

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**

Mindaugas Matačiūnas

**VIENALAIKĖS ŠIRDIES IR PLAUČIŲ  
KOMPIUTERINĖS TOMOGRAFIJOS ANGIOGRAFIJOS METODO  
TAIKYMAS IR VERTINIMAS NUSTATANT  
PLAUČIŲ ARTERIJOS TROMBINĘ EMBOLIJĄ**

Daktaro disertacija

Biomedicinos mokslai, medicina (06 B)

Vilnius, 2012

Disertacija rengta 2007 – 2011 metais Vilniaus universitete.

Mokslinis vadovas:

Dr. Diana Zakarkaitė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina  
06 B)

Mokslinis konsultantas:

Prof. habil. dr. Aleksandras Laucevičius (Vilniaus universitetas, biomedicinos  
mokslai, medicina 06 B)

# TURINYS

SANTRUMPOS.....	4
I. ĮVADAS.....	5
1. Problemos aktualumas .....	5
2. Tyrimo tikslas .....	9
3. Tyrimo uždaviniai .....	10
4. Darbo naujumas .....	10
5. Ginamieji teiginiai.....	10
II. LITERATŪROS APŽVALGA.....	12
1. Mirties rizikos ir klinikinės tikimybės įvertinimo svarba.....	12
2. Dešiniojo skilvelio funkcijos įvertinimo sinchronizuota su EKG kompiuterine tomografija galimybė, palyginimas su kitais trimačiais tomografiniais metodais .....	16
3. Dešiniojo skilvelio voliometrija širdies kompiuterinės tomografijos vaizduose .....	30
III. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI.....	32
1. Tiriamieji asmenys.....	32
2. Tyrimo metodai.....	33
3. Statistinė analizė .....	41
IV. REZULTATAI .....	43
1. Studijos dalyvių demografiniai duomenys .....	43
2. Pacientų klinikiniai duomenys .....	44
3. Plaučių arterijos trombinės embolijos klinikinė tikimybė .....	45
4. D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas.....	46
5. Klinikinės tikimybės ir D-dimerų koncentracijos kraujo serume derinys .....	47
6. Dešiniojo ir kairiojo skilvelių morfometrinių ir funkciniai rodikliai .....	48
7. Plaučių arterijos šakų įvertinimas.....	48
8. Trombinės embolijos apimties bei morfometrinių ir funkcinų DS ir KS rodiklių sąryšis .....	49
9. Tiriamosios grupės pacientų morfometrinių ir funkcinų DS ir KS rodiklių sąsajos .....	51
10. Slenkstinės dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertės, rodančios didelės apimties ūminę PATE 52	
11. Slenkstinės santykinių DS ir KS rodiklių reikšmės, rodančios ženkliai sumažėjusią dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją .....	56
12. Morfometrinių ir funkcinų DS rodiklių kartotinių matavimų sutapimo įvertinimas.....	57
13. Vainikinių arterijų ir krūtininės aortos vaizdumas .....	58
14. Krūtininės aortos sienelės įvertinimas.....	60
V. REZULTATŲ APTARIMAS.....	62
VI. IŠVADOS.....	77
VII. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS.....	78
VIII. LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	78
IX. PUBLIKACIJŲ, SANTRAUKŲ IR PRANEŠIMŲ SĄRAŠAS .....	94
1. Publikacijos.....	94
2. Santraukos.....	95
3. Stendiniai pranešimai .....	95
4. Žodiniai pranešimai.....	96

## SANTRUMPOS

<b>Santrumpa</b>	<b>Santrumpos paaiškinimas lietuvių kalba</b>	<b>Santrumpos paaiškinimas anglų kalba</b>
DS	dešinysis skilvelis	right ventricle
DKAP	dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis	ratio of maximum right and left ventricular diameters in axial slice
DKKP	dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis	ratio of maximum right and left ventricular diameters in four chamber view of the heart
EKG	elektrokardiograma	electrocardiogram
GDT	galinis diastolinis tūris	end diastolic volume
GST	galinis sistolinis tūris	end systolic volume
IF	išstūmimo frakcija	ejection fraction
KR	Kvanadli rodiklis	Quanadli index
KS	kairysis skilvelis	left ventricle
PATE	plaučių arterijos trombinė embolija	pulmonary artery thromboembolism
ST	smūginis tūris	stroke volume
ŠPKT	širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija	cardiopulmonary computed tomography

## I. ĮVADAS

### 1. *Problemos aktualumas*

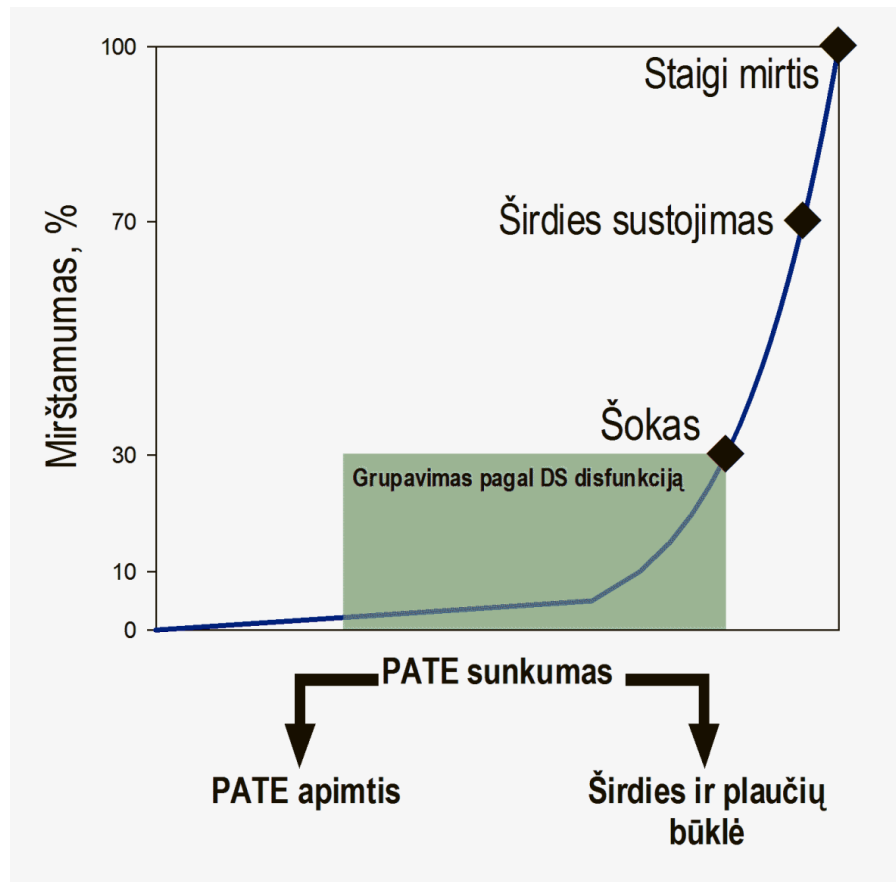
Plaučių arterijos trombinė embolija (PATE) – sunki ūminė ir neretai atkrintanti širdies ir kraujagyslių liga. Tik miokardo infarktas ir galvos smegenų insultas yra dažnesni negu ūminė PATE [1]. Jungtinėse Amerikos valstijose tarp visų hospitalizuojamų pacientų sergantieji PATE sudaro 0,4 % [2] ir kiekvienais metais nustatoma nuo 300 iki 600 tūkstačių naujų šios ligos atvejų. Kartu tai yra ir gyvybei gresianti liga. Sergančiųjų ūmine PATE mirštamumas siekia nuo 7 % iki 11 % [3-5].

Ūminės PATE diagnostika nėra lengva. Klinikiniai simptomai dažnai esti neraiškūs ar nespecifiniai. Todėl rekomenduojama remtis tam tikrų požymių deriniais, padedančiais tiksliau nusakyti klinikinę PATE tikimybę [5]. Sukurtos Ženevos ir Vello (angl. *Wells*) klinikinės PATE tikimybės skalės, tačiau jas taikant nemaža dalis (iki 40 %) sergančiųjų klaidingai priskiriami mažos ir vidutinės tikimybės pacientų grupėms [5]. Kraujo serumo D-dimerų koncentracijos padidėjimas yra labai jautrus, tačiau nespecifiškas diagnozuojant ūminę PATE [5]. Studijose nurodoma didelė neigiamo klinikinės tikimybės skalių ir D-dimerų tyrimo derinio rezultato prognozinė vertė paneigiant ūminę PATE, tačiau teigiamo tyrimų derinio rezultato prognozinė vertė aptinkant ūminę PATE yra maža [6, 7]. Esant neinformatyvią klinikinės skalės ir D-dimerų tyrimų deriniui, taikomi vaizdiniai diagnostikos metodai. Daugelį metų ūminei PATE nustatyti arba paneigti buvo atliekama radionuklidinė plaučių perfuzijos ir ventiliacijos scintigrafija, tačiau 10–57 % sergančiųjų ūmine PATE scintigrafijos vaizdai nurodo mažą arba vidutinę ligos tikimybę [8-10]. Iki daugiasluoksnės kompiuterinės tomografijos atsiradimo vienasluoksnė kompiuterinė tomografija buvo vienintelė neinvazinė alternatyva, kurios jautrumas vidutiniškai buvo 76 %, o specifiškumas vidutiniškai – 90 % [10, 11]. Atsiradus daugiasluoksnei kompiuterinei tomografijai, plaučių arterijos

trombinės embolijos diagnostika tapo tikslesnė (jautrumo vidurkis 98 %, specifiškumo vidurkis 94 %) [12, 13]. Šiuolaikinėje klinikinėje praktikoje pirmo pasirinkimo tyrimas įtariant ūminę PATE yra plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija, kurios vaizduose įvertinamos ne tik stambiosios, segmentinės ir subsegmentinės plaučių arterijos šakos, bet ir plaučių audinys, tarpuplaučio struktūros, kas leidžia nustatyti arba paneigti kitas krūtinės skausmo priežastis [14].

Nusakant prognozę ir parenkant ūminės PATE gydymą svarbu nustatyti jos sunkumą. Nesunkios ūminės PATE atveju skiriamas antikoaguliacinis gydymas ir apsaugoma nuo pakartotinės embolizacijos. Sunkios PATE atveju, sutrikus kraujotakai, sumažėjus sisteminiam arteriniam kraujospūdžiui (žemiau 90 mm Hg) ir esant didelei mirties rizikai, pateisinami agresyvesni gydymo metodai – trombolizė, embolų pašalinimas perkateteriniu ar chirurginiu metodais. Dažnai sunki ūminė PATE yra prilyginama didelės anatomicinės apimties ūminei PATE. Tačiau pastebėta, kad sergančiųjų didelės apimties ūmine PATE su pakankama širdies ir plaučių sistemos funkcija bei sergančiųjų nedidelės apimties ūmine PATE ir sumažėjusia širdies ir plaučių sistemos funkcija klinikinės išeitys yra panašios [15]. Todėl apibūdinant sunkią ūminę PATE reikėtų atsižvelgti ne tik į PATE anatomicinę apimtį, bet ir širdies ir plaučių sistemos būklę [15]. Didėjant PATE apimčiai palaiptams kyla ir mirštamumo kreivė, o sutrikus širdies ir plaučių sistemos veiklai, mirštamumo tikimybė gerokai padidėja (1 paveikslas) [15]. Tačiau nėra žinoma, kokios apimties ūminės PATE ir kokio laipsnio širdies ir plaučių sistemos funkcijos sutrikimo derinys sąlygoja staigų mirštamumo kreivės didėjimą [15]. Manoma, kad kritinis mirštamumo kreivės taškas yra dešiniojo skilvelio veiklos sutrikimas [15]. Ūminės PATE apimtis ir širdies bei plaučių funkcijos sutrikimo laipsnis, sąlygojantis šoką, lemia apie 30 % mirštamumą. Toliau didėjant ūminės PATE apimčiai, didėja širdies sustojimo ir staigios mirties rizika (mirštamumas 70-100 %) (1 paveikslas) [15]. Nurodoma, kad širdies ultragarsinio tyrimo metu nustatytas dešiniojo skilvelio funkcijos sutrikimas

yra nepriklausomas mirštamumo dėl ūminės PATE prognostinis veiksnys [16-19].



**1 paveikslas.** Plaučių arterijos trombinės embolijos apimties, širdies ir plaučių sistemos būklės ir mirštamumo sąryšio diagrama (modifikuota pagal Wood [15]).

Pažymima, kad širdies ultragarsiniu tyrimu nustatyti dešiniojo skilvelio ertmės išsiplėtimas ir dešiniojo skilvelio sienelės judesio sutrikimas esant stabiliai kraujotakai (sisteminis arterinis kraujo spaudimas didesnis nei 90 mm Hg) yra blogesnės prognozės pranašai [16]. Didėjant dešiniojo skilvelio ertmei, skilvelių pertvara stumiama link kairiojo skilvelio, mažėja pastarojo prispildymas ir smūginis tūris [20]. Sumažėjus kairiojo skilvelio smūginiam tūriui ir vainikinių arterijų kraujotakai, blogėja dešiniojo skilvelio miokardo mityba ir sutrinka sienelės judesys [21]. Todėl klinikinėje praktikoje parenkant ūminės PATE gydymą dažnai akcentuojamas dešiniojo skilvelio sienelės judesio sumažėjimas ir mažiau dėmesio skiriama kairiojo skilvelio būklei [18, 22, 23]. Eksperimentiniai tyrimai rodo, kad sisteminės arterinės kraujotakos blogėjimą lemia ne tik antrinis kairiojo skilvelio funkcijos sutrikimas plečiantis

dešiniajam skilveliui, bet ir pirminis kairiojo skilvelio pažeidimas [24]. Siūloma atsižvelgti ir įvertinti ne tik dešiniojo bet ir kairiojo skilvelio būklę, o gydymo parinkimą ir prognozės nustatymą pagrįsti dešiniojo ir kairiojo skilvelių pakitusios funkcijos rodiklių deriniu [24]. Taip pat nustatyta, kad dešiniojo skilvelio išemijos metu sisteminė arterinė kraujotaka mažėja ne tik dėl dešiniojo skilvelio ertmės didėjimo ir sutrikusio kairiojo skilvelio prisipildymo, bet ir dėl pirminio sistolinės kairiojo skilvelio funkcijos sutrikimo [25].

Širdies ultragarsinio tyrimo privalumus (tikslus širdies funkcijos įvertinimas, sąlyginai nebrangus, patogus atlikti ir kartoti prie paciento lovos, saugus) sumažina eilė trūkumų - matavimų tikslumo priklausomybė nuo tyrėjo patirties, trombai širdyje ir stambiosiose plaučių arterijos šakose matomi nedažnai, dešiniojo skilvelio dydžio ir funkcijos pokyčius gali sąlygoti ne tik ūminė PATE, ne visada pakankamas akustinis langas [26].

Echokardiografinių mirštamumo nuo ūminės PATE rodiklių studijas lydėjo darbai, kuriuose buvo analizuojama plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos vertė prognozuojant mirštamumą sergantiesiems ūmine PATE [27, 28]. Sutrikusios dešiniojo skilvelio funkcijos įvertinimui buvo taikomi dešiniojo ir kairiojo širdies skilvelių skersmenų santykio rodikliai paprastuose ašiniuose pjūviuose (DKAP), rekonstruotuose širdies keturių kamerų vaizdo pjūviuose (DKKP), rečiau – širdies trumposios ašies vaizdo pjūviuose [19, 27, 29-31]. Išsiplėtus dešiniojo skilvelio ertmei, dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio rodiklis didėja ir rodo dešiniojo skilvelio funkcijos blogėjimą. Kitų studijų rezultatai rodo, kad DKAP, DKKP rodiklių vertė prognozuojant mirštamumą buvo maža [14, 27, 28, 30, 32]. Taip pat analizuota ūminės PATE apimties įvertinimo nesinchronizuotos su EKG plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizduose galimybė bei kiekybinio ūminės PATE apimties rodiklio vertė prognozuojant slėgio plaučių arterijos baseine padidėjimą ir ankstyvąjį mirštamumą [19, 33-36]. Dogan H. ir bendraautorių, 2007 [19] studijoje pabrėžiama sinchronizuotos su elektrokardiograma kompiuterinės tomografijos vertė aptinkant sutrikusią



dešiniojo skilvelio funkciją, ir teigiama, kad dešiniojo skilvelio funkcijos sutrikimo laipsnis priklauso nuo embolų lokalizacijos plaučių arterijos šakose. Vėlesnėje Dogan H. ir bendraautorijų, 2010 [36] studijoje aprašomos ūminės PATE apimties kiekybinio rodiklio ir dešiniojo skilvelio funkcijos sąsajos, analizuojama dešiniojo ir kairiojo skilvelių tarpusavio sąveika. Tačiau šiose studijose pacientui atliekami du kompiuterinės tomografijos tyrimai – nesinchronizuota su elektrokardiograma plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija ūminės PATE diagnozavimui ir sinchronizuota su elektrokardiograma kompiuterinė tomografija, kurios vaizduose įvertinami tik dešiniojo ir kairiojo skilvelio tūriai širdies ciklo metu.

Ūmiu krūtinės skausmu skundžiasi apie 64 proc. sergančiųjų ūmine PATE [5]. Ūmus krūtinės skausmas yra vienas iš simptomų, kuriuo gali pasireikšti ne tik ūminė PATE, bet ir ūmūs koronariniai bei aortiniai sindromai. Studijose analizuojančiose trijų ligų paneigimo (angl. *triple rule out*) protokolą nurodoma, kad ūminės PATE dažnis priklauso nuo pacientų atrankos ir svyruoja nuo 1,1 % iki 21 % [37, 38]. Teigiama, kad tinkamai atrinktiems pacientams atlikus širdies ir plaučių kompiuterinę tomografiją, net 75 % iš jų kiti tyrimai nebereikalingi [39].

Kiek mums žinoma studijų, kuriose, diferencijuojant ūminę PATE, atliekama sinchronizuotos su elektrokardiograma širdies ir plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija ir jos vaizduose analizuojama dešiniojo ir kairiojo skilvelio funkcija, kiekybiškai įvertinama plaučių arterijos trombinės embolijos apimtis, vainikinių arterijų bei krūtininės aortos būklė, nėra.

## **2. Tyrimo tikslas**

Įvertinti sinchronizuotos su EKG vienalaikės širdies ir plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos (toliau širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija – ŠPKT) galimybes integruotai nustatyti plaučių arterijos trombinę emboliją, įvertinti embolijos sukeltus širdies veiklos sutrikimus, vainikinių arterijų ir krūtininės aortos būklę.

### **3. Tyrimo uždaviniai**

1. Įvertinti klinikinių tikimybės skalių, D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimo bei šių metodų derinio tikslumą diagnozuojant ūminę plaučių arterijos trombinę emboliją.
2. Nustatyti dešiniojo ir kairiojo širdies skilvelių tūrio pokyčius bei veiklos sutrikimus esant ūminei plaučių arterijos trombinei embolijai bei jų sąsajas su embolijos apimtimi.
3. Nustatyti slenkstines didelės apimties trombinės embolijos ir blogos dešiniojo skilvelio būklės vertes bei juos prognozuojančius veiksnius.
4. Įvertinti ŠPKT vaizduose atliekamų dešiniojo skilvelio morfometrinių ir funkcinių rodiklių kartotinių matavimų sutapimą.
5. Įvertinti ŠPKT vaizdumą vainikinių arterijų ir krūtininės aortos būklei nusakyti.

### **4. Darbo naujumas**

Ligoniams su įtariama ūmine PATE buvo taikyta modifikuota kompiuterinės tomografijos angiografija – vienalaikė širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos angiografija, leidžianti integruotai įvertinti tiek plaučių arterijos būklę ir trombinės embolijos apimtį, tiek širdies veiklos sutrikimus. Sergantiesiems ūmine PATE atlikta širdies skilvelių tūrių ir veiklos analizė, nustatytos skilvelių veiklos rodiklių sąsajos su trombinės embolijos apimtimi ir įvertinti abiejų širdies skilvelių tarpusavio sąveikos dėsninumai.

### **5. Ginamieji teiginiai**

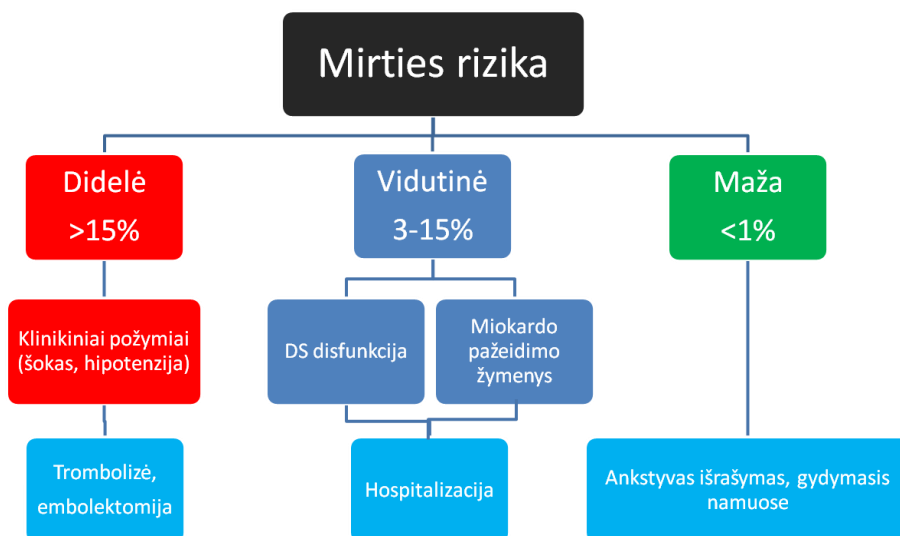
1. Klinikinės ūminės PATE tikimybės skalės, D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas ir pastarųjų metodų derinio tikslumas diagnozuojant ūminę PATE yra nepakankamas.
2. Įvykus ūminei PATE ir blogėjant dešiniojo skilvelio būklei sutrinka ir kairiojo skilvelio veikla.

3. Egzistuoja teigiamas ryšys tarp plaučių arterijos trombinės embolijos apimties ir dešiniojo skilvelio funkcijos sutrikimo laipsnio.
4. Didelės apimties plaučių arterijos trombinę emboliją rodo sutrikusi dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija, kurią tiksliausiai prognozuoja santykiniai dešiniojo ir kairiojo skilvelio tūrių ir skersmenų rodikliai.
5. Dešiniojo skilvelio tūrių matavimai tiksliau atkartojami atliekant juos ašiniuose pjūviuose negu trumposios ašies pjūviuose.
6. ŠPKT tyrimo metu galima įvertinti vainikinių arterijų ir krūtininės aortos būklę.

## II. LITERATŪROS APŽVALGA

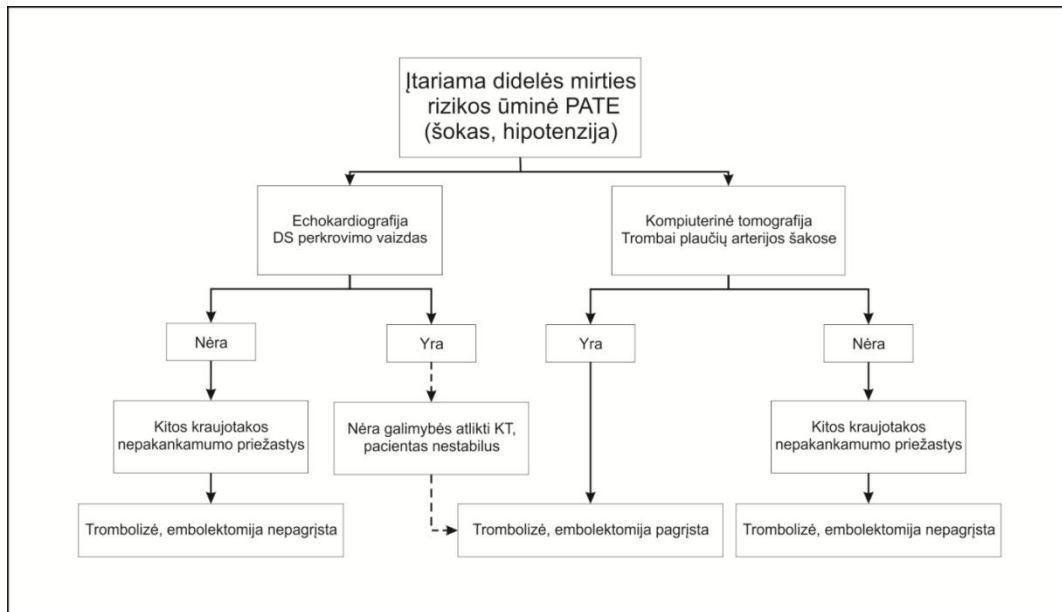
### 1. *Mirties rizikos ir klinikinės tikimybės įvertinimo svarba*

Neskiriant gydymo sergančiųjų ūmine PATE mirštamumas siekia 30 %, o gydomų pacientų – apie 8 % [40, 41]. Sutrikus sisteminei arterinei kraujotakai, 50–58 % sergančiųjų ūmine PATE miršta, tačiau net ir nesant hipotenzijos mirštamumas siekia 8 – 15 % [42]. Esant didelės apimties PATE, dėl ženklus pasipriešinimo plaučių arterijos baseine, gali ištikti širdies elektromechaninė disociacija ir staigi mirtis. Dažniau vyksta palaiptis kraujotakos nepakankamumo progresavimas. Padidėjus pasipriešinimui plaučių arterijos baseine, sumažėja dešiniojo skilvelio sistolinė funkcija, didėja DS diastolinis ir sistolinis tūriai, blogėja DS koronarinė kraujotaka ir DS miokardo mityba. Plečiantis DS ertmei, blogėja kairiojo skilvelio prisipildymas krauju ir mažėja sisteminė arterinė kraujotaka, kas dar labiau sutrikdo koronarinę kraujotaką ir miokardo aprūpinimą arteriniu krauju. Taip susidaro ydingas ratas ir, išsekus adaptaciniams dešiniojo skilvelio mechanizmams, įvyksta sisteminės arterinės kraujotakos kolapsas ir mirtis. Europos kardiologų draugijos ūminės PATE gairėse rekomenduojama įvertinti ankstyvos mirties riziką ir suskirstyti pacientus į didelės ir nedidelės (vidutinės ir mažos) mirties rizikos grupes (2 paveiklas) [5].



**2 paveikslas.** Sergančiųjų ūmine plaučių arterijos trombine embolija grupavimo pagal mirties riziką ir gydymą schema.

Europos kardiologų draugijos ūminės PATE gairėse taip pat pateikiami didelės mirties rizikos ir nedidelės mirties rizikos pacientų ištyrimo algoritmai [5]. Didelės mirties rizikos pacientams tikslingas skubus širdies ultragarsinis tyrimas prie ligonio lovos dešiniojo skilvelio perkrovimo požymiams aptikti bei diferencinei kitų ligų (kairiojo skilvelio nepakankamumas dėl kardiomiopatijos, plataus kairiojo skilvelio miokardo infarkto, ženklūs vožtuvų patologijos, perikardo tamponados ar aortos atsisluoksniavimo) diagnostikai. Jei nėra galimybės atlikti echokardiografijos, rekomenduojamas kitas greitai atliekamas, patikimas ūminės PATE diagnostikos ir kitų susirgimų diferencinės diagnostikos metodas – plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija [5, 43] (3 paveikslas).

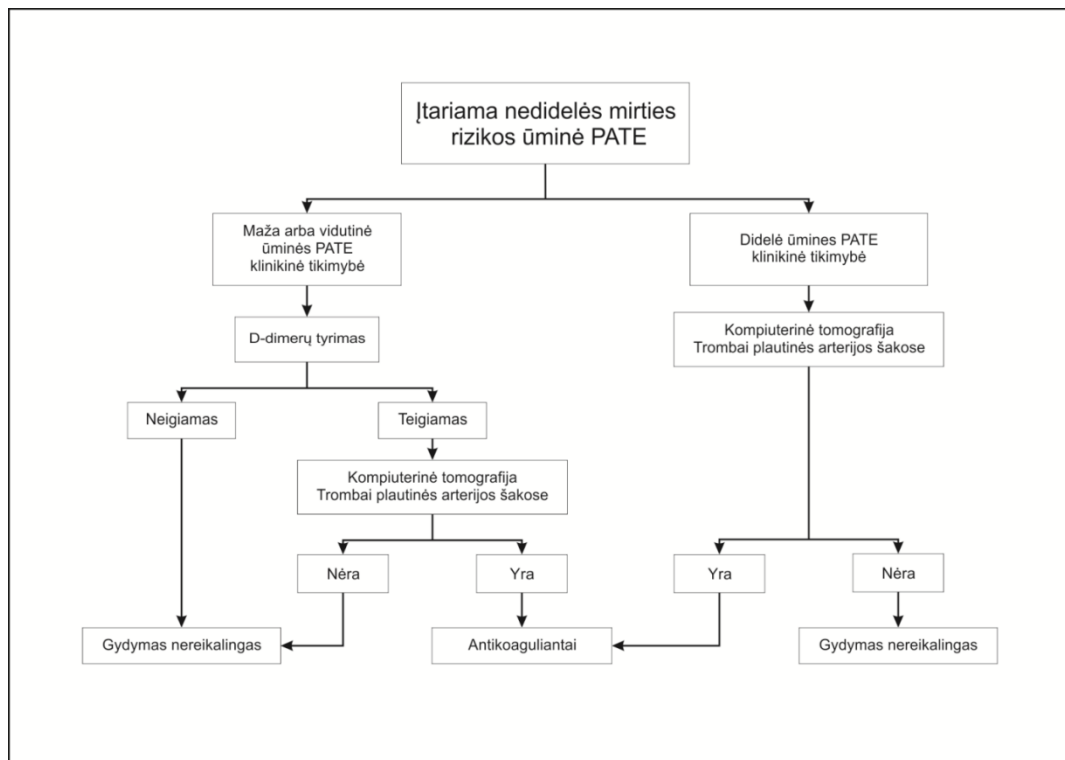


**3 paveikslas.** Didelės mirties rizikos pacientų ištyrimo algoritmas.

Jeigu paciento sisteminė kraujotaka nesutrikusi, sistolinis arterinis kraujospūdis yra didesnis nei 90 mm Hg, tai mirties rizika yra nedidelė (mažesnė nei 15 %). Tačiau dėl kliniškai nepasireiškiančio dešiniojo skilvelio pažeidimo, paciento mirties rizika gali būti didesnė (3–15 %) nei pacientų, kuriems dešiniojo skilvelio pažeidimo nėra (mažesnė nei 1 %).

Europos kardiologų draugijos ūminės PATE gairėse stabiliems pacientams rekomenduojama įvertinti klinikinę PATE tikimybę. Rekomenduojamos ūminės PATE klinikinės tikimybės įvertinimo skalės (modifikuotoji Ženevos ir Velso), kurios padeda parinkti tolimesnius diagnostikos metodus bei gydymą (4 paveikslas).

Metaanalizės duomenimis pacientų, kurių klinikinė ūminės PATE tikimybė pagal Velsą yra nedidelė, o D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas yra neigiamas, gydymas antikoaguliantais yra netikslingas [6]. Tačiau esant didelei PATE tikimybei, D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas nerekomenduojamas, nes būna neigiamas tik dešimtadaliui didelės tikimybės pacientų [43].



**4 paveikslas.** Nedidelės mirties rizikos pacientų ištyrimo algoritmas.

Didelės tikimybės pacientų grupei tikslingas plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos tyrimas plaučių arterijos šakų įvertinimui, tačiau nepateikiamos rekomendacijos, kaip nustatyti sutrikusią dešiniojo skilvelio funkciją. Nustatyta, kad apie 40 % pacientų, kurių arterinis kraujospūdis yra nesumažėjęs, būna sutrikusi dešiniojo skilvelio funkcija [28]. Tokių pacientų šoko rizika yra 10 %, hospitalinio mirštamumo rizika – 5 % [28]. Ankstyva tiksli diagnostika ir didesnės mirties rizikos pacientų identifikavimas leistų anksčiau pradėti tinkamą gydymą ir sumažinti dešiniojo skilvelio perkrovimą.

Dešiniojo skilvelio disfunkcijos nustatymui pirmo pasirinkimo metodas yra echokardiografija, kurią galima atlikti prie paciento lovos ir jei reikalinga saugiai kartoti [41]. Dėl nestandartizuotos tyrimo metodikos, sudėtingos diferencinės diagnostikos, esant lėtinei plautinei širdžiai (lot. *cor pulmonale*), echokardiografija gali neatskleisti ūminių DS pakitimų [43]. Be to, echokardiografijos metu neįvertinamos plaučių arterijos šakos ir nepatikslinkama trombinės embolijos apimtis. Studijų, nagrinėjusių kompiuterinės tomografijos vaizduose apskaičiuotą dešiniojo ir kairiojo

skilvelių skersmenų santykio prognozinę vertę, duomenimis šis rodiklis padėjo patikimai diferencijuoti didelės ir mažos mirties rizikos pacientus [27, 28]. Tačiau kitų autorių studijose pastebėta, kad minėtas rodiklis nepadėjo prognozuoti letalių išeičių, o rodiklio kartotinių matavimų sutapimas buvo vidutinis [30]. Autoriai taip pat pateikė prielaidą, kad rodiklio rezultatų nesutapimus galėjo lemti nestandartizuota dešiniojo ir kairiojo skilvelių diametrų matavimo metodika [30]. Todėl abejojama, ar galima būtų remtis tik DS ir KS skersmenų santykio rodikliu kompiuterinės tomografijos vaizduose, paskiriant invazinį gydymą vidutinės mirties rizikos ūminės PATE pacientams [43]. Taip pat nurodoma, kad dešiniojo ir kairiojo skilvelių plotų santykis tiksliau atspindėjo dešiniojo skilvelio būklę nei dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykis [44]. Manoma, kad dešiniojo skilvelio tūriai ir išstūmimo frakcija, dešiniojo ir kairiojo skilvelių tūrių santykiai tiksliau nei vieno ar dviejų matmenų rodikliai nusako dešiniojo skilvelio būklę [19, 36]. Didelės apimties atsitiktinių imčių studijų, analizuojančių neinvazinių vaizdinimo metodų tikslumą apskaičiuojant dešiniojo ir kairiojo skilvelių tūrius, jų santykius sergantiesiems ūmine PATE, nėra.

## **2. *Dešiniojo skilvelio funkcijos įvertinimo sinchronizuota su EKG kompiuterine tomografija galimybė, palyginimas su kitais trimačiais tomografiniais metodais***

Dešinysis skilvelis yra asimetriška, netaisyklingos geometrinės formos, ženkliai trabekuliarizuota širdies kamera, esanti krūtinės ląstos priekinėje vidurinėje dalyje už krūtinkaulio. Šie anatomiciniai ypatumai lėmė, kad dešiniojo skilvelio formos, tūrio, masės ir funkcijos nustatymas neinvaziniais vaizdinimo metodais ilgą laiką buvo ir vis dėlto išlieka sudėtingas nepaisant tobulėjančių technologijų ir gausių mokslinių tyrimų [45, 46, 46]. Dešiniojo skilvelio dilatacija dažniausiai būna pirmasis perkrovimo slėgiu ar tūriu požymis, rodantis dešiniojo skilvelio funkcijos sutrikimą. Todėl tikslus dešiniojo skilvelio tūrio matavimas yra svarbus diagnostikai ir gydymo parinkimui [45, 47]. Išsamios dešiniojo skilvelio analizės taikant anatomicinius



vaizdinimo metodus sudedamosios dalys yra dešiniojo skilvelio forma, tūris, masė, dešiniojo skilvelio audinio apibūdinimas ir papildomų darinių įvertinimas [47]. Vertinant tūrį svarbu atsižvelgti į sudėtingą dešiniojo skilvelio geometrinę formą ir endokardo paviršiaus netolygumą. Į tūrio skaičiavimą turėtų būti įtraukta dešiniojo skilvelio piltuvinė dalis (infundibulum), sudaranti 25 – 30 % dešiniojo skilvelio tūrio, ir pašalintos trabekulės [48-50].

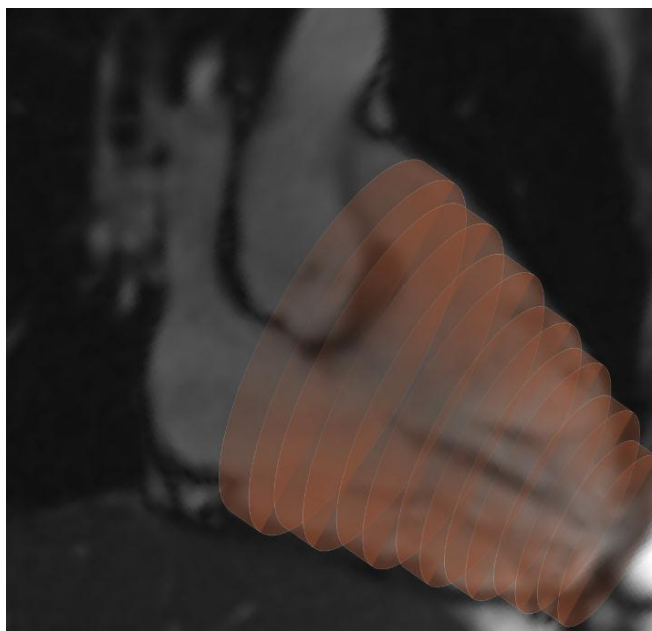
## **1. Magnetinio rezonanso tomografija**

Magnetinio rezonanso tomografija yra auksinis standartas apibūdinant širdies anatomiją, funkciją ir masę [49, 51, 52]. Šiuo metu tiksliausias dešiniojo skilvelio funkcijos įvertinimo metodas yra magnetinio rezonanso tomografija [48, 53-55]. Jo privalumai yra didelė laiko skiriamoji geba, kuri taikant įprastines kino (angl. *cine*) sekas siekia 30 ms [56]. Magnetinio rezonanso tomografija pasižymi didele erdvine skiriamąja geba (plokštumos vaizdo elemento – pikselio dydis yra nuo 2 mm iki 1,5 mm) ir geru vaizdų kontrastingumu aptinkant dešiniojo skilvelio endokardo ir ertmės ribą [57-61]. Be to, magnetinio rezonanso tomografija neskleidžia jonizuojančiosios spinduliuotės, todėl saugus atliekant kartotinius tyrimus dešiniojo skilvelio funkcijos rodiklių pokyčiams nustatyti.

Dabartinėje klinikinėje praktikoje DS ertmės tūris apskaičiuojamas taikant diskų sumavimo metodą vieno šūvio laisvosios precesijos (angl. *SSFP - single shot free precession*) kino magnetinio rezonanso sekos vaizduose. Skenavimas atliekamas sulaikius kvėpavimą, vaizdinės informacijos surinkimą sinchronizuojant su elektrokardiograma. Galima taikyti kvėpavimo sulaikymą iškvėpimo arba įkvėpimo metu. Nors pacientai geriau toleruoja kvėpavimo sulaikymą įkvėpimo metu, krūtinės ląstos organų padėties sutapimas vaizdų serijose yra geresnis taikant kvėpavimo sulaikymą iškvėpimo metu [62].

Ertmės tūrio matavimui paprastai taikomas pusiau automatinis diskų sumavimo algoritmas, paremtas Simpsono taisykle. Skenavimas atliekamas širdies trumposios ašies plokštumoje nuo širdies bazės iki viršūnės. Tyrimo

metu gaunama 8-12 širdies trumposios ašies pjūvių, lygiagrečių atrioventrikulinių vožtuvų plokštumai [49]. Paprastai pasirenkamas 8 mm pjūvio storis ir 2 mm tarpas tarp pjūvių. Pirmojo širdies trumposios ašies pjūvio lokalizacija parenkama diastolės pabaigos vaizde širdies bazės lygyje, kad būtų apimtos dešiniojo ir kairiojo skilvelių bazinės dalys. širdies trumposios ašies pjūvių serijos kiekviename dvimačiame vaizde rankiniu būdu apibrėžiamas endokardo kontūras. Apibrėžus kontūrą 8 mm storio pjūvyje ir esant 2 mm storio tarpui tarp pjūvių, gaunamas 10 mm storio širdies ertmės tūrio diskas [63]. Visi širdies trumposios ašies pjūvių diskai sudaro DS ertmės tūrinę informaciją (5 paveikslas).



**5 paveikslas.** Magentinio rezonanso tomografijos širdies vertikalios ilgosios ašies vaizdas, rodantis dešiniojo skilvelio įtekėjimo ir ištekėjimo dalis (permatomi rausvi diskai – širdies trumposios ašies pjūviai).

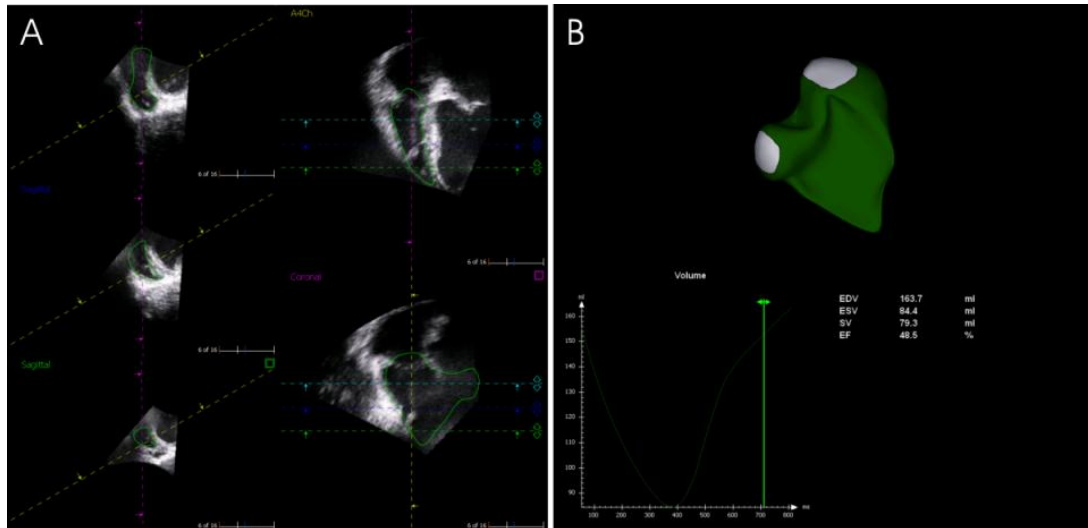
Tyrėjas pasirenka diastolinius ir sistolinius širdies ciklo vaizdus, kuriuose rankiniu būdu apibrėžia DS ertmės kontūrus [49], o programinė įranga apskaičiuoja galinį diastolinį tūrį (GDT) ir galinį sistolinį tūrį (GST). GDT ir GST panaudojami apskaičiuojant smūginį tūrį ir išstūmimo frakciją. Kiti autoriai, taikydami automatines ertmės atpažinimo programas (volumetrinis segmentavimo algoritmas), išgauna DS ertmės tūrio informaciją visose širdies ciklo fazėse [64]. Automatinė ertmės atpažinimo programa remiasi DS ertmės ir DS sienelės signalo intensyvumo skirtumais. Tyrėjas

kontroliuodamas akimi pasirenka ertmės ir endokardo ribos slenkstinį kontrastingumą ir programa automatiškai atkuria ertmės tūrį. Tačiau automatinis ertmės atpažinimas, kaip ir pusiau automatinė metodika, nėra visiškai tikslus, todėl tyrėjas privalo peržiūrėti ir rankiniu būdu pataisyti netiksliai apibrėžtus kontūrus. Širdies trumposios ašies plokštumoje sudėtinga atskirti dešiniojo skilvelio ir dešiniojo prieširdžio ertmių ribą, todėl pasitelkiamos papildomos ploštumos. Atrioventrikulinio žiedo padėčiai širdies ciklo metu nustatyti naudojami papildomi vertikalios ilgosios ašies ir horizontalios ilgosios ašies plokštumų kino vaizdai [63, 64]. Daugumos tyrėjų studijose skaičiuojant DS ertmės tūrį trabekulės neįtraukiamos į tūrio skaičiavimą, o pridedamos skaičiuojant dešiniojo skilvelio miokardo masę [49, 57, 63-65]. Pastebėta, kad taikant paprastus ašinius pjūvius, kartotinių DS tūrio matavimų sutapimas yra geresnis nei taikant širdies trumposios ašies pjūvius [66, 67]. Klinikinėje praktikoje skenavimas atliekamas širdies trumposios ašies plokštumoje, nes apskaičiuojami ne tik DS, bet ir KS tūriai [65].

## **2. Realus laiko trimatė echokardiografija**

Paprasčiausias ir dažniausiai naudojamas DS tūrio matavimo metodas yra dvimatė echokardiografija. Tai nesudėtingas tyrimas, kurį galima atlikti prie paciento lovos [68]. Tačiau DS tūrio skaičiavimas, paremtas dvimatės ploštumos matmenimis, angiografinėmis ploto – ilgio formulėmis ar Simpsono taisykle yra netikslus dėl nesimetriškos, netaisyklingos DS anatomijos [69, 70]. Realus laiko trimatė echokardiografija pasižymi didele laiko skiriamąja geba (iki 19 kadrų per vieną širdies ciklą), o naujausių ultragarsinių sistemų vokselių dažnis siekia nuo 20 iki 60 Hz [58, 71]. Kaip ir magnetinio rezonanso tomografija, realus laiko trimatės echokardiografijos privalumas yra nejonizuojanti spinduliuotė, leidžianti saugiai atlikti kartotinius tyrimus ir matavimus. Tyrimas atliekamas vaizdų išgavimą sinchronizuojant su elektrokardiograma iškvėpus ir sulaikius kvėpavimą [72]. Realus laiko trimatės echokardiografijos matricos daviklį sudaro statmenai besikertačių elementų, kurie formuoja ultragarso spindulį, masyvas. Kiekvienas masyvo

elementas išgauna trimatės informacijos vieneta – vokselį [71]. Taikoma modifikuota apikalinė ultragarsinio daviklio padėtis. Trimatės vaizdinės informacijos surinkimo trukmė priklauso nuo erdvinės skiriamosios gebos parametrų, skenuojamo tūrio [72]. Dešiniojo skilvelio tūrio matavimai atliekami po tyrimo, pasitelkus vaizdų apdorojimo programas (6 paveikslas).



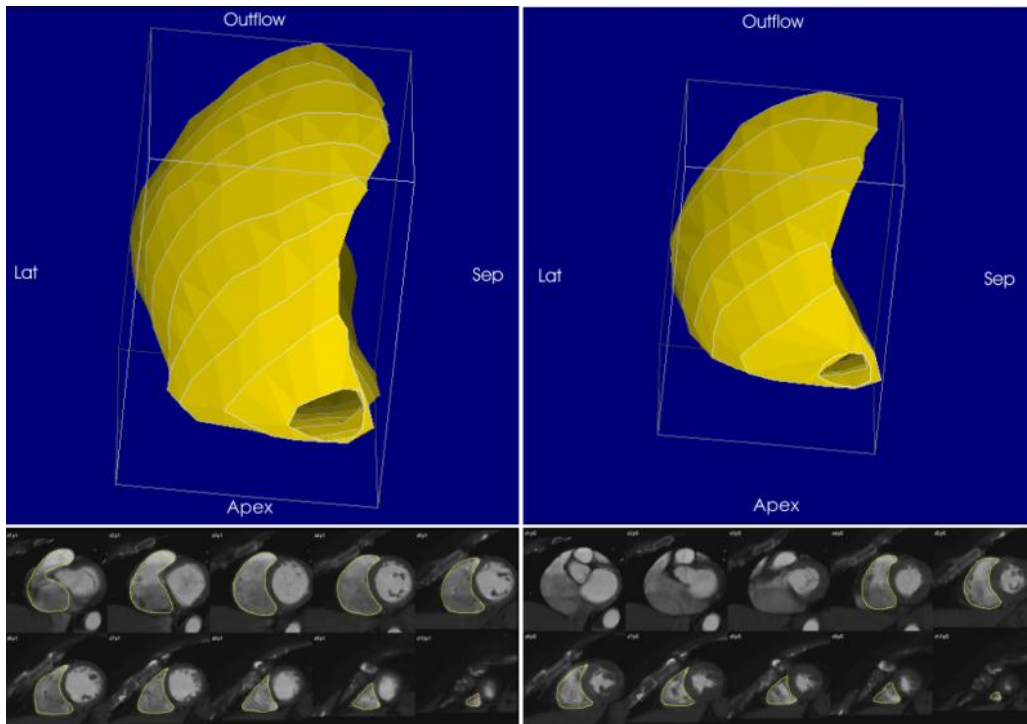
**6 paveikslas.** A kairysis stulpelis – apdoroti realaus laiko trimatės echokardiografijos vaizdai, rodantys dešiniojo skilvelio bazinį, vidurinį ir viršūninį širdies trumposios ašies pjūvius, A dešinysis stulpelis – keturių kamerų ir šoninės plokštumos vaizdai su rankiniu būdu apibrėžtu dešiniojo skilvelio ertmės kontūru, B – trimatė dešiniojo skilvelio ertmės rekonstrukcija ir laiko – tūrio kreivė.

Taikomi širdies trumposios ašies diskų sumavimo, ilgosios ašies viršūninės rotacijos, automatinio kontūrų aptikimo ir aptiktų kontūrų rankinio koregavimo algoritmai [72]. Diskų sumavimo algoritmas remiasi rankiniu ertmės kontūrų apibrėžimu širdies trumposios ašies vaizduose. Viršūninės rotacijos algoritmui parenkamos aštuonios ilgosios ašies plokštumos  $22,5^\circ$  kampo intervalu, kuriose rankiniu būdu apvedamas endokardo kontūras. Rankiniu būdu endokardo kontūrai apvedami širdies trumposios ašies, keturių kamerų ir koronarinėje plokšumose taikant automatinį kontūrų aptikimo algoritmą. Pastaruoju būdu gauti kontūrai pataisomi ir vadinami rankinio koregavimo metodika [72]. Diastolės vaizduose DS ertmė yra didžiausia, o sistolės – mažiausia. Autoriai pažymi gerą to paties tyrėjo DS tūrio kartotinių matavimų ir skirtingų tyrėjų atliktų matavimų taikant realaus laiko trimatę echokardiografiją sutapimą [73].

### 3. Širdies kompiuterinė tomografija

Mokslinių darbų, kuriuose DS funkcija analizuojama taikant širdies kompiuterinę tomografiją yra nedaug. Klinikinėje praktikoje DS paprastai analizuojamas dvimatės echokardiografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos metodais. Tačiau kai širdies ultragarsinio ar magnetinio rezonanso tyrimų atlikti negalima (blogas akustinis langas, pacientas su implantuotu širdies stimulatoriumi) vienintele neinvazine alternatyva lieka širdies kompiuterinė tomografija. Širdies kompiuterinės tomografijos metodo sėkmę kardiologijoje lėmė galimybė netaikant invazinių manipulacijų tiksliai įvertinti vainikines arterijas. Moksliniai tyrimai parodė, kad širdies kompiuterinė tomografija pasižymi didele neigiama prognozinė verte paneigiant ženklios koronarinės širdies ligos buvimą vidutinės ir mažos rizikos pacientams [74]. Širdies kompiuterinės tomografijos metu, taikant retrospektyvinės sinchronizacijos su elektrokardiograma technologiją, gaunama anatomicinė vainikinių arterijų ir aplinkinių struktūrų vaizdinė informacija viso širdies ciklo metu. Pažymėjus širdies ertmių kontūrus visuose širdies ciklo vaizduose, galima apskaičiuoti širdies ertmių tūrius bei jų kitimą ir tokiu būdu įvertinti širdies funkciją.

Širdies kompiuterinės tomografijos privalumas yra trumpa tyrimo trukmė, neviršijanti 15 sekundžių skenuojant 64 pjūvių kompiuteriniu tomografu. Širdies kompiuterinė tomografija pasižymi didele erdvine skiriamąja geba ir geru vaizdų kontrastingumu vizualizuojant DS endokardo ir ertmės ribą. Tūrinės informacijos elemento vokselio matmenys yra nuo 0,5 iki 0,625 mm z ašyje ir apie 0,5 mm x ir y ašyse [75, 76]. Tokia izotropinė skiriamoji geba leidžia nuskenuotą tūrį rekonstruoti bet kurioje plokštumoje. Atlikus tyrimą, vaizdų apdorojimo darbo stotyje pasirenkamos plokštumos (širdies trumposios ašies arba paprasti ašiniai pjūviai), kuriose bus analizuojama širdies funkcija. Panašiai kaip ir magnetinio rezonanso tomografijos vaizduose, širdies kompiuterinės tomografijos širdies trumposios ašies pjūviuose rankiniu būdu apibrėžiamas DS ertmės kontūras, gaunama eilė diskų, kuriuos sudėjus apskaičiuojami DS ertmės tūriai (7 paveikslas).



**7 paveikslas.** Viršutinės paveikslėlio dalys rodo trimates dešiniojo skilvelio ertmės rekonstrukcijas diastolėje (dešinysis stulpelis) ir sistolėje (kairysis stulpelis), apatinės paveikslėlio dalys rodo dešiniojo skilvelio ertmės širdies trumposios ašies pjūvius su rankiniu būdu apibrėžtais kontūrais.

Rečiau taikomos pilnai automatizuotos DS ertmės segmentavimo programos, paremtos vaizdo elementų – pikselių tankio reikšmių skirtumais [77, 78].

#### **4. Sinchronizuota su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinė tomografija**

Dešiniojo skilvelio funkciją galima įvertinti pirmojo pratekėjimo radionuklidine ventrikulografija arba sinchronizuota su EKG plokštumine radionuklidine ventrikulografija bei sinchronizuota su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinė tomografija [79, 80]. Pirmojo pratekėjimo radionuklidinei ventrikulografijai gali būti naudojami įvairūs radiofarmaciniai preparatai, kurių nesulaiko plaučių kapiliarai. Radiofarmacinius preparatus, kurie telkiasi plaučiuose, galima naudoti dešiniojo skilvelio pirmojo pratekėjimo radionuklidinei ventrikulografijai [80]. Pirmojo pratekėjimo ventrikulografijos privalumas yra didelis organo taikinio aktyvumas lyginant su foniniu aktyvumu, tačiau vaizdai išgaunami tik vienoje projekcijoje. Sinchronizuota su EKG plokštuminė ar kompiuterinės tomografijos

radionuklidinė ventrikulografija atliekama į veną sušvirkštus radiotechneciu žymėtus eritrocitus [80].

Dešiniojo skilvelio tūriai ir išvaymo frakcija apskaičiuojami taikant specialią automatizuotą programinę įrangą. Skirtingai nuo širdies ultragarsinio tyrimo, radionuklidinės ventrikulografijos tikslumas dėl netaisyklingos dešiniojo skilvelio formos nesumažėja, ir metodo tikslumą patvirtina daugelio studijų rezultatai [47] [81] [82].

## **5. Metodų palyginimas vertinant dešiniojo skilvelio ertmės tūrį**

Magnetinio rezonanso tomografija pasižymi nepralenkiamu tikslumu neinvaziškai vertinant širdies ertmių tūrį ir jau apie dešimt metų yra DS tūrių ir išstūmimo frakcijos matavimo auksinis standartis [83, 84]. Todėl, analizuojant naujus neinvazinius vaizdinimo metodus DS funkcijai tirti, jų tikslumas palyginamas su magnetinio rezonanso tomografija.

*Realaus laiko trimatė echokardiografija ir magnetinio rezonanso tomografija*

Palyginamosiose studijose realaus laiko trimatės echokardiografijos ir širdies kompiuterinė tomografijos metodais apskaičiuoti DS tūriai yra mažesni nei magnetinio rezonanso tomografija, o išstūmimo frakcijos skirtumai neženkliūs. Literatūros duomenimis realaus laiko trimatės echokardiografijos ir magnetinio rezonanso tomografija dešiniojo skilvelio galinio diastolinio tūrio verčių nesutapimas siekė 34 ml/m<sup>2</sup>, o galinio sistolinio tūrio – 22 ml/m<sup>2</sup> (1 lentelė).

**1 lentelė.** Studijos, lyginančios realaus laiko trimatės echokardiografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos metodus dešiniojo skilvelio funkcijai tirti.

	RLTE	MRT	IF		GDT		GST	
			r	SV ± SR	r	SV ± SR	r	SV ± SR
Niemann, 2007	RLTE, DISK	ŠTA DISK	0,68	-1,56 ± 13,14	0,93	-0,44 ± 24,91	0,92	1,01 ± 7,60
	RLTE, AKA	Modifikuotas	0,97	0,16 ± 6,59	0,99	0,91 ± 4,11	0,98	0,71 ± 4,46
Soriano, 2008	RLTE, AKA	ŠTA DISK	0,65	-0,06 ± 0,06	0,96	-3,8 ± 3,05	0,94	0,5 ± 1,7
Lu, 2008	RLTE, DISK	ŠTA DISK	0,89	-0,3 ± 7,1	0,98	-7,0 ± 9,0	0,96	-3,2 ± 7,1
Khoo, 2009	RLTE, DISK	ŠTA DISK	0,76	-0,5 ± 6,9	0,91	-19,3 ± 14	0,9	-16,6 ± 22
	RLTE, AR	ŠTA DISK	0,79	-0,7 ± 6,4	0,92	-19,1 ± 13	0,91	-15,9 ± 19
	RLTE, AKA	ŠTA DISK	0,83	-2,6 ± 6,0	0,89	-21,6 ± 13	0,88	-15,2 ± 22
	RLTE, AKARK	ŠTA DISK	0,78	1,4 ± 6,9	0,91	-22,1 ± 12	0,89	-22,4 ± 19
Leibundgut, 2010	RLTE, AKA	ŠTA DISK	0,72	-0,4 ± 7,5	0,84	-10,2 ± 21,2	0,83	-4,5 ± 14,5
Van der Zwaan, 2010	RLTE, AKA	ŠTA DISK	0,74	-4 ± 13,5	0,93	-34 ± 65,5	0,91	-11 ± 54,5
Grewal, 2010	RLTE, AKA	AŠ DISK	0,89		0,88	min. -9 %	0,89	min. -9 %
						maks. -36 %		maks. -34 %
						vid. -5 %		vid. -3 %
						maks. -15 %	maks. -15 %	
2 grupė DSGDT > 250 ml/m2						vid. -12 %	vid. -12 %	
						maks. -36 %	maks. -33 %	

Santrumpos: AKA – automatinio kontūrų aptikimo algoritmas, AKARK – automatinio kontūrų aptikimo algoritmas su rankiniu kontūrų koregavimu, AR – apikalinės rotacijos vaizdų apdorojimo algoritmas, AŠ – ašiniai pjūviai, DISK – vaizdų apdorojimo algoritmas taikant diskų sumavimą, DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, GST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris, SV – skirtumų vidurkis, SR – sutapimo ribos, ŠTA – širdies trumposios ašies; min., maks., vid. – tūrio reikšmių skirtumų procentinė išraiška.

Tūrio matavimų skirtumų priežastys yra keleriopos. (1) netikslus endokardo kontūro segmentavimas dėl nepakankamos erdvinės skiriamosios gebos ir nepakankamo endokardo vaizdumo, kuris ypatingai pablogėja ženkliai išsiplėtus dešiniajam skilveliui [67, 85]. Įgimtų širdies ydų ženkliai dilatuotos ir remodeliuotos DS ertmės vertinimas ultragarsu yra sudėtingesnis, nes padidėja atstumas tarp ultragarso daviklio ir dešiniojo skilvelio sienelės bei endokardo, padidėja skenuojamo tūrio apimtis [67]. Grewal ir bendraautorių studijoje suskirsčius pacientus į grupes pagal dešiniojo skilvelio galinį diastolinį tūrį (DSGDT), DSGDT < 250 ml/m<sup>2</sup> pacientų grupės tūrių reikšmių sutapimas buvo geresnis nei DSGDT > 250 ml/m<sup>2</sup> grupės (1 lentelė). Jei DS sienelės ribos neaiškios, tyrėjas, nematydamas tikslios endokardo ir ertmės



ribos, endokardo kontūrą ekstrapoluoja. Neįvertinus ženkliai pakitusios DS anatomijos, endokardo ribų, ekstrapoliacija gali būti klaidinga [85]. (2) susiduriama su išreikšta DS ertmės trabekuliarizacija. Daugumoje studijų trabekulės neįtraukiamos į DS ertmės tūrį, todėl turi būti kruopščiai apibrėžiamos vedant DS ertmės kontūrą. Netikslūs ertmės kontūrai gali sąlygoti klaidingas DS ertmės tūrių vertes. Van der Zwaan ir bendraautorių duomenimis, DS trabekulių tūris sudaro apie 20 ml/m<sup>2</sup> [65]. Neįtraukiant trabekulių į DS tūrio skaičiavimą, sumažėja tūrio reikšmių skirtumai tarp magnetinio rezonanso tomografijos ir realaus laiko echokardiografijos, kas taip pat buvo pastebėta tiriant ir KS tūrį [65, 85, 86]. Trabekulių segmentavimo įtaka ertmės tūrio skaičiavimui padidėja esant DS miokardo hipertrofijai ir ženkliai padidėjus trabekulių tūriui [85]. (3) disko ties triburiu vožtuvu įtraukimo į dešiniojo skilvelio ertmės tūrio matavimus problema kyla dėl triburio vožtuvo judesio širdies ciklo metu. Apskaičiuojant DS tūrį širdies trumposios ašies pjūviuose, Soriano ir bendraautoriai pastebėjo, kad DS tūrio skirtumai, kai įtraukiamas arba neįtraukamas bazinis diskas, gali siekti 15 % [58]. (4) pastebėta, kad taikant voliometrinius DS tūrio skaičiavimo metodus, tūrio matavimų skirtumai ženkliai sumažėja, skirtingai nuo rezultatų gautų taikant diskų sumavimo metodą [85, 87]. Tai atspindi Nieman ir bendraautorių studija (1 lentelė), kurios metu DS tūris apskaičiuotas taikant vienodus realaus laiko trimatės echokardiografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos vaizdų segmentavimo algoritmus [88]. Pažymima, kad DS tūrio skaičiavimas magnetinio rezonanso tomografijos SSFP kino sekos širdies trumposios ašies plokštumoje ar paprastuose ašiniuose pjūviuose nėra tikra trimatė metodika, nes širdies trumposios ašies ar ašinių pjūvių dvimačiai vaizdai sudaro vadinamuosius diskus, iš kurių sukonstruojamas DS skilvelio tūris [65].

#### *Širdies kompiuterinė tomografija ir magnetinio rezonanso tomografija*

Autoriai pažymi stiprų DS tūrio verčių, apskaičiuotų taikant širdies kompiuterinę tomografiją ir magnetinio rezonanso tomografiją, ryšį, išreikštą Pearson'o koreliacijos koeficientu, o taip pat gerą rezultatų sutapimą taikant Bland – Altman analizę (2 lentelė). Daugumos studijų rezultatai rodo, kad

dešiniojo skilvelio sistolinio tūrio matavimai širdies kompiuterinės tomografijos vaizduose buvo didesni nei magnetinio rezonanso tomografijos. Ši tendencija grindžiama mažesne širdies kompiuterinės tomografijos laiko skiriamąja geba (105-210 ms) lyginant su magnetinio rezonanso tomografija (35 ms) [77]. Palyginamosiose studijose taikant tobulesnės technologijos 64 pjūvių tomografus, kurių temporalinė skiriamoji geba siekia 50–200 ms, stebimas geresnis širdies kompiuterinės tomografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos dešiniojo skilvelio tūrio matavimų sutapimas [89, 90]. Tačiau taip pat pabrėžiama, kad tūrio matavimo skirtumus gali lemti ir netaisyklinga DS forma, sudėtingas viršūninių ir bazinių trumposios ašies pjūvių parinkimas bei tikslios triburio ir plaučių arterijos vožtuvų padėties nustatymas [89, 91].

**2 lentelė.** Studijos, lyginančios širdies kompiuterinės tomografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos metodus dešiniojo skilvelio funkcijai tirti.

	ŠKT	MRT	Trabekulių įtraukimas į ertmės tūrio skaičivimą	IF		GDT		GST	
				r	SV ± SR	r	SV ± SR	r	SV ± SR
Raman, 2005	16 pj., ŠTA DISK	ŠTA DISK	įtrauktos	0,97	-2,1 ± 9,6	0,93	-10,6 ± 48,5	0,97	-6,1 ± 33,8
Lembeke, 2005	8 ir 16 pj., ŠTA DISK	AŠ DISK	neįtrauktos	0,96	-1,4 ± 8,2	0,93	0,8 ± 31,4	0,95	2,5 ± 20
Koch, 2005	16 pj., ŠTA DISK	ŠTA DISK	įtrauktos	0,74	-1,1 ± 11,6	0,98	3,5 ± 11,4	0,96	4,1 ± 10,2
	16 pj., voliometrija	ŠTA DISK	įtrauktos	0,31	2,5 ± 10,8	0,93	-12 ± 20,1	0,92	-9 ± 14,3
Raman, 2006	16 pj., ŠTA DISK	ŠTA DISK	įtrauktos	0,86	-1,1 ± 8,4	0,97	4,2 ± 14,6	0,94	2,8 ± 11,0
Müller, 2009	16 pj., voliometrija	ŠTA DISK	neįtrauktos	0,67	-0,1 ± 15,7	0,83	4,0 ± 31,0	0,86	2,4 ± 18,0
Plumhans, 2008	64 pj., ŠTA DISK	ŠTA DISK	įtrauktos	0,97	-0,4 ± 3,6	0,99	0,5 ± 5,5	0,91	0,6 ± 3,7
Guo, 2010	64 pj., ŠTA DISK	ŠTA DISK	įtrauktos	0,88	0,9 ± 4,4	0,95	0,4 ± 8,2	0,95	-0,6 ± 4,8

Santrumpos: DISK – vaizdų apdorojimo algoritmas taikant diskų sumavimą; SV – skirtumų vidurkis; SR – sutapimo ribos; ŠTA – širdies trumposios ašies.

Širdies kompiuterinės tomografijos privalumas lyginant su magnetinio rezonanso tomografija yra tikra trimatė nuskenuoto tūrio informacija. Submilimetriniai pjūviai leidžia išgauti izotropinės skiriamosios gebos vaizdus. Atlikus skenavimą, galima pasirinkti bet kurią reikalingą plokštumą, kurioje rekonstravus daugiafazinius širdies ciklo vaizdus bus analizuojama širdies

funkcija (pavyzdžiui, širdies trumposios ašies, ilgosios vertikalios ir horizontalios, taip pat keturių ar trijų širdies kamerų ir kitas plokštumas) [78, 92, 93] . Skirtingai nuo magnetinio rezonanso tomografijos, širdies kompiuterinę tomografiją galima saugiai atlikti pacientams su implantuotais elektrokardiosimulatoriais ar turintiems kitų lokalizacijų metalinius implantus ar svetimkūnius.

*Sinchronizuota su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinė tomografija ir magnetinio rezonanso tomografija*

Sergančiųjų Falo tetrada ir idiopatine plaučių arterijos hipertenzija studijoje sinchronizuotos su EKG plokštuminės radionuklidinės ventrikulografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos matavimų skirtumai vis dėlto buvo statistiškai reikšmingi ( $35 \% \pm 11 \%$  ir  $41\% \pm 10\%$ ,  $p < 0,04$ ) [81]. Tačiau sinchronizuotos su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinės tomografijos ir magnetinio rezonanso tomografijos dešiniojo skilvelio tūrių ir išstūmimo frakcijos matavimų skirtumai buvo neženklūs ( $42 \% \pm 11 \%$  ir  $41\% \pm 10\%$ ,  $135 \pm 67$  ml ir  $139 \pm 91$  ml,  $87 \pm 54$  ml ir  $85 \pm 61$  ml) [81]. Sinchronizuotos su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinės tomografijos vaizdinės informacijos pagrindas yra gama spinduliai, kurių registravimas gama kamera nepriklauso nuo dešiniojo skilvelio formos ir ertmės trabekuliarizacijos [81].

## **6. Trimačių tomografinių tyrimų trūkumai ir kontraindikacijos**

Nors magnetinio rezonanso tomografijos privalumas yra nejonizuojančioji spinduliuotė, lyginant su rentgenologiniais tyrimais, šis metodas gali būti labai pavojingas. magnetinio rezonanso tomografijos tyrimas kontraindikuotinas, jei pacientui yra implantuotas širdies stimulatorius, defibriliatorius ar neurostimulatorius [94]. Negalima magnetinio rezonanso tomografijos taikyti pacientams su intrakranijinėmis metalinėmis kabutėmis, metaliniais intraokuliniais svetimkūniais, metalo fragmentais greta gyvybiškai svarbių organų, ausų implantais, Swan-Ganz kateteriais, pacientams sergantiems klaustrofobija [95, 96]. Sunkios būklės pacientams daugkartiniai

kvėpavimo sulaikymo periodai magnetinio rezonanso tomografijos tyrimo metu gali pabloginti savijautą, o stebėjimo galimybės uždarame magnetinio rezonanso tomografijos aparate yra ribotos. Jiems sudėtinga nejudėti tyrimo metu, kas mažina vaizdų kokybę ir didina tyrimo trukmę. Be to neritmiška, tachikardiška širdies veikla mažina magnetinio rezonanso tomografijos vaizdų kokybę ir tūrio matavimų tikslumą [97].

Realaus laiko trimatė echokardiografija – netinkamas metodas pacientams su blogu akustiniu langu, taip pat esant aritmiškai širdies veiklai. Tyrimas saugus pacientams, turintiems metalinių implantų, svetimkūnių.

Širdies kompiuterinė tomografija yra nepatraukli dėl jonizuojančiosios apšvitos ir vežio rizikos. Tyrimo metu naudojamas intraveninis kontrastinis preparatas gali būti nefrotoksiškas ir gali pabloginti sutrikusią inkstų funkciją. Metodo trūkumas yra nepakankama laiko skiriamoji geba.

Radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinė tomografija taip pat susijusi su jonizuojančiąja apšvita. Pirmo pratekėjimo metodikos trūkumas yra nepakankamas radiofarmacinio preparato aktyvumas, o esant ženkliai išsiplėtusiai dešiniojo skilvelio ertmei, Tc-99m žymėti ir nežymėti eritrocitai susimaišo nepakankamai. Plokštuminės sinchronizuotos su EKG radionuklidinės ventrikulografijos vaizduose sudėtinga nustatyti dešiniojo skilvelio ir dešiniojo prieširdžio ribą [47] [98, 99]. Šis trūkumas mažiau aktualus taikant trimatę sinchronizuotą su EKG radionuklidinės ventrikulografijos kompiuterinę tomografiją [98]. Tačiau pastarojo metodo tikslumas gali būti nepakankamas esant ženkliai padidėjusiai, deformuotai dešiniojo skilvelio ertmei [79, 98].

## **7. Dešiniojo skilvelio voliometrijos trūkumai**

Klinikinė dešiniojo skilvelio vaizdinimo nauda priklauso ne tik nuo metodo validacijos bet ir nuo kartotinių matavimų sutapimo. Taikant dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertes gydymo efektyvumo įvertinimui, būtinas kartotinių tyrimų ir kartotinių matavimų tikslumas. Dviejų tyrėjų nepriklausomi matavimai, to paties tyrėjo kartotiniai matavimai bėgant laikui

turėtų labai neženkliai varijuoti lyginant su DS funkcijos pokyčių dydžiais, kuriuos norime aptikti. Patinama ir bendraautorių studijoje, nagrinėjančioje magnetinio rezonanso tomografijos kartotinių matavimų sutapimą nurodoma, kad vieno dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos matavimo reikšmės ribos, kurioms esant tikėtina tikroji rodiklio vertė, yra  $\pm 6\%$  [55]. Taip pat autoriai pabrėžia, kad kartotinių DS tūrio matavimų klaidoms didžiausią įtaką turi to paties ir skirtingų tyrėjų matavimų skirtumai, o ne paties tyrimo atlikimo metodika. Lorenz ir bendraautoriai nustatė, kad kito tyrėjo ir to paties tyrėjo gauti rezultatai atliekant kartotinius KS ir DS funkcijos rodiklių matavimus magnetinio rezonanso tomografijos metodu varijuoja nuo 5 % iki 6 % [84].

Taikant auksinį standartą magnetinio rezonanso tomografiją bei neseniai ištobulintas metodikas (realaus laiko trimatę echokardiografiją ir širdies kompiuterinę tomografiją) susiduriama su nelengva užduotimi – ženkliai trabekuliarizuotos DS ertmės segmentavimu. Nevienodai apibrėžti endokardo kontūrai gali sąlygoti nemažus matavimų skirtumus, o trabekulių neįtraukimas į DS ertmės tūrio skaičiavimą gali sąlygoti net 20 ml/m<sup>2</sup> tūrio reikšmių skirtumus [65].

DS bazinio pjūvio identifikavimo problema iškyla dėl didelio triburio vožtuvo, kurio forma diastolės ir sistolės metu ženkliai skiriasi [100]. DS tūrio skaičiavimui taikant diskų sumavimo metodą širdies trumposios ašies plokštumoje, bazinis pjūvis gali lemti iki 15 % tūrio reikšmių skirtumus [58]. Studijose, lyginančiose DS tūrių matavimus magnetinio rezonanso tomografijos vaizduose sumuojant širdies trumposios ašies arba paprastus ašinius pjūvius, pažymima, kad kartotinių matavimų sutapimas geresnis taikant paprastus ašinius pjūvius [66, 67, 101]. Ašinius pjūvius lengva planuoti net ir esant sudėtingai įgimtos ydos anatomijai, juose gerai matomos venoatrijinės, atrioventrikulinės jungtys ir atrioventrikuliniai vožtuvai bei ventrikuloarterinės jungtys [101]. Deja, visuotinai patvirtintų DS segmentavimo taisyklių kol kas nėra.

Nors radionuklidinės ventrikulografijos rezultatai nepriklauso nuo netaisyklingos dešiniojo skilvelio formos ir ženklios trabekuliarizacijos, netikslumai atsiranda ženkliai išsiplėtus dešiniojo skilvelio ertmei.

Sutrikusią DS funkciją dažnai lydi vožtuvų disfunkcija. Dėl triburio ir plaučių arterijos vožtuvų nesandarumo iškyla būtinybė įvertinti grįžtančio kraujo tūrį ir apskaičiuoti efektyvų smūginį tūrį ir išstūmimo frakciją. Greičio kodavimo kino magnetinio rezonanso tomografijos (kitaip fazinio kontrastingumo) seka leidžia vizualizuoti ir apskaičiuoti kraujo tėkmės greitį ir tūrį, taip pat skilvelio smūginį tūrį, širdies minutinį tūrį ir regurgitacinę tėkmę per nesandarų vožtuvą bei didelio greičio srovę per sumažėjusią vožtuvo angą [102]. Esant triburio ir/ar plaučių arterijos vožtuvų didelio laipsnio nesandarumui ir išmatavus antegradinę tėkmę plaučių arterijoje, galima apskaičiuoti efektyvų dešiniojo skilvelio smūginį tūrį ir efektyvią DS išstūmimo frakciją [103, 104].

### ***3. Dešiniojo skilvelio voliumetrija širdies kompiuterinės tomografijos vaizduose***

Yra darbų nagrinėjančių galimybę taikant sinchronizuotą su elektrokardiograma širdies kompiuterinę tomografiją įvertinti DS funkciją, palyginti DS funkcinis rodiklius pacientų, kuriems nesinchronizuotos su elektrokardiograma plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos vaizduose buvo nustatyta stambiųjų bei smulkiųjų šakų PATE [19]. Taip pat autoriai vertino sergančiųjų ūmine PATE klinikinius ir kairiojo skilvelio funkcinis rodiklius, galinčius įtakoti DS funkciją [36]. Tačiau pastarųjų studijų metu kiekvienam pacientui buvo atliekami du kompiuterinės tomografijos tyrimai: nesinchronizuota su elektrokardiograma plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija trombinės embolijos apimties įvertinimui bei sinchronizuota su elektrokardiograma širdies kompiuterinė tomografija dešiniojo ir kairiojo skilvelių funkciniam rodikliams nustatyti.

Mūsų žiniomis galimybė vieno tyrimo metu įvertinti ne tik plaučių arteriją, dešiniojo ir kairiojo skilvelių būklę, bet ir vainikinių arterijų spindį bei krūtininės aortos sienelės vientisumą literatūroje nebuvo aptariama.

### III. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

Vilniaus regioninis bioetikos komitetas išdavė leidimą atlikti šią studiją (pritarimo leidimo papildymui Nr. 158200-01-134-056LP9).

Tiriamoji medžiaga rinkta nuo 2010 metų sausio iki 2011 metų gegužės mėnesio VšĮ Vilniaus Universiteto ligoninės Santariškių klinikos Radiologijos ir branduolinės medicinos centro Tomografinių tyrimų ir branduolinės medicinos skyriuje.

Įtraukimo kriterijai:

1. 50 metų ir vyresni asmenys, kuriems kliniškai įtariama ūminė plaučių arterijos trombinė embolija;
2. asmuo sąmoningas, gali vykdyti paliepimus, sulaikyti kvėpavimą;
3. asmuo pasirašė Informuoto asmens sutikimo formą.

Neįtraukimo kriterijai:

1. jaunesni nei 50 metų amžiaus asmenys;
2. nestabili paciento kraujotaka, nesąmoningas, nevykdo paliepimų, negali sulaikyti kvėpavimo;
3. alergija kontrastiniam preparatui;
4. aritmiška širdies veikla;
5. kreatininio koncentracija kraujo serume didesnė negu 130  $\mu\text{mol/l}$ ;
6. asmuo nesutinka dalyvauti tyrime ir nepasirašė Informuoto asmens sutikimo formos.

#### **1. Tiriamieji asmenys**

Studijoje dalyvavo 85 pacientai, kuriems buvo kliniškai įtariama ūminė PATE ir jos paneigimui arba patvirtinimui buvo paskirta širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija.



## **2. Tyrimo metodai**

### **1. Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos skenavimo metodika**

Širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija atlikta 64 sluoksnių kompiuteriniu tomografu GE LightSpeed VCT (General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, JAV).

Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos parametrai: rentgeno spindulių vamzdžio vieno apsisukimo trukmė 0,35 s; pjūvio storis 1,25 mm; rentgeno spindulių vamzdžio įtampa 100-120 kV priklausomai nuo paciento kūno masės indekso (kai KMI < 25 taikyta 100 kV, kai KMI > 25 taikyta 120 kV); rentgeno spindulių vamzdžio srovė 175-245 mA (efektyvi srovė 500-700 mAs); spiralės posvyris parenkamas automatiškai ir priklauso nuo širdies susitraukimų dažnio; skenavimo apimtis nuo širdies viršūnės iki aortos lanko šakų žiočių.

Skenavimo metu buvo taikytas intraveninis kontrastavimas. Nejoninis kontrastinis preparatas (nemažiau kaip 1ml/kg, jodo koncentracija ne mažesnė nei 350 mgI/ml) sušvirkšta per 18 gaudžių arba 20 gaudžių kaniulę, esančią alkūninės duobės poodinėje venoje, 3,5–4 ml/s greičiu naudojant automatinį švirkštą (Ulrich Ohio tandem; Ulrich GmbH & Co, Ulm, Vokietija). Skenavimo pradžios nustatymui taikyta SmartPrep kontrastinio preparato sekimo sistema (General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, JAV) ir neautomatinis skenavimo paleidimas, slenkstinis plaučių arterijos ir kylančiosios aortos kontrastingumas apie 150-200 Haunsfildo (angl. *Hounsfield*) vienetų (HV).

### **2. Tiriamųjų suskirstymas į grupes**

75 studijos dalyvių (88,24 %) širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdai buvo tinkamos kokybės ir šių pacientų duomenys įtraukti į tolimesnę statistinę analizę. Pagal pakitimus ŠPKT vaizduose pacientus sugrupavome į 2 grupes: tiriamosios grupės pacientų ŠPKT vaizduose buvo matomi ūminės plaučių arterijos trombinės embolijos požymiai (n = 30, 40 %), kontrolinės grupės pacientų ŠPKT vaizduose plaučių arterijos šakose

kontrastavimosi defektų, būdingų ūminei PATE, nebuvo aptikta (n = 45, 60 %).

Į tolimesnę statistinę analizę neįtraukėme dešimt pacientų: šešių (7,1 %) pacientų ŠPKT vaizduose buvo matomi ženklūs sinchronizacijos su EKG artefaktai, kurie sąlygoja DS funkcinių rodiklių netikslumus. Taip pat neįtraukti keturi (4,7 %) pacientai, kurių ŠPKT vaizduose plaučių arterijos šakose buvo matomi kiekybiškai nevertinami lėtinės PATE požymiai, galintys įtakoti DS funkciją.

### **3. Demografiniai ir klinikiniai duomenys**

Atlikta tiriamosios ir kontrolinės grupių lyčių ir amžiaus palyginamoji analizė. Taip pat palyginome tiriamosios ir kontrolinės grupių lydinčiųjų ligų dažnį.

### **4. Klinikinės tikimybės skalės ir D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas**

Užregistruoti visų studijos dalyvių klinikiniai duomenys, D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimų rezultatai ir nustatyta ūminės plaučių arterijos trombinės embolijos klinikinė tikimybė (taikytos modifikuotoji Ženevos, Velso ir modifikuotoji Velso skalės).

#### **4.1. Modifikuotoji Ženevos skalė**

Modifikuotosios Ženevos skalės sumino balo apskaičiavimui įvertinti veiksniai, sąlygojantys polinkį plaučių arterijos trombinei embolijai, simptomai ir klinikiniai požymiai (3 lentelė).

**3 lentelė.** Modifikuotosios Ženevos skalės suminio balo sudedamosios.

Veiksniai	Balai
Veiksniai rodantys polinkį plaučių arterijos trombinei embolijai	
Amžius > 65 metų	+1
Ankstesnė GVT ar PATE	+3
Chirurgija ar lūžimas šį mėnesį	+2
Aktyvus vėžinis procesas	+2
Simptomai	
Vienos pusės kojos skausmas	+3
Atsikosėjimas krauju	+2
Klinikiniai požymiai	
Širdies dažnis	
75-94 k/min.	+3
≥ 95 k/min.	+5
Skausminga kojos vena palpuojant arba vienos kojos patinimas	+4

Santrumpos: GVT – giliųjų venų trombozė; PATE – plaučių arterijos trombinė embolija

Modifikuotosios Ženevos skalės suminio balo reikšmės pateiktos 4 lentelėje.

**4 lentelė.** Modifikuotosios Ženevos skalės suminio balo reikšmės.

Klinikinė tikimybė	Suma
Maža	0–3
Vidutinė	4–10
Didelė	≥ 11

#### 4.2. Vello ir modifikuotoji Vello skalės

Vello skalės suminio balo apskaičivimui įvertinti veiksniai, sąlygojantys polinkį plaučių arterijos trombinei embolijai, simptomai ir klinikiniai požymiai (5 lentelė).

**5 lentelė.** Vello skalės suminio balo sudedamosios.

Veiksniai	Balai
Veiksniai rodantys polinkį plaučių arterijos trombinei embolijai	
Ankstesnė GVT ar PATE	+1,5
Neseniai atlikta chirurginė procedūra ar imobilizacija	+1,5
Vėžys	+1
Simptomai	
Atsikosėjimas krauju	+1
Klinikiniai požymiai	
Širdies dažnis	
≥ 95 k/min.	+1,5
Klinikiniai GVT požymiai	+3
Klinikinis sprendimas	
Alternatyvios diagnozės mažiau tikėtinos nei ūminė PATE	+3

Santrumpos: GVT – giliųjų venų trombozė; PATE – plaučių arterijos trombinė embolija

Vello skalės suminio balo reikšmės pateiktos 6 lentelėje.

**6 lentelė.** Velso skalės ir modifikuotosios Velso skalės suminių balų reikšmės.

Klinikinė tikimybė (3 lygiai)	Suma
Maža	0–1
Vidutinė	2–6
Didelė	≥ 7
Klinikinė tikimybė (2 lygiai)	
PATE neįtikima	0–4
PATE tikėtina	> 4

Santrumpos: GVT – giliųjų venų trombozė;

PATE – plaučių arterijos trombinė embolija

Įvertintas klinikinės tikimybės skalių, D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimo, klinikinės tikimybės skalių ir D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimo derinio tikslumas diagnozuojant ūminę PATE.

## **5. D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas**

VULSK taikomas kiekybinis imunoturbidimetrinis metodas. Nepadidėjusios D-dimerų koncentracijos kraujo serume slenkstinė reikšmė yra 250 µg/L.

## **6. Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdų analizė**

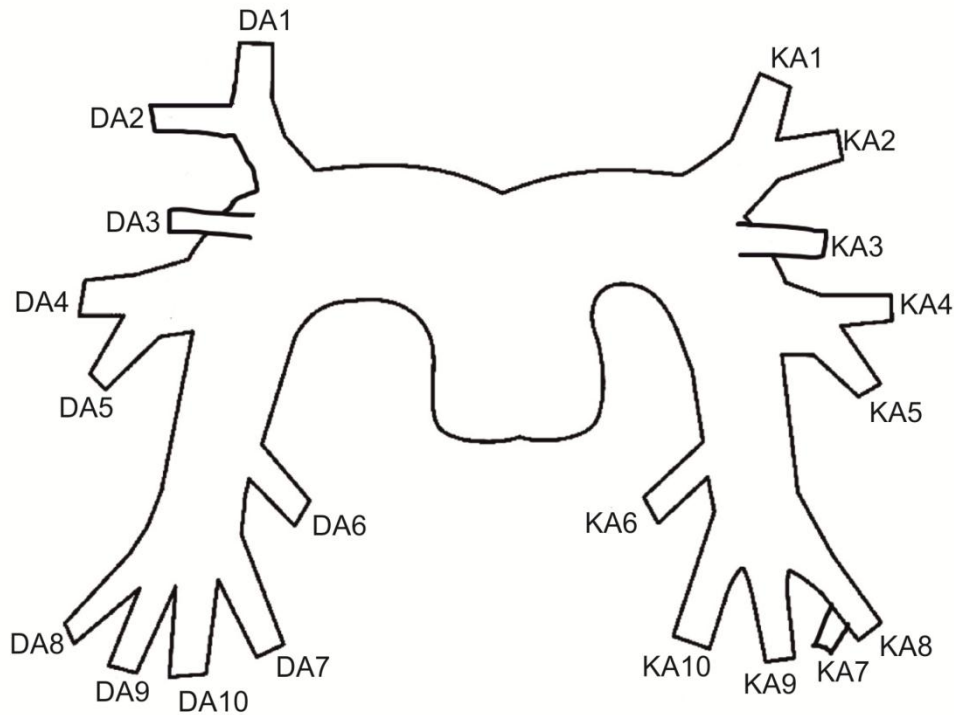
### **6.1. Plaučių arterijos trombinės embolijos apimtis**

Plaučių arterijos trombinės embolijos apimties įvertinimui naudota GE Advantage Workstation programinė įranga, versija 4.4\_04.05\_EXT\_CTT\_5.X (General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, JAV).

Ašiniuose, daugiaplokštuminės, kreivinės ir maksimalaus intensyvumo projekcijos vaizduose įvertinta plaučių arterijos ir jos šakų embolizacijos trombais apimtis, taikant Kvanadli (angl. *Qanadli*) ir Mastora pasiulytus metodus [33, 35].

Kvanadli obstrukcijos balas (KOB) apskaičiuotas suskirsčius plaučių arterijos medį į 20 segmentinių šakų (abiejų plaučių viršutinėse skiltyse po 3 segmentines šakas, vidurinėje skiltyje ir liežuviniuose segmentuose po dvi segmentines šakas, apatinėse skiltyse po 5 segmentines šakas) ir nusakant kiekvienos segmentinės šakos embolizacijos laipsnį (0 – embolizacijos nėra, 1 - embolas dalinai užkemša spindį, 2 – embolas pilnai užkemša spindį). Jei embolas yra stambesnėje plaučių arterijos šakoje, maitinančioje keletą segmentų, skaičiuojamas distaliau esančių segmentų suminis embolizacijos

balas (pvz.: jei trombas yra plaučių arterijos kamiene, plaučių arterijos embolizacijos balas bus lygus 40 – maksimalus Kvanadli obstrukcijos balas) (8 paveikslas).



**8 paveikslas.** Plaučių arterijos segmentinės šakos (DA1–DA10 pažymėtos dešniosios plaučių arterijos segmentinės šakos, KA1–KA10 pažymėtos kairiosios plaučių arterijos segmentinės šakos).

Mastora obstrukcijos balas (MOB) apskaičiuojamas suskirsčius plaučių arterijos medį į 5 tarpuplaučio šakas (plaučių arterijos kamienas, dešinioji pagrindinė, kairioji pagrindinė, dešinioji tarpinė ir kairioji tarpinė), 6 skiltines šakas (dešinioji ir kairioji viršutinė, dešinioji vidurinė, kairioji liežuvinių segmentų, dešinioji ir kairioji apatinė) ir 20 segmentinių šakų (po 10 kiekviename plautyje).

Kiekvienos šakos embolizacijos laipsnis įvertintas 5 balų skale (0 balų – embolizacijos nėra, 1 balas – embolas apima 0–25 % spindžio skerspjūvio, 2 balai – embolas apima 25–50 % spindžio skerspjūvio, 3 balai – embolas apima 50–75 % spindžio skerspjūvio, 4 balai – embolas apima 75–99 % spindžio skerspjūvio, 5 balai – embolas apima 100 % spindžio skerspjūvio). Maksimali Mastora obstrukcijos balo reikšmė yra 155.

Praktiniam pritaikymui ir rezultatų palyginimui apskaičiuota Kvanadli ir Mastora maksimalios galimos obstrukcijos procentinė išraiška (1 ir 2 formulės), kuri pavadinta Kvanadli, Mastora obstrukcijos rodikliu (atitinkamai KR, MR).

$$\frac{KOB}{40} = KR \quad (1),$$

$$\frac{MOB}{155} = MR \quad (2).$$

## 6.2. Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos DS ir KS rodikliai

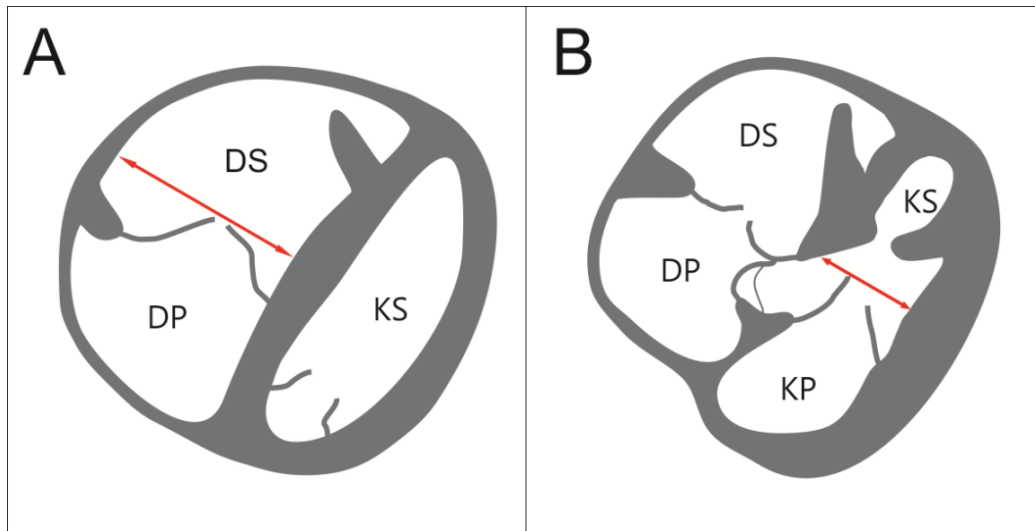
Dešiniojo ir kairiojo skilvelių funkcija įvertinta pasitelkiant širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos daugiafazių vaizdų seriją, kuri sukuriama po skenavimo atliekant neapdorotų šaltininių vaizdų retrorekonstrukciją viso širdies ciklo metu. Ašinės ir širdies trumposios ašies plokštumų daugiafazių vaizdų serijos buvo analizuojamos programinės įrangos įskiepio CardIQ Function 1.0.3 pagalba (General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, JAV). Išmatavome dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinį diastolinį, galinį sistolinį tūrius (GDT, GST) ir pagal 3 formulę apskaičiavome išstūmimo frakciją (IF).

$$\frac{GDT - GST}{GDT} \times 100\% = IF \quad (3).$$

## 6.3. Dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykis

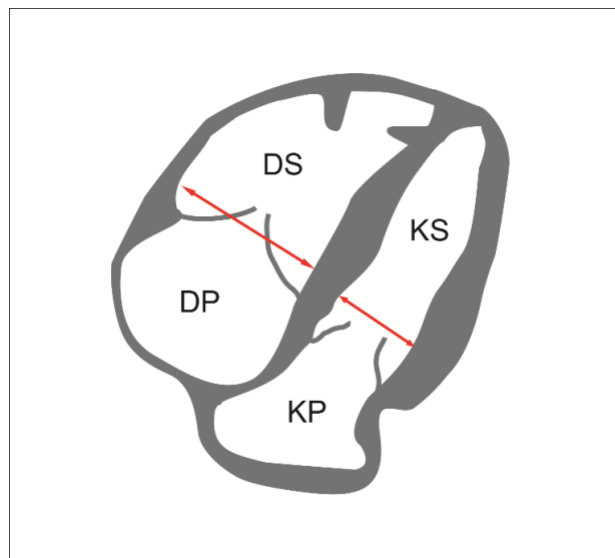
Širdies kompiuterinės tomografijos vaizduose įvertintas DS ir KS skersmenų santykis, leidžiantis įvertinti dešiniojo skilvelio dilataciją ir sutrikusią funkciją. DS ir KS skersmenis išmatavome ašiniuose ir širdies keturių kamerų pjūviuose. DS ir KS skersmenys išmatuoti diastolinėje ir sistolinėje fazės vaizduose. DKAP ir DKKP apskaičiavimui naudoti DS ir KS skersmenų diastolinės ir sistolinės fazių vidurkiai (nesinchronizuotos su EKG kompiuterinės tomografijos DS ir KS skersmenų atitikmenys).

DKAP apskaičiavimui DS skersmuo išmatuotas didžiausio triburio vožtuvo žiedo diametro pjūvyje, o KS skersmuo išmatuotas didžiausio dviburio vožtuvo žiedo diametro pjūvyje (9 paveikslas).



**9 paveiklas.** Ašiniai pjūviai, kuriuose pamatuoti dešiniojo skilvelio (A) ir kairiojo skilvelio (B) skersmenys (rodyklės) (DS – dešinysis skilvelis, DP – dešinysis prieširdis, KS – kairysis skilvelis).

DKKP apskaičiavimui DS ir KS skersmenys išmatuoti širdies keturių kamerų vaizde (10 paveikslas).



**10 paveikslas.** Širdies keturių kamerų vaizde matomi dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenys (rodyklės) (DS – dešinysis skilvelis, DP – dešinysis prieširdis, KS – kairysis skilvelis, KP – kairysis prieširdis).

## **7. Vainikinių arterijų ir krūtininės aortos įvertinimas ŠPKT vaizduose**

Pakankamo vainikinių arterijų kontrastingumo rodikliu ŠPKT vaizduose pasirinkome kylančiosios aortos spindžio kontrastingumo slenkstinę 200 HV reikšmę [105].

Pakankamo aortos kontrastingumo rodikliu ŠPKT vaizduose pasirinkome slenkstinę 160 HV reikšmę [106].

### **7.1. Vainikinių arterijų vaizdumas**

Užregistruoti tiriamųjų antropometriniai (svoris, ūgis) duomenys ir apskaičiuotas kūno masės indeksas bei kūno paviršiaus plotas. ŠPKT tyrimo metu buvo registruojamas širdies susitraukimų dažnis ir apskaičiuotas vidutinis širdies ritmas.

Kontrastingumo ir triukšmingumo kylančiojoje aortoje matavimams naudota GE Advantage Workstation programinė įranga, versija 4.4\_04.05\_EXT\_CTT\_5.X (General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, JAV).

Kontrastingumas ir triukšmingumas kylančiojoje aortoje buvo pamatuotas ašiniame pjūvyje apie 10 mm aukščiau kairiosios vainikinės arterijos kamieno žiočių apibrėžiant standartinę apskritimo formos tiriamąją sritį. Tiriamosios srities kontrastingumas pateikiamas kompiuterinės tomografijos tankio vienetais – Haunsfildo vienetais, o triukšmingumas – kontrastingumo standartiniu nuokrypiu, išreikštu Haunsfildo vienetais.

### **7.2. Vainikinių arterijų vaizdumo pusiau kiekybinė analizė**

Įvertintas kiekvienos pagrindinės vainikinės arterijos vaizdumas, taikant pusiau kiekybinę 4 balų skalę: 3 balai – vainikinės arterijos visų segmentų vaizdo kokybė labai gera, 2 balai – patenkinama vainikinės arterijos vaizdo kokybė, galima įvertinti visus vainikinės arterijos segmentus, 1 balas – vienas vainikinės arterijos segmentas neįvertinamas, 0 balų – keli vainikinės arterijos segmentai neįvertinami. Kiekvienam pacientui įvertintos keturios pagrindinės vainikinės arterijos: kairiosios vainikinės arterijos kamienas, priekinė nusileidžiančioji šaka, juosiančioji šaka ir dešinioji vainikinė arterija. Sudėjus



visų keturių vainikinių arterijų balus ir padalinus iš 4, apskaičiuotas kiekvieno paciento vaizdų kokybės rodiklis.

### **7.3. Krūtininės aortos sienelės įvertinimas.**

Kiekvieno paciento ŠPKT vaizdų kokybė įvertinta išmatuojant kylančiosios aortos, aortos lanko ir nusileidžiančiosios aortos krūtininės dalies spindžių kontrastingumą.

### **8. Dešiniojo skilvelio rodiklių kartotinių matavimų sutapimo analizė.**

Kartotinių DKAP ir DKKP, dešiniojo skilvelio tūrių matavimų tikslumui įvertinti, atsitiktinai parinkome 15 pacientų vaizdus, kuriuose matavimus atliko antras tyrėjas, o pirmasis tyrėjas matavimus atliko du kartus (antrąjį kartą matavimai atlikti po vieno mėnesio).

Apskaičiuoti DS ir KS rodiklių kartotinių matavimų reikšmių procentiniai skirtumai.

### **3. Statistinė analizė**

Statistinis duomenų apdorojimas atliktas SPSS programine įranga, versija 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL), ir MedCalc programine įranga, versija 11.4.2.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgija). Kiekybiniai kintamieji pateikiami kaip aritmetinis vidurkis  $\pm$  standartinis nuokrypis, kategoriniai kintamieji pateikiami absoliutaus kiekio ir procentine išraiška. Normaliniam pasiskirstymui įvertinti buvo atlikti Kolmogorovo – Smirnov (n  $\geq$  50) ir Šapiro – Vilko (angl. *Shapiro – Wilk*) (n < 50) testai.

Kai duomenų pasiskirstymas buvo normalusis, atskirų parametrų skirtumų tarp lyginamų grupių reikšmingumas buvo vertintas Stjudento t-testu (angl. *Student t-test*). Kitais atvejais taikytas Mano – Vitnio testas (angl. *Mann-Whitney test*).

Kintamųjų ryšio analizė atlikta taikant Pirsono (angl. *Pearson*) (normaliai pasiskirsčiusiems kintamiesiems) arba Spirmano (angl. *Spearman*) (neparametriniams kintamiesiems) koreliacijos metodus. Koreliacijos

koeficiento ( $r$ ) reikšmės: ryšys labai stiprus ( $\geq 0,7$ ), stiprus ( $\geq 0,5$ ), vidutinis ( $\geq 0,3$ ), silpnas ( $\geq 0,1$ ).

Diskretūs grupių rodikliai palyginti Chi – kvadrato testu.

Paciento amžiaus, klinikinių veiksnių (plaučių arterijos trombinės embolijos apimtis, KS išstūmimo frakcija, KŠL, sisteminė arterinė hipertenzija, ūminė ir lėtinė giliųjų venų trombozė, lėtinė obstrukcinė plaučių liga, cukrinis diabetas ir navikai) įtakos dešiniojo skilvelio išvaymo frakcijai įvertinimui atlikta daugialypės tiesinės regresijos analizė.

Taip pat atlikta kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos ir ją įtakojančių veiksnių tiesinės regresijos analizė.

Tiesinės regresijos koeficiento ( $R$ ) reikšmės: ryšys labai stiprus ( $\geq 0,7$ ), stiprus ( $\geq 0,51$ ), vidutinis ( $\geq 0,36$ ), silpnas ( $\geq 0,14$ ).

ROC (angl. *receiver operating characteristic*) kreivių analizė taikyta: sumažėjusios dešiniojo skilvelio funkcijos slenkstinės reikšmės nustatymui, esant didelei plaučių arterijos trombinės embolijos apimčiai bei DS ir KS rodiklių slenkstinių reikšmių, prognozuojant ženkliai sumažėjusią dešiniojo skilvelio funkciją, nustatymui.

Kartotinių matavimų sutapimui nustatyti taikyta Bland – Altman analizė.

Statistinės analizės rezultatų reikšmingumo rodiklis  $p < 0,05$ .

## IV. REZULTATAI

### 1. *Studijos dalyvių demografiniai duomenys*

Studijoje dalyvavo 85 pacientai, kuriems buvo įtariama ūminė PATE ir diagnozės paneigimui arba patvirtinimui buvo atlikta širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija. Iš jų 50,6 % (n = 43) buvo moterys, kurių amžiaus vidurkis metais  $67,09 \pm 8,28$  (intervalas, 51-85), vyrai sudarė 49,4 % (n = 42) ir jų amžiaus vidurkis metais buvo  $62,83 \pm 10,38$  (intervalas, 50–81). Šešių pacientų ŠPKT vaizduose buvo matomi ženklūs sinchronizacijos su EKG artefaktai, kurie sąlygoja DS funkcinių rodiklių netikslumus, todėl pastarųjų pacientų duomenys į tolesnę statistinę analizę neįtraukti. Taip pat neįtraukti pacientai, kurių ŠPKT vaizduose plaučių arterijos šakose buvo matomi kiekybiškai nevertinami lėtinės PATE požymiai, galintys įtakoti DS funkciją. Likusieji pacientai (n = 75) sugrupuoti pagal pakitimus ŠPKT vaizduose į 2 grupes: tiriamosios grupės pacientų ŠPKT vaizduose buvo matomi ūminės PATE požymiai (n = 30, 18 vyrų (60 %)), kontrolinės grupės pacientų ŠPKT vaizduose plaučių arterijos šakose kontrastavimosi defektų, būdingų ūminei PATE nebuvo aptikta (n = 45, 19 vyrų (42,2 %)). Tiriamosios grupės pacientų amžiaus vidurkis metais buvo  $66,67 \pm 10,37$ , o kontrolinės grupės –  $63,10 \pm 8,52$ , p = 0,08.

## 2. Studijos dalyvių klinikiniai duomenys

Sistolinio sisteminio arterinio kraujo spaudimo reikšmės kreipimosi į gydymo įstaigą metu ligos istorijoje dokumentuotos visiems tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientams. Mažesnis nei 100 mm Hg sistolinis arterinio kraujo spaudimas buvo nustatytas vienam tiriamosios grupės pacientui (96 mm Hg), o kontrolinės grupės pacientų sistolinis arterinio kraujo spaudimas buvo didesnis nei 100 mm Hg. Mažesnis nei 90 mm Hg sistolinis arterinio kraujo spaudimas nenustatytas nė vienam studijos dalyviui.

Lydinčiųjų ligų dažnis studijos dalyvių populiacijoje ir pasiskirstymas tiriamojoje ir kontrolinėje grupėse pateiktas 7 lentelėje.

**7 lentelė.** Lydinčiųjų ligų ir sisteminės arterinės hipotenzijos dažnis studijos dalyvių populiacijoje ir pasiskirstymas tiriamojoje ir kontrolinėje grupėse.

	Visi pacientai n=75	Tiriamoji grupė n = 30	Kontrolinė grupė n = 45	p
Lydinčios ligos				
Sisteminė hipertenzija, n (%)	55 (73,3)	18 (60)	37 (82,2)	= 0,06
Koronarinė širdies liga, n (%)	22 (29,3)	6 (20)	16 (34,6)	= 0,14
Lėtinė GVT, n (%)	20 (26,7)	14 (46,7)	6 (13,3)	< 0,05
Ūminė GVT, n (%)	17 (22,7)	17 (56,7)	0	< 0,05
Lėtinė ir ūminė GVT, n (%)	7 (9,3)	7 (23,3)	0	< 0,05
Cukrinis diabetas, n (%)	11 (14,7)	5 (16,7)	6 (13,3)	= 0,75
LOPL, n (%)	8 (10,7)	2 (6,7)	6 (13,3)	= 0,46
Navikai, n (%)	7 (9,3)	5 (16,7)	2 (4,4)	= 0,11
Sisteminė arterinė hipotenzija (AKS < 100 mm Hg)	1 (1,3)	1 (3,3)	0	< 0,05
Sisteminė arterinė hipotenzija (AKS < 90 mm Hg)	–	–	–	–

Santrumpos: AKS – arterinis kraujo spaudimas, GVT – giliųjų venų trombozė, LOPL - lėtinė obstrukcinė plaučių liga.

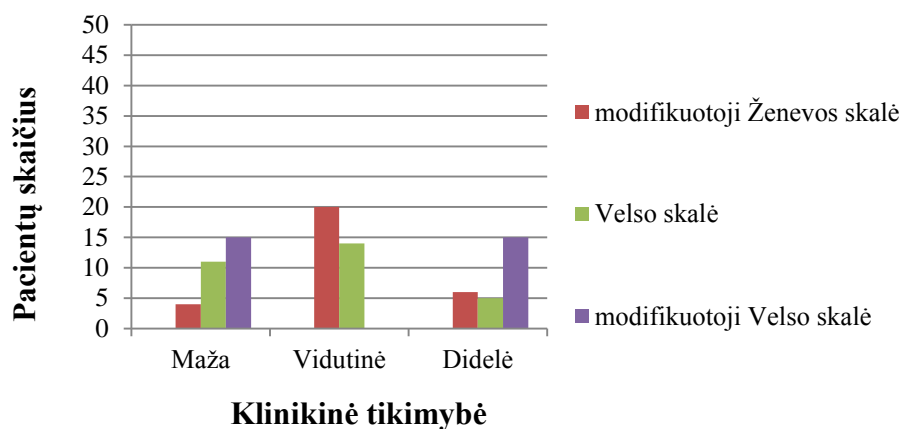
### 3. *Plaučių arterijos trombinės embolijos klinikinė tikimybė*

Kiekvieno paciento ūminės PATE klinikinė tikimybė įvertinta apskaičiuojant ūminės PATE klinikinės tikimybės skalių (modifikuotosios Ženevos, Velso ir modifikuotosios Velso) balus. Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų pasiskirstymas pagal ūminės PATE klinikinę tikimybę, jautrumo, specifiškumo, teigiamo tyrimo rezultato prognozinės vertės, neigiamo tyrimo rezultato prognozinės vertės ir tyrimo tikslumo analizės rezultatai pateikti 8 lentelėje.

**8 lentelė.** Ūminės plaučių arterijos trombinės embolijos klinikinės tikimybės pasiskirstymas tiriamojoje ir kontrolinėje grupėse.

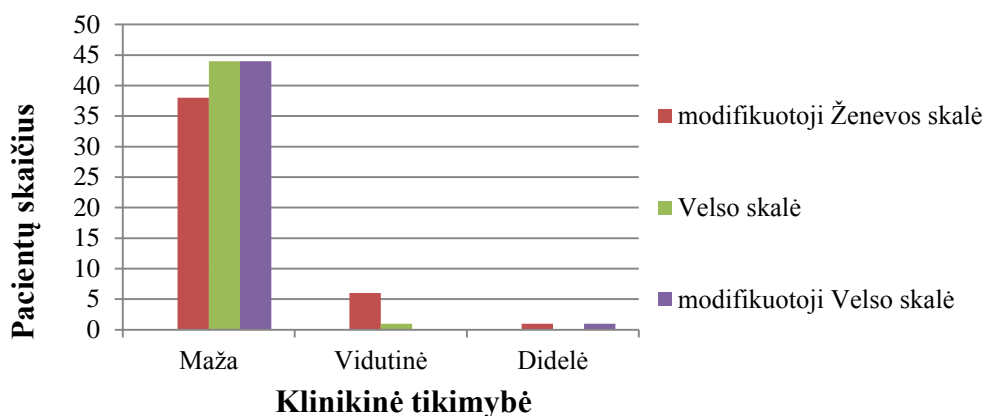
	modifikuotoji Ženevos skalė (3 lygiai)			Vello skalė (3 lygiai)			modifikuotoji Vello skalė (2 lygiai)	
	Maža	Vidutinė	Didelė	Maža	Vidutinė	Didelė	neįtikima	tikėtina
Tiriamoji grupė, n	4	20	6	11	14	5	15	15
Kontrolinė grupė, n	38	6	1	44	1	0	44	1
Sergančiųjų dalis klinikinės tikimybės grupėje, %	9,5	76,9	85,7	20	93,3	100	25,4	93,8
Jautrumas, %	20			16,7			50	
Specifiškumas, %	97,8			100			97,8	
Teigiamo tyrimo rezultato prognozinė vertė, %	85,7			100			93,8	
Neigiamo tyrimo rezultato prognozinė vertė, %	64,7			64,3			74,6	
Tikslumas, %	66,7			66,7			78,7	

11 paveiksle grafiškai pavaizduotas tiriamosios grupės pacientų klinikinės tikimybės balų išsibirstymas.



**11 paveikslas.** Tiriamosios grupės pacientų pasiskirstymas pagal ūminės PATE klinikinę tikimybę.

12 paveiksle grafiškai pavaizduotas kontrolinės grupės pacientų klinikinės tikimybės balų išsibarstymas.



12 paveikslas. Kontrolinės grupės pacientų pasiskirstymas pagal ūminės PATE klinikinę tikimybę

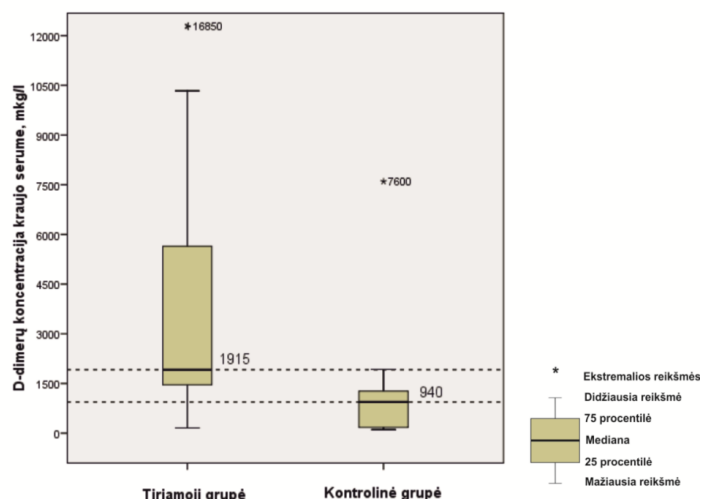
#### 4. D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas

D-dimerų koncentracijos kraujo serume tyrimas atliktas visiems tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientams. Vieno tiriamosios grupės paciento kraujo serume D-dimerų koncentracija buvo mažesnė nei 250  $\mu\text{g/L}$ , o 29 – padidėjusi. Padidėjusi D-dimerų koncentracija kraujo serume nustatyta 14 kontrolinės grupės pacientų, o 31 neviršijo normos (9 lentelė).

9 lentelė. Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų D-dimerų koncentracijos kraujo serume reikšmių pasiskirstymas.

	> 250 $\mu\text{g/L}$	$\leq$ 250 $\mu\text{g/L}$
Tiriamoji grupė, n (%)	29 (96,7)	1 (3,3)
Kontrolinė grupė, n (%)	14 (31,1)	31 (68,9)
Jautrumas, %	96,7	
Specifiškumas, %	68,9	
Teigiamo tyrimo rezultato prognozė, %	67,4	
Neigiamo tyrimo rezultato prognozė, %	96,9	
Tikslumas, %	80	

Tiriamosios grupės pacientų D-dimerų vertės svyravo nuo 155  $\mu\text{g/L}$  iki 16850  $\mu\text{g/L}$  (mediana 1915  $\mu\text{g/L}$ ), kontrolinės – nuo 175  $\mu\text{g/L}$  iki 7600  $\mu\text{g/L}$  (mediana 940  $\mu\text{g/L}$ ), 13 paveikslas.



**13 paveikslas.** Tiriamosios ir kontrolinės grupių D-dimerų koncentracijos kraujo serume reikšmės.

### 5. *Klinikinės tikimybės ir D-dimerų koncentracijos kraujo serume derinys*

Tiriamajoje grupėje padidėjusi D-dimerų koncentracija ir didelė ūminės PATE tikimybė nustatyta 6 pacientams taikant modifikuotąją Ženevos skalę, 5 pacientams – Velso skalę ir 15 pacientų – modifikuotąją Velso skalę. Nepadidėjusi D-dimerų koncentracija ir maža klinikinė tikimybė taikant modifikuotąją Ženevos ir modifikuotąją Velso skales nustatyta 30 tiriamosios grupės pacientų, o taikant Velso skalę – 31 pacientui. Abiejų tyrimų derinio tikslumo, patvirtinant arba paneigiant ūminę PATE, analizės rezultatai pateikiami 10 lentelėje.

**10 lentelė.** Klinikinės tikimybės ir D-dimerų tyrimo derinio tikslumas diagnozuojant ūminę PATE.

		modifikuotoji Ženevos skalė (3 lygiai)	Velso skalė (3 lygiai)	modifikuotoji Velso skalė (2 lygiai)
Tiriamoji grupė, n = 30	Didelė klinikinė tikimybė ir padidėjusi D-dimerų koncentracija, n	6	5	15
	Nedidelė klinikinė tikimybė ir nepadidėjusi D-dimerų koncentracija, n	1	1	1
Kontrolinė grupė, n = 45	Didelė klinikinė tikimybė ir padidėjusi D-dimerų koncentracija, n	0	0	0
	Nedidelė klinikinė tikimybė ir nepadidėjusi D-dimerų koncentracija, n	30	31	30
Jautrumas, %		20,0	16,7	50,0
Specifiškumas, %		66,7	68,9	66,7

## 6. *Dešiniojo ir kairiojo skilvelių morfometriniai ir funkciniai rodikliai*

Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų dešiniojo ir kairiojo skilvelių morfometrinių ir funkcinių rodiklių palyginimas pateiktas 11 lentelėje. Gauti reikšmingi dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio, dešiniojo ir kairiojo skilvelių tūrių ir tūrių santykio, dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos skirtumai. Kairiojo skilvelio galinis sistolinis tūris ir išstūmimo frakcija, dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginio tūrio santykis reikšmingai nesiskyrė.

**11 lentelė.** Sergančiųjų ir nesergančių ūmine PATE morfometrinių ir funkcinių DS ir KS rodiklių palyginimas.

	Tiriamoji grupė	Kontrolinė grupė	p
DKAP (vidurkis ± SN)	1,36 ± 0,37	1,03 ± 0,14	< 0,00001
DKKP (vidurkis ± SN)	1,35 ± 0,41	1,04 ± 0,16	< 0,0005
DSGDT (vidurkis ± SN), ml/m2	100,94 ± 26,55	87,95 ± 15,54	< 0,05
DSGST (vidurkis ± SN), ml/m2	60,64 ± 25,91	41,20 ± 12,35	< 0,005
DSST (vidurkis ± SN), ml/m2	40,30 ± 12,30	46,75 ± 7,71	< 0,01
KSGDT (vidurkis ± SN), ml/m2	63,70 ± 19,62	74,10 ± 12,75	< 0,005
KSGST (vidurkis ± SN), ml/m2	25,86 ± 15,79	25,51 ± 8,86	< 0,347
KSST (vidurkis ± SN), ml/m2	37,84 ± 10,85	48,59 ± 8,99	< 0,0005
DSKSGDT (vidurkis ± SN)	1,70 ± 0,64	1,20 ± 0,20	< 0,00005
DSKSGST (vidurkis ± SN)	3,07 ± 2,76	1,75 ± 0,61	< 0,005
DSKSST (vidurkis ± SN)	1,09 ± 0,26	0,98 ± 0,14	= 0,087
DSIF (vidurkis ± SN), %	41,86 ± 14,07	53,91 ± 8,11	< 0,005
KSIF (vidurkis ± SN), %	61,44 ± 13,97	66,09 ± 9,13	< 0,144

Santrumpos: DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių didžiausių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis; DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis; DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, DSGST dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris; DSST – dešiniojo skilvelio smūginis tūris, KSGDT – kairiojo skilvelio galinis diastolinis tūris, KSGST kairiojo skilvelio galinis sistolinis tūris, KSST – kairiojo skilvelio smūginis tūris, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis; DSKSGST - dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis; DSKSST - dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginių tūrių santykis; DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija; KSIF – kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija.

## 7. *Plaučių arterijos šakų įvertinimas*

Tiriamosios grupės pacientų trombinės embolijos apimties kiekybinių

Kvanadli ir Mastora rodiklių reikšmės pateiktos 12 lentelėje.

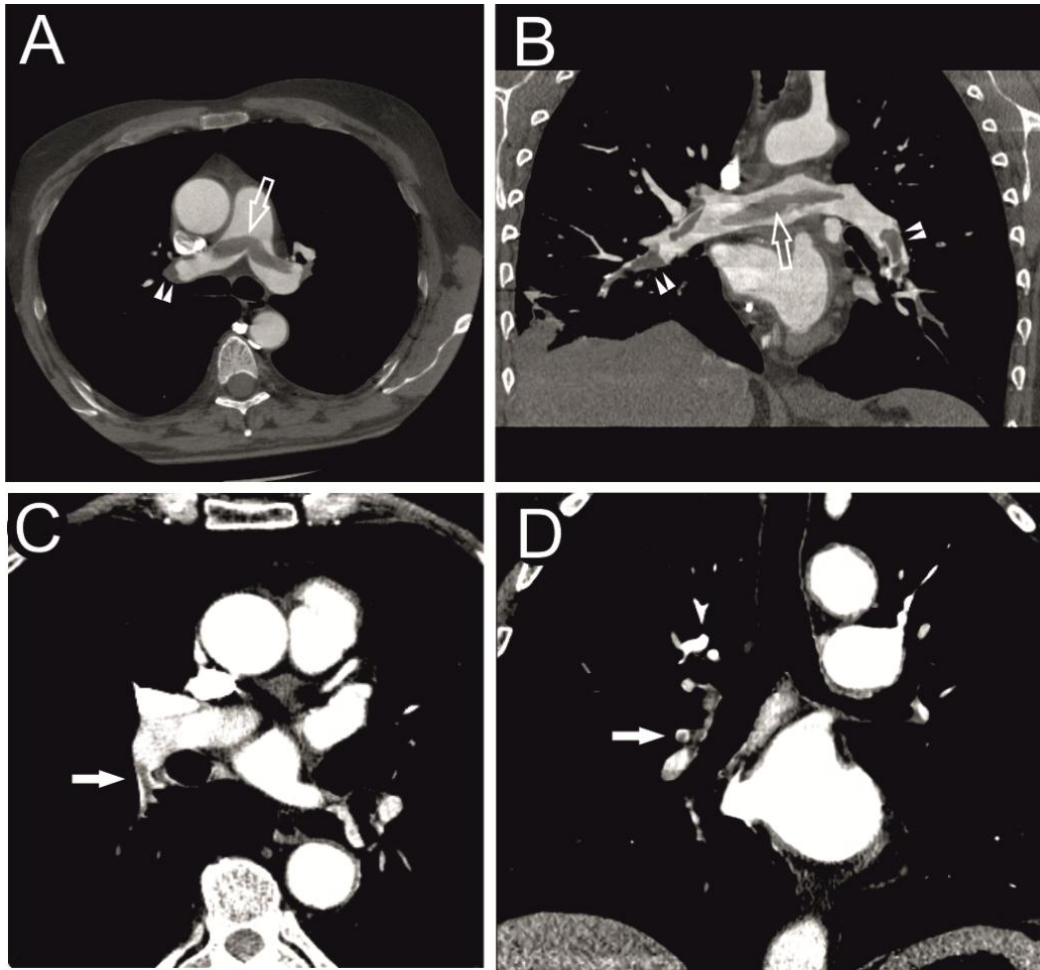
**12 lentelė.** Trombinės embolijos apimties kiekybiniai rodikliai.

	KR	MR
Vidurkis ± SN, %	43,83 ± 20,08	32,24 ± 21,03
Mediana, %	48,75	36,13
Didžiausia reikšmė, %	75	67,10
Mažiausia reikšmė, %	10	4,52

Santrumpos: KR – Kvanadli rodiklis; MR – Mastora rodiklis; SN – standartinis nuokrypis.

Didelės apimties ūmine PATE ir nedidelės apimties ūmine PATE sergančiųjų širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdai pateikti 14 paveiksle.





**14 paveikslas.** Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdai. A ir B – pacientas, sergantis didelės apimties ūmine PATE (ašinio pjūvio (A) ir priekinės kreivinės rekonstrukcijos (B) vaizdai, rodantys “jojantį” tromboembolą (tuščiavidurė rodyklė) ir tromboembolus, nusitęsiančius į skiltines šakas (dvigubos rodyklės)). C ir D – pacientas, sergantis nedidelės apimties ūmine PATE (rodyklės rodo tromboembolą segmentinėje šakoje).

#### 8. *Trombinės embolijos apimties bei morfometrinių ir funkcinių DS ir KS rodiklių sąryšis*

Plaučių arterijos trombinės embolijos apimties bei morfometrinių ir funkcinių DS ir KS rodiklių sąryšio sergantiesiems ūmine PATE analizės rezultatai pateikti 13 lentelėje.

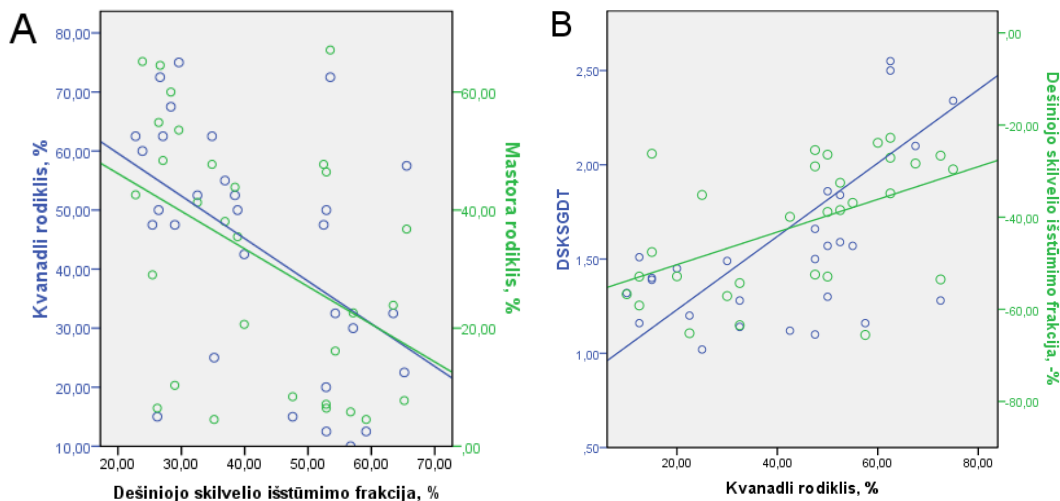
**13 lentelė.** Kvanadli rodiklio, Mastora rodiklio ir morfometrinių bei funkcinių dešiniojo bei kairiojo skilvelių rodiklių koreliacijos analizės rezultatai.

	KR	MR
	r	r
DKAP	0,56*	0,46*
DKKP	0,39*	0,34 ( $p = 0,07$ )
DSGDT	0,33 ( $p = 0,07$ )	0,30 ( $p = 0,11$ )
DSGST	0,49*	0,42*
DSST	-0,32 ( $p = 0,09$ )	-0,27 ( $p = 0,15$ )
KSGDT	-0,48*	-0,43*
KSGST	-0,28 ( $p = 0,14$ )	-0,26 ( $p = 0,17$ )
KSST	-0,46*	-0,48*
DSKSGDT	0,61*	0,57*
DSKSGST	0,56*	0,52*
DSKSST	0,11 ( $p = 0,57$ )	0,26 ( $p = 0,16$ )
DSIF	-0,47*	-0,43*
KSIF	-0,06 ( $p = 0,74$ )	-0,08 ( $p = 0,69$ )

\* $p < 0,05$

Santrumpos: KR – Kvanadli rodiklis, MR – Mastora rodiklis, DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis, DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis, DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris, DSST – dešiniojo skilvelio smūginis tūris, KSGDT – kairiojo skilvelio galinis diastolinis tūris, KSGST – kairiojo skilvelio galinis sistolinis tūris, KSST – kairiojo skilvelio smūginis tūris, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis, DSKSGST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis, DSKSST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginių tūrių santykis, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija, KSIF – kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija.

Kvanadli rodiklio ir DS išstūmimo frakcijos koreliacijos koeficientas buvo didesnis negu Mastora rodiklio, todėl pirmąjį naudojome tolesnėje statistinėje analizėje. Plaučių arterijos trombinės embolijos apimties ir DS ir KS tūrių santykio ryšys buvo stipresnis negu embolijos apimties ir DS išstūmimo frakcijos (15 paveikslas).



**15 paveikslas.** A – Kvanadli rodiklio, Mastora rodiklio ir dešinio skilvelio išstūmimo frakcijos verčių išsibarstymo diagrama ir tiesinės regresijos linijos. B – Dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrių santykio (DSKSGDT) ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos (neigiama išraiška) verčių išsibarstymo diagrama ir tiesinės regresijos linijos.

## 9. Tiriamosios grupės pacientų morfometrinių ir funkcinių DS ir KS rodiklių sąsajos

Sergančiųjų ūmine PATE dešiniojo ir kairiojo skilvelių kontraktiškumo (išstūmimo frakcija) ir prisipildymo (smūginis tūris) rodiklių sąsajų analizės rezultatai pateikti 14 lentelėje.

**14 lentelė.** Sergančiųjų ūmine plaučių arterijos trombine embolija dešiniojo ir kairiojo skilvelių kontraktiškumo (išstūmimo frakcija) ir prisipildymo (smūginis tūris) rodiklių sąsajų analizės rezultatai.

	DSIF	p	DSST	p	KSIF	p	KSST	p
	r		r		r		r	
DKAP	-0,59	< 0,005	-0,50	< 0,01	0,002	= 0,99	-0,50	< 0,01
DKKP	-0,64	< 0,0005	-0,49	< 0,01	-1,33	= 0,49	-0,45	< 0,05
DSGDT	-0,51	< 0,005	0,28	= 0,14	-0,41	< 0,05	0,04	= 0,82
DSGST	-0,87	< 0,000001	-0,23	= 0,23	-0,56	< 0,005	-0,31	= 0,10
DSST	0,62	< 0,0005	–	–	0,16	= 0,41	0,71	< 0,00005
DSIF	–	–	0,62	< 0,0005	0,56	< 0,005	0,59	< 0,005
KSGDT	0,26	= 0,16	0,64	< 0,0005	-0,21	= 0,26	0,75	< 0,000005
KSGST	-0,15	= 0,45	0,31	= 0,09	-0,68	< 0,00005	0,28	= 0,13
KSST	0,59	< 0,005	0,71	< 0,00005	0,36	< 0,05	–	–
KSIF	-0,56	< 0,005	0,16	= 0,41	–	–	0,36	< 0,05
DSKSGDT	-0,65	< 0,0005	-0,62	= 0,75	-0,15	= 0,44	-0,54	< 0,005
DSKSGST	0,44	< 0,05	-0,23	= 0,23	0,30	= 0,11	-0,41	< 0,05
DSKSST	-0,03	= 0,87	-0,44	= 0,02	-0,36	= 0,05	-0,32	= 0,08

Santurpos: DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis, DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis, DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, DSGST dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris, DSST – dešiniojo skilvelio smūginis tūris, KSGDT – kairiojo skilvelio galinis diastolinis tūris, KSGST kairiojo skilvelio galinis sistolinis tūris, KSST – kairiojo skilvelio smūginis tūris, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis, DSKSGST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis, DSKSST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginių tūrių santykis, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija, KSIF – kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija.

### Tiriamosios grupės pacientų KS išstūmimo frakciją įtakančių veiksnių daugialypės tiesinės regresijos analizė

Kairiojo skilvelio išstūmimo frakciją įtakančių veiksnių nustatymui atlikta daugialypės tiesinės regresijos analizė. Į regresijos modelį buvo įtraukti toliau išvardinti kintamieji: paciento amžius, plautinės arterijos trombinės embolijos apimtis (Kvanadli rodiklis), klinikiniai veiksniai (koronarinė širdies liga, sisteminė arterinė hipertenzija, ūminė ir lėtinė giliųjų venų trombozė, lėtinė obstrukcinė plaučių liga, cukrinis diabetas ir navikai) ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija. Taikant pastarąjį tiesinės regresijos modelį, nustatytas stiprus ryšys (daugialypės tiesinės regresijos koeficientas  $R = 0,68$ ) tarp kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos verčių ir dešiniojo skilvelio

išvaymo frakcijos (beta koeficientas 0,455,  $p < 0,05$ ) bei koronarinės širdies ligos diagnozės (beta koeficientas -0,414,  $p < 0,05$ ).

### **Tiriamosios grupės pacientų DS išstūmimo frakciją įtakojančių veiksnių daugialypės tiesinės regresijos analizė**

Paciento amžiaus, plaučių arterijos trombinės embolijos apimties (Kvanadli rodiklis), KS išstūmimo frakcijos, koronarinės širdies ligos, sisteminės arterinės hipertenzijos, ūminės ir lėtinės giliųjų venų trombozės, lėtinės plaučių obstrukcinės ligos, cukrinio diabeto ir navikų galimos įtakos dešiniojo skilvelio funkcijai (DSIF) įvertinti atlikta daugialypė tiesinė regresija.

Pasirinktas daugialypės tiesinės regresijos modelis parodė labai stiprų ryšį (daugialypės tiesinės regresijos koeficientas  $R = 0,71$ ) tarp dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos verčių ir plaučių arterijos trombinės embolijos apimties (beta koeficientas -0,516,  $p < 0,05$ ) bei kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos (beta koeficientas 0,490,  $p < 0,05$ ). Sąsajos tarp DSIF verčių ir kitų kintamųjų buvo nereikšmingos.

### **10. Slenkstinės dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertės, rodančios didelės apimties ūminę PATE**

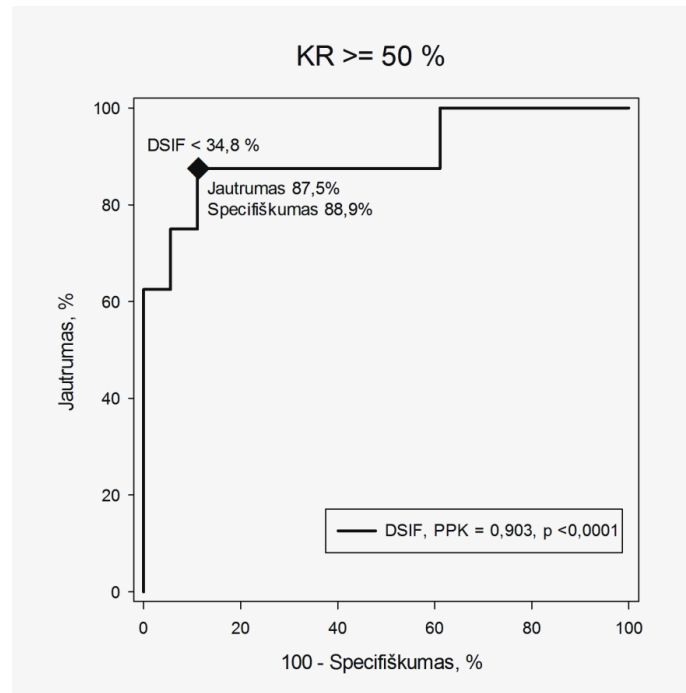
Tikėtina, kad pacientams, kurių kairiojo skilvelio sistolinė funkcija nebuvo ženkliai sutrikusi ( $KSIF \geq 45\%$ ), pagrindinis dešiniojo skilvelio funkciją bloginantis veiksnys buvo trombinių embolų sukeltas pasipriešinimas plaučių arterijos baseine.  $KSIF < 45\%$  nustatyta 5 (16,7%) pacientams, sergantiems ūmine PATE.

Atlikta slenkstinių dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos verčių prognozuojant didelės apimties ūminę PATE paieška taikant ROC kreivių metodą. Pasirinktos tikėtinos didelės apimties ūminės PATE reikšmės  $KR \geq 30\%$ ,  $KR \geq 40\%$ ,  $KR \geq 50\%$ ,  $KR \geq 60\%$ , ir  $KR \geq 70\%$ . Sergantiesiems ūmine PATE, kurių kairiojo skilvelio funkcija nebuvo ženkliai sutrikusi ( $KSIF < 45\%$ ), ROC analizės ploto po kreive, jautrumo ir specifiškumo rodmenys pateikti 15 lentelėje ir 16 paveiksle.

**15 lentelė.** Slenkstinės dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos reikšmės prognozuojančios ūminės plaučių arterijos trombinės embolijos apimtį tiriamiesiems pacientams nesant ženkliai sumažėjusios kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos.

		PPK	Jautrumas, %	Specifiškumas, %	p
KR ≥ 30 %	DSIF < 39,9 %	0,796	65,0	100	< 0,001
KR ≥ 40 %	DSIF < 39,9 %	0,899	76,5	100	< 0,0001
KR ≥ 50 %	DSIF < 34,8 %	0,903	87,5	88,9	< 0,0001
KR ≥ 60 %	DSIF < 32,1 %	0,849	84,6	91,7	< 0,0005
KR ≥ 70 %	DSIF < 29,6 %	0,667	66,7	78,3	= 0,39

Santrumpos: PPK – plotas po kreive, KR – Kvanadli rodiklis, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija.



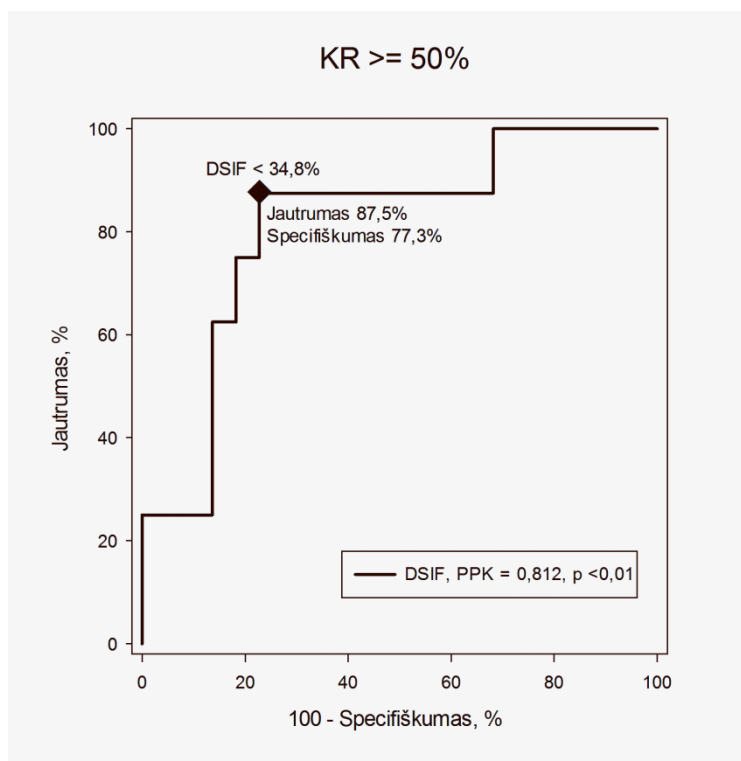
**16 paveikslas.** Tiriamosios grupės pacientų, kurių kairiojo skilvelio funkcija nebuvo ženkliai sutrikusi, plaučių arterijos trombinės embolijos apimtys didesnės nei 50 % ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos ROC kreivė.

Visų tiriamosios grupės pacientų plaučių arterijos trombinės embolijos apimtys ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos ROC analizės ploto po kreive (PPK), jautrumo ir specifiškumo rodmenys pateikti 16 lentelėje ir 17 paveiksle.

**16 lentelė.** Slenkstinės dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos reikšmės, prognozuojančios ūminės plaučių arterijos trombinės embolijos apimtį visiems tiriamosios grupės.

		PPK	Jautrumas, %	Specifiškumas, %	p
KR ≥ 30 %	DSIF < 39,9 %	0,690	68,2	75,0	= 0,09
KR ≥ 40 %	DSIF < 39,9 %	0,811	79,0	81,8	< 0,001
KR ≥ 50 %	DSIF < 34,8 %	0,812	87,5	77,3	< 0,001
KR ≥ 60 %	DSIF < 32,1 %	0,727	80,0	73,3	< 0,05
KR ≥ 70 %	DSIF < 29,6 %	0,593	58,3	94,4	= 0,61

Santrumpos: PPK – plotas po kreive; KR – Kvanadli rodiklis, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija.



**17 paveikslas.** Visų tiriamosios grupės pacientų plaučių arterijos trombinės embolijos apimties didesnės nei 50 % ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos ROC kreivė.

Dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertės tiksliausiai prognozavo ūminės PATE apimtį, didesnę nei 50 %. Literatūros duomenimis, sunki ūminė PATE apima 30–50 % plaučių arterijos baseino. ROC kreivių analizės rezultatai rodo, kad slenkstinė dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertė, nurodanti didelės apimties ūminę PATE, yra 34,8 %. Remiantis literatūros duomenimis, DSIF < 35 % yra ženklus dešiniojo skilvelio funkcijos pablogėjimo rodiklis. Sergantieji ūmine PATE suskirstyti į du pogrupius pagal dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertes (DSIF < 35 % ir DSIF ≥ 35 %). Atliktas ženkliai sumažėjusios ir ženkliai nesumažėjusios dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos pogrupių lydinčiųjų ligų ir morfometrinių ir funkcinių DS ir KS rodiklių palyginimas (17 ir 18 lentelės).

**17 lentelė.** Tiriamosios grupės pacientų ženkliai sumažėjusios ir ženkliai nesumažėjusios dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos pogrupių lydinčiųjų ligų pasiskirstymas.

	DSIF < 35 % pogrupis n = 12	DSIF ≥ 35 % pogrupis n = 18	p
Lydinčios ligos			
Sisteminė hipertenzija, n (%)	5 (41,7)	13 (72,2)	= 0,14
Koronarinė širdies liga, n (%)	2 (16,7)	4 (22,2)	= 1,00
Lėtinė GVT, n (%)	6 (50)	8 (44,4)	= 1,00
Ūminė GVT, n (%)	8 (66,7)	9 (50)	= 0,47
Lėtinė ir ūminė GVT, n (%)	4 (33,3)	3 (16,7)	= 0,71
Cukrinis diabetas, n (%)	2 (16,7)	3 (16,7)	= 1,00
LOPL, n (%)	1 (8,3)	1 (5,6)	= 1,00
Navikai, n (%)	1 (8,3)	4 (22,2)	= 0,62

Santrumpos: GVT – giliųjų venų trombozė, LOPL – lėtinė obstrukcinė plaučių liga

**18 lentelė.** Tiriamosios grupės pacientų ženkliai sumažėjusios ir ženkliai nesumažėjusios dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos pogrupių dešiniojo ir kairiojo skilvelių rodiklių palyginimas.

	DSIF < 35 % n = 12	DSIF ≥ 35 % n = 18	p
DKAP (vidurkis ± SN)	1,67 ± 0,37	1,15 ± 0,19	< 0,0005
DKKP (vidurkis ± SN)	1,63 ± 0,41	1,16 ± 0,29	< 0,005
DSGDT (vidurkis ± SN), ml/m2	116,35 ± 25,34	90,66 ± 22,53	< 0,05
DSGST (vidurkis ± SN), ml/m2	84,10 ± 18,92	45,00 ± 16,31	< 0,00005
DSST (vidurkis ± SN), ml/m2	32,25 ± 8,00	45,66 ± 11,85	< 0,005
KSGDT (vidurkis ± SN), ml/m2	56,75 ± 23,90	68,33 ± 15,17	< 0,05
KSGST (vidurkis ± SN), ml/m2	28,07 ± 21,27	24,39 ± 11,25	= 0,77
KSST (vidurkis ± SN), ml/m2	28,69 ± 8,40	43,95 ± 7,51	< 0,0001
DSKSGDT (vidurkis ± SN)	2,24 ± 0,68	1,33 ± 0,22	< 0,0001
DSKSGST (vidurkis ± SN)	4,67 ± 3,85	2,00 ± 0,61	< 0,01
DSKSST (vidurkis ± SN)	1,17 ± 0,31	1,04 ± 0,23	= 0,21
KSIF (vidurkis ± SN), %	55,03 ± 17,13	65,71 ± 9,73	< 0,05

Santrumpos: DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis, DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis, DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris, DSST – dešiniojo skilvelio smūginis tūris, KSGDT – kairiojo skilvelio galinis diastolinis tūris, KSGST – kairiojo skilvelio galinis sistolinis tūris, KSST – kairiojo skilvelio smūginis tūris, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis, DSKSGST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis, DSKSST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginių tūrių santykis, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija, KSIF – kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija.

**11. Slenkstinės santykinių DS ir KS rodiklių reikšmės, rodančios ženkliai sumažėjusią dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją**

Į ROC kreivių analizę įtraukti santykiniai DS ir KS rodikliai, kurių verčių skirtumai, lyginant ženkliai sumažėjusios DSIF ir ženkliai nesumažėjusios DSIF pogrupius, buvo statistiškai reikšmingi ( $p < 0,05$ ). Analizės rezultatai pateikti 19 lentelėje.

**19 lentelė.** Dešiniojo ir kairiojo skilvelių santykinių rodiklių, prognozuojant ženkliai sumažėjusią dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją, ROC kreivių analizės rezultatai.

	PPK	Jautrumas (%)	Specifiškumas (%)	p
DKAP > 1,20	0,912	91,7	77,8	< 0,0001
DKKP > 1,23	0,840	83,3	83,3	< 0,0001
DSKSGDT > 1,49	0,933	91,7	77,8	< 0,0001
DSKSGST > 2,46	0,806	75,0	77,8	< 0,005

Santrumpos: PPK – plotas po kreive, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis; DSKSGST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis.

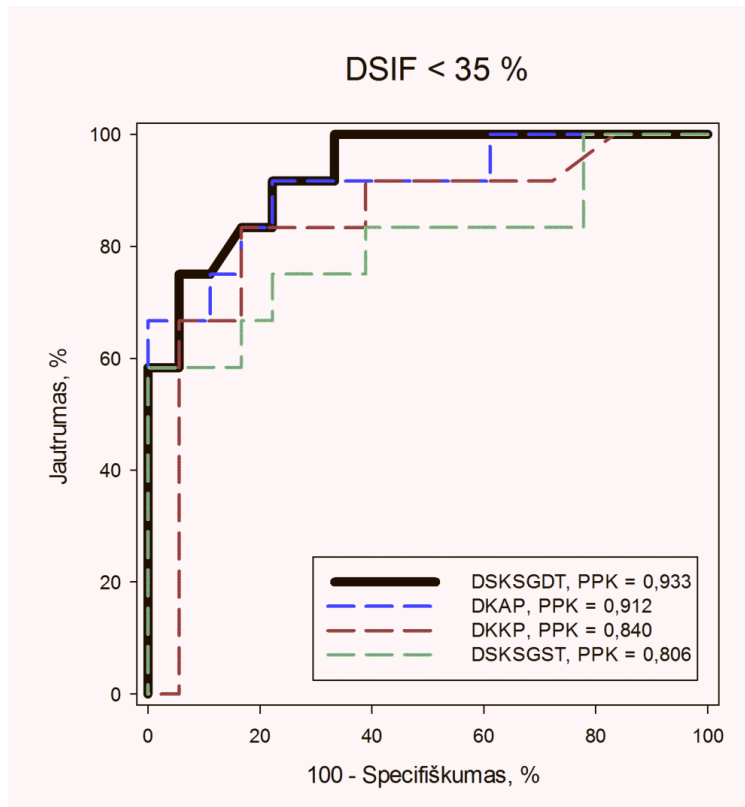
ROC kreivių analizės duomenimis didžiausias plotas po kreive prognozuojant ženkliai sumažėjusią DSIF yra dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrio santykis. Atlikta dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrių santykio ir kitų santykinių DS ir KS rodiklių ROC kreivių palyginimo analizė (20 lentelė ir 18 paveikslas).

**20 lentelė.** Dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrio santykio ROC kreivės ir kitų santykinių dešiniojo ir kairiojo skilvelių rodiklių ROC kreivių palyginimo analizės rezultatai.

DSKSGDT, PPK 0,933		
	PPK skirtumas	p
DKAP, PPK 0,912	0,021	= 0,66
DKKP, PPK 0,840	0,093	= 0,24
DSKSGST, PPK 0,806	0,127	= 0,07

Santrumpos: PPK – plotas po kreive, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių diastolinių tūrių santykis; DSKSGST – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinių sistolinių tūrių santykis.





**18 paveikslas.** Ženkliai sumažėjęsios dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos ir santykinų dešiniojo ir kairiojo skilvelių rodiklių ROC kreivių palyginimo analizės diagrama (DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio turio santykis, KSST – kairiojo skilvelio smūginis tūris, DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis, DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis, DSKSGDT – dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrio santykis, PPK – plotas po kreive).

## **12. Morfometrinių ir funkcinų DS rodiklių kartotinių matavimų sutapimo įvertinimas**

Siekiant palyginti DKAP ir DKKP, dešiniojo skilvelio galinio diastolinio, galinio sistolinio tūrių ir išstūmimo frakcijos verčių kartotinių matavimų sutapimą, buvo atlikta to paties tyrėjo (pirmasis tyrėjas) ir kito tyrėjo (antrasis tyrėjas) matavimų Bland-Altman atitikimo analizė. Atlikti atsitiktinai pasirinktų 15 pacientų DKAP ir DKKP rodiklių, dešiniojo skilvelio galinio diastolinio, galinio sistolinio tūrių ir išstūmimo frakcijos kartotiniai matavimai. Palyginti pirmojo tyrėjo kartotiniai matavimai vieno mėnesio intervalu bei pirmojo ir antrojo tyrėjo matavimai (21 lentelė).

**21 lentelė.** Dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio, dešiniojo skilvelio tūrių ir išstūmimo frakcijos verčių sutapimo analizės rezultatai.

	To paties tyrėjo matavimai		Pirmojo ir antrojo tyrėjų matavimai	
	DKAP	DKKP	DKAP	DKKP
Skirtumų vidurkis, ml	-0,02	0,08	0,08	0,14
95% sutapimo ribos, ml	-0,22 – 0,18	-0,46 – 0,63	-0,31 – 0,48	-0,49 – 0,76
Skirtumas, %	-1,3	5,9	6,3	9,5
DSGDT				
	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai
Skirtumų vidurkis, ml	2,0	25,9	-1,4	29,9
95% sutapimo ribos, ml	-17,3 – 21,2	0,5 – 51,3	-27,5 – 24,8	-19,9 – 79,8
Skirtumas, %	0,9	12,09	-0,61	13,96
DSGST				
	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai
Skirtumų vidurkis, ml	0,2	13,9	-2,6	18,7
95% sutapimo ribos, ml	-14,5 – 14,8	-8,3 – 36,1	-24,2 – 19,0	-21,1 – 58,5
Skirtumas, %	0,13	10,47	-2,04	14,12
DSIF				
	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai	Ašiniai pjūviai	Širdies trumposios ašies pjūviai
Skirtumų vidurkis, ml	0,1	0,8	0,4	-0,5
95% sutapimo ribos, ml	-5,2–5,4	-11,1–12,8	-7,7–8,6	-11,2–10,3
Skirtumas, %	0,23	2,03	1,02	-1,13

Santrumpos: DKAP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio ašiniame pjūvyje rodiklis; DKKP – dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio širdies keturių kamerų pjūvyje rodiklis, DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris, DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris, DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija.

### 13. Vainikinių arterijų ir krūtininės aortos vaizdumas

Dvidešimt penkių tiriamosios grupės pacientų (83,3 %) ir 43 (95,6 %) kontrolinės grupės pacientų kylančiosios aortos spindžio kontrastingumas buvo didesnis nei 200 HV.

Atliktas tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų antropometrinių rodiklių (kūno masės indeksas, kūno paviršiaus plotas), širdies dažnio, ŠPKT vaizdumo rodiklių (kylančiosios aortos kontrastingumas ir vaizdo triukšmingumas) palyginimą.

Tiriamosios grupės pacientų vainikinių arterijų vaizdinimo kokybė ir kontrastingumas kylančiojoje aortoje buvo mažesni, o širdies susitraukimų dažnis didesnis nei kontrolinės grupės pacientų atitinkami rodmenys (22 lentelė).

**22 lentelė.** Vainikinių arterijų vaizdinimo ŠPKT kokybės, kylančiosios aortos kontrastingumo ir širdies susitraukimų dažnio palyginimas tiriamojoje ir kontrolinėje grupėse.

	Tiramoji grupė vidurkis ± SN	Kontrolinė grupė vidurkis ± SN	p
KMI, kg/m <sup>2</sup>	30,32 ± 4,77	28,82 ± 4,70	= 0,183
KPP, m <sup>2</sup>	2,04 ± 0,20	1,95 ± 0,21	= 0,068
Kontrastingumas kylančiojoje aortoje, HV	281,40 ± 86,43	341,18 ± 80,67	< 0,005
Triukšmingumas kylančiojoje aortoje, HV	35,01 ± 10,54	30,30 ± 6,27	= 0,052
ŠSD, k/min.	74,53 ± 17,10	61,93 ± 12,34	< 0,005
Vidutinis vainikinių arterijų vaizdų kokybės balas	0,83 ± 0,79	1,87 ± 1,14	< 0,0001

Santrumpos: KMI – kūno masės indeksas, KPP – kūno paviršiaus plotas, ŠSD – širdies susitraukimų dažnis, SN – standartinis nuokrypis.

Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų kairiosios vainikinės arterijos kamieno, priekinės nusileidžiančiosios ir juosiančiosios šakų, dešinėsios vainikinės arterijos vaizdų kokybės rodmenų palyginimas pateiktas 23 lentelėje.

**23 lentelė.** Tiriamosios ir kontrolinės grupių vainikinių arterijų vaizdumo balų palyginimas.

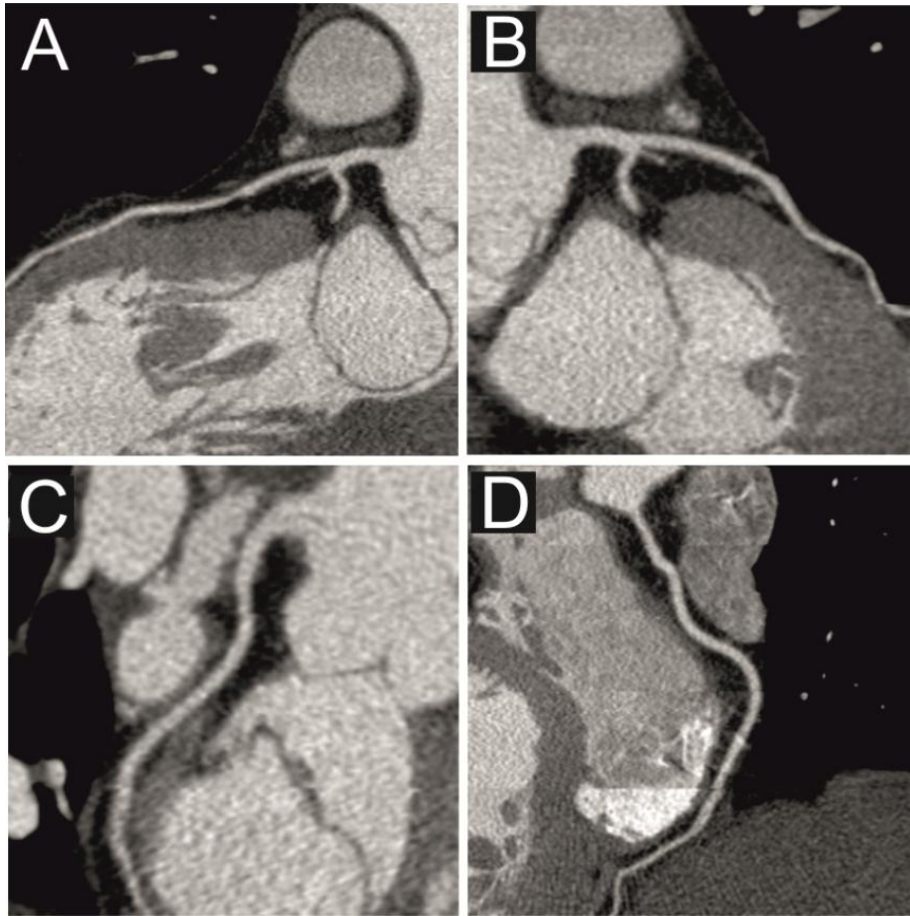
	Tiramoji grupė vidurkis ± SN	Kontrolinė grupė vidurkis ± SN	p
KVAK	1,30 ± 1,21	2,27 ± 1,18	< 0,005
PNŠ	0,77 ± 0,82	1,84 ± 1,21	< 0,001
JŠ	0,73 ± 0,79	1,82 ± 1,23	< 0,001
DVA	0,53 ± 0,68	1,56 ± 1,24	< 0,001

Santrumpos: KVAK – kairiosios vainikinės arterijos kamienas, PNŠ – priekinė nusileidžiančioji šaka, JŠ – juosiančioji šaka, DVA – dešinioji vainikinė arterija.

Įvertintas bendras abiejų pacientų grupių kiekvienos vainikinės arterijos vaizdų kokybės balas (vidurkis ± standartinis nuokrypis): kairiosios vainikinės arterijos kamieno 1,88 ± 1,27, priekinės nusileidžiančiosios šakos 1,41 ± 1,19, juosiančiosios šakos 1,39 ± 1,20, dešinėsios vainikinės arterijos 1,15 ± 1,16.

Trylikos kontrolinės grupės pacientų (17,33 %) visų keturių pagrindinių arterijų vaizduose artefaktų nebuvo. Patenkinama vainikinių arterijų vaizdo kokybė, netrukdanti spindžio vertinimui, nustatyta 3 (10 %) tiriamosios grupės pacientams ir 25 (55,6 %) kontrolinės grupės pacientams. Visų keturių vainikinių arterijų kokybė buvo tinkama spindžio įvertinimui 3 (10 %) tiriamosios grupės pacientams (kontrastingumas kylančiojoje aortoje svyravo nuo 228 HV iki 310 HV) ir 38 (84,4 %) kontrolinės grupės pacientams (kontrastingumas kylančiojoje aortoje svyravo nuo 208 HV iki 533 HV). Hemodinamiškai reikšminga koronarinė širdies liga (stenozę > 50 %) paneigta

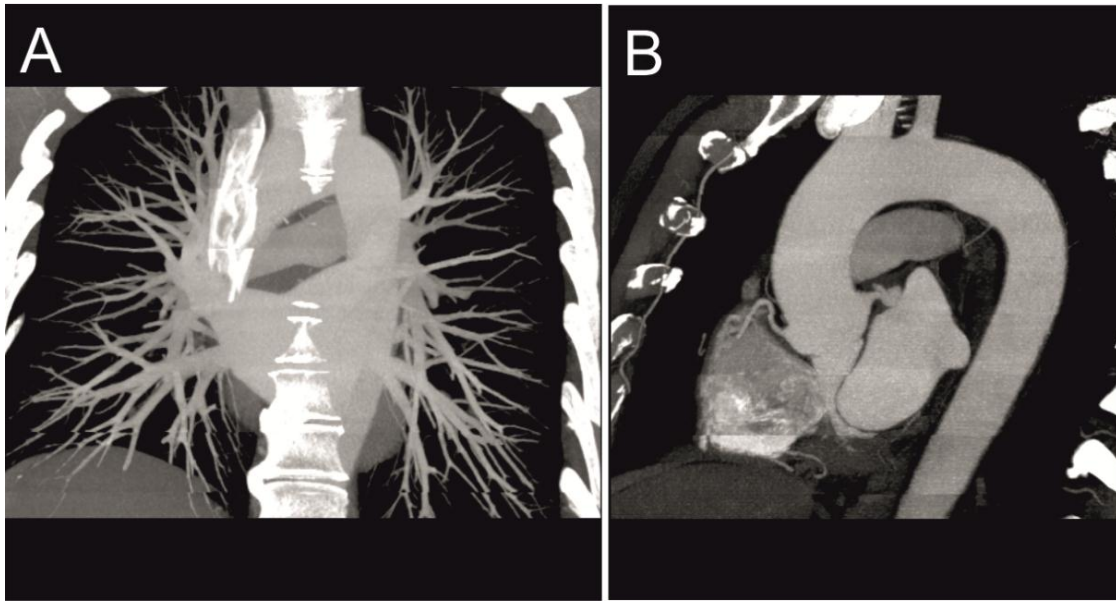
3 (10 %) tiriamosios grupės ir 38 (84,4 %) kontrolinės grupės pacientams (19 paveikslas).



**19 paveikslas.** Kontrolinės grupės paciento širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdų vainikinių arterijų išlenktos plokštumos rekonstrukcijos (A – kairiosios vainikinės arterijos priekinė nusileidžiančioji šaka, B – kairiosios vainikinės arterijos pirmoji įstrižinė šaka, C – kairiosios vainikinės arterijos juosiančioji šaka, D – dešinioji vainikinė arterija).

#### **14. Krūtininės aortos sienelės įvertinimas.**

Kylančiosios aortos spindžio kontrastingumas tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų ŠPKT vaizduose buvo didesnis nei 160 HV. Aortos lanko spindžio kontrastingumas mažesnis nei 160 HV buvo nustatytas trimis (10 %) tiriamosios grupės pacientams, o kontrolinės grupės pacientų aortos lanko kontrastingumas buvo didesnis nei 160 HV. Nusileidžiančiosios aortos spindžio kontrastingumas mažesnis nei 160 HV nustatytas keturiems (13,3 %) tiriamosios grupės pacientams (trims iš jų aortos lanko kontrastingumas buvo mažesnis nei 160 HV) ir dviems (4,4 %) – kontrolinės grupės pacientams. Krūtininės aortos atsisluoksniavimas paneigtas 26 (86,7 %) tiriamosios grupės pacientams ir 43 (95,6 %) kontrolinės grupės pacientams (20 paveikslas).



**20 paveikslas.** Kontrolinės grupės paciento širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdai (A – didžiausio intensyvumo projekcijos rekonstrukcija, rodanti tolygiai kontrastiniu preparatu užsipildančias plaučių arterijos skiltines, segmentines ir subsegmentines šakas, B – įstrižinės plokštumos rekonstrukcija, rodanti tolygiai kontrastiniu preparatu užsipildančią krūtininę aortą).

## V. REZULTATŲ APITARIMAS

Iš 85 studijos dalyvių į statistinę analizę įtraukti 75 (88,24 %) pacientų duomenys, nes šešių pacientų (7,1 %) ŠPKT vaizduose buvo sinchronizacijos su EKG artefaktai, o keturiems (5,3 %) ŠPKT vaizduose nustatyta lėtinė PATE, nevertinama kiekybiškai. Dėl nekokybiškų plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizdų, panaši pacientų dalis neįtraukta į statistinę analizę ir Mastora I. ir bendraautorių darbe [35].

Mūsų studijoje, kaip ir kitose, sergantieji ūmine PATE sudarė mažesnę nagrinėjamos populiacijos dalį negu nesergantieji [19]. Iš 75 studijos dalyvių 30 (40 %) pacientų plaučių arterijos šakose buvo matomi kontrastinio preparato pildymosi defektai, būdingi ūminei PATE, o 45 (60 %) pacientams ūminė PATE stambiosiose ir segmentinėse šakose buvo paneigta.

Tiriamąją grupę sudarė 18 vyrų ir 12 moterų. Kontrolinėje grupėje buvo 26 moterys ir 19 vyrų. Visų amžiaus grupių analizės rezultatai rodo, kad ūmine PATE dažniau serga moterys. Atsižvelgus į amžių, ūmine PATE vienodai dažnai serga ir moterys, ir vyrai [1]. Mūsų studijos dalyviai, sergantys ūmine PATE buvo vidutiniškai 3 metais vyresni nei nesergantieji ( $66,67 \pm 10,37$  ir  $63,10 \pm 8,52$ ,  $p = 0,08$ ). Literatūroje nurodoma, kad didėjant pacientų amžiui, proporcingai didėja plaučių arterijos trombinės embolijos ir giliųjų venų trombozės dažnis [1].

EMPEROR studijos rezultatai rodo, kad dažniausia priėmimo skyriaus pacientų, tiriamų dėl įtariamos ūminės PATE, lydinčioji liga yra sisteminė arterinė hipertenzija (sisteminė arterinė hipertenzija sirgo 45,6 % sergančiųjų ūmine PATE ir 51,9 % pacientų, kuriems ūminė PATE nepasitvirtino) [107]. Mūsų tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientus taip pat dažniausiai lydėjo sisteminė arterinė hipertenzija (60 % ir 82,2 %), rečiau abiejų grupių pacientai sirgo koronarine širdies liga (20 % ir 34,6 %), cukriniu diabetu (16,7 % ir 13,3 %), lėtine obstrukcine plaučių liga (6,7 % ir 13,3 %) ir navikais (16,7 % ir 4,4 %). Lydinčiųjų ligų dažnio skirtumai grupėse nebuvo reikšmingi.

Daugiau nei pusei ( $n = 17$ , 56,7 %) tiriamosios grupės pacientų diagnozuota ūminė giliųjų venų trombozė, iš jų 7 (23,3 %) taip pat nustatyta

lėtine giliųjų venų trombozė. Recidyvuojančios PATE, giliųjų venų trombozės atvejų nurodoma ir kitose studijose, analizuojančiose dešiniojo skilvelio būklę sergantiesiems ūmine PATE, tačiau recidyvuojančios PATE ir giliųjų venų trombozės įtaka dešiniojo skilvelio funkcijai nebuvo patvirtinta [36]. Mūsų tiriamojoje grupėje sergančiųjų lėtine giliųjų venų tromboze buvo daugiau negu kontrolinėje grupėje (atitinkamai 14 (46,7 %) ir 6 (13,3 %),  $p < 0,05$ ).

Daugumos tiriamosios grupės pacientų klinikinė ūminės PATE tikimybė buvo vidutinė (pagal modifikuotąją Ženevos skalę – 66,7 %, o pagal Velso skalę – 46,7 %) ir tai neprieštarauja kitų studijų rezultatams [107]. Autopsijų studijų duomenimis 36–75 % sergančiųjų ūmine PATE miršta pirmąją valandą nuo simptomų pradžios, o gydymo įstaigas tikėtina pasiekia sveikesni pacientai, kurių širdies ir kraujagyslių sistema sugeba funkcionuoti net ir didelės apimties plaučių arterijos trombinės embolijos sąlygomis [30].

Mūsų studija parodė, kad klinikinės tikimybės skalių tikslumas aptinkant sergančiuosius ūmine PATE yra nepakankamas (jautrumas 16,7-50 %), nepaisant didelės teigiamo rezultato prognozės vertės (85,7–100 %). Klinikinės tikimybės skalės tiksliai paneigė ūminę PATE (specifiškumas 97,8-100 %). Europos kardiologų draugijos ūminės PATE gairėse nurodoma, kad apie 90 % pacientų patenka į mažos ar vidutinės (nedidelės) klinikinės tikimybės grupes [5, 8]. Mūsų studijoje 50-83,3 % tiriamosios grupės pacientų ūminės PATE klinikinė tikimybė buvo maža arba vidutinė. Pažymima, kad Velso klinikinės tikimybės skalėje net 3 balai skiriami subjektyviam klinicisto pasirinkimui – ūminė PATE tikėtina arba ne, ir tai dažnai nulemia į kurią klinikinės tikimybės grupę pateks pacientas [108]. Palyginus su kitomis studijomis, ūminės PATE dažnis mūsų studijos dalyvių populiacijoje buvo aukštas – 40 % (PIOPED studijos – 33 %, kitų studijų nuo 14,2 % iki 39 %) [108]. Ūminės PATE klinikinės tikimybės modelio kūrėjo Velso P.S. ir bendraautorių [109] darbe plačiai aptariama kruopšti alternatyvios diagnozės paieška ir jos svarba klinikinės tikimybės balui. Kabrhel ir bendraautoriai [110] pastebi, kad atlikus išsamią kitų ligų, tokių kaip bronchų

astma, nerimas ir lėtinės obstrukcinės plaučių ligos, tikimybės analizę, klinicistai ūminę PATE diagnozuoja rečiau.

Europos kardiologų draugijos ūminės PATE gairėse nurodoma, kad klinikinės tikimybės skalių pagalba pacientus galima tiksliai suskirstyti į didėjančio ūminės PATE dažnio grupes (mažos klinikinės tikimybės grupėje sergančiųjų ūmine PATE yra apie 10 %, vidutinės klinikinės tikimybės grupėje - apie 30 %, didelės klinikinės tikimybės grupėje – apie 60 %) [5]. Mūsų duomenimis vidutinės ir didelės klinikinės tikimybės grupėse sergančiųjų ūmine PATE buvo daugiau (atitinkamai 76,9-93,3 % ir 85,7-100 %).

Ūminės PATE metu, suaktyvėjus krešumo ir fibrinolizės sistemoms, padidėja D-dimerų koncentracija kraujo serume. Normali D-dimerų koncentracija kraujo serume tiksliai paneigia ūminę PATE ir nurodo didelę neigiamo tyrimo rezultato prognozinę vertę [5]. Mūsų studijoje taip pat atsispindi D-dimerų tyrimo didelis jautrumas ir didelė neigiamo rezultato prognozinė vertė (atitinkamai 96,7 % ir 96,9 %). Tačiau fibrinolizė padidėja ir kitų susirgimų metu (vėžys, uždegiminės ligos, infekcijos, nekrozė, aortos sienelės atsisluoksniavimas), todėl D-dimerų tyrimo specifškumas ir teigiamo rezultato prognozinė vertė būna nepakankamai dideli (mūsų studijos atitinkamai 68,9 % ir 67,4%).

Pasha ir bendraautorių [6] metaanalizės duomenimis nedidelės klinikinės tikimybės ir nepadidėjusios D-dimerų koncentracijos kraujo serume derinys tiksliai paneigia ūminę PATE ir pasižymi didele neigiamo rezultato prognozinė verte. Tačiau mūsų tyrime derinant šių metodikų rezultatus, ligos diagnostikos tikslumas sumažėjo (jautrumas 16,7–50 %, specifiškumas 66,7–68,9 %). Didžioji dalis sergančiųjų ūmine PATE buvo klaidingai priskiriami mažos ir vidutinės klinikinės tikimybės grupėms (80,0-83,3 %), o nemaža dalis nesergančiųjų ūmine PATE turėjo padidėjusią D-dimerų koncentraciją kraujo serume (31,1 %).

Šiuolaikinėje klinikinėje praktikoje pirmo pasirinkimo tyrimas įtariant ūminę PATE yra plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografija,



kurios vaizduose įvertinamos ne tik stambiosios, segmentinės ir subsegmentinės plaučių arterijos šakos, bet ir plaučių audinys, tarpuplaučio struktūros, kas leidžia nustatyti arba paneigti kitas krūtinės skausmo priežastis [14]. Tačiau nusakant prognozę ir parenkant ūminės PATE gydymą svarbu ne tik tiksliai diagnozuoti ligą, bet ir nustatyti jos sunkumą. Nesunkios ūminės PATE atveju skiriamas antikoaguliacinis gydymas ir apsisaugoma nuo pakartotinės embolizacijos. Sunkios PATE atveju, ženkliai sutrikus kraujotakai, sumažėjus sisteminiam arteriniam kraujospūdžiui (žemiau 90 mm Hg) ir esant didelei mirties rizikai, pateisinami agresyvesni gydymo metodai – trombolizė, embolų pašalinimas perkateteriniu ar chirurginiu metodais.

Literatūroje aprašoma, kad 80 % sergančiųjų ūmine PATE sisteminis arterinis kraujo spaudimas nebūna sumažėjęs ir iš jų 27–55 % nustatoma sumažėjusi dešiniojo skilvelio funkcija [111]. Pabrėžiama pastarojo požymio svarba prognozei, nes pacientų su sutrikusia DS funkcija mirštamumas yra 4,3–12,8 %, o nesant DS disfunkcijos mirštamumas yra mažesnis nei 1% [111]. Plaučių arterijos trombinės embolijos registro gydymo taktikos ir prognozės studijoje (719 pacientų, kurių arterinis kraujospūdis buvo normalus, o DS funkcija buvo sumažėjusi) didžioji dalis (n = 550) pacientų buvo gydomi heparinu, o 169 – heparinu ir trombolizine terapija. Pogrupių analizė parodė, kad pacientų, kuriems buvo paskirta trombolizė, mirštamumo ir PATE recidyvų dažnis buvo mažesnis (4,1 % ir 7,7 %) nei pacientų, kurie buvo gydomi tik heparinu (10,5 % ir 18,7 %) [111, 112]. Todėl apibūdinant sunkią ūminę PATE reikėtų atsižvelgti ne tik į PATE anatominę apimtį, bet ir širdies ir plaučių sistemos būklę [15].

Visų mūsų studijos dalyvių sistolinis arterinis kraujo spaudimas buvo didesnis nei 90 mm Hg, todėl dešiniojo skilvelio būklės nustatymas sergantiesiems didelės apimties ūmine PATE galėtų tiksliau nusakyti jų mirštamumo riziką ir parinkti tinkamą gydymą.

Įprastinės nesinchronizuotos su EKG plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizduose galima įvertinti sutrikusią dešiniojo skilvelio funkciją išmatuojant dešiniojo ir kairiojo širdies skilvelių skersmenų

santykius [19, 27, 30, 31]. Išsiplėtus dešiniojo skilvelio ertmei, dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio rodiklis didėja ir rodo dešiniojo skilvelio funkcijos blogėjimą. Tačiau yra studijų, kuriose DS ir KS skersmenų santykio rodiklių vertė prognozuojant mirštamumą buvo maža [14, 27, 28, 30, 32].

Lyginant tiriamąją ir kontrolinę grupes, gauti reikšmingi DS sutrikusios funkcijos morfometrinių rodmenų (DKAP ir DKKP) skirtumai. DKAP verčių skirtumų statistinis reikšmingumas buvo didesnis ( $p < 0,00005$ ) negu DKKP ( $p < 0,005$ ). Dogan H. ir bendraautorių [19] studijoje sergančiųjų ir nesergančiųjų ūmine PATE grupių DKAP skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi ( $p = 0,059$ ), o DKKP skirtumai buvo reikšmingi ( $p < 0,005$ ). Autorių pateiktuose vaizduose DKAP apskaičiuojamas išmatuojant DS ir KS skersmenis tame pačiame pjūvyje ir tai gali sumažinti šio rodiklio tikslumą palyginant sergančiųjų ir nesergančiųjų ūmine PATE grupes [19, 27]. Araoz P.A. ir bendraautorių studijoje [30] DKAP apskaičiuojamas išmatavus DS ir KS skersmenis atitinkamai triburio vožtuvo didžiausio diametro ir dviburio vožtuvo didžiausio diametro lygiuose, kurie gali būti skirtinguose pjūviuose [28]. Pateikiamos detalios DKKP apskaičiavimui naudojamų širdies keturių kamerų vaizdo rekonstrukcijos metodikos, tačiau autoriai pastebi, kad to paties širdies keturių kamerų vaizdo išgavimo metodai gali skirtis ir tai, kartu su nepakankama tyrėjo patirtimi, gali lemti ženklus matavimų netikslumus [113].

Sinchronizuotos su EKG širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizduose galima tiksliai įvertinti širdies ertmių tūrius ir skilvelių sistolinę funkciją.

Tiriamosios grupės pacientų DS galinis diastolinis ir galinis sistolinis tūriai buvo reikšmingai didesni negu kontrolinės grupės pacientų, o smūginis tūris ir išstūmimo frakcija – reikšmingai mažesni. Dogan H. ir bendraautorių [19] studijoje sergančiųjų ūmine PATE ir nesergančiųjų DS galinio diastolinio ir smūginio tūrių skirtumai nebuvo reikšmingi, o mūsų duomenimis šių tūrių skirtumų reikšmingumas buvo mažesnis negu DS galinio sistolinio tūrio ir išstūmimo frakcijos. Dogan H. ir bendraautorių [19] studijoje iš 29 sergančiųjų ūmine PATE, nemaža dalis ( $n = 19, 41 \%$ ) pacientų sirgo nedidelės apimties

segmentinių ir subsegmentinių plaučių arterijos šakų trombine embolija, todėl tikėtina neturėjo raiškios DS dilatacijos, DS galinio diastolinio tūrio padidėjimo ir smūginio tūrio sumažėjimo.

Sergančiųjų ūmine PATE dešiniojo skilvelio sistolinis tūris didėja dėl padidėjusio pasipriešinimo plaučių arterijos baseine esant kraujo tėkmės kliūčiai – trombinių embolų masėms. Ūminės PATE metu dėl lėtesnio ir mažesnės amplitudės DS susitraukimo, mažesnis kraujo tūris išstumiamas į plaučių arterijos baseiną sistolės metu ir didesnę dalį pasilieka DS ertmėje [114]. Dėl padidėjusio pasipriešinimo plaučių arterijos baseine, padidėjusio DS ertmės tūrio, sumažėjusio DS smūginio tūrio sumažėja į KS atitekančio kraujo tūris [20] [115]. Plečiantis dešiniajam skilveliui, tarpkilvelinė pertvara stumiamą link kairiojo skilvelio ir blogina KS ertmės prisipildymą [115].

Sergančiųjų ūmine PATE trombinės embolijos apimties rodikliai pagal Kvanadli buvo vidutiniškai didesni nei pagal Mastora ( $43,83 \% \pm 20,08 \%$ , mediana  $48,75 \%$  bei  $32,24 \% \pm 21,03 \%$ , mediana  $36,13 \%$ ) ir šio skirtumo priežastis yra rodiklių apskaičiavimo metodikos skirtumai [34, 35]. Apskaičiuojant Mastora rodiklį atsižvelgiama į kiekvienos segmentinės šakos obstrukcijos laipsnį, kuris įvertinamas 5 balų skalėje, o pagal Kvanadli atsižvelgiama į arčiausiai plaučių arterijos kamieno esantį embolą ir pagal pastarąjį nusakomas distaliau esančių šakų obstrukcijos laipsnis, neatsižvelgiant ar jose yra embolai ar ne. Plaučių arterijos trombinės embolijos apimties ir DS išstūmimo frakcijos reikšmių koreliacija buvo vidutinio stiprumo, o ryšys tarp PATE apimties išreikštos Kvanadli rodikliu ir DSIF buvo stipresnis ( $r = -0,47$ ,  $p < 0,05$ ) negu tarp DS išstūmimo frakcijos ir Mastora rodiklio ( $r = -0,43$ ,  $p < 0,05$ ), todėl pirmąjį naudojome tolesnėje statistinėje analizėje.

Literatūroje nurodomos skirtingos slenkstinės didelės apimties ūminės PATE reikšmės (30–50 %), kurių metu ženkliai padidėja pasipriešinimas plaučių arterijoje [5, 42, 116]. Manoma, kad ūminės PATE metu pasipriešinimas plaučių arterijoje didėja ne tik dėl trombinių masių, bet ir dėl plaučių arterijos smulkiųjų šakų spazmo [111, 117, 118]. Tačiau kiti autoriai

teigia, kad padidėjęs pasipriešinimas plaučių arterijos baseine, o to pasekoje ir DS funkcijos sumažėjimas, daugiausiai priklauso nuo trombinės embolijos apimties [5, 115, 119]. Pastebėta, kad ūminės PATE metu vazodilatatorių poveikis plautinei hipertenzijai yra nedidelis, o dėl jų sukeltos sisteminės arterinės vazodilatacijos ir sisteminės hipotenzijos gali pablogėti DS perfuzija ir didėti DS išemija [119, 120].

Koreliacijos analizė parodė statistiškai reikšmingą, tačiau vidutinio stiprumo ūminės PATE apimties rodiklių pagal Kvanadli bei Mastora ir DS išstūmimo frakcijos verčių ryšį (atitinkamai  $r = -0,47$ ,  $r = -0,43$ ,  $p < 0,05$ ). Kvanadli rodiklio ir DS išstūmimo frakcijos koreliacijos koeficientas buvo didesnis negu Mastora rodiklio, todėl pirmąjį naudojome tolesnėje statistinėje analizėje. Ūminės PATE apimtis geriau koreliavo su dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio rodikliais, dešiniojo skilvelio galiniu diastoliniu tūriu, dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio ir galinio sistolinio tūrių santykiais (atitinkamai  $r = 0,56$ ,  $r = 0,39$ ,  $r = -0,48$ ,  $r = 0,60$ ,  $r = 0,61$ ,  $p < 0,05$ ).

Nustčius santykinių dešiniojo ir kairiojo skilvelių rodiklių reikšmingas sąsajas su plaučių arterijos trombinės embolijos apimtimi, atlikta sergančiųjų ūmine PATE dešiniojo ir kairiojo skilvelių kontraktiškumo (išstūmimo frakcija) ir prisipildymo (smūginis tūris) rodiklių sąsajų analizė. Ji parodė labai stiprų dešiniojo skilvelio galinio sistolinio ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos ryšį ( $r = -0,87$ ,  $p < 0,000001$ ), dešiniojo ir kairiojo skilvelių smūginių tūrių ryšį ( $r = -0,71$ ,  $p < 0,000005$ ) bei kairiojo skilvelio galinio diastolinio ir smūginio tūrių ryšį ( $r = 0,75$ ,  $p < 0,000005$ ).

Dešiniojo skilvelio įtaką kairiojo skilvelio funkcijai įvertinome atlikę kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos daugialypės tiesinės regresijos analizę. Į tiesinės regresijos modelį įtraukėme paciento amžių, ūminės PATE apimties rodiklį pagal Kvanadli, lydinčias ligas ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją. Taikant pastarąjį tiesinės regresijos modelį, nustatytas stiprus ryšys (daugialypės tiesinės regresijos koeficientas  $R = 0,68$ ) tarp kairiojo skilvelio išvaymo frakcijos verčių ir dešiniojo skilvelio išvaymo frakcijos (beta

koeficientas 0,455,  $p < 0,05$ ) bei koronarinės širdies ligos diagnozės (beta koeficientas -0,414,  $p < 0,05$ ).

Siekiant nustatyti dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją įtakojančius veiksnius, atlikta DSIF daugialypės tiesinės regresijos analizė, įtraukiant paciento amžių, ūminės PATE apimties rodiklį pagal Kvanadli, lydinčias ligas ir KS išstūmimo frakciją. Taikant pastarąjį tiesinės regresijos modelį, nustatytas stiprus ryšys (daugialypės tiesinės regresijos koeficientas  $R = 0,71$ ) tarp dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos verčių ir plaučių arterijos trombinės embolijos apimties bei kairiojo skilvelio išstūmimo frakcijos – Kvanadli rodiklis (beta koeficientas -0,516,  $p < 0,05$ ) ir KSIF (beta koeficientas 0,490,  $p < 0,05$ ).

Ūminės PATE metu kairiojo skilvelio prispildymą ir smūginį tūrį lemia dešiniojo skilvelio būklės pokyčiai. Mažėjant kairiojo skilvelio smūginiam tūriui ir vainikinių arterijų kraujotakai, mažėja ir dešiniojo skilvelio raumens mityba, blogėja jo veikla [115].

Dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertės tiksliausiai prognozavo ūminės PATE apimtį, didesnę nei 50 %. Tiriamosios grupės pacientų, kurių KS išstūmimo frakcija nebuvo ženkliai sumažėjusi, ROC kreivių analizė parodė, kad trombinę emboliją, apimančią daugiau nei pusę plaučių arterijos baseino ( $KR \geq 50\%$ ), 87,5 % jautrumu ir 88,9 % specifiškumu prognozuoja dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija mažesnė nei 34,8 % (PPK 0,903,  $p < 0,0001$ ). Į ROC analizę įtraukus visus tiriamosios grupės pacientus, didesnę nei 50 % apimties emboliją 87,5 % jautrumu ir 77,3 % specifiškumu prognozuoja dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija mažesnė nei 34,8 % (PPK 0,812,  $p < 0,0001$ ). Remiantis literatūros duomenimis, DSIF  $< 35\%$  yra ženklus dešiniojo skilvelio funkcijos pablogėjimo rodiklis [121]. Sergantieji ūmine PATE pagal dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos vertes suskirstyti į du ženkliai sumažėjusios ir ženkliai nesumažėjusios dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos (atitinkamai DSIF  $< 35\%$  ir DSIF  $\geq 35\%$ ) pogrupius. Kaip ir tiriamosios bei kontrolinės grupių palyginimo analizėje, DSIF  $< 35\%$  pogrupio pacientų dešiniojo skilvelio galinis diastolinis ir sistolinis tūriai bei DS ir KS

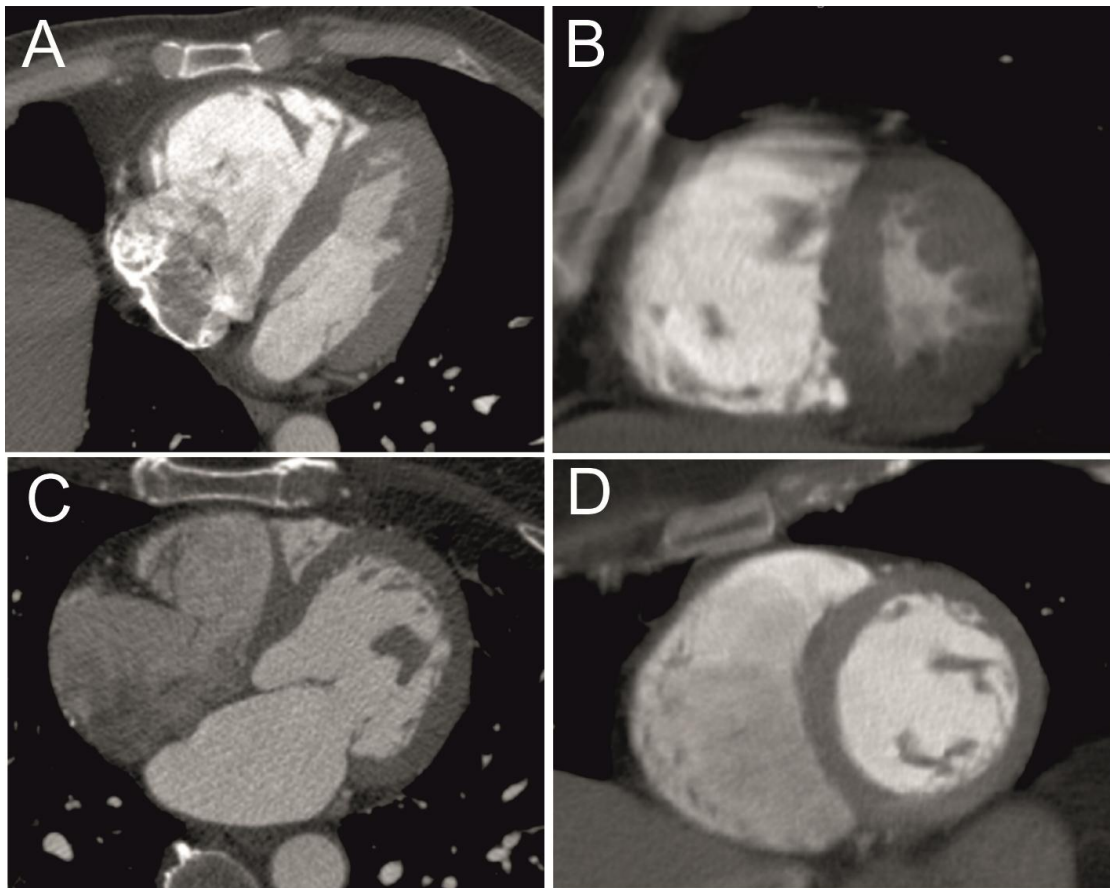
tūrių santyčiai buvo reikšmingai didesni nei pacientų, kurių DSIF nebuvo ženkliai sumažėjusi, o dešiniojo skilvelio smūginis tūris, kairiojo skilvelio galinis diastolinis ir smūginis tūriai bei kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija – reikšmingai mažesni.

Tiriamosios ir kontrolinės grupių bei DSIF < 35 % ir DSIF ≥ 35 % pogrupių rodiklių palyginamosios analizės sutapimai rodo, kad didėjant plaučių arterijos trombinės embolijos apimčiai palaipsniui progresuoja dešiniojo ir kairiojo skilvelių formos, tūrių ir funkcijos pokyčiai.

Siekiant aptikti slenkstines santykinių DS ir KS rodiklių reikšmes, prognozuojančias ženkliai sumažėjusią dešiniojo skilvelio išstūmimo frakciją, atlikta ROC kreivių analizė, į kurią įtraukti rodikliai, kurių verčių skirtumai DSIF < 35 % ir DSIF ≥ 35 % pogrupiuose buvo reikšmingi ( $p < 0,05$ ). Dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrio santykio reikšmės, didesnės nei 1,49, plotas po kreive buvo didžiausias (PPK 0,933,  $p < 0,0001$ , jautrumas 91,7 %, specifiškumas 77,8 %). Atliktus dešiniojo ir kairiojo skilvelių galinio diastolinio tūrio santykio ir kitų santykinių DS ir KS rodiklių ROC kreivių palyginimo analizę, nustatyta, kad jų ROC kreivės reikšmingai nesiskyrė.

Tūrių santykių svarba pasirenkant gydymo taktiką pabrėžiama studijose analizuojančiose Fallot tetrados gydymo indikacijas [122]. Esant ūminei trombinei embolijai vaizdinimo metodas turėtų pateikti informaciją ne tik apie dešiniojo skilvelio, bet ir kairiojo skilvelio būklę. Dešinysis ir kairysis skilveliai funkcionuoja nuosekliai ir nesant šuntinių srovių išvaro panašų smūginį tūrį [122]. 1910 metais prancūzų fiziologas Bernheimas pirmasis pastebėjo DS ir KS funkcijos sąsajas. Jis teigė, kad KS dydžio ir funkcijos pakitimai keičia DS geometriją ir trikdo DS funkciją – „Bernheimio efektas“ [122, 123]. Daugumos vėlesnių studijų rezultatai rodo, kad DS dydžio ir funkcijos pokyčiai sąlygoja KS funkcijos sutrikimus, – fenomenas vadinamas „atvirkštiniu Bernheimio efektu“ [122, 124]. „Skilvelis – skilvelis“ sąveiką lemia bendros miokardo skaidulos, bendra pertvara, vainikinė arterinė kraujotaka ir perikardas. Dešiniojo skilvelio paviršinis spiralės pavidalo

miofibrilių sluoksnis nusitęsia į paviršinį kairiojo skilvelio sluoksnį, o skilvelių pertvaros srityje giliai miofibrilių sluoksniai yra bendri. Nepageidaujamas DS dilatacijos ir disfunkcijos poveikis KS geomterijai ir funkcijai (tiek diastolinei, tiek sistolinei) buvo įrodytas sergantiesiems įgimtomis (pvz.: prieširdžių pertvaros defektas, Ebšteino anomalija) ir įgytomis (pvz: plaučių arterijos trombinė embolija, pirminė plautinė hipertenzija) širdies ligomis [122] (21 paveikslas). Širdis yra perikardo maiše, todėl dešiniojo skilvelio perkrovimas spaudimu ir tūriu sąlygoja tarpkilvelinės pertvaros pasislinkimą į kairę pusę ir kairiojo skilvelio ertmės dydžio ir paslankumo sumažėjimą [111].



**21 paveikslas.** Širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vaizdai. A ir B – paciento, sergančio ūmine PATE vaizdai (A – ašinis pjūvis, B – širdies trumposios ašies vaizdas, rodantis „D“ raidės formos kairiojo skilvelio deformaciją). C ir D – paciento, nesergančio ūmine PATE vaizdai (C – ašinis pjūvis, D – širdies trumposios ašies vaizdas, rodantis įprastinį apskritimo formos kairiojo skilvelio skerspjūvį).

Dešiniojo skilvelio vaizdinimo klinikinė nauda priklauso ne tik nuo metodo tikslumo, bet ir nuo gautų rezultatų atkartojamumo. Pattynama P.M.T. ir bendrautoriai [55] pabrėžia, kad kartotinių DS tūrio matavimų klaidoms didžiausią įtaką turi to paties ir skirtingų tyrėjų atliktų kartotinių matavimų

skirtumai, o ne paties tyrimo atlikimo metodika. Skirtingų tyrėjų atlikti matavimai, to paties tyrėjo kartotiniai matavimai turėtų labai neženkliai varijuoti lyginant su DS funkcijos pokyčių dydžiais, kuriuos norima aptikti. Mūsų darbe kartotiniai to paties ir kito tyrėjo DS tūrių matavimai atlikti ašiniuose pjūviuose geriau sutapo nei matavimai atlikti trumposios ašies pjūviuose. Pattinama P.M.T. ir bendraautorių studijoje [55], nagrinėjančioje magnetinio rezonanso tomografijos matavimų atkuriamumą nurodoma, kad vieno DS išstūmimo frakcijos matavimo reikšmės ribos, kuriose tikėtina tikroji rodiklio vertė, yra  $\pm 6\%$ . Mūsų studijos dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos verčių, apskaičiuotų naudojant kartotinius DS tūrių matavimus ašiniuose ir širdies trumposios ašies pjūviuose, skirtumai neviršijo  $6\%$ . Tačiau DS išstūmimo frakcijos verčių ašiniuose pjūviuose sutapimas buvo didesnis negu trumposios ašies pjūviuose (atitinkamai  $0,23\%$ ,  $1,02\%$  ir  $2,03\%$ ,  $-1,13\%$ ).

Lorenz C.H. ir bendraautoriai [84] nustatė, kad to paties ir antrojo tyrėjo kartotiniai KS ir DS išstūmimo frakcijos matavimai magnetinio rezonanso tomografijos vaizduose varijuoja nuo  $5\%$  iki  $6\%$ . Mūsų studijos DS tūrių kartotinių matavimų verčių svyravimas ašiniuose pjūviuose neviršijo  $3\%$ , o širdies trumposios ašies pjūviuose siekė net  $14\%$ .

DS tūrio matavimų ašiniuose ir trumposios ašies pjūviuose sutapimo analizė parodė geresnį kartotinių matavimų sutapimą ašiniuose pjūviuose ir mažesnes sutapimo ribas. Studijų duomenimis ašiniuose pjūviuose lengviau atpažįstamas triburis vožtuvas ir paprasčiau nustatoma dešiniojo prieširdžio ir dešiniojo skilvelio riba [66]. Taip pat ašiniuose pjūviuose geriau matomas plaučių arterijos vožtuvas [66]. DS tūrių kartotinių matavimų sutapimas širdies trumposios ašies vaizduose yra mažesnis, nes iškyla pamatinio pjūvio segmentavimo problema – sudėtinga nustatyti triburio vožtuvo kontūrą, DP ir DS ribą [48]. DS sienelės, skirtingai nei KS, yra plonesnės, todėl beveik nesiskiria nuo dešiniojo prieširdžio. Atliekant segmentinę DS ertmės tūrio analizę, pamatinio sluoksnio įtraukimas arba neįtraukimas lemia ženklus ertmės tūrio skirtumus [48].



Dešiniojo ir kairiojo skilvelių skersmenų santykio rodiklių Bland - Altman analizės duomenimis DKAP kartotinių matavimų sutapimas buvo didesnis negu DKKP. To paties tyrėjo DKAP kartotinių matavimų skirtumų vidurkis buvo -0,02 (sutapimo ribos -0,22–0,18), o skirtingų tyrėjų – 0,08 (sutapimo ribos -0,31-0,48). To paties tyrėjo kartotinių DKKP matavimų skirtumų vidurkis buvo 0,08 (-0,46–0,63), o skirtingų tyrėjų – 0,14 (0,49-0,76). Prastesnį DKKP kartotinių matavimų sutapimą galima būtų paaiškinti papildomomis matavimų paklaidomis, kurias sąlygoja vaizdų rekonstravimas.

Krūtinės skausmo priežastys gali būti labai įvairios: nuo paprasčiausio nesunkaus muskuloskeletinės sistemos pažeidimo ar gastroezofaginio reflukso iki grėsmingo gyvybei miokardo infarkto, plaučių arterijos trombinės embolijos ar aortos atsisluoksniavimo [125]. Skausmu už krūtinkaulio gali skųstis net 12,4 % pacientų, kuriems įtariama ūminė PATE, o skausmas priekinėje krūtinės dalyje būna net 60,9 % aortos atsisluoksniavimo atvejų [126, 127]. Sinkopė yra būdingas ūminės PATE požymis, bet apie 9,4 % atvejų lydi aortos atsisluoksniavimą [127]. Pranešama, kad ūmaus krūtinės skausmo standartinio įvertinimo algoritmo trukmė gali siekti 15 valandų, o taikant vainikinių arterijų kompiuterinės tomografijos angiografiją – tik 3,4 valandos [128]. Taip pat nurodoma, kad diagnostikos kaštai buvo mažesni taikant vainikinių arterijų kompiuterinės tomografijos angiografiją nei standartinį ūmaus krūtinės skausmo įvertinimo algoritmą [128]. Todėl šiuo metu plačiai nagrinėjama galimybė vieno tyrimo (išplėstinės sinchronizuotos su elektrokardiograma širdies kompiuterinės tomografijos angiografijos) pagalba patvirtinti arba paneigti tris ūmines ir grėsmingas gyvybei ligas – miokardo infarktą, plaučių arterijos trombinę emboliją ir aortos atsisluoksniavimą [39, 129-132]. Nurodoma, kad išplėstinės sinchronizuotos su elektrokardiograma širdies kompiuterinės tomografijos angiografijos ir sinchronizuotos su elektrokardiograma vainikinių arterijų kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizdumas ženkliai nesiskiria [129].

Vainikinių arterijų vaizdumo ŠPKT vaizduose pusiau kiekybinę analizę atlikomę pagal literatūroje aprašyta metodiką [133]. Vainikinių arterijų ŠPKT

pakankamos kokybės rodikliu pasirinktas spindžio kontrastingumas lygus arba didesnis nei 200 HV [105]. Dvidešimt penkių tiriamosios grupės pacientų (83,3 %) ir 43 (95,6 %) kontrolinės grupės pacientų kylančiosios aortos spindžio kontrastingumas buvo didesnis nei 200 HV.

Tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų vainikinių arterijų ŠPKT vaizdų kokybės skirtumai buvo ženklūs ( $0,83 \pm 0,79$  ir  $1,87 \pm 1,14$ ,  $p < 0,0001$ ). Vainikinių arterijų vaizdumą lemiantys veiksniai yra vaizdinimo metodikos didelė temporalinė ir erdvinė skiriamoji geba, didelė kontrasto skiriamoji geba ir mažas vaizdų triukšmingumas. Vienas iš ŠPKT trūkumų yra nepakankama temporalinė skiriamoji geba esant dažnesnei nei 60 kartų per minutę širdies veiklai. 64 sluoksnių vieno rentgeno spindulių šaltinio kompiuterinio tomografo temporalinė skiriamoji geba, kai rentgeno spindulių šaltinio vieno apsisukimo trukmė yra 350 milisekundžių ir taikoma vieno segmento rekonstrukcija, siekia 175 milisekundžių. Invazinės angiografijos temporalinė skiriamoji geba yra 4-7 milisekundės. Dažnėjant širdies veiklai ir mažėjant diastolės trukmei, ŠPKT vaizdinė informacija surenkama ne tik diastolės bet ir sistolės metu. Siekiant vizualizuoti vainikines arterijas be judesio artefaktų sistolinėje fazėje, būtina nemažesnė negu 50 milisekundžių temporalinė skiriamoji geba [134]. Tiriamosios grupės vidutinis širdies susitraukimų dažnis ( $\pm$  SN) buvo 74,53 ( $\pm 17,10$ ) kartai per minutę, o kontrolinės grupės pacientų – vidutiniškai 12,6 susitraukimų per minutę mažesnis ( $61,93 \pm 12,34$ ,  $p < 0,005$ ). Sergančiųjų ūmine PATE širdies ritmas padažnėja, nes sumažėjus kairiojo skilvelio smūginiam tūriui bei širdies minutiniam tūriui kyla refleksinė tachikardija [135]. Didėjant širdies susitraukimų dažniui dėl nepakankamos laiko skiriamosios gebos kompiuterinės tomografijos angiografijos vaizduose atsiranda sinchronizacijos su EKG artefaktai.

Širdies ciklo metu vainikinių arterijų segmentai juda nevienodu greičiu ir amplitude. Husmann ir bendraautorių duomenimis greičiausiai juda dešinioji vainikinė arterija, o lėčiausiai kairiosios vainikinės arterijos kamienas ir jos šakų (priekinės nusileidžiančiosios ir juosiančiosios arterijų) žiotys [136].

Literatūroje nurodomi vainikinių arterijų judesio greičių skirtumai atsispindi ir mūsų tiriamųjų vainikinių arterijų vaizdumo rezultatuose: abiejų grupių pacientų kairiosios vainikinės arterijos kamieno vaizdo kokybė buvo geresnė nei priekinės nusileidžiančiosios šakos, juosiančiosios šakos ir dešinės vainikinės arterijos ( $1,88 \pm 1,27$ ,  $1,41 \pm 1,19$ ,  $1,39 \pm 1,20$  ir  $1,15 \pm 1,16$ ,  $p < 0,05$ ).

Studijose, nagrinėjančiose širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vertę esant ūmiam krūtinės skausmui, nurodoma, kad dėl nepakankamos vaizdų kokybės 9,9–43 % pacientų vainikinės arterijų neįvertinamos [128]. Nepakankamas vainikinių arterijų vaizdumas (mažiau nei 2 balai pagal Pfloderer ir bendraautorių [133] pusiau kiekybinę skalę) nustatytas 34 (45,3 %) mūsų studijos dalyviams. Negalėjome įvertinti vainikinių arterijų 27 (90 %) tiriamosios ir 7 (15,6 %) kontrolinės grupės pacientams.

Hemodinamiškai reikšminga koronarinė širdies liga (stenozė  $> 50$  %) paneigta trimis (10 %) tiriamosios grupės ir 38 (84,4 %) kontrolinės grupės pacientams.

Krūtininės aortos kontrastingumo kreivę įtakoja kairiojo skilvelio smūginis tūris bei širdies susitraukimų dažnis. Ūminės PATE metu, padidėjus pasipriešinimui plaučių arterijos baseine, blogėjant kairiojo skilvelio prisipildymui bei mažėjant kairiojo skilvelio smūginiam tūriui, krūtininės aortos kontrastingumo kreivė auga lėčiau [137, 138].

Krūtininės aortos ŠPKT pakankamos kokybės rodikliu pasirinktas spindžio kontrastingumas lygus arba didesnis nei 160 HV [106]. Kylančiosios aortos spindžio kontrastingumas tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientų ŠPKT vaizduose buvo pakankamas (didesnis nei 160 HV) aortos sienelės įvertinimui. Aortos lanko spindžio kontrastingumas mažesnis nei 160 HV buvo nustatytas trimis (10 %) tiriamosios grupės pacientams. Nusileidžiančiosios aortos spindžio kontrastingumas mažesnis nei 160 HV nustatytas keturiems (13,3 %) tiriamosios grupės pacientams ir dviems (4,4 %) kontrolinės grupės pacientams. Krūtininės aortos atsisluoksniavimas paneigtas visiems tiriamosios ir kontrolinės grupių pacientams, kurių krūtininės aortos kontrastingumas buvo

didesnis nei 160 HV (tiriamosioje grupėje 26 pacientams (86,7 %), kontrolinėje grupėje 43 pacientams (95,6 %)).

Studijos dalyvių širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos vidutinė efektinė jonizuojančiosios apšvitos dozė buvo 14,5 mSv. VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Radiologijos ir branduolinės medicinos centre taikomo nesinchronizuotos su EKG plaučių arterijos kompiuterinės tomografijos angiografijos protokolo vidutinė efektinė dozė yra apie 10 mSv. Nepaisant didesnės, vidutiniškai apie 4,5 mSv (45 %), jonizuojančiosios apšvitos, širdies ir plaučių kompiuterinė tomografija suteikė papildomos informacijos: įvertinti dešiniojo ir kairiojo širdies skilvelių veiklos sutrikimai, įvertintos vainikinės arterijos ir krūtininė aorta. Didžiąjai daliai (84,4 %) kontrolinės grupės pacientų, trims (10 %) tiriamosios grupės pacientams patikimai paneigta hemodinamiškai reikšminga koronarinės širdies liga. Krūtininės aortos atsisluoksniavimas paneigtas 26 (86,7 %) tiriamosios grupės pacientams ir 43 (95,6 %) kontrolinės grupės pacientams.

Diagnostinėje radiologijoje jonizuojančiosios spinduliuotės kancerogeninio poveikio įvertinimui taikoma tiesinė neslenkstinė teorija, kuri teigia, kad net ir mažiausia jonizuojančiosios apšvitos dozė yra žalinga ir jai didėjant didėja vėžio rizika [139]. Tačiau pastaroji teorija neatsižvelgia į jonizuojančios apšvitos poveikį biologiniams gynybiniais mechanizmom, kurie skatina genetinės medžiagos pažaidas ištaisiančių fermentų gamybą, todėl galimai pervertina žalingą poveikį [139-141].

Jonizuojančiosios spinduliuotės sukulto onkologinio proceso rizika vyresnio amžiaus žmonėms yra mažesnė [142, 143]. Literatūroje nurodoma, kad plaučių arterijos trombinės embolijos ir giliųjų venų trombozės dažnis auga eksponentiškai didėjant pacientų amžiui [1]. Mūsų tiriamieji pacientai buvo vyresni nei 50 metų (tiriamosios grupės pacientų amžiaus vidurkis metais buvo  $66,67 \pm 10,37$ , o kontrolinės grupės –  $63,10 \pm 8,52$ ). Literatūroje nurodoma, kad 60 metų asmeniui rizika mirti dėl kardiovaskulinio įvykio yra 800 kartų didesnė nei nuo vėžio [144].

## VI. IŠVADOS

1. Modifikuotoji Ženevos, Velso ir modifikuotoji Velso klinikinės tikimybės skalės pasižymi dideliu specifiškumu, tačiau mažu jautrumu nustatant ūminę plaučių arterijos trombinę emboliją, todėl jos nėra pakankamai tikslios. Atvirkščiai, padidėjusi D-dimerų koncentracija kraujo serume yra labai jautrus, bet nepakankamai specifiškas žymuo. Derinant šių metodikų rezultatus, ligos diagnostikos tikslumas sumažėja.
2. Įvykus ūminei PATE aptinkami ne tik dešiniojo bet ir kairiojo širdies skilvelio būklės pokyčiai. Jie pasireiškia kairiojo skilvelio diastolinio tūrio sumažėjimu ir jį lydinčiu smūginio tūrio sumažėjimu. Kadangi kairiojo skilvelio kontraktiliškumas – išstūmimo frakcija išlieka gera, šiuos pokyčius galima būtų aiškinti dešiniojo skilvelio tūrio padidėjimu, kairiojo skilvelio suspaudimu ir pritekėjimo į jį sumažėjimu.
3. Įvykus ūminei PATE dešiniojo širdies skilvelio būklė blogėja tiesiogiai proporcingai embolijos apimčiai. Egzistuoja teigiamas ryšys tarp plaučių arterijos trombinės embolijos apimties ir širdies skilvelių tūrių santykio, skilvelių skersmenų santykio ir neigiamas ryšys tarp plaučių arterijos trombinės embolijos apimties ir dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcijos.
4. Didelės apimties trombinę emboliją (kai Kvanadli rodiklis yra daugiau negu 50 %) tiksliai rodo mažesnė negu 35 % dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija (plotas po ROC kreive 0,812). Tokį dešiniojo skilvelio veiklos sutrikimą tiksliausiai prognozuoja santykiniai dešiniojo ir kairiojo skilvelio dydžiai – diastolinių tūrių santykis bei skersmenų santykis ašiniuose pjūviuose (kai skersmens matavimai atliekami pagal

standartizuotą metodiką).

5. Dešiniojo skilvelio galinio diastolinio ir galinio sistolinio tūrių segmentinės analizės kartotinių matavimų sutapimas ašiniuose pjūviuose yra didesnis negu širdies trumposios ašies pjūviuose.
6. ŠPKT vaizdumas yra pakankamas vainikinių arterijų ir krūtininės aortos būklei įvertinti.

## **VII. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS**

Įtariant ūminę plaučių arterijos trombinę emboliją pacientams su stabilia hemodinamika, rekomenduojama atlikti vienalaikės širdies ir plaučių kompiuterinės tomografijos angiografijos tyrimą. Jos metu, panaudojant vienkartinę kontrastinio preparato injekciją, galima diferencijuoti tris ūmines širdies ir kraujagyslių sistemos ligas: plaučių arterijos trombinę emboliją, ženkliai stenozes vainikinėse arterijose ir krūtininės aortos sienelės atsisluoksniavimą. Patvirtinus ūminę PATE, galima nustatyti embolijos sukeltus dešiniojo ir kairiojo širdies skilvelių veiklos sutrikimus, atpažinti sunkią ir nesunkią ūminę PATE ir parinkti tinkamą gydymo būdą.

## **VIII. LITERATŪROS SĄRAŠAS**

1. Stein PD, Matta F. Acute pulmonary embolism. *Curr.Probl.Cardiol.* 2010; 35:314-376
2. Stein PD, Beemath A, Olson RE. Trends in the incidence of pulmonary embolism and deep venous thrombosis in hospitalized patients. *Am.J Cardiol.* 2005; 95:1525-1526
3. Stein PD, Kayali F, Olson RE. Estimated case fatality rate of pulmonary embolism, 1979 to 1998. *Am.J Cardiol.* 2004; 93:1197-1199

4. Jamieson SW, Kapelanski DP, Sakakibara N, Manecke GR, Thistlethwaite PA, Kerr KM, Channick RN, Fedullo PF, Auger WR. Pulmonary endarterectomy: experience and lessons learned in 1,500 cases. *Ann.Thorac.Surg.* 2003; 76:1457-1462
5. Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galie N, Pruszczyk P, Bengel F, Brady AJ, Ferreira D, Janssens U, Klepetko W, Mayer E, Remy-Jardin M, Bassand JP, Vahanian A, Camm J, De CR, Dean V, Dickstein K, Filippatos G, Funck-Brentano C, Hellemans I, Kristensen SD, McGregor K, Sechtem U, Silber S, Tendera M, Widimsky P, Zamorano JL, Zamorano JL, Andreotti F, Ascherman M, Athanassopoulos G, De SJ, Fitzmaurice D, Forster T, Heras M, Jondeau G, Kjeldsen K, Knuuti J, Lang I, Lenzen M, Lopez-Sendon J, Nihoyannopoulos P, Perez IL, Schwehr U, Torraca L, Vachiery JL. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur.Heart J.* 2008; 29:2276-2315
6. Pasha SM, Klok FA, Snoep JD, Mos IC, Goekoop RJ, Rodger MA, Huisman MV. Safety of excluding acute pulmonary embolism based on an unlikely clinical probability by the Wells rule and normal D-dimer concentration: a meta-analysis. *Thromb.Res.* 2010; 125:e123-e127
7. Gupta RT, Kakarla RK, Kirshenbaum KJ, Tapson VF. D-dimers and efficacy of clinical risk estimation algorithms: sensitivity in evaluation of acute pulmonary embolism. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2009; 193:425-430
8. Anonymous Value of the ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism. Results of the prospective investigation of pulmonary embolism diagnosis (PIOPED). The PIOPED Investigators. *JAMA* 1990; 263:2753-2759
9. Anderson DR, Kahn SR, Rodger MA, Kovacs MJ, Morris T, Hirsch A, Lang E, Stiell I, Kovacs G, Dreyer J, Dennie C, Cartier Y, Barnes D, Burton E, Pleasance S, Skedgel C, O'Rourke K, Wells PS. Computed tomographic pulmonary angiography vs ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007; 298:2743-2753
10. Rathbun SW, Raskob GE, Whitsett TL. Sensitivity and specificity of helical computed tomography in the diagnosis of pulmonary

embolism: a systematic review. *Ann.Intern.Med.* 2000; 132:227-232

11. Ghaye B, Remy J, Remy-Jardin M. Non-traumatic thoracic emergencies: CT diagnosis of acute pulmonary embolism: the first 10 years. *Eur.Radiol.* 2002; 12:1886-1905
12. Coche E, Verschuren F, Keyeux A, Goffette P, Goncette L, Hainaut P, Hammer F, Lavenne E, Zech F, Meert P, Reynaert MS. Diagnosis of acute pulmonary embolism in outpatients: comparison of thin-collimation multi-detector row spiral CT and planar ventilation-perfusion scintigraphy. *Radiology* 2003; 229:757-765
13. Winer-Muram HT, Rydberg J, Johnson MS, Tarver RD, Williams MD, Shah H, Namyslowski J, Conces D, Jennings SG, Ying J, Trerotola SO, Kopecky KK. Suspected acute pulmonary embolism: evaluation with multi-detector row CT versus digital subtraction pulmonary arteriography. *Radiology* 2004; 233:806-815
14. Ghaye B, Ghuysen A, Willems V, Lambermont B, Gerard P, D'Orio V, Gevenois PA, Dondelinger RF. Severe pulmonary embolism: pulmonary artery clot load scores and cardiovascular parameters as predictors of mortality. *Radiology* 2006; 239:884-891
15. Wood KE. Major pulmonary embolism: review of a pathophysiologic approach to the golden hour of hemodynamically significant pulmonary embolism. *Chest* 2002; 121:877-905
16. Ten WM, Sohne M, Quak E, Mac Gillavry MR, Buller HR. Prognostic value of echocardiographically assessed right ventricular dysfunction in patients with pulmonary embolism. *Arch.Intern.Med.* 2004; 164:1685-1689
17. Grifoni S, Olivotto I, Cecchini P, Pieralli F, Camaiti A, Santoro G, Conti A, Agnelli G, Berni G. Short-term clinical outcome of patients with acute pulmonary embolism, normal blood pressure, and echocardiographic right ventricular dysfunction. *Circulation* 2000; 101:2817-2822
18. Ribeiro A, Lindmarker P, Juhlin-Dannfelt A, Johnsson H, Jorfeldt L. Echocardiography Doppler in pulmonary embolism: right ventricular dysfunction as a predictor of mortality rate. *Am.Heart J* 1997; 134:479-487



19. Dogan H, Kroft LJ, Huisman MV, van der Geest RJ, de RA. Right ventricular function in patients with acute pulmonary embolism: analysis with electrocardiography-synchronized multi-detector row CT. *Radiology* 2007; 242:78-84
20. Belenkie I, Dani R, Smith ER, Tyberg JV. Ventricular interaction during experimental acute pulmonary embolism. *Circulation* 1988; 78:761-768
21. Vlahakes GJ, Turley K, Hoffman JI. The pathophysiology of failure in acute right ventricular hypertension: hemodynamic and biochemical correlations. *Circulation* 1981; 63:87-95
22. Nass N, McConnell MV, Goldhaber SZ, Chyu S, Solomon SD. Recovery of regional right ventricular function after thrombolysis for pulmonary embolism. *Am.J.Cardiol.* 1999; 83:804-6, A10
23. Ribeiro A, Lindmarker P, Johnsson H, Juhlin-Dannfelt A, Jorfeldt L. Pulmonary embolism: one-year follow-up with echocardiography doppler and five-year survival analysis. *Circulation* 1999; 99:1325-1330
24. Sullivan DM, Watts JA, Kline JA. Biventricular cardiac dysfunction after acute massive pulmonary embolism in the rat. *J.Appl.Physiol* 2001; 90:1648-1656
25. Brookes C, Ravn H, White P, Moeldrup U, Oldershaw P, Redington A. Acute right ventricular dilatation in response to ischemia significantly impairs left ventricular systolic performance. *Circulation* 1999; 100:761-767
26. Mookadam F, Jiamsripong P, Goel R, Warsame TA, Emani UR, Khandheria BK. Critical appraisal on the utility of echocardiography in the management of acute pulmonary embolism. *Cardiol.Rev.* 2010; 18:29-37
27. Schoepf UJ, Kucher N, Kipfmueller F, Quiroz R, Costello P, Goldhaber SZ. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: a predictor of early death in acute pulmonary embolism. *Circulation* 2004; 110:3276-3280
28. van der Meer RW, Pattynama PM, van Strijen MJ, van den Berg-Huijsmans AA, Hartmann IJ, Putter H, de RA, Huisman MV. Right ventricular dysfunction and pulmonary obstruction index at helical CT: prediction of clinical outcome during 3-month follow-up in patients with acute pulmonary embolism. *Radiology* 2005; 235:798-803

29. Reid JH, Murchison JT. Acute right ventricular dilatation: a new helical CT sign of massive pulmonary embolism. *Clin.Radiol.* 1998; 53:694-698
30. Araoz PA, Gotway MB, Harrington JR, Harmsen WS, Mandrekar JN. Pulmonary embolism: prognostic CT findings. *Radiology* 2007; 242:889-897
31. Quiroz R, Kucher N, Schoepf UJ, Kipfmüller F, Solomon SD, Costello P, Goldhaber SZ. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: prognostic role in acute pulmonary embolism. *Circulation* 2004; 109:2401-2404
32. Araoz PA, Gotway MB, Trowbridge RL, Bailey RA, Auerbach AD, Reddy GP, Dawn SK, Webb WR, Higgins CB. Helical CT pulmonary angiography predictors of in-hospital morbidity and mortality in patients with acute pulmonary embolism. *J Thorac.Imaging* 2003; 18:207-216
33. Qanadli SD, El Hajjam M, Vieillard-Baron A, Joseph T, Mesurolle B, Oliva VL, Barre O, Bruckert F, Dubourg O, Lacombe P. New CT Index to Quantify Arterial Obstruction in Pulmonary Embolism: Comparison with Angiographic Index and Echocardiography. *Am.J.Roentgenol.* 2001; 176:1415-1420
34. Engelke C, Rummeny EJ, Marten K. Acute pulmonary embolism on MDCT of the chest: prediction of cor pulmonale and short-term patient survival from morphologic embolus burden. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2006; 186:1265-1271
35. Mastora I, Remy-Jardin M, Masson P, Galland E, Delannoy V, Bauchart JJ, Remy J. Severity of acute pulmonary embolism: evaluation of a new spiral CT angiographic score in correlation with echocardiographic data. *Eur.Radiol.* 2003; 13:29-35
36. Dogan H, Kroft LJM, Huisman MV, van der Geest R, Li O, Lamb HJ, de Roos A. Assessment of Right Ventricular Function in Acute Pulmonary Embolism Using ECG-Synchronized MDCT. *Am.J.Roentgenol.* 2010; 195:909-915
37. Madder RD, Raff GL, Hickman L, Foster NJ, McMurray MD, Carlyle LM, Boura JA, Chinnaiyan KM. Comparative diagnostic yield and 3-month outcomes of "triple rule-out" and standard protocol coronary CT angiography in the evaluation of acute chest pain. *J.Cardiovasc.Comput.Tomogr.* 2011; 5:165-171
38. Schertler T, Frauenfelder T, Stolzmann P, Scheffel H, Desbiolles L, Marincek B, Kaplan V, Kucher N, Alkadhi H. Triple rule-out CT

in patients with suspicion of acute pulmonary embolism: findings and accuracy. *Acad.Radiol.* 2009; 16:708-717

39. Halpern EJ. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. *Radiology* 2009; 252:332-345
40. Carson JL, Kelley MA, Duff A, Weg JG, Fulkerson WJ, Palevsky HI, Schwartz JS, Thompson BT, Popovich J, Jr., Hobbins TE, . The clinical course of pulmonary embolism. *N.Engl.J Med.* 1992; 326:1240-1245
41. Ghuysen A, Ghaye B, Willems V, Lambermont B, Gerard P, Dondelinger RF, D'Orio V. Computed tomographic pulmonary angiography and prognostic significance in patients with acute pulmonary embolism. *Thorax* 2005; 60:956-961
42. Ghaye B, Ghuysen A, Bruyere PJ, D'Orio V, Dondelinger RF. Can CT pulmonary angiography allow assessment of severity and prognosis in patients presenting with pulmonary embolism? What the radiologist needs to know. *Radiographics* 2006; 26:23-39
43. Konstantinides SV. Acute pulmonary embolism revisited: thromboembolic venous disease. *Heart* 2008; 94:795-802
44. Mansencal N, Joseph T, Vieillard-Baron A, Qanadli SD, Jondeau G, Lacombe P, Jardin F, Dubourg O. Comparison of different echocardiographic indexes secondary to right ventricular obstruction in acute pulmonary embolism. *Am.J.Cardiol.* 2003; 92:116-119
45. Mertens LL, Friedberg MK. Imaging the right ventricle-current state of the art. *Nat.Rev.Cardiol.* 2010; 7:551-563
46. Redington AN. Right ventricular function. *Cardiol.Clin.* 2002; 20:341-349
47. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. *Circulation* 2008; 117:1436-1448
48. Grothues F, Moon JC, Bellenger NG, Smith GS, Klein HU, Pennell DJ. Interstudy reproducibility of right ventricular volumes, function, and mass with cardiovascular magnetic resonance. *Am.Heart J.* 2004; 147:218-223

49. Hudsmith LE, Petersen SE, Francis JM, Robson MD, Neubauer S. Normal human left and right ventricular and left atrial dimensions using steady state free precession magnetic resonance imaging. *J.Cardiovasc.Magn Reson.* 2005; 7:775-782
50. Nesser HJ, Tkalec W, Patel AR, Masani ND, Niel J, Markt B, Pandian NG. Quantitation of right ventricular volumes and ejection fraction by three-dimensional echocardiography in patients: comparison with magnetic resonance imaging and radionuclide ventriculography. *Echocardiography.* 2006; 23:666-680
51. Hudsmith LE, Petersen SE, Tyler DJ, Francis JM, Cheng AS, Clarke K, Selvanayagam JB, Robson MD, Neubauer S. Determination of cardiac volumes and mass with FLASH and SSFP cine sequences at 1.5 vs. 3 Tesla: a validation study. *J.Magn Reson.Imaging* 2006; 24:312-318
52. Pennell DJ. Cardiovascular magnetic resonance: twenty-first century solutions in cardiology. *Clin.Med.* 2003; 3:273-278
53. Beygui F, Furber A, Delepine S, Helft G, Metzger JP, Geslin P, Le Jeune JJ. Routine breath-hold gradient echo MRI-derived right ventricular mass, volumes and function: accuracy, reproducibility and coherence study. *Int.J.Cardiovasc.Imaging* 2004; 20:509-516
54. Jauhiainen T, Jarvinen VM, Hekali PE. Evaluation of methods for MR imaging of human right ventricular heart volumes and mass. *Acta Radiol.* 2002; 43:587-592
55. Pattynama PM, Lamb HJ, Van der Velde EA, Van der Geest RJ, Van der Wall EE, De RA. Reproducibility of MRI-derived measurements of right ventricular volumes and myocardial mass. *Magn Reson.Imaging* 1995; 13:53-63
56. Krishnamurthy R, Pednekar A, Cheong B, Muthupillai R. High temporal resolution SSFP cine MRI for estimation of left ventricular diastolic parameters. *J.Magn Reson.Imaging* 2010; 31:872-880
57. Alfakih K, Plein S, Thiele H, Jones T, Ridgway JP, Sivananthan MU. Normal human left and right ventricular dimensions for MRI as assessed by turbo gradient echo and steady-state free precession imaging sequences. *J.Magn Reson.Imaging* 2003; 17:323-329
58. Soriano BD, Hoch M, Ithuralde A, Geva T, Powell AJ, Kussman BD, Graham DA, Tworetzky W, Marx GR. Matrix-array 3-dimensional echocardiographic assessment of volumes, mass, and ejection fraction in young pediatric patients with a functional

single ventricle: a comparison study with cardiac magnetic resonance. *Circulation* 2008; 117:1842-1848

59. Thiele H, Nagel E, Paetsch I, Schnackenburg B, Bornstedt A, Kouwenhoven M, Wahl A, Schuler G, Fleck E. Functional cardiac MR imaging with steady-state free precession (SSFP) significantly improves endocardial border delineation without contrast agents. *J.Magn Reson.Imaging* 2001; 14:362-367
60. Alfakih K, Thiele H, Plein S, Bainbridge GJ, Ridgway JP, Sivananthan MU. Comparison of right ventricular volume measurement between segmented k-space gradient-echo and steady-state free precession magnetic resonance imaging. *J.Magn Reson.Imaging* 2002; 16:253-258
61. Carr JC, Simonetti O, Bundy J, Li D, Pereles S, Finn JP. Cine MR angiography of the heart with segmented true fast imaging with steady-state precession. *Radiology* 2001; 219:828-834
62. Dymarkowski S, Hamaekers P. Practical Setup. In: Bogaert J, Dymarkowski S, Taylor AM eds. *Clinical Cardiac MRI*. Springer - Verlag Inc. 2005: 57
63. Keenan NG, Pennell DJ. CMR of ventricular function. *Echocardiography*. 2007; 24:185-193
64. Maceira AM, Prasad SK, Khan M, Pennell DJ. Reference right ventricular systolic and diastolic function normalized to age, gender and body surface area from steady-state free precession cardiovascular magnetic resonance. *Eur.Heart J*. 2006; 27:2879-2888
65. van der Zwaan HB, Helbing WA, McGhie JS, Geleijnse ML, Luijnenburg SE, Roos-Hesselink JW, Meijboom FJ. Clinical value of real-time three-dimensional echocardiography for right ventricular quantification in congenital heart disease: validation with cardiac magnetic resonance imaging. *J.Am.Soc.Echocardiogr*. 2010; 23:134-140
66. Alfakih K, Plein S, Bloomer T, Jones T, Ridgway J, Sivananthan M. Comparison of right ventricular volume measurements between axial and short axis orientation using steady-state free precession magnetic resonance imaging. *J.Magn Reson.Imaging* 2003; 18:25-32
67. Grewal J, Majdalany D, Syed I, Pellikka P, Warnes CA. Three-dimensional echocardiographic assessment of right ventricular volume and function in adult patients with congenital heart

- disease: comparison with magnetic resonance imaging. *J.Am.Soc.Echocardiogr.* 2010; 23:127-133
68. Helbing WA. Right ventricular function: the comeback of echocardiography? *Eur.J.Echocardiogr.* 2004; 5:99-101
  69. Kjaergaard J, Petersen CL, Kjaer A, Schaadt BK, Oh JK, Hassager C. Evaluation of right ventricular volume and function by 2D and 3D echocardiography compared to MRI. *Eur.J.Echocardiogr.* 2006; 7:430-438
  70. Jiang L, Siu SC, Handschumacher MD, Luis GJ, Vazquez de Prada JA, King ME, Picard MH, Weyman AE, Levine RA. Three-dimensional echocardiography. In vivo validation for right ventricular volume and function. *Circulation* 1994; 89:2342-2350
  71. Horton KD, Meece RW, Hill JC. Assessment of the right ventricle by echocardiography: a primer for cardiac sonographers. *J.Am.Soc.Echocardiogr.* 2009; 22:776-792
  72. Khoo NS, Young A, Occlshaw C, Cowan B, Zeng IS, Gentles TL. Assessments of right ventricular volume and function using three-dimensional echocardiography in older children and adults with congenital heart disease: comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *J.Am.Soc.Echocardiogr.* 2009; 22:1279-1288
  73. Zakarkaite D, Laucevicius A, Aidietiene S, Kramena R, Skorniakov V, Celutkiene J. The intra- and interobserver variability in assessment of Right Ventricular Function using Real-time Three-Dimensional Echocardiography and Tom Tec 4D RV-Function software. *Eur.J.Echocardiogr.* 2008; 9 Suppl 1:S50-51
  74. Schroeder S, Achenbach S, Bengel F, Burgstahler C, Cademartiri F, de FP, George R, Kaufmann P, Kopp AF, Knuuti J, Ropers D, Schuijf J, Tops LF, Bax JJ. Cardiac computed tomography: indications, applications, limitations, and training requirements: report of a Writing Group deployed by the Working Group Nuclear Cardiology and Cardiac CT of the European Society of Cardiology and the European Council of Nuclear Cardiology. *Eur.Heart J.* 2008; 29:531-556
  75. Earls JP, Leipsic J. Cardiac computed tomography technology and dose-reduction strategies. *Radiol.Clin.North Am.* 2010; 48:657-674
  76. Halliburton SS. Recent technologic advances in multi-detector row cardiac CT. *Cardiol.Clin.* 2009; 27:655-664

77. Koch K, Oellig F, Oberholzer K, Bender P, Kunz P, Mildenerger P, Hake U, Kreitner KF, Thelen M. Assessment of right ventricular function by 16-detector-row CT: comparison with magnetic resonance imaging. *Eur.Radiol.* 2005; 15:312-318
78. Muller M, Teige F, Schnapauff D, Hamm B, Dewey M. Evaluation of right ventricular function with multidetector computed tomography: comparison with magnetic resonance imaging and analysis of inter- and intraobserver variability. *Eur.Radiol.* 2009; 19:278-289
79. Delhaye D, Remy-Jardin M, Teisseire A, Hossein-Foucher C, Leroy S, Duhamel A, Remy J. MDCT of right ventricular function: comparison of right ventricular ejection fraction estimation and equilibrium radionuclide ventriculography, part 1. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2006; 187:1597-1604
80. Hesse B, Lindhardt TB, Acampa W, Anagnostopoulos C, Ballinger J, Bax JJ, Edenbrandt L, Flotats A, Germano G, Stopar TG, Franken P, Kelion A, Kjaer A, Le GD, Ljungberg M, Maenhout AF, Marcassa C, Marving J, McKiddie F, Schaefer WM, Stegger L, Underwood R. EANM/ESC guidelines for radionuclide imaging of cardiac function. *Eur.J.Nucl.Med.Mol.Imaging* 2008; 35:851-885
81. Nichols K, Saouaf R, Ababneh AA, Barst RJ, Rosenbaum MS, Groch MW, Shoyeb AH, Bergmann SR. Validation of SPECT equilibrium radionuclide angiographic right ventricular parameters by cardiac magnetic resonance imaging. *J.Nucl.Cardiol.* 2002; 9:153-160
82. Ramani GV, Gurm G, Dilsizian V, Park MH. Noninvasive assessment of right ventricular function: will there be resurgence in radionuclide imaging techniques? *Curr.Cardiol.Rep.* 2010; 12:162-169
83. Longmore DB, Klipstein RH, Underwood SR, Firmin DN, Hounsfield GN, Watanabe M, Bland C, Fox K, Poole-Wilson PA, Rees RS, . Dimensional accuracy of magnetic resonance in studies of the heart. *Lancet* 1985; 1:1360-1362
84. Lorenz CH, Walker ES, Morgan VL, Klein SS, Graham TP, Jr. Normal human right and left ventricular mass, systolic function, and gender differences by cine magnetic resonance imaging. *J.Cardiovasc.Magn Reson.* 1999; 1:7-21

85. Mor-Avi V, Sugeng L, Lindner JR. Imaging the forgotten chamber: is the devil in the boundary? *J.Am.Soc.Echocardiogr.* 2010; 23:141-143
86. Mor-Avi V, Jenkins C, Kuhl HP, Nesser HJ, Marwick T, Franke A, Ebner C, Freed BH, Steringer-Mascherbauer R, Pollard H, Weinert L, Niel J, Sugeng L, Lang RM. Real-time 3-dimensional echocardiographic quantification of left ventricular volumes: multicenter study for validation with magnetic resonance imaging and investigation of sources of error. *JACC.Cardiovasc.Imaging* 2008; 1:413-423
87. Leibundgut G, Rohner A, Grize L, Bernheim A, Kessel-Schaefer A, Bremerich J, Zellweger M, Buser P, Handke M. Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: a comparison study with magnetic resonance imaging in 100 adult patients. *J.Am.Soc.Echocardiogr.* 2010; 23:116-126
88. Niemann PS, Pinho L, Balbach T, Galuschky C, Blankenhagen M, Silberbach M, Broberg C, Jerosch-Herold M, Sahn DJ. Anatomically oriented right ventricular volume measurements with dynamic three-dimensional echocardiography validated by 3-Tesla magnetic resonance imaging. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2007; 50:1668-1676
89. Guo YK, Gao HL, Zhang XC, Wang QL, Yang ZG, Ma ES. Accuracy and reproducibility of assessing right ventricular function with 64-section multi-detector row CT: Comparison with magnetic resonance imaging. *Int.J.Cardiol.* 2010; 139:254-262
90. Plumhans C, Muhlenbruch G, Rapae A, Sim KH, Seyfarth T, Gunther RW, Mahnken AH. Assessment of global right ventricular function on 64-MDCT compared with MRI. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2008; 190:1358-1361
91. Lembcke A, Dohmen PM, Dewey M, Klessen C, Elgeti T, Hermann KG, Konertz WF, Hamm B, Kivelitz DE. Multislice computed tomography for preoperative evaluation of right ventricular volumes and function: comparison with magnetic resonance imaging. *Ann.Thorac.Surg.* 2005; 79:1344-1351
92. O'Brien JP, Srichai MB, Hecht EM, Kim DC, Jacobs JE. Anatomy of the heart at multidetector CT: what the radiologist needs to know. *Radiographics* 2007; 27:1569-1582



93. Zimmermann E, Schnapauff D, Dewey M. Cardiac and coronary anatomy in computed tomography. *Semin.Ultrasound CT MR* 2008; 29:176-181
94. Pulver AF, Puchalski MD, Bradley DJ, Minich LL, Su JT, Saarel EV, Whitaker P, Etheridge SP. Safety and imaging quality of MRI in pediatric and adult congenital heart disease patients with pacemakers. *Pacing Clin.Electrophysiol.* 2009; 32:450-456
95. Ahmed S, Shellock FG. Magnetic resonance imaging safety: implications for cardiovascular patients. *J.Cardiovasc.Magn Reson.* 2001; 3:171-182
96. Dill T. Contraindications to magnetic resonance imaging: non-invasive imaging. *Heart* 2008; 94:943-948
97. Hori Y, Yamada N, Higashi M, Hirai N, Nakatani S. Rapid evaluation of right and left ventricular function and mass using real-time true-FISP cine MR imaging without breath-hold: comparison with segmented true-FISP cine MR imaging with breath-hold. *J.Cardiovasc.Magn Reson.* 2003; 5:439-450
98. Daou D, Van Krieking SD, Coaguila C, Lebtahi R, Fourme T, Sitbon O, Parent F, Slama M, Le GD, Simonneau G. Automatic quantification of right ventricular function with gated blood pool SPECT. *J.Nucl.Cardiol.* 2004; 11:293-304
99. Kjaer A, Lebech AM, Hesse B, Petersen CL. Right-sided cardiac function in healthy volunteers measured by first-pass radionuclide ventriculography and gated blood-pool SPECT: comparison with cine MRI. *Clin.Physiol Funct.Imaging* 2005; 25:344-349
100. Rademakers F. Echocardiographic volumetry of the right ventricle. *Eur.J.Echocardiogr.* 2005; 6:4-6
101. Fratz S, Schuhbaeck A, Buchner C, Busch R, Meierhofer C, Martinoff S, Hess J, Stern H. Comparison of accuracy of axial slices versus short-axis slices for measuring ventricular volumes by cardiac magnetic resonance in patients with corrected tetralogy of fallot. *Am.J.Cardiol.* 2009; 103:1764-1769
102. Lotz J, Meier C, Leppert A, Galanski M. Cardiovascular flow measurement with phase-contrast MR imaging: basic facts and implementation. *Radiographics* 2002; 22:651-671
103. Romeih S, Kroft LJ, Bokenkamp R, Schaliij MJ, Grotenhuis H, Hazekamp MG, Groenink M, de RA, Blom NA. Delayed

improvement of right ventricular diastolic function and regression of right ventricular mass after percutaneous pulmonary valve implantation in patients with congenital heart disease. *Am.Heart J.* 2009; 158:40-46

104. Kim HK, Kim YJ, Park EA, Bae JS, Lee W, Kim KH, Kim KB, Sohn DW, Ahn H, Park JH, Park YB. Assessment of haemodynamic effects of surgical correction for severe functional tricuspid regurgitation: cardiac magnetic resonance imaging study. *Eur.Heart J.* 2010; 31:1520-1528
105. Mahnken AH, Rauscher A, Klotz E, Muhlenbruch G, Das M, Gunther RW, Wildberger JE. Quantitative prediction of contrast enhancement from test bolus data in cardiac MSCT. *Eur.Radiol.* 2007; 17:1310-1319
106. Sheiman RG, Raptopoulos V, Caruso P, Vrachliotis T, Pearlman J. Comparison of tailored and empiric scan delays for CT angiography of the abdomen. *AJR Am.J.Roentgenol.* 1996; 167:725-729
107. Pollack CV, Schreiber D, Goldhaber SZ, Slattery D, Fanikos J, O'Neil BJ, Thompson JR, Hiestand B, Briese BA, Pendleton RC, Miller CD, Kline JA. Clinical Characteristics, Management, and Outcomes of Patients Diagnosed With Acute Pulmonary Embolism in the Emergency Department: Initial Report of EMPEROR (Multicenter Emergency Medicine Pulmonary Embolism in the Real World Registry). *Journal of the American College of Cardiology* 2011; 57:700-706
108. Soderberg M, Brohult J, Jorfeldt L, Larfars G. The use of D-dimer testing and Wells score in patients with high probability for acute pulmonary embolism. *J.Eval.Clin.Pract.* 2009; 15:129-133
109. Wells PS, Hirsh J, Anderson DR, Lensing AW, Foster G, Kearon C, Weitz J, D'Ovidio R, Cogo A, Prandoni P. Accuracy of clinical assessment of deep-vein thrombosis. *Lancet* 1995; 345:1326-1330
110. Kabrhel C, McAfee AT, Goldhaber SZ. The probability of pulmonary embolism is a function of the diagnoses considered most likely before testing. *Acad.Emerg.Med.* 2006; 13:471-474
111. Kreit JW. The impact of right ventricular dysfunction on the prognosis and therapy of normotensive patients with pulmonary embolism. *Chest* 2004; 125:1539-1545

112. Konstantinides S, Geibel A, Olschewski M, Heinrich F, Grosser K, Rauber K, Iversen S, Redecker M, Kienast J, Just H, Kasper W. Association between thrombolytic treatment and the prognosis of hemodynamically stable patients with major pulmonary embolism: results of a multicenter registry. *Circulation* 1997; 96:882-888
113. Lu MT, Ersoy H, Whitmore AG, Lipton MJ, Rybicki FJ. Reformatted Four-Chamber and Short-Axis Views of the Heart Using Thin Section ( $\leq 2$  mm) MDCT Images. *Acad.Radiol.* 2007; 14:1108-1112
114. Ghignone M, Girling L, Prewitt RM. Effect of increased pulmonary vascular resistance on right ventricular systolic performance in dogs. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology* 1984; 246:H339-H343
115. Lualdi JC, Goldhaber SZ. Right ventricular dysfunction after acute pulmonary embolism: pathophysiologic factors, detection, and therapeutic implications. *Am.Heart J.* 1995; 130:1276-1282
116. McIntyre KM, Sasahara AA. The hemodynamic response to pulmonary embolism in patients without prior cardiopulmonary disease. *Am.J.Cardiol.* 1971; 28:288-294
117. Smulders YM. Pathophysiology and treatment of haemodynamic instability in acute pulmonary embolism: the pivotal role of pulmonary vasoconstriction. *Cardiovasc.Res.* 2000; 48:23-33
118. Stratmann G, Gregory GA. Neurogenic and humoral vasoconstriction in acute pulmonary thromboembolism. *Anesth.Analg.* 2003; 97:341-354
119. Elliott CG. Pulmonary physiology during pulmonary embolism. *Chest* 1992; 101:163S-171S
120. Layish DT, Tapson VF. Pharmacologic hemodynamic support in massive pulmonary embolism. *Chest* 1997; 111:218-224
121. La VL, Paccanaro M, Bonanno C, Varotto L, Ometto R, Vincenzi M. Left ventricular versus biventricular dysfunction in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am.J.Cardiol.* 1999; 83:120-2, A9
122. Geva T. Repaired tetralogy of Fallot: the roles of cardiovascular magnetic resonance in evaluating pathophysiology and for pulmonary valve replacement decision support. *J.Cardiovasc.Magn Reson.* 2011; 13:9

123. Adams CW. Bernheim effect (produced by an interventricular septal aneurysm following septal infarction). *Dis.Chest* 1966; 50:641-642
124. Darsee JR, Mikolich JR, Walter PF, Schlant RC. Paradoxical rise in left ventricular filling pressure in the dog during positive end-expiratory pressure ventilation. A reversed Bernheim effect. *Circ.Res.* 1981; 49:1017-1028
125. Mangleson FI, Cullen L, Scott AC. The evolution of chest pain pathways. *Crit Pathw.Cardiol.* 2011; 10:69-75
126. Miniati M, Prediletto R, Formichi B, Marini C, Di RG, Tonelli L, Allesscia G, Pistolesi M. Accuracy of clinical assessment in the diagnosis of pulmonary embolism. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1999; 159:864-871
127. Hagan PG, Nienaber CA, Isselbacher EM, Bruckman D, Karavite DJ, Russman PL, Evangelista A, Fattori R, Suzuki T, Oh JK, Moore AG, Malouf JF, Pape LA, Gaca C, Sechtem U, Lenferink S, Deutsch HJ, Diedrichs H, Robles J, Llovet A, Gilon D, Das SK, Armstrong WF, Deeb GM, Eagle KA. The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease. *JAMA* 2000; 283:897-903
128. Goldstein JA, Gallagher MJ, O'Neill WW, Ross MA, O'Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2007; 49:863-871
129. Halpern EJ, Levin DC, Zhang S, Takakuwa KM. Comparison of image quality and arterial enhancement with a dedicated coronary CTA protocol versus a triple rule-out coronary CTA protocol. *Acad.Radiol.* 2009; 16:1039-1048
130. Takakuwa KM, Halpern EJ. Evaluation of a "Triple Rule-Out" coronary CT angiography protocol: Use of 64-section CT in low-to-moderate risk emergency department patients suspected of having acute coronary syndrome. *Radiology* 2008; 248:438-446
131. Durmus T, Rogalla P, Lembcke A, Muhler MR, Hamm B, Hein PA. Low-dose triple-rule-out using 320-row-detector volume MDCT-less contrast medium and lower radiation exposure. *Eur.Radiol.* 2011; 21:1416-1423
132. Perisinakis K, Seimenis I, Tzedakis A, Papadakis AE, Damilakis J. Triple-Rule-Out Computed Tomography Angiography With 256-Slice Computed Tomography Scanners: Patient-Specific

Assessment of Radiation Burden and Associated Cancer Risk.  
Invest Radiol. 2011;

133. Pflederer T, Rudofsky L, Ropers D, Bachmann S, Marwan M, Daniel WG, Achenbach S. Image quality in a low radiation exposure protocol for retrospectively ECG-gated coronary CT angiography. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2009; 192:1045-1050
134. Hassan A, Nazir SA, Alkadhi H. Technical challenges of coronary CT angiography: Today and tomorrow. *Eur.J.Radiol.* 2010;
135. Goldhaber SZ. Assessing the prognosis of acute pulmonary embolism: tricks of the trade. *Chest* 2008; 133:334-336
136. Husmann L, Leschka S, Desbiolles L, Schepis T, Gaemperli O, Seifert B, Cattin P, Frauenfelder T, Flohr TG, Marincek B, Kaufmann PA, Alkadhi H. Coronary artery motion and cardiac phases: dependency on heart rate -- implications for CT image reconstruction. *Radiology* 2007; 245:567-576
137. Bae KT, Heiken JP, Brink JA. Aortic and hepatic contrast medium enhancement at CT. Part II. Effect of reduced cardiac output in a porcine model. *Radiology* 1998; 207:657-662
138. Bae KT, Tao C, Gurel S, Hong C, Zhu F, Gebke TA, Milite M, Hildebolt CF. Effect of patient weight and scanning duration on contrast enhancement during pulmonary multidetector CT angiography. *Radiology* 2007; 242:582-589
139. Cohen BL. Cancer risk from low-level radiation. *AJR Am.J.Roentgenol.* 2002; 179:1137-1143
140. Feinendegen LE, Pollycove M. Biologic responses to low doses of ionizing radiation: detriment versus hormesis. Part 1. Dose responses of cells and tissues. *J.Nucl.Med.* 2001; 42:17N-27N
141. Pollycove M, Feinendegen LE. Biologic responses to low doses of ionizing radiation: Detriment versus hormesis. Part 2. Dose responses of organisms. *J.Nucl.Med.* 2001; 42:26N-32N, 37N
142. Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA* 2007; 298:317-323
143. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N.Engl.J.Med.* 2007; 357:2277-2284

144. Budoff MJ, Gupta M. Radiation exposure from cardiac imaging procedures: do the risks outweigh the benefits? *J.Am.Coll.Cardiol.* 2010; 56:712-714

## **IX. PUBLIKACIJŲ, SANTRAUKŲ IR PRANEŠIMŲ SĄRAŠAS**

### **1. Publikacijos**

1. Mindaugas Matačiūnas, Diana Zakarkaitė. Diagnostic value of retrospectively ECG synchronised cardiopulmonary computed tomographic angiography in patients with clinically suspected acute pulmonary embolism. *Seminars in Cardiovascular Medicine* 2011 (priimtas spaudai).
2. Andrius Usinskas, Mantas Paulinas, Mecislavas Meilunas, Mindaugas Mataciunas, Diana Zakarkaite, Ingrida Zeleckiene, Aleksandras Laucevicius. Computing of Right Ventricle Volume using Orthogonal Contours. *Electronics and Electrical Engineering*, 2011;9:115.
3. Mindaugas Matačiūnas, Diana Zakarkaitė, Ingrida Zeleckienė, Darius Palionis, Nomeda Valevičienė, Andrius Ušinskas, Algirdas Tamošiūnas. Tomographic volumetry of the right ventricle: redundancy of technologies or inescapable necessity for a multimodality approach? *Seminars in Cardiovascular Medicine*, 2011;17:2
4. Sigita Glaveckaitė, Diana Zakarkaitė, Nomeda Valevičienė, Mindaugas Matačiūnas, Vigintas Klezys, Algirdas Tamošiūnas, Aleksandras Laucevičius. Severe paradoxical cerebral embolism and pulmonary embolism in a patient with patent foramen ovale. *Seminars in Cardiovascular Medicine* 2010; 16: 1.
5. Mindaugas Matačiūnas, Nomeda Valevičienė, Sigita Glaveckaitė, Egidijus Berūkštis, Diana Zakarkaitė, Sigita Aidietienė, Darius Palionis, Algirdas Tamošiūnas, Aleksandras Laucevičius. Kraujotakos rodiklių, KMI, KPP įtaka arterijų kontrastavimuisi taikant 64 sluoksnių KT

angiografija: VULSK patirtis. Medicinos teorija ir praktika 2009 - T. 15 (Nr. 3), 235–239 p.

6. Diana Zakarkaitė, Sigita Glaveckaitė, Mindaugas Matačiūnas, Algirdas Tamošiūnas, Nomeda Valevičienė. Širdies daugiasluoksnė kompiuterinė tomografija. Sveikatos mokslai 2005;4(41): 70-74.

## **2. *Santraukos***

1. Mataciunas M., Ivanauskiene T., Zakarkaite D., Palionis D., Valeviciene N.R., Tamosiunas A.E., Laucevicius A.L. CT diagnosis of presumed paradoxical renal embolism in a patient with massive pulmonary thromboembolism: a case report. 3rd Baltic Congress of Radiology. Riga, 2010/10/8-9.
2. "Cardiac CT in assessment of right ventricular function". 2nd Baltic Radiology Congress. 2008/10/24-25 Tartu, Estonia.
3. Diana Zakarkaitė, Mindaugas Matačiūnas, Algirdas Tamošiūnas, Sigita Aidietienė, Aleksandras Laucevičius, Nomeda Valevičienė. Comparison of right ventricular volume measurements between axial and short axis methods using multidetector computed tomography. Lietuvos bendrosios praktikos gydytojas 2006, spalio, tomas X, Nr. 10, priedas.

## **3. *Stendiniai pranešimai***

1. Mataciunas M., Ivanauskiene T., Zakarkaite D., Palionis D., Valeviciene N.R., Tamosiunas A.E., Laucevicius A.L. CT diagnosis of presumed paradoxical renal embolism in a patient with massive pulmonary thromboembolism: a case report. 3rd Baltic Congress of Radiology. Riga, 2010/10/8-9.
2. "Cardiac CT in assessment of right ventricular function". 2nd Baltic Radiology Congress. 2008/10/24-25 Tartu, Estonia.
3. Unification of the planes of the right ventricle obtained by contrast echocardiography and computed tomography". Laucevicius A L,

Zakarkaitė D, Aidietienė S, Mataciunas M, Tamosiunas A E. ESC Congress 2008. 2008/08/30-09/03 Munich, Germany.

#### 4. *Žodiniai pranešimai*

1. M. Matačiūnas. „Hybrid imaging (SPECT/CT) in coronary artery disease. Baltic Nuclear Medicine Congress 2011. 2011/09/23-24. Vilnius.
2. M. Matačiūnas. „Vainikinių arterijų KT angiografija. Indikacijos ir klinikiniai atvejai.“ Vilniaus krašto radiologų draugijos konferencija „Šiuolaikiniai širdies radiologiniai tyrimai“. 2010/04/29 Vilnius.
3. M. Matačiūnas. „V/Q, KT ir MRT plautinės hipertenzijos diagnostikoje“. Plautinės hipertenzijos konferencija. 2009/10/16, Vilnius.
4. Matačiūnas M., Zakarkaitė D., Laucevičius A.L. „Dešiniojo skilvelio funkcijos įvertinimas tomografiniais tyrimo metodais“. Dvyliktoji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija „Mokslas – Lietuvos ateitis“. Elektronika ir elektrotechnika. 2009/03/20. Vilnius.
5. M. Matačiūnas, D. Zakarkaitė. "Cardiac CT in assessment of right ventricular function". 2nd Baltic Radiology Congress. 2008/10/24-25 Tartu, Estija.
6. M. Matačiūnas. „Širdies KT ir ūmus krūtinės skausmas“. Lietuvos radiologų draugijos kongresas. 2007/10/12-13 Visaginas, Lietuva.
7. M. Matačiūnas. N. Valevičienė. „Naujos technologijos plaučių arterinės hipertenzijos diagnostikai“. Lietuvos radiologų draugijos kongresas. 2005/10/14-15 Alytus, Lietuva.