N = 30	51 [9] (33–62)			
	LCx N = 9	48 [12] (38–65)			
KK GLD, %	kontr N = 32	20,9 [2,9] (18,3–26,0)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,81 kontr/LAD (< 0,001)/0,86 kontr/LCx (< 0,001)/0,63 RCA/LAD (< 0,001)/0,5 RCA/LCx (0,016)/0,37	LAD/LCx (0,684)/0,07
	RCA N = 34	15,4 [2,8] (11,7–21,5)			
	LAD N = 30	13,5 [3,8] (5,7–18,1)			
	LCx N = 9	11,1 [5,3] (9,4–21,2)			

2.5. tabulas nobeigums

KK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības (p<0,05) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības (p>0,05) / efekta lielums
KK SI, ml/m²	kontr N = 32	39,4 [8,4] (28,9–63,9)	0,001	kontr/RCA (0,03)/0,27 kontr/LAD (< 0,001)/0,49 kontr/LCx (0,009)/0,41 RCA/LAD (0,016)/0,31	RCA/LCx (0,143)/0,22 LAD/LCx (0,956)/0,01
	RCA N = 34	37,1 [7,1] (23,0–52,5)			
	LAD N = 30	33,5 [10,8] (15,5–51,3)			
	LCx N = 9	32,3 [12,5] (20,5–43,7)			
KK CI, l/min/m²	kontr N = 32	2,77 [0,74] (1,91–4,15)	0,001	kontr/RCA (0,008)/0,32 kontr/LAD (< 0,001)/0,48 kontr/LCx (0,016)/0,38	RCA/LAD (0,175)/0,17 RCA/LCx (0,540)/0,09 LAD/LCx (0,855)/0,03
	RCA N = 34	2,48 [0,91] (1,44–3,42)			
	LAD N = 30	2,32 [0,85] (1,31–3,09)			
	LCx N = 9	2,12 [0,72] (1,72–3,77)			

2.2.2. Labā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana

Sākotnēji LK tika vērtēts vizuāli – noteikti segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumi (hipokinēzija, akinēzija vai diskinēzija). Kopumā LK funkcijas traucējumi šādā veidā tika atklāti 19 (26%) pacientiem no 73. Veicot analīzi, izmantojot Pīrsona hī kvadrāta statistisko testu, tika konstatēta statistiski ticama (p = 0,022) asociācija ar vidēju efekta lielumu (*Cramer's V* = 0,32) starp asinsvadu ar akūtu bojājumu un LK segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumiem, kas tika noteikti vizuāli. RCA bojājuma gadījumā vizuāli LK segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumi tika noteikti vairāk nekā trīs reizes biežāk, salīdzinot ar LAD un LCx grupu. Kontroles grupā atbilstoši atlasas kritērijiem visiem pacientiem atradne bija normāla, t. i., netika konstatēti LK funkcijas traucējumi. Kombinējot vizuālo LK segmentārās sistoliskās funkcijas novērtēšanu ar tradicionālās EhoKG LK disfunkcijas rādītājiem, bija iespējams atklāt vairāk LK iesaistīšanās gadījumu pacientiem ar akūtu MI – 26 (36%). Tāpat apstiprinājās statistiski ticama asociācija starp LK

disfunkciju un asinsvadu ar akūtu bojājumu ($p = 0,015$) ar vidēju efekta lielumu (*Cramer's V* = 0,34) (2.6. tabula).

2.6. tabula

LK disfunkcijas biežums pacientu grupās ar dažādu asinsvadu bojājumu

	Asinsvads ar akūtu bojājumu			p-vērtība / efekta lielums
	RCA (N = 34)	LAD (N = 30)	LCx (N = 9)	
Vizuāli LK segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumi				
Ir, N (%)	14 (41,2%)	4 (13,3%)	1 (11,1%)	0,022/0,32
Nav, N (%)	20 (58,8%)	26 (86,7%)	8 (88,9%)	
Vizuāli LK segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumi un LK disfunkcija pēc konvencionāliem parametriem				
Ir, N (%)	18 (52,9%)	6 (20%)	2 (22,2%)	0,015/0,34
Nav, N (%)	16 (47,1%)	24 (80%)	7 (77,8%)	
Vizuāli LK segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumi + LK disfunkcija pēc konvencionāliem parametriem + pēc jauniem parametriem atbilstoši vadlīnijām				
Ir, N (%)	19 (55,8%)	8 (26,7%)	4 (44,4%)	0,06/0,27
Nav, N (%)	15 (44,2%)	22 (73,3%)	5 (55,6%)	

Pēc vizuālās novērtēšanas kombinācijā gan ar konvencionāliem parametriem, gan ar jauniem pētāmajiem parametriem (LK 3D EF un LK BS LD) atbilstoši 2015. gada vadlīnijās norādītajām robežvērtībām (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015) LK disfunkcijas noteikšanai tika atklāts 31 LK iesaistīšanās gadījums – 42%. Asociācija starp LK disfunkciju un bojāto asinsvadu šajā gadījumā arī bija statistiski ticama, bet ar mazu efekta lielumu (*Cramer's V* = 0,27).

Asociācija starp LK disfunkciju (vizuāli un pēc konvencionāliem parametriem) un bojājuma lokalizāciju asinsvadā (proksimāli, vidusdaļā vai distāli) netika konstatēta ($p = 0,24$; *Cramer's V* = 0,33).

Analīzei pētījumā tika iekļauti vairāki sirds labo daļu EhoKG standartparametri un salīdzināti starp grupām atkarībā no asinsvada ar akūto bojājumu (2.7. tabula). Statistiski ticamas atšķirības tika novērotas RAVI, RVOT sax, TAPSE, FAC, PA ACT, TR V max, LKSS un TV FG S' ātruma gadījumā.

No tiem *RVOT sax*, *TAPSE*, *PA ACT*, *TR V max*, *LKSS* un *TV FG S'* ātrums bija statistiski ticami atšķirīgi, tikai salīdzinot kontroles grupu ar MI grupām. Starp pacientu grupām, kuras tika iedalītas atkarībā no asinsvada ar akūto bojājumu, šie parametri statistiski ticami neatšķirās. Savukārt *RAVI* atšķirās starp *RCA* un *LAD* statistiski ticami un ar vidēju efekta lielumu ($p = 0,005$; $r = 0,36$), bet *FAC* – statistiski ticami, taču ar mazu efekta lielumu ($p = 0,035$; $r = 0,27$).

2.7. tabula

Sirds labās daļas raksturojošie EhoKG standartparametri kontroles grupā un pacientu grupās atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu

Labo daļu parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības ($p < 0,05$) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības ($p > 0,05$) / efekta lielums
RAVI, ml/m²	kontr N = 32	18 [6] (12–30)	0,022	kontr/ <i>LAD</i> (0,031)/0,28 <i>RCA/LAD</i> (0,005)/0,36	kontr/ <i>RCA</i> (0,309)/0,13 kontr/ <i>LCx</i> (0,327)/0,16 <i>RCA/LCx</i> (0,141)/0,23 <i>LAD/LCx</i> (0,741)/0,06
	<i>RCA</i> N = 34	20 [8] (13–45)			
	<i>LAD</i> N = 30	17 [5] (7–26)			
	<i>LCx</i> N = 9	17 [8] (10–28)			
RVOT sax, mm	kontr N = 32	31 [5] (20–36)	0,014	kontr/ <i>RCA</i> (0,003)/0,36 kontr/ <i>LCx</i> (0,038)/0,32	kontr/ <i>LAD</i> (0,277)/0,14 <i>RCA/LAD</i> (0,065)/0,24 <i>RCA/LCx</i> (0,928)/0,01 <i>LAD/LCx</i> (0,158)/0,23
	<i>RCA</i> N = 34	34 [6] (26–44)			
	<i>LAD</i> N = 30	33 [5] (25–42)			
	<i>LCx</i> N = 9	34 [4] (30–42)			
RVD bazāli, mm	kontr N = 32	34,5 [7] (30–41)	0,853		kontr/ <i>RCA</i> (0,782)/0,03 kontr/ <i>LAD</i> (0,426)/0,10 kontr/ <i>LCx</i> (0,924)/0,01 <i>RCA/LAD</i> (0,518)/0,08 <i>RCA/LCx</i> (0,952)/0,09 <i>LAD/LCx</i> (0,589)/0,09
	<i>RCA</i> N = 34	35 [5] (28–52)			
	<i>LAD</i> N = 30	34 [6] (25–44)			
	<i>LCx</i> N = 9	35 [6] (30–39)			

2.7. tabulas turpinājums

Labo daļu parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības (p < 0,05) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības (p > 0,05) / efekta lielums
RVD vidus, mm	kontr N = 32	25 [5] (18–33)	0,128		kontr/RCA (0,368)/0,11 kontr/LAD (0,217)/0,16 kontr/LCx (0,117)/0,25 RCA/LAD (0,069)/0,23 RCA/LCx (0,072)/0,27 LAD/LCx (0,901)/0,02
	RCA N = 34	25 [6] (16–39)			
	LAD N = 30	23,5 [8] (15–35)			
	LCx N = 9	23 [3] (19–27)			
RV L, mm	kontr N = 32	74 [9] (63–84)	0,663		kontr/RCA (0,528)/0,08 kontr/LAD (0,722)/0,05 kontr/LCx (0,377)/0,14 RCA/LAD (0,761)/0,04 RCA/LCx (0,268)/0,17 LAD/LCx (0,312)/0,17
	RCA N = 34	73,5 [11] (58–88)			
	LAD N = 30	75 [13] (61–93)			
	LCx N = 9	73 [6] (59–82)			
TAPS E, mm	kontr N = 32	26 [3] (19–33)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,75 kontr/LAD (< 0,001)/0,70 kontr/LCx (0,002)/0,49	RCA/LAD (0,359)/0,12 RCA/LCx (0,255)/0,17 LAD/LCx (0,463)/0,12
	RCA N = 34	20,5 [6] (10–26)			
	LAD N = 30	21 [2] (16–29)			
	LCx N = 9	22 [8] (16–27)			
FAC, %	kontr N = 32	49,5 [6] (40–63)	0,003	kontr/RCA (< 0,001)/0,44 kontr/LCx (0,065)/0,29 RCA/LAD (0,035)/0,27	kontr/LAD (0,139)/0,19 RCA/LCx (0,530)/0,10 LAD/LCx (0,385)/0,14
	RCA N = 34	43 [13] (10–62)			
	LAD N = 30	48 [8] (26–82)			
	LCx N = 9	43 [15] (34–59)			
PA ACT, ms	kontr N = 32	152 [24] (116–181)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,61 kontr/LAD (< 0,001)/0,61 kontr/LCx (< 0,001)/0,68	RCA/LAD (0,553)/0,08 RCA/LCx (0,326)/0,15 LAD/LCx (0,184)/0,22
	RCA N = 34	116 [31] (77–177)			
	LAD N = 30	120 [33] (66–164)			
	LCx N = 9	106 [17] (92–123)			

2.7. tabulas nobeigums

Labo daļu parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības (p < 0,05) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības (p > 0,05) / efekta lielums
TR V max, m/s	kontr N = 32	2,14 [0,4] (1,5–2,8)	0,003	kontr/RCA (0,018)/0,29 kontr/LAD (< ,001)/0,46	kontr/LCx (0,077)/0,28 RCA/LAD (0,161)/0,18 RCA/LCx (0,591)/0,08 LAD/LCx (0,467)/0,12
	RCA N = 34	2,44 [0,4] (1,8–2,9)			
	LAD N = 30	2,37 [0,7] (1,8–3,3)			
	LCx N = 9	2,2 [0,8] (2,0–3,4)			
LKSS, mm Hg	kontr N = 32	20,0 [7,5] (10,0–32,5)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,48 kontr/LAD (< 0,001)/0,59 kontr/LCx (0,007)/0,42	RCA/LAD (0,237)/0,15 RCA/LCx (0,804)/0,04 LAD/LCx (0,676)/0,07
	RCA N = 34	27,5 [10,0] (15,0–55,0)			
	LAD N = 30	27,5 [13,8] (20,0–47,5)			
	LCx N = 9	22,5 [15,0] (22,5–47,5)			
TV FG S', cm/s	kontr N = 32	14 [2] (12–18)	0,003	kontr/RCA (0,004)/0,35 kontr/LAD (< 0,001)/0,48	kontr/LCx (0,494)/0,11 RCA/LAD (0,799)/0,03 RCA/LCx (0,346)/0,15 LAD/LCx (0,357)/0,15
	RCA N = 34	12 [5] (5–19)			
	LAD N = 30	12,5 [4] (8–16)			
	LCx N = 9	12,5 [7] (8–21)			

Ar reālā laika 3D LK rekonstrukcijas palīdzību tika noteikti LK tilpumi, kā arī *SV* un *EF*. LK tilpumi, un *SV* tika indeksēti, salīdzinot ar *BSA*, līdzīgi *KK* parametriem (2.8. tabula). Statistiski ticamas atšķirības starp grupām netika novērotas, salīdzinot LK diastoliskos tilpumus. LK *ESV* un indeksētais *ESV* statistiski ticami un ar vidēju efekta lielumu savstarpēji atšķīrās kontroles un *RCA* grupai, kā arī *RCA* un *LAD* grupai. *RCA* grupā sistoliskie tilpumi bija vislielākie. 3D LK *EF* statistiski ticami atšķīrās starp kontroles grupu un katru no pacientu grupām, iedalot tos pēc asinsvada ar akūtu bojājumu, kā arī starp *RCA* un *LAD* grupām. *RCA* bojājuma gadījumā 3D LK *EF* izrādījās vismazākā (45%). Kaut gan bija statistiski ticamas *EF* atšķirības starp kontroles grupu un

LAD grupu, tomēr efekta lielums bija mazs. Pārējos gadījumos tas bija vidējs vai liels.

2.8. tabula

LK parametri pēc 3D rekonstrukcijas dažādās dalībnieku grupās

LK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības (p < 0,05) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības (p > 0,05) / efekta lielums
3D LK EDV, ml	kontr N = 32	105,4 [33,6] (61,9–156,6)	0,667		kontr/RCA (0,419)/0,10 kontr/LAD (0,505)/0,09 kontr/LCx (0,975)/0,005 RCA/LAD (0,262)/0,15 RCA/LCx (0,571)/0,09 LAD/LCx (0,711)/0,06
	RCA N = 34	118,9 [51,6] (62,8–209,9)			
	LAD N = 30	96,7 [47,6] (54,3–182,4)			
	LCx N = 9	110,2 [43,5] (65,5–146,0)			
3D LK ESV, ml	kontr N = 32	44,2 [14,2] (27,1–80,5)	0,002	kontr/RCA (<0,001)/0,49 RCA/LAD (0,012)/0,34	kontr/LAD (0,568)/0,08 kontr/LCx (0,070)/0,28 RCA/LCx (0,157)/0,23 LAD/LCx (0,470)/0,12
	RCA N = 34	62,7 [22,2] (18,7–124,5)			
	LAD N = 30	47,0 [27,5] (20,2–104,2)			
	LCx N = 9	51,5 [17,0] (30,5–80,1)			
3D LK SV, ml	kontr N = 32	58,6 [27,2] (33,8–91,8)	0,067	kontr/RCA (0,013)/0,32	kontr/LAD (0,072)/0,24 kontr/LCx (0,147)/0,23 RCA/LAD (0,510)/0,09 RCA/LCx (0,804)/0,04 LAD/LCx (0,876)/0,03
	RCA N = 34	48,7 [23,2] (25,5–85,4)			
	LAD N = 30	54,8 [20,3] (25,0 – 92,1)			
	LCx N = 9	54,4 [30,4] (35,0–76,1)			

2.8. tabulas nobeigums

LK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības ($p < 0,05$) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības ($p > 0,05$) / efekta lielums
3D LK EDV ind, ml/m²	kontr N = 32	56,8 [13,3] (37,7–85,2)	0,457		kontr/RCA (0,534)/0,08 kontr/LAD (0,108)/0,21 kontr/LCx (0,395)/0,13 RCA/LAD (0,423)/0,11 RCA/LCx (0,671)/0,07 LAD/LCx (0,800)/0,04
	RCA N = 34	56,3 [19,2] (34,7–111,1)			
	LAD N = 30	51,2 [17,4] (31,2–89,9)			
	LCx N = 9	55,1 [19,2] (38,1–65,8)			
3D LK ESV ind, ml/m²	kontr N = 32	24,4 [5,7] (5,8–41,3)	0,008	kontr/RCA (0,001)/0,42 RCA/LAD (0,013)/0,34	kontr/LAD (0,822)/0,03 kontr/LCx (0,123)/0,24 RCA/LCx (0,339)/0,16 LAD/LCx (0,320)/0,17
	RCA N = 34	29,6 [12,9] (10,3–65,9)			
	LAD N = 30	24,0 [9,3] (11,6–51,3)			
	LCx N = 9	26,5 [8,6] (17,7–33,5)			
3D LK SI, ml/m²	kontr N = 32	31,5 [12,9] (20,6–49,5)	0,001	kontr/RCA (<0,001)/0,47 kontr/LAD (0,009)/0,35 kontr/LCx (0,025)/0,35	RCA/LAD (0,167)/0,19 RCA/LCx (0,645)/0,08 LAD/LCx (0,520)/0,11
	RCA N = 34	24,3 [11,0] (14,1–45,2)			
	LAD N = 30	27,4 [9,8] (12,5–40,0)			
	LCx N = 9	27,3 [12,3] (19,3–39,2)			
3D LK EF, %	kontr N = 32	31,5 [12,9] (20,6–49,5)	< 0,001	kontr/RCA (< 0,001)/0,66 kontr/LAD (0,043)/0,27 kontr/LCx (0,004)/0,46 RCA/LAD (0,001)/0,48	RCA/LCx (0,111)/0,26 LAD/LCx (0,143)/0,25
	RCA N = 34	24,3 [11,0] (14,1–45,2)			
	LAD N = 30	27,4 [9,8] (12,5–40,0)			
	LCx N = 9	27,3 [12,3] (19,3–39,2)			

LK deformācija un deformācijas ātrums arī ir relatīvi jauni sistoliskās funkcijas parametri, kas tika analizēti pētījumā (2.9. tabula). Jāatgādina, ka šie rādītāji tika izteikti ar pozitīvām vērtībām, lai tos varētu vieglāk uztvert. Lielāka vērtība liecina par labāku miokarda deformāciju.

Statistiski ticamas atšķirības grupu vidū tika novērotas visu deformācijas rādītāju gadījumā. LK BS deformācija, bazālā un vidussegmenta deformācija

vissliktākā bija *RCA* grupā (23,7%, 22,0% un 25,5% atbilstoši). Savukārt LK BS apikālā segmenta deformācija vismazākā bija *LAD* bojājuma gadījumā (21,5%), kas ir iespējams, ņemot vērā LK apasiņošanas variantus. Visi LK deformācijas parametri ar lielu efektu statistiski ticami atšķirās kontroles un *RCA* grupai.

2.9. tabula

LK brīvās sienas deformācijas novērtējums dažādās dalībnieku grupās atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu

LK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības ($p < 0,05$) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības ($p > 0,05$) / efekta lielums
LK BS LD, %	kontr N = 32	32,0 [3,7] (26,0–37,3)	< 0,001	kontr/ <i>RCA</i> ($< 0,001$)/0,70 kontr/ <i>LAD</i> ($< 0,001$)/0,47 kontr/ <i>LCx</i> (0,005)/0,44 <i>RCA/LAD</i> (0,002)/0,39	<i>RCA/LCx</i> (0,161)/0,22 <i>LAD/LCx</i> (0,494)/0,11
	<i>RCA</i> N = 34	23,7 [9,9] (5,0–35,0)			
	<i>LAD</i> N = 30	27,5 [7,6] (20,0–33,7)			
	<i>LCx</i> N = 9	28,3 [10,4] (17,0–34,3)			
LK BS bazālā segm. LD, %	kontr N = 32	30,0 [7,0] (22,0–39,0)	< 0,001	kontr/ <i>RCA</i> ($< 0,001$)/0,59 <i>RCA/LAD</i> ($< 0,001$)/0,61	kontr/ <i>LAD</i> (0,67)/0,055 kontr/ <i>LCx</i> (0,085)/0,27 <i>RCA/LCx</i> (0,072)/0,28 <i>LAD/LCx</i> (0,074)/0,29
	<i>RCA</i> N = 34	22,0 [16,0] (–5,0–34,0)			
	<i>LAD</i> N = 30	31,5 [7,0] (23,0–38,0)			
	<i>LCx</i> N = 9	27,0 [9,5] (19,0–40,0)			
LK BS vidējā segm. LD, %	kontr N = 32	33,0 [4,0] (28,0–44,0)	< 0,001	kontr/ <i>RCA</i> ($< 0,001$)/0,67 kontr/ <i>LAD</i> (0,003)/0,38 kontr/ <i>LCx</i> (0,003)/0,48 <i>RCA/LAD</i> ($< 0,001$)/0,45	<i>RCA/LCx</i> (0,147)/0,23 <i>LAD/LCx</i> (0,216)/0,20
	<i>RCA</i> N = 34	25,5 [10,8] (–4,0–39,0)			
	<i>LAD</i> N = 30	30,0 [6,0] (22,0–38,0)			
	<i>LCx</i> N = 9	30,0 [9,5] (22,0–34,0)			

2.9. tabulas nobeigums

LK parametrs	Grupa	Me [IQR] (min – max)	p	Grupas, kurām ir nozīmīgas atšķirības ($p < 0,05$) / efekta lielums	Grupas, kurām nav nozīmīgas atšķirības ($p > 0,05$) / efekta lielums
LK BS apikālā segm. LD, %	kontr N = 32	30,0 [5,0] (23,0–39,0)	100,0 v	kontr/RCA ($< 0,001$)/0,64 kontr/LAD ($< 0,001$)/0,71 kontr/LCx (0,001)/0,56	RCA/LAD (0,424)/0,10 RCA/LCx (0,950)/0,01 LAD/LCx (0,726)/0,056
	RCA N = 34	22,0 [5,0] (10,0–34,0)			
	LAD N = 30	21,5 [6,3] (5,0–30,0)			
	Lcx N = 9	24,0 [14,0] (7,0–29,0)			

Pētījuma pamatmērķis ir diagnosticēt LK iesaistīšanos un tā disfunkciju jebkuras lokalizācijas MI gadījumā, pielietojot jaunas EhoKG metodes. Tāpēc par standartu LK sistoliskās disfunkcijas noteikšanā *ROC* līkņu analīzes veikšanai tika pieņemtas izmaiņas LK tradicionālās EhoKG parametros (*TAPSE*, *TV FG S'* ātrums, *FAC*), patoloģijas robežlielumu pieņemot atbilstoši analīzes brīdī aktuālajām vadlīnijām (2.10. tabula).

2.10. tabula

Pacientu skaits ar izmaiņām katrā no standartparametriem, kā arī patoloģiski samazinātu 3D LK *EF* un brīvās sienas garenisku deformāciju

LK funkcijas rādītājs	Robežlielums	Pacientu skaits (%) (N = 73)	LK funkcijas rādītājs	Robežlielums	Pacientu skaits (%) (N = 73)
<i>TAPSE</i> , mm	< 17	9 (12)	3D LK <i>EF</i> , %	< 45	18 (25)
<i>TV FG S'</i> ātrums, cm/s	< 9,5	10 (14)	LK BS LD, %	< 20	14 (19)
<i>FAC</i> , %	< 35	10 (14)			

No LK 3D tūlumu parametriem statistiski ticamu *ROC* līkni veido *ESV*, indeksētais *ESV* un *EF* ($p < 0,001$), bet tikai pēdējie divi veido labu modeli (*AUC* = 0,81 un 0,88 atbilstoši) (2.11. tabula).

**LK 3D parametru ROC līkņu analīze LK disfunkcijas diagnostikā
pacienti ar MI**

LK parametrs	AUC (95% TI)	p- vērtība	Robež- vērtība	Se % (95% TI)	Sp % (95% TI)	PPV % (95% TI)	NPV % (95% TI)
3D LK EDV, ml	0,63 (0,48–0,77)	0,077	-	-	-	-	-
3D LK ESV, ml	0,79 (0,68–0,91)	<0,001	56,3	73 (50– 89)	73 (61– 83)	44 (34– 56)	90 (82–95)
3D LK SV, ml	0,62 (0,48–0,75)	0,1	-	-	-	-	-
3D LK EDV ind, ml/m²	0,61 (0,47–0,75)	0,115	-	-	-	-	-
3D LK ESV ind, ml/m²	0,81 (0,7–0,93)	<0,001	28,8	77 (55– 92)	77 (66– 86)	50 (38– 62)	92 (84–96)
3D LK SI, ml/m²	0,68 (0,55–0,80)	0,012	-	-	-	-	-
3D LK EF, %	0,88 (0,79–0,96)	<0,001	49,0	73 (50– 89)	78 (67– 87)	50 (38– 62)	91 (83–95)

3D LK indeksētais $ESV > 28,8$ ml/m² diagnosticē LK iesaistīšanos ar 77% sensitivitāti un 77% specifitāti, bet 3D LK $EF < 49\%$ - ar 73% sensitivitāti un 78% specifitāti.

Visi LK deformācijas parametri veido statistiski ticamas ROC līknes ($p < 0,001$) LK disfunkcijas noteikšanā pacientiem ar jebkuras lokalizācijas MI (2.12. tabula). Teicamus modeļus veido LK BS LD ($AUC = 0,95$; robežvērtība = 24,5%; sensitivitāte 88%; specifitāte 89%) un LK BS vidējā segmenta LD ($AUC = 0,92$; robežvērtība = 27,5 %; sensitivitāte 88%; specifitāte 86%). Pārējie parametri veido labus diagnostiskos modeļus ($0,8 \leq AUC \leq 0,9$).

LK deformācijas rādītāju ROC līkņu analīze LK disfunkcijas diagnostikā pacientiem ar MI

LK parametrs	AUC (95% TI)	p-vērtība	Robežvērtība	Se % (95% TI)	Sp % (95% TI)	PPV% (95% TI)	NPV % (95% TI)
LK BS LD, %	0,95 (0,89–1,0)	< 0,001	24,5	88 (70–98)	89 (80–95)	74 (60–85)	96 (89–99)
LK BS bazālā segm. LD, %	0,88 (0,79–0,96)	< 0,001	26,5	76 (55–85)	76 (65–85)	51 (40–63)	91 (83–95)
LK BS vidējā segm. LD, %	0,92 (0,84–0,99)	< 0,001	27,5	88 (69–97)	86 (76–93)	67 (53–78)	96 (88–98)
LK BS apikālā segm. LD, %	0,88 (0,80–0,95)	< 0,001	22,0	85 (65–96)	74 (62–83)	52 (42–62)	93 (85–97)

2.3. Klīnisko, bioķīmisko datu un labā kambara standartehokardiogrāfijas parametru analīze grupās atkarībā no labā kambara sistoliskās disfunkcijas

Ņemot vērā jauniegūtās pētāmo parametru robežvērtības, t. i., LK 3D EF un LK BS LD, un kombinējot tās ar vizuālo novērtēšanu un diagnostiku pēc standartparametriem, LK iesaistīšanās tika atklāta 44 (60%) pacientiem ar MI. Saistība starp LK disfunkciju un bojāto asinsvadu šajā gadījumā nebija statistiski ticama ($p = 0,086$) (2.13. tabula).

LK disfunkcija pacientiem ar MI, kas noteikta vizuāli kombinācijā ar konvencionāliem parametriem un jauniem parametriem atbilstoši pētījumā noteiktajām patoloģijas robežvērtībām

LK disfunkcija	Akūta bojājuma asinsvads			p-vērtība / efekta lielums
	RCA (N = 34)	LAD (N = 30)	LCx (N = 9)	
Ir	25 (73,5%)	14 (46,7%)	5 (55,6%)	0,086/0,25
Nav	9 (26,5%)	16 (53,3%)	4 (44,4%)	

Iepriekš jau tika analizēta asociācija starp dzīvībai bīstamu notikumu esamību un bojāto asinsvadu (2.3. tabula) un tā netika atklāta ($p = 0,76$; *Cramer's V* efekta lielums ir 0,27, mazs). Savukārt izpētot saistību starp notikumiem un LK disfunkciju (pēc jauno un standartparametru kombinācijas), Pīrsona hī tests atklāj statistiski ticamu asociāciju ($p = 0,034$; ϕ efekta lielums ir 0,3, vidējs).

Tāpat tika analizēti bioķīmiskie rādītāji atkarībā no LK disfunkcijas, bet statistiski ticamas atšķirības netika atklātas.

Salīdzinot pacientu grupas ar LK disfunkciju un bez tās, no LK EhoKG standartparametriem pēc Manna-Vitnija U testa statistiski ticamu atšķirību uzrāda *RAVI*, *RVD* bazālais, *RVD* vidus, *RV L*, *TAPSE*, *FAC* un *PA ACT*. No tiem nozīmīgākie ir *FAC* (efekta lielums ir 0,58, liels), *RVD* vidus un *TAPSE* (efekta lielums ir vidējs, atbilstoši 0,31 un 0,37) (2.14. tabula).

2.14. tabula

Sirds labo daļu standarta EhoKG parametri pacientiem ar ST elevācijas MI atkarībā no LK disfunkcijas

Sirds labo daļu parametrs	LK disfunkcija	Me [IQR]; (min – max)	p-vērtība / efekta lielums
<i>RAVI</i> , ml/m ²	- ir	19 [8]; (7–45)	0,031/0,25
	- nav	17 [6]; (10–27)	
<i>RVOT sax</i> , mm	- ir	34 [6]; (25–44)	0,113/0,18
	- nav	33 [5]; (25–43)	
<i>RVD</i> bazālais, mm	- ir	36 [5]; (25–52)	0,015/0,28
	- nav	34 [4]; (28–42)	
<i>RVD</i> vidus, mm	- ir	26 [7]; (15–39)	0,006/0,31
	- nav	23 [5]; (16–31)	
<i>RV L</i> , mm	- ir	77 [10]; (58–93)	0,036/0,24
	- nav	73 [8]; (59–84)	
<i>TAPSE</i> , mm	- ir	20 [5]; (10–27)	0,002/0,37
	- nav	22 [4]; (14–29)	
<i>FAC</i> , %	- ir	41 [12]; (15–82)	< 0,001/0,58
	- nav	50 [8]; (37–62)	
<i>PA ACT</i> , ms	- ir	112 [33]; (66–177)	0,039/0,24
	- nav	123 [27]; (82–162)	

2.14. tabulas nobeigums

Sirds labo daļu parametrs	LK disfunkcija	Me [IQR]; (min – max)	p-vērtība / efekta lielums
TR V max, m/s	- ir	2,41 [0,3]; (1,9–3,3)	0,513/0,07
	- nav	2,35 [0,6]; (1,8–3,4)	
LKSS, mm Hg	- ir	27,5 [10,0]; (17,5–55,0)	0,466/0,08
	- nav	30,0 [10,0]; (17,5–47,5)	
TV FG S' ātrums, cm/s	- ir	12 [5]; (5–21)	0,728/0,04
	- nav	13 [3]; (8–18)	

2.4. Labā kambara trīsdimensiju ehokardiogrāfijas parametru un labā kambara longitudinālās deformācijas analīze grupās atkarībā no labā kambara sistoliskās disfunkcijas

Atbilstoši Manna-Vitnija U testam (2.15. tabula) pacientiem ar konstatētu LK sistolisku disfunkciju tika novērots statistiski ticami lielāks 3D LK *ESV* ($p < 0,001$; efekta lielums – 0,46, vidējs) un indeksētais 3D LK *ESV* ($p < 0,001$, efekta lielums – 0,51, liels).

2.15. tabula

LK 3D EhoKG parametri pacientiem ar ST elevācijas MI atkarībā no LK disfunkcijas

LK parametrs	LK disfunkcija	Me [IQR]; (min – max)	p-vērtība / efekta lielums
3D LK <i>EDV</i> , ml	- ir	114,9 [53,3]; (64,0–209,9)	0,118/0,20
	- nav	104,9 [37,5]; (54,3–156,6)	
3D LK <i>ESV</i> , ml	- ir	60,7 [25,0]; (28,3–124,5)	< 0,001/0,46
	- nav	44,3 [17,6]; (18,7–80,5)	
3D LK <i>SV</i> , ml	- ir	49,1 [26,8]; (25,0–92,1)	0,203/0,16
	- nav	56,5 [21,1]; (33,8–91,8)	
3D LK <i>EDV</i> ind, ml/m ²	- ir	55,5 [19,4]; (33,4–11,0)	0,139/0,19
	- nav	54,3 [15,5]; (31,2–85,2)	
3D LK <i>ESV</i> ind, ml/m ²	- ir	29,7 [12,1]; (17,9–65,9)	< 0,001/0,51
	- nav	23,8 [6,4]; (10,3–41,3)	
3D LK <i>SI</i> , ml/m ²	- ir	25,4 [9,4]; (12,5–45,1)	0,027/0,28
	- nav	30,7 [10,3]; (19,6–49,5)	

Tāpat statistiski ticami, bet ar mazu efekta lielumu atšķīrās 3D LK *SI*, kas LK disfunkcijas grupā bija mazāks ($p = 0,027$; efekta lielums – 0,28). LK 3D *EF* atkarībā no LK disfunkcijas netika analizēta, jo kalpoja kā viens no šīs disfunkcijas noteikšanas kritērijiem.

LK BS deformācijas parametru gadījumā tie bija statistiski ticami zemāki ($p < 0,001$) pacientiem ar LK disfunkciju. LK bazālā, vidējā un apikālā segmenta LD atšķīrās ar lielu efekta lielumu (2.16. tabula). LK BS kopējā LD atkarībā no LK disfunkcijas esamības netika analizēta, jo kalpoja kā viens no šīs disfunkcijas noteikšanas kritērijiem.

2.16. tabula

LK gareniskās deformācijas rādītāji pacientiem ar ST elevāciju MI atkarībā no LK disfunkcijas

LK parametrs	LK disfunkcija	Me [IQR]; (min – max)	p-vērtība / efekta lielums
LK BS bazālā segmenta LD, %	- ir	24,0 [11,0]; (-5,0–35,0)	< 0,001/0,53
	- nav	31,0 [7,0]; (22,0–39,0)	
LK BS vidējā segmenta LD, %	- ir	25,0 [10,0]; (-4,0–35,0)	< 0,001/0,72
	- nav	33,0 [5,0]; (27,0–44,0)	
LK BS apikālā segmenta LD, %	- ir	21,0 [6,0]; (5,0–34,0)	< 0,001/0,65
	- nav	28,0 [6,3]; (16,0–39,0)	

3. DISKUSIJA

Attīstoties jaunām EhoKG metodēm, LK neinvazīvā novērtēšana kļuvusi informatīvāka, precīzāka, jo tiek pārvarētas grūtības, ko rada LK anatomiskā uzbūve un novietojums. Tas ļāvis plašāk pētīt LK izmēra un funkcijas izmaiņas dažādu patoloģiju gadījumā. Šajā pētījumā tika pievērsta uzmanība LK bojājumam akūta MI gadījumā. Pašreiz pētījumu par LK MI vai disfunkciju ir ļoti maz, un to nozīme, nosakot prognozi pacientam, nav pietiekoši novērtēta.

3.1. Pētījuma grupu demogrāfiskais, klīniskais un bioķīmiskais raksturojums

Analizējot kontroles un pacientu grupas demogrāfisko raksturojumu, vairākos parametros tika novērotas statistiski ticamas atšķirības ar vērā ņemamu efekta lielumu. Pacientu grupā bija lielāks vīriešu un smēķētāju (mazs efekta lielums) skaits, lielāks pacientu vidējais vecums un svars, līdz ar to arī BSA un KMI . Jāatzīmē, ka vecumā līdz 60 gadiem, kas ir viens no iekļaušanas kritērijiem, tieši dzimums un vecums (vīriešiem – agrīnākas izpausmes), aptaukošanās un liekais svars ir aterosklerozes riska faktori. Tādēļ pacientu grupā ar miokarda infarktu atradnes ir likumsakarīgas. Grupas netika vienādotas pēc demogrāfiskiem parametriem, ņemot vērā dalībnieku skaitu, kā arī to, ka vairāki EhoKG parametri tika indeksēti pēc BSA. EhoKG parametru atšķirības starp dzimumiem ir zināmas un varētu ietekmēt rezultātus kontroles un pacientu grupas salīdzinājumos. Tomēr jāpiebilst, ka atšķirības pēc dzimumu iedalījuma starp kontroles un pacientu grupu bija statistiski ticamas ($p = 0,002$), bet ar efekta lielumu, kas ir vidējs, uz robežas ar zemu (φ efekta lielums = 0,3). Tāpat jāņem vērā, ka statistiskā parametru analīze tika veikta, ne tikai salīdzinot kontroles un pacientu grupu, bet arī pacientu grupā, iedalot to pēc asinsvada ar akūtu bojājumu.

Visiem pacientiem tika veikta koronarogrāfija, un pacientu grupa tika iedalīta apakšgrupās, ņemot vērā asinsvadu ar akūtu bojājumu, lai izpētītu dažādas lokalizācijas MI ietekmi uz LK. Atkarībā no tā tika analizēta lielākā daļa reģistrēto parametru. *LCx* grupā pacientu skaits bija vismazākais, kas varētu ietekmēt rezultātu precizitāti. Bet atbilstoši LK anatomijas un perfūzijas pētījumiem šis asinsvads visretāk apasiņo LK un izraisa disfunkciju tiešā išēmiska bojājuma veidā. Veiktajā pētījumā no pacientiem ar *LCx* bojājumu tikai vienam tika konstatēts kreisais apasiņošanas tips un iespējama LK apasiņošana no apliecošā zara, kas atbilst literatūras datos minētajiem 10–20% (Abuchaim et al., 2009; Parikh et al., 2012). Līdz ar to tikai vienā gadījumā LK MI *LCx* grupā ir ticams.

Izpētot kambaru aritmiju un kardiogēnā šoka kopējo biežumu, statistiski ticama asociācija starp šiem notikumiem un asinsvadu ar akūtu bojājumu netika atklāta. Savukārt jāatzīmē, ka statistiski ticama asociācija ar vidēju efekta lielumu tika rasta starp notikumiem un LK disfunkcijas esamību. Tas ir tikai viens no iemesliem, kāpēc LK funkcija būtu uzmanīgi jāvērtē jebkuras lokalizācijas MI gadījumā. Šī problēma ir aktuāla, jo mediķu vidū joprojām valda uzskats, ka tikai *RCA* bojājums var būt LK disfunkcijas iemesls.

No bioķīmiskiem rādītājiem statistiski ticamas atšķirības atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu atklātas tikai NT-proBNP gadījumā, kas *RCA* grupā bija vismazākais. Ņemot vērā, ka smadzeņu tipa nātrijurētiskos peptīdus sekretē kambaru muskulatūra, kas KK ir ievērojami biežāka, to līmeņu paaugstināšanās atspoguļo pārsvarā KK nekā LK pārslodzi. Analizējot atšķirības bioķīmiskajos rādītājos atkarībā no LK bojājuma, statistiski ticamas atšķirības netika konstatētas. Pētot troponīna T-hs līmeni, tika novērota atšķirība, kas ir tuva statistiski ticamai ($p = 0,057$), bet tas, visdrīzāk, varētu liecināt par bojājuma plašumu. Jo plašāks bojājums, jo lielāka varbūtība, ka tiks

traucēta arī LK funkcija. Jāsecina, ka nevienam no bioķīmiskajiem rādītājiem nav diagnostiskās vērtības LK disfunkcijas noteikšanā.

3.2. Kreisā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana

KK tika vērtēts pēc EhoKG standartprotokolā iekļautajiem parametriem, kas tika papildināti ar KK *WMI* un *GLD* mērījumiem. Visi KK parametri, kas tieši vai netieši atspoguļo tā funkciju, statistiski ticami atšķīrās starp kontroles un pacientu grupām atkarībā no asinsvada ar akūto bojājumu. *RCA* grupā pēc visiem rādītājiem KK sistoliskā funkcija tika traucēta vismazāk, salīdzinot ar *LAD* un *LCx* bojājumu. Šī atradne nereti ir pretrunā ar smago klīnisko stāvokli, kas var tikt novērots KK apakšējās sienas infarktu gadījumā. Viens no iemesliem, kas nosaka šādu stāvokli, ir ritma traucējumi. No tiem kambaru aritmijas asociējas ar otra, LK bojājuma plašumu. Otrs iemesls ir plašs LK MI ar raksturīgu hipotensiju līdz pat kardiogēnam šokam.

3.3. Labā kambara ehokardiogrāfiskā novērtēšana pēc standartparametriem

LK standartparametri tika vērtēti grupās atkarībā no bojātā asinsvada un atkārtoti analizēti tikai pacientu grupā atkarībā no LK disfunkcijas. Disfunkcija tika noteikta vizuāli, pēc LK standartparametriem un pēc jauniem parametriem, pielietojot pētījuma ietvaros noteiktās robežvērtības.

Salīdzinot LK parametrus starp kontroles grupu un pacientu grupām, kas tika izveidotas, ņemot vērā asinsvadu ar akūto bojājumu, 2D LK izmēru rādītāji statistiski ticami neatšķīrās, kas ļauj secināt, ka LK dilatācija MI gadījumā nav tipiska nevienam no bojātiem asinsvadiem. Pārējie parametri, tādi kā *TAPSE*, *FAC*, *PA ACT*, *TR V max*, *LKSS* un *TV FG S'* ātrums, atšķīrās pārsvarā kontroles grupai un pacientu grupām, bet ne pacientu grupām savā starpā. Šāda atradne liecina par izmaiņām LK funkcijā MI gadījumā kopumā, un šīs

izmaiņas arī nav atkarīgas no asinsvada ar akūtu bojājumu. Savukārt LK disfunkcijas noteikšanai vispiemērotākie no standartparametriem ir *FAC* ($p < 0,001$; efekta lielums – 0,58, liels) un *TAPSE* ($p = 0,002$; efekta lielums – 0,37, vidējs). *FAC* un *TAPSE* mediāna pacientiem ar LK disfunkciju izrādījās lielāka nekā robežvērtība, pēc kuras nosaka patoloģiju saskaņā ar *ASE/EACVI* 2015. gada rekomendācijām sirds kameru kvantifikācijai (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). *FAC* gadījumā tas bija 41%, salīdzinot ar vadlīnijās norādīto 35% robežvērtību, *TAPSE* gadījumā – 20 mm, salīdzinot ar 17 mm robežvērtību. Tomēr jāņem vērā, ka pētījuma grupai tika piemērots vecuma ierobežojums līdz 60 gadiem atbilstoši iekļaušanas kritērijiem, kas var ietekmēt iegūtos rezultātus. Tāpat jāatceras, ka abu rādītāju precizitātei LK sistoliskās funkcijas novērtēšanā ir zināmi ierobežojumi, jo mērījumi tiek veikti vienā plāknē un tos ietekmē KK. Tomēr visbūtiskākais, kas izskaidro starpību starp iegūtajiem rādītājiem un vadlīnijās esošiem patoloģijas robežlielumiem, ir tas, ka, iedalot pacientus atkarībā no LK disfunkcijas, kā kritērijs tika izmantota LK longitudināla deformācija, kas izmainās ātrāk par standartparametriem.

Vēl viens parametrs, kas ir lietderīgs, pētot LK izmaiņas pacientiem ar MI, ir vidusdaļas *RVD*. Pretstatā analīzei ar iedalījumu pēc asinsvada, nosakot to grupās ar noteiktu LK disfunkciju un bez tās, vidusdaļas *RVD* uzrāda statistiski ticamu atšķirību ($p = 0,006$; efekta lielums – 0,31, vidējs), kas liecina par to, ka LK ir tendence paplašināties. Tomēr šis mērījums LK disfunkcijas diagnostikā ir maznoderīgs, jo tā mediāna pētāmajā populācijā iekļaujas normas lielos, kas minēti *ASE/EACVI* 2015. gada rekomendācijās sirds kameru kvantifikācijā (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). Vidusdaļas *RVD* ir lietderīgs, ja ir pieejams tā mērījums pacientam pirms MI un pēc tā, vai arī LK novērtēšanai uzreiz pēc MI un dinamiskā vēlākajos kontroles izmeklējumos.

3.4. Labā kambara trīsdimensiju tilpumu un longitudinālās deformācijas rādītāji veselo dalībnieku grupā

Pētījuma laikā pēc 3D LK rekonstrukcijas tika noteikti LK tilpumi un no tiem aprēķināti indeksētie LK tilpumi un *EF*. 2013. gada pētījumā tika noskaidrots, ka cilvēkiem vecumā ir tendence LK tilpumiem samazināties, turpretī LK *EF* – pieaugt (Maffessanti et al., 2013). Tāpat ir zināmas atšķirības arī atkarībā no dzimuma – sievietēm jebkurā no vecuma dekādēm tilpumi ir mazāki, bet *EF* nedaudz lielāka vai līdzīga (D'Oronzio et al., 2012). Tomēr jaunākajās, 2015. gada, *ASE/EACVI* rekomendācijās vēl netiek ieteikts pielietot iedalījumu normas references lielumiem pēc vecuma grupām (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). Šī pētījuma ietvaros, ņemot vērā nelielo dalībnieku skaitu, kontroles grupa datu analīzes procesā arī netika iedalīta pēc dzimuma un vecuma. Kopumā grupā bija līdzīgs abu dzimumu (53% sievietes) pārstāvju skaits, vidējais vecums – 46,3 gadi, *SD* – 6,8. Jāpiemin, ka pētījumā tika aprēķinātas šo parametru mediānas, kas nedaudz aprūtinā salīdzinājumu ar rekomendācijās norādītajiem vidējiem rādītājiem. Tomēr iegūtie neindeksētie LK tilpumi, ņemot vērā orientējošu vecumu, ir iepriekš publicētās normas robežās ar starpību starp mediānām ~ 10–15 ml lielumā (D'Oronzio et al., 2012).

Indeksēto tilpumu rādītāji ir precīzāki, jo izslēdz variabilitāti atkarībā no *BSA*. Indeksētajam LK *EDV* rekomendācijās norādītie vidējie normas lielumi ir 61 ml/m² (*SD* = 13) vīriešiem un 53 ml/m² (*SD* = 10,5) sievietēm, kas sakrīt ar pētījumā iegūto mediānu kontroles grupā – 56,8 ml/m² (*IQR* = 13,3), neiedalot dalībniekus pēc dzimuma. Indeksētā LK *ESV* gadījumā atradne ir līdzīga – 24,4 ml/m² (*IQR* = 5,7) kontroles grupā atbilst rekomendētajām referencēm, t. i., 27 ml/m² (*SD* = 8,5) vīriešiem un 22 ml/m² (*SD* = 7) sievietēm. LK *EF* gadījumā netiek rekomendēts iedalījums pēc dzimuma, un rekomendācijās tiek norādīts

kopējais normas lielums, kas ir 58% (SD = 6,5). Tas pilnībā atbilst LK *EF* mediānai pētījuma kontroles grupā – 58% (IQR = 11).

LK gareniskā deformācija tika vērtēta visas BS garumā, nosakot vidējo, un katrā segmentā atsevišķi. Kontroles grupā kopējā LK BS LD bija –32% (IQR = 3,7). Rādītājs ir tuvs spēkā esošajās rekomendācijās norādītajam vidējam, kas ir –29% (SD = 4,5%) (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). Bet gadu vēlāk pēc *ASE/EACVI* 2015. gada rekomendāciju izdošanas LK LD rādītāji tika atkārtoti precizēti (Muraru, Onciul et al., 2016). D. Muraru pētījumā tika norādīts jauns LK BS LD vidējais lielums: –30,5% (SD = 3,9), kas atšķirās no kontroles grupas iegūtās mediānas tikai par 1,5%. Arī šo nelielo atšķirību varētu skaidrot ar to, ka itāļu pētnieku veiktajā analizē dalībniekiem nebija vecuma ierobežojuma, vecākais no tiem bija 76 gadus vecs. Pašreizējā pētījumā tika piemērots vecuma ierobežojums – 60 gadi, kas nozīmē, ka kontroles grupā tika iekļauti jaunāki pacienti, tātad ar labāku LK deformāciju.

LK segmentārā LD kontroles grupā gandrīz neatšķirās no D. Muraru 2016. gada pētījumā publicētajiem rezultātiem (–30%, salīdzinot ar –30% bazālajā segmentā, –33%, salīdzinot ar –34% vidussegmentā, un –30%, salīdzinot ar –29% apikālajā segmentā) (Muraru, Onciul et al., 2016). Līdzīgi kā iepriekšējo pētījumu datiem, tika konstatēta arī tendence LD būt vislielākajai LK vidussegmentā.

3.5. Labā kambara sistoliskā disfunkcija pacientiem ar ST elevācijas miokarda infarktu

LK sistoliskā disfunkcija pētījuma ietvaros tika noteikta pēc vairākiem rādītājiem. Sākotnēji vērtējums bija vizuāls, nosakot segmentārās sistoliskās funkcijas traucējumus. Šādi LK disfunkcija tika atklāta 26% pacientu. Papildus vizuālai diagnostikai LK disfunkcija tika noteikta arī kvantitatīvi, ar standarta EhoKG parametru palīdzību – *TAPSE*, *TV FG S'* ātrumu un *FAC*, par

patoloģijas robežvērtību pieņemot 2015. gada *ASE/EACVI* rekomendācijās norādīto līmeni. Kombinējot abas metodes, norādes par LK iesaistīšanos ST elevācijas MI gadījumā tika konstatētas jau 36% pacientu. Tieši šo metožu kombinācija tika pieņemta par standartu LK sistoliskās disfunkcijas noteikšanā, analizējot jaunus 3D EhoKG un LD parametrus pacientiem ar ST elevācijas MI. Spēkā esošajās 2015. gada *ASE/EACVI* rekomendācijās tiek uzrādītas arī jauno parametru robežvērtības LK disfunkcijas noteikšanai, bet jāņem vērā, ka tās nav patoloģiju specifiskas. 3D LK *EF* tas ir $< 45\%$, LK BS LD gadījumā tas ir $> -20\%$ (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). Ja, atlasot pacientus, papildus ņēma vērā minētos rādītājus, LK disfunkciju bija iespējams diagnosticēt jau 42% gadījumu.

Šajā pētījumā 3D LK tilpumu un LD parametri tika analizēti pacientiem ar ST elevācijas MI vecuma grupā līdz 60 gadiem. Par standartu LK sistoliskās disfunkcijas noteikšanā tika pieņemtas vizuālās izmaiņas un izmaiņas tradicionālās EhoKG parametros. Izrādījās, ka no 3D LK tilpuma rādītājiem laba diagnostiskā vērtība ar apmierinošu sensitivitāti un specifitāti, nosakot LK iesaistīšanos MI gadījumā, piemīt indeksētā 3D LK *ESV* un 3D LK *EF* rādītājiem. Indeksētais *ESV* $< 28,8 \text{ ml/m}^2$ un *EF* $< 49\%$ vislabāk paredzēja LK sistolisku disfunkciju. 3D LK tilpumiem rekomendācijās netiek sniegtas robežvērtības patoloģisku izmaiņu noteikšanai, bet 3D LK *EF* izrādījās par 4% lielāka nekā norādītais patoloģiskais līmenis. Daļēji tas ir izskaidrojams ar relatīvi jaunāku pētījumā iesaistīto pacientu grupu. Analizējot 3D parametrus atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu, visvairāk statistiski ticamu izmaiņu LK parametros tika novērots *RCA* bojājuma gadījumā. Šajā grupā, salīdzinot ar kontroles grupu, bija statistiski ticami vislielākie 3D LK *ESV* un 3D LK *ESV* ind un vismazākie 3D LK *SV*, 3D LK *SI* un 3D LK *EF*. Šī atradne liecina par izteiktāku LK sistolisku disfunkciju pie MI *RCA* apasiņošanas baseinā, kas atbilst sirds MR atradnēm (Kumar et al., 2006; Bodi et al., 2010), bet nenoliedz

LK disfunkciju citas lokalizācijas MI gadījumā, jo 3D LK *SI* un 3D LK *EF* bija statistiski ticami atšķirīgi arī tad, ja tika bojāti *LAD* un *LCx* asinsvadi, salīdzinot ar kontroles grupas rādītājiem.

Izpētot izmaiņas LK deformācijas parametros, tiem izrādījās labāka diagnostiskā vērtība, salīdzinot ar 3D LK tilpumiem un *EF*. Šī ir likumsakarīga atradne, jo LK sistolisko funkciju lielākoties nodrošina gareniskā saraušanās. LK LD uz patoloģisku stāvokli reaģē ar samazināšanos ātrāk par tilpumiem. Līdz ar to LD samazināšanās vienlaikus ar pazeminātu *EF* liecinās par smagāku LK sistolisku disfunkciju nekā izolētas LK LD izmaiņas. Visi pētāmie LK LD parametri, izņemot LK BS LD ātrumu, veido labus vai teicamus statistiski ticamus modeļus LK sistoliskās disfunkcijas noteikšanai ST elevācijas MI gadījumā. Teicami diagnostiskie modeļi ir LK BS kopējai LD ar robežvērtību $-24,5\%$, 88% sensitivitāti un 89% specifitāti un LK BS vidējā segmenta LD ar robežvērtību $-27,5\%$, 88% sensitivitāti un 86% specifitāti. Tāpat kā 3D LK *EF* gadījumā, pētījumā iegūtais patoloģijas sliekšnis LK BS LD ir par $4,5\%$ lielāks nekā 2015. gada rekomendācijās sniegtais, bet tieši sakrīt ar normas apakšējo robežu $-29\% \pm 4,5$ (Lang, Badano, Mor-Avi et al., 2015). Tomēr, salīdzinot iegūto LK BS LD robežlielumu ar 2017. gadā publikācijā norādīto ekspertu viedokli par EhoKG protokola standartizēšanu ar 2015. gada minēto vadlīniju precizējumiem, atšķirība jau ir ievērojami mazāka – $1,5\%$ (jauns rekomendētais robežlielums patoloģijas noteikšanai ir -23%) (Galderisi et al., 2017). Kopumā tas norāda uz pētījuma ietvaros veikto mērījumu precizitāti un ticamību.

Analizējot LK deformācijas parametrus atkarībā no asinsvada ar akūto bojājumu, statistiski ticami sliktāki rādītāji bija *RCA* grupā gandrīz visu pētāmo parametru gadījumā, līdzīgi kā 3D LK tilpumu un *EF* analīzē. Jāatzīmē, ka statistiski ticamas atšķirības tika novērotas, arī salīdzinot grupas ar *LAD* un *LCx* bojājumu un kontroles grupas rādītājus, kas apstiprina LK disfunkcijas iespējamību jebkuras lokalizācijas ST elevācijas MI gadījumā. Interesanti, ka

visizteiktākā LK BS apikālā segmenta LD samazināšanās novērota LAD bojājuma gadījumā, kas izskaidrojams ar LK apasiņošanas īpatnībām un norāda uz LK segmentārās disfunkcijas iespējamību arī to KK MI gadījumā, kas skar starpsienu, priekšējo sienu un galotni.

Pēc 3D LK tilpumu un LD analīzes pētījuma ietvaros, pacienti tika atkārtoti iedalīti grupās ar LK sistolisku disfunkciju un bez tās, papildus vizuālai diagnostikai un standarta EhoKG parametriem pielietojot precizētas 3D LK EF un LK BS kopējās LD robežvērtības. Tā rezultātā LK iesaistīšanās tika atklāta 44 pacientiem, kas ir 60% no pacientu grupas. Šāda atradne ir daudz tuvāka autopsiju pētījumu datiem, kuri uzrāda vislielāko LK iesaistīšanos procentu MI gadījumā starp visām LK izpētes metodēm, tostarp arī “zelta standartu” – sirds MR. Pielietojot jauno parametru precizētas robežvērtības, tika atkārtoti novērtēta arī LK iesaistīšanās atkarībā no asinsvada ar akūtu bojājumu, bet statistiski ticama asociācija netika konstatēta. Tas liecina par LK sistoliskās disfunkcijas iespējamību jebkuras lokalizācijas ST elevācijas MI gadījumā.

3.6. Pētījuma ierobežojumi

Kā pirmais un galvenais ierobežojums jāmin sirds MR nepieejamība pētījumam pacientiem ar akūtu ST elevācijas MI. Sirds MR ir vienīgā metode, izņemot autopsiju, kas pietiekoši precīzi spēj identificēt miokarda išēmijas zonas esamību, tās lokalizāciju, plašumu, miokarda tūsku un LK EF samazināšanos. Tā būtu nepieciešama jauno EhoKG parametru robežvērtību verifikācijai LK disfunkcijas noteikšanā. Ņemot vērā to, ka pētījuma ietvaros LK disfunkcija sākotnēji tika noteikta pēc EhoKG standartparametru pieņemtajām patoloģijas robežvērtībām, nevis pēc sirds MR, šādu atlasīti skar arī šo tradicionālo metožu ierobežojumi. Tādējādi pilnībā nevar izslēgt gan

nepietiekošu, gan pārmērīgu LK disfunkcijas diagnostiku pēc standartparametriem.

No citiem ierobežojumiem jāpievērš uzmanība arī pacientu skaitam. Kopumā pētījumā iekļauto dalībnieku skaits ir pietiekošs gan pacientu, gan kontroles grupā. Tomēr statistiskās analīzes dēļ iedalot pacientus apakšgrupās, *LCx* grupā pacientu skaits ir vismazākais, kas var ietekmēt rezultātu precizitāti. Pacientu grupā tika pieņemti visi dalībnieki pēc kārtas atbilstoši atlasas kritērijiem, nevis pēc ST elevācijas MI lokalizācijas. *LCx* baseina infarkti izrādījās visretākie.

Vizualizācijas iespējas ir ierobežojums jebkurai izmeklēšanas metodei, kas balstīta uz ultraskaņas pielietošanu. Slikta sirds struktūru eho-vizualizācija bija pētījuma izslēgšanas kritērijs, bet arī vidēji laba vizualizācija daļēji varēja ietekmēt mērījumu precizitāti. No cita skatu punkta raugoties, tādā veidā pētījums ir pietuvināts reālai praksei.

Programmas nodrošinājuma ātra novecošana nav ierobežojums, bet apstākļi, ar kuriem jārēķinās, veicot jebkuru šāda veida pētījumu. LK 3D rekonstrukcijas programmas jaunākā versija pētījumā nebija pieejama. Dažādu versiju programmas nodrošinājuma algoritmi atšķirās, mainās arī LK rekonstrukcijas metodoloģija, kas var rezultēties nelielā mērījumu atšķirībā un uzrādīt dažādus aprēķinātos LK tilpumus vienam un tam pašam pacientam. Tas ir jāatceras, salīdzinot pētījumu rezultātus, kuri tika veikti ar dažādu datu apstrādes programmas versiju palīdzību.

SECINĀJUMI

1. Pētījuma ietvaros noteiktie normālie LK LD un 3D *EF* rādītāji veseliem indivīdiem vecuma grupā no 30 līdz 60 gadiem atbilst iepriekš publicētajiem referentiem lielumiem. Šie mērījumi var tikt izmantoti kā references lielumi salīdzinājumam ar ST elevācijas MI pacientu rādītājiem.
2. Eho-vizualizācija 88% gadījumu ļāva veikt pietiekoši kvalitatīvu LK 3D rekonstrukciju, lai aprēķinātu LK tilpumus un *EF*.
3. LK iesaistīšanās ST elevācijas MI gadījumā novērota 26–60% pacientu atkarībā no LK disfunkcijas novērtēšanas metodes. Visretāk LK disfunkcija atklāta, novērtējot to tikai vizuāli. Vislielākā iesaistība konstatēta, kombinējot vizuālo izvērtēšanu ar standarta EhoKG metodēm un jauniem parametriem – 3D LK *EF* un LK BS LD rādītājiem. 3D LK *EF* un LK BS LD ir efektīvas LK disfunkcijas noteikšanas metodes pacientiem pēc ST elevācijas MI.
4. LK funkcijas izmaiņas, spriežot gan pēc tradicionālās EhoKG rādītājiem, gan pēc jaunajiem parametriem, var tikt novērotas, ja tiek bojāts jebkurš no trijiem koronārajiem asinsvadiem. Visizteiktākās LK izmaiņas likumsakarīgi tika novērotas *RCA* bojājuma gadījumā, t. i., pacientiem ar KK apakšējo ST elevācijas MI. *LAD* bojājuma gadījumā jāpievērš īpaša uzmanība apikālajiem LK segmentiem, jo tur iespējamās lokālas izmaiņas bez 3D LK *EF* samazināšanas.
5. 3D LK *EF* < 49% ir robežlielums, kas ļauj noteikt tā disfunkciju pacientiem ar ST elevācijas MI. LK BS LD gadījumā tas ir –24,5%.

Hipotēze “3D LK *EF* var statistiski ticami samazināties dažādas lokalizācijas koronāro asinsvadu akūto bojājumu gadījumā” pētījuma ietvaros tika apstiprināta. 3D LK *EF* statistiski ticamas atšķirības tika novērotas starp

kontroles grupu un katru no pacientu grupām, iedalot tos pēc asinsvada ar akūtu bojājumu.

Hipotēze “labā kambara BS miokarda kopējā LD var statistiski ticami samazināties dažādas lokalizācijas koronāro asinsvadu akūto bojājumu gadījumā” pētījuma ietvaros arī tika apstiprināta. LK BS kopējās LD statistiski ticamas atšķirības tika novērotas starp kontroles grupu un katru no pacientu grupām, iedalot tos pēc asinsvada ar akūtu bojājumu.

PRAKTISKĀS REKOMENDĀCIJAS

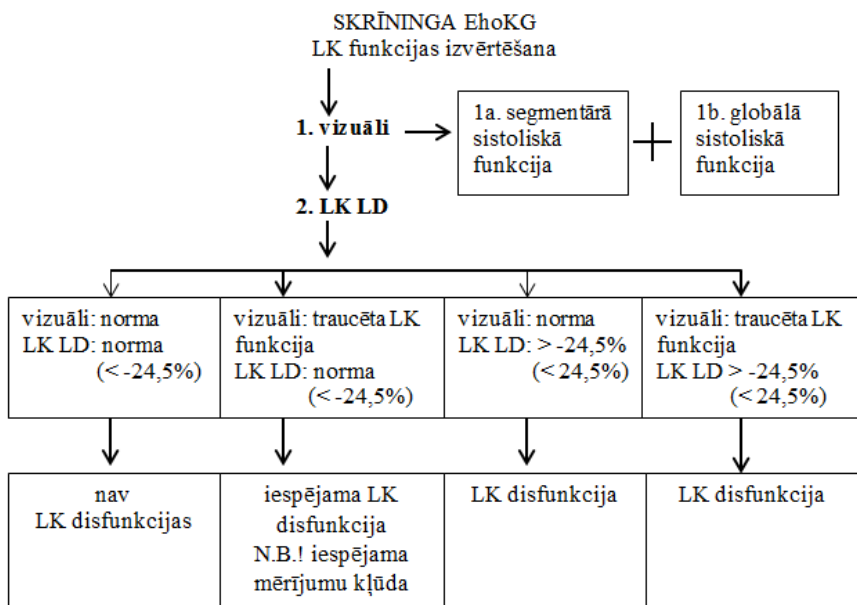
- LK 3D rekonstrukcijas metode būtu plašāk ieviešama praksē, īpaši pacientiem pēc ST elevācijas MI nosakot LK disfunkciju pēc LK tilpumiem un *EF*. Tāpat metode apsverama arī LK funkcijas dinamiskai novērtēšanai.
- Pacientiem ar ST elevācijas MI LK disfunkcijas noteikšanai ieteicams izmantot LK 3D *EF* vērtības, kas ir mazākas par 49%.
- Efektīvā LK LD metode būtu plaši ieviešama klīniskajā praksē, lai agrīni diagnosticētu LK disfunkciju pacientiem pēc ST elevācijas MI. Metode apsverama arī LK funkcijas dinamiskai novērtēšanai.
- Pacientiem ar ST elevācijas MI LK disfunkcijas noteikšanai vajadzētu izmantot LK BS LD vērtības, kas ir lielākas par -24,5%.
- LK 3D *EF* un LK BS LD noteikšanas metodes ir lietojamas kombinācijā ar standarta EhoKG metodēm.

Visjutīgākos LK funkcijas novērtēšanas parametrus (vizuālā LK segmentārās un globālās sistoliskās funkcijas novērtēšana, *TAPSE*, *FAC*, *RVD*, LK BS LD, 3D LK *EF*), kas tika atlasīti atbilstoši pētījuma rezultātiem, vajadzētu pielietot ikdienas praksē, īpaši pacientiem ar ST elevācijas MI (1. tabula).

LK funkcijas novērtēšanai rekomendējamas EhoKG metodes un parametri

Metode	Parametri	EhoKG skats	Piezīmes
1. vizuāli (standarta EhoKG izmeklējuma laikā)	- segmentārā sistoliskā funkcija - globāla sistoliskā funkcija	- subksifoidālā garā ass - parasternālā garā ass - parasternālais LK ieplūdes trakta skats - parasternālā īsā ass kambaru bazālās daļas, vidusdaļās un apikālās daļas līmenī - apikālais četrkameru skats - LK velītis apikālais četrkameru skats	- KK apakšējo MI gadījumā jāpievērš uzmanība LK apakšējai un sānu sienai, īpaši bazālajiem un vidus segmentiem - KK plašu priekšējo un galotnes MI gadījumā jāpievērš uzmanība LK apikālajiem segmentiem un priekšējai sienai
2. standarta EhoKG	- <i>TAPSE</i> - <i>FAC</i> - <i>RVD</i> vidusdaļā	- apikālais četrkameru skats - LK velītāis četrkameru skats	- vidusdaļas <i>RVD</i> – LK novērtēšanai dinamiskā
3. 2D deformācijas mērījumi	- LK BS LD	- LK velītāis četrkameru skats	
4. LK 3D EhoKG	- IF	- LK velītāis četrkameru skats	

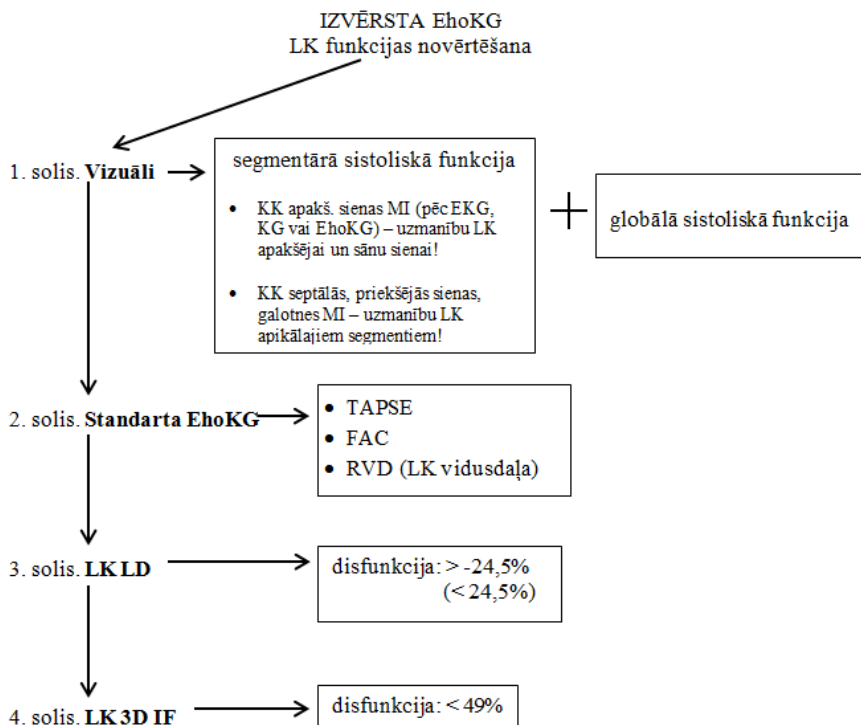
Skrīninga EhoKG būtu jālieto vizuālā LK segmentārās un globālās disfunkcijas noteikšana atbilstoši pētījuma rezultātā izstrādātajam LK funkcijas izvērtēšanas algoritmam (1. attēls). Ja vizuāli nav LK disfunkcijas pazīmju, tās drošākai izslēgšanai pietiek ar LK BS LD mērījumu. Ja pēc šiem rādītājiem ir aizdomas par disfunkciju, nepieciešama LK mērķtiecīga pilnvērtīga izmeklēšana.



1. att. LK funkcijas izvērtēšanas algoritms skrīninga EhoKG laikā

EhoKG – ehokardiogrāfija; LK – labais kambaris; LK LD – labā kambara
longitudinālā deformācija

LK pilnvērtīgai izmeklēšanai atbilstoši izstrādātajam LK funkcijas izvērtēšanas algoritmam izvērstas EhoKG laikā būtu jāpielieto gan vizuālā sistoliskās funkcijas novērtēšana, gan standarta EhoKG mērījumi, gan jaunie EhoKG parametri – LK LD un 3D LK *EF* (2. attēls). Par disfunkciju spriež, izvērtējot visus parametrus kopumā (2. tabula).



2. att. LK funkcijas izvērtēšanas algoritms izvērtas EhoKG laikā

EhoKG – ehokardiogrāfija; EKG – elektrokardiogrāfija; *FAC* - fracionētās laukuma izmaiņas; KG – koronarogrāfija; KK – kreisais kambaris; LK – labais kambaris; LK 3D

IF – labā kambara izviedes frakcija, noteikta ar trīsdimensiju ehokardiogrāfijas palīdzību; LK LD – labā kambara longitudinālā deformācija; MI – miokarda infarkts; RVD – labā kambara diametrs; *TAPSE* - trikuspidālā vārstuļa fibrozā gredzena plaknes sistoliskā ekskursija

2. tabula

LK disfunkcijas noteikšana pēc izvērstas EhoKG algoritma rezultātiem

Vizuāli: N Standarta N EhoKG: LK LD: N LK 3D <i>EF</i> : N	Vizuāli: N Standarta izm. EhoKG: LK LD: N LK 3D <i>EF</i> : N	Vizuāli: N Standarta N EhoKG: LK LD: izm. LK 3D <i>EF</i> : N	Vizuāli: N Standarta izm. EhoKG: LK LD: izm. LK 3D <i>EF</i> : N
Nav LK disfunkcijas	Nav LK disfunkcijas N.B.! iesp. standarta EhoKG mērījumu kļūda	Subklīniska LK disfunkcija	LK disfunkcija
Vizuāli: izm. Standarta izm. EhoKG: LK LD: izm. LK 3D <i>EF</i> : N	Vizuāli: izm. Standarta izm. EhoKG: LK LD: izm. LK 3D <i>EF</i> : izm.	Vizuāli: izm. Standarta N EhoKG: LK LD: N LK 3D <i>EF</i> : N	Vizuāli: N Standarta N EhoKG: LK LD: N LK 3D <i>EF</i> : izm.
LK disfunkcija	LK disfunkcija	Vizuālā novērtējuma kļūda	Mērījumu kļūda

EhoKG – ehokardiogrāfija; izm. – patoloģiski izmainīts parametrs; LK 3D *EF* – labā kambara izviedes frakcija, noteikta ar trīsdimensiju ehokardiogrāfijas palīdzību;
LK LD – labā kambara longitudinālā deformācija; N – norma

PUBLIKĀCIJAS

Zinātniskās publikācijas izdevumos, kas iekļauti starptautiskajās datu bāzēs (Web of Science)

1. Pickure, Z., Kalinin, A., Lejnieks, A., Alekhin, M. N. 2017. Current Echocardiographic Techniques for Evaluation of the Right Ventricle. *Kardioloģija*. 17(9), 54–64. doi:10.18087/cardio.2017.9.10019

2. Pičkure, Ž., Kalinin, A., Lejnieks, A. 2021. Right ventricle involvement in patients with acute st elevation myocardial infarction: is echocardiography good enough in diagnosing it? *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. (pieņemts publicēšanai)

3. Pickure, Z., Kalinin, A., Pickurs, K., Zakharova, E., Alekhin, M., Lejnieks, A. 2020. P1516 Detecting right ventricular systolic dysfunction in patients with acute ST-elevation myocardial infarction: echocardiography is good enough. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 21(papild1), jez319.940. doi: 10.1093/ehjci/jez319.940

Uzstāšanās starptautiskā zinātniskajā konferencē ar mutisku referātu vai tēzes

1. Pickure, Z., Kalinin, A., Pickurs, K., Lejnieks, A., Erts, R., Zakharova, E., Kasprzak, J. D. 2017. Right ventricular longitudinal strain abnormalities in acute myocardial infarction: beyond the right coronary artery. *EuroEcho-Imaging*.

2. Pickure, Z., Kalinin, A., Pickurs, K., Lejnieks, A., Erts, R., Zakharova, E., Kasprzak, J. D. 2017. Right ventricular involvement in acutemyocardial infarction of different localization - detection by three-dimensional echocardiography. *EuroEcho-Imaging*.

3. Пичкур, Ж., Калинин, А., Пичкур, К., Захарова, Е., Лейниекс, А. 2017. Определение фракции выброса правого желудочка у больных с острым инфарктом миокарда с помощью трехмерной эхокардиографии [Labā kambara izviedes frakcijas noteikšana pacientiem ar akūtu miokarda infarktu pielietojot trīsdimensiju ehokardiogrāfiju]. *Тезисы докладов VIII Международного конгресса «Кардиология на перекрестке наук»*. Krievija. 209-210.

4. Пичкур, Ж., Калинин, А., Пичкур, К., Захарова, Е., Лейниекс, А. 2017. Оценка продольной деформации правого желудочка у больных с острым инфарктом миокарда [Labā kambara garensiskās deformācijas novērtēšana pacientiem ar akūtu miokarda infarktu]. *Тезисы докладов VIII*

Международного конгресса «Кардиология на перекрестке наук». Кривия. 210-211.

5. Pičkure, Z. 2018. Трёхмерная эхокардиография и стрейн правого желудочка [Labā kambara trīsdimensiju ehokardiogrāfija un miokarda deformācija]. *Современные технологии функциональной и ультразвуковой диагностики в клинической медицине – 2018*. Sanktpēterburga, Кривия.

Uzstāšanās vietējās nozīmes zinātniskajā konferencē ar mutisku referātu vai tēzes

1. Pičkure, Ž., Kalinin, A., Kalniņš, A., Erts, R., Lejnīeks, A. 2017. Labā kambara izviedes frakcijas noteikšana pacientiem ar akūtu miokarda infarktu, izmantojot trīsdimensiju ehokardiogrāfiju. *RSU Zinātniskā konference*. 35.

2. Pičkure, Ž., Kalinin, A., Kalniņš, A., Erts, R., Lejnīeks, A. 2017. Labā kambara gareniskās deformācijas ehokardiogrāfiskā novērtēšana pacientiem ar akūtu miokarda infarktu. *RSU Zinātniskā konference*. 39.

3. Pičkure, Ž., Kalinin, A., Lejnīeks, A. 2015. Labā kambara sistoliskās funkcijas izvērtēšana, izmantojot trīsdimensiju ehokardiogrāfiju. *RSU Zinātniskā konference*. 83.

4. Pičkure, Ž. 2019. Acute myocardial infarction. How to look at the right ventricle [lekcija]. *RSU, Knowledge For Use in Practice*. Rīga.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Periodiskie izdevumi:

1. Abuchaim, D. C., Spera, C. A., Faraco, D. L., Ribas Filho, J. M. and Malafaia, O. 2009. Coronary dominance patterns in the human heart investigated by corrosion casting. *The Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery/Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 24(4), 514–518.
2. Antoni, M. L., Scherptong, R. W., Atary, J. Z., Boersma, E., Holman, E. R., van der Wall, E. E., Schalij, M. J. and Bax, J. J. 2010. Prognostic value of right ventricular function in patients after acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 3, 264–271.
3. Bodi, V., Sanchis, J., Mainar, L., Chorro, F. J., Nunez, J., Monmeneu, J. V., Chaustre, F., Forteza, M. J., Ruiz-Sauri, A., Lopez-Lereu, M. P., Gomez, C., Noguera, I., Diaz, A., Giner, F. and Llacer, A. 2010. Right ventricular involvement in anterior myocardial infarction: a translational approach. *Cardiovascular Research*. 87 (4), 601–608.
4. D'Oronzio, U., Senn, O., Biaggi, P., Gruner, C., Jenni, R., Tanner, F. C. and Greutmann, M. 2012. Right heart assessment by echocardiography: gender and body size matters. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 25(12), 1251–1258.
5. Fox, K. A., Anderson, F. A., Dabbous, O. H., Steg, P. G., López-Sendón, J., van de Werf, F., Budaj, A., Gurfinkel, E. P., Goodman, S. G. and Brieger, D. 2007. Intervention in acute coronary syndromes: do patients undergo intervention on the basis of their risk characteristics? The Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE). *Heart*. 93, 177–182.
6. Galderisi, M., Cosyns, B., Edvardsen, T., Cardim, N., Delgado, V., Di Salvo, G., Donal, E., Sade, L. E., Ernande, L., Garbi, M., Grapsa, J., Hagendorff, A., Kamp, O., Magne, J., Santoro, C., Stefanidis, A., Lancellotti, P., Popescu, B. and Habib, G. 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. 2017. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*. 18(12): 1301–1310.
7. Goldstein, J. A. 2012. Acute Right Ventricular infarction. *Cardiology Clinics*. 30, 219–232.
8. Hamon, M., Agostini, D., Le Page, O. and Riddell, J. W. 2008. Prognostic impact of right ventricular involvement in patients with acute myocardial infarction: meta-analysis. *Critical Care Medicine*. 36(7), 2023–2033.
9. Ibanez, B., James, S., Agewall, S., Antunes, M. J., Bucciarelli-Ducci, C., Bueno, H., Caforio, A. L. P., Crea, F., Goudevenos, J. A., Halvorsen, S., Hindricks, G., Kastrati, A., Lenzen, M. J., Prescott, E., Roffi, M., Valgimigli, M., Varenhorst, C., Vranckx, P. and Widimský, P. ESC Scientific Document Group. 2018. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial

infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 39(2), 119–177.

10. Kumar, A., Abdel-Aty, H., Kriedemann, I., Schulz-Menger, J., Gross, C. M., Dietz, R. and Friedrich, M. G. 2006. Contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance imaging of right ventricular infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 48(10), 1969–1976.
11. Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Goldstein, S. A., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., Muraru, D., Picard, M. H., Rietzschel, E. R., Rudski, L., Spencer, K. T., Tsang, W. and Voigt, J. U. 2015. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 28, 1–39.
12. Lee, K. L., Woodlief, L. H., Topol, E. J., Weaver, W. D., Betriu, A., Col, J., Simoons, M., Aylward, P., Van de Werf, F. and Califf, R. M. 1995. Predictors of 30-day mortality in the era of reperfusion for acute myocardial infarction. Results from an international trial of 41,021 patients. GUSTO-I Investigators. *Circulation*. 91(6), 1659–1668.
13. Lemarié, J., Huttin, O., Girerd, N., Mandry, D., Juillière, Y., Moulin, F., Lemoine, S., Beaumont, M., Marie, P. Y. and Selton-Suty, C. 2015. Usefulness of Speckle-Tracking Imaging for Right Ventricular Assessment after Acute Myocardial Infarction: A Magnetic Resonance Imaging/Echocardiographic Comparison within the Relation between Aldosterone and Cardiac Remodeling after Myocardial Infarction Study. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 28(7), 818-827.e4.
14. Maffessanti, F., Muraru, D., Esposito, R., Gripari, P., Ermacora, D., Santoro, C., Tamborini, G., Galderisi, M., Pepi, M. and Badano, L. P. 2013. Age-, body size-, and sex-specific reference values for right ventricular volumes and ejection fraction by three-dimensional echocardiography: a multicenter echocardiographic study in 507 healthy volunteers *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 6, 700–710.
15. Marmor, A., Geltman, E. M., Biello, D. R., Sobel, B. E., Siegel, B. A. and Roberts, R. 1981. Functional Response of the Right Ventricle to Myocardial Infarction: Dependence on the Site of Left Ventricular Infarction. *Circulation*. 64, 1005–1011.
16. Mehta, S. R., Eikelboom, J. W., Natarajan, M. K., Diaz, R., Yi, C., Gibbons, R. J. and Yusuf, S. 2001. Impact of right ventricular involvement on mortality and morbidity in patients with inferior myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 37(1), 37–43.
17. Morrow, D. A., Antman, E. M., Charlesworth, A., Cairns, R., Murphy, S. A., de Lemos, J. A., Giugliano, R. P., McCabe, C. H. and Braunwald, E. 2000. TIMI risk score for ST-elevation myocardial infarction: A convenient, bedside, clinical score for risk assessment at presentation: An intravenous nPA for treatment of infarcting myocardium early II trial substudy. *Circulation*. 102(17), 2031–2037.

18. Muraru, D., Onciul, S., Peluso, D., Soriani, N., Cucchini, U., Aruta, P., Romeo, G., Cavalli, G., Iliceto, S. and Badano, L. P. 2016. Sex- and Method-Specific Reference Values for Right Ventricular Strain by 2-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 9(2):e003866.
19. Parikh, N. I., Honeycutt, E. F., Roe, M. T., Neely, M., Rosenthal, E. J., Mittleman, M. A., Carrozza, J. P. Jr and Ho, K. K. 2012. Left and Codominant Coronary Artery Circulations Are Associated With Higher In-Hospital Mortality Among Patients Undergoing Percutaneous Coronary Intervention for Acute Coronary Syndromes. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 5, 775–782.
20. Skali, H., Zornoff, L. A., Pfeffer, M. A., Arnold, M. O., Lamas, G. A., Moyé, L. A., Plappert, T., Rouleau, J. L., Sussex, B. A., St John Sutton, M., Braunwald, E., and Solomon, S. D. 2005. Prognostic use of echocardiography 1 year after a myocardial infarction. *American Heart Journal*. 150(4), 743–749.
21. Vargas-Barrón, J., Romero-Cárdenas, A., Roldán, F. J. and Vázquez-Antona, C. A. 2007. Acute Right Atrial and Ventricular Infarction. *Revista Española de Cardiología*. 60(1), 51–66.
22. Zornoff, L. A., Skali, H., Pfeffer, M. A., St John Sutton, M., Rouleau, J. L., Lamas, G. A., Plappert, T., Rouleau, J. R., Moyé, L. A., Lewis, S. J., Braunwald, E., and Solomon, S. D. 2002. Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 39, 1450–1455.

Interneta resursi:

23. Latvijas Kardiologu biedrības Ehokardiogrāfijas darba grupa. Metodiskās rekomendācijas transtorakālajā ehokardiogrāfijā No: Latvijas Kardiologu biedrība. 2015. Iegūts no:
http://www.kardiologija.lv/files/lkb_eho_metodiskas_rekomendacijas-lv-nov2015.pdf [sk. 24.12.2015.]