

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

MEDICINOS FAKULTETAS

RADIOLOGIJOS KLINIKA

**PLAUTINE HIPERTENZIJA SERGANČIŲJŲ DEŠINIOJO SKILVELIO GEOMETRIJOS IR
FUNKCIJOS VERTINIMAS MAGNETINIO REZONANSO TYRIMU**

BAIGIAMASIS MAGISTRO DARBAS

Medicinos studijų programa

Autorius: Emilija Padervinskytė

Mokslinis vadovas: dr. A. Jankauskas

Mokslinio darbo konsultantas: gyd. L. Padervinskienė

Kaunas, 2016

TURINYS

SANTRAUKA	4
PADEKA.....	6
INTERESŲ KONFLIKTAS.....	6
ETIKOS KOMITETO LEIDIMAS	6
SANTRUMPOS	7
ĮVADAS.....	8
DARBO TIKSLAS IR DARBO UŽDAVINIAI.....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1. Plautinė hipertenzija (PH) - apibrėžimas ir epidemiologija	10
1.2. PH klinikinė klasifikacija.....	10
1.3. Plautinės hipertenzijos klinikiniai simptomai	12
1.4. Plautinės hipertenzijos diagnostika.....	12
1.4.1. 2D – echokardioskopija	13
1.4.2. Širdies magnetinio rezonanso tyrimas	13
1.5. Dešiniojo skilvelio parametrai	15
1.5.1. Dešiniojo skilvelio masė	15
1.5.2. Dešiniojo skilvelio galinis sistolinis ir galinis diastolinis tūriai	15
1.5.3. Dešiniojo skilvelio išmetimo frakcija	16
1.5.4. Dešiniojo skilvelio sistolinis tūris	16
1.5.5. Tarpuskilvelinės pertvaros išsigaubimas	17
2. TYRIMO METODIKA	18
2.1. Tyrimo planavimas, tiriamųjų atranka ir tyrimo objektas	18
2.2. Tyrimo metodai	18
2.2.1. 6 minučių ėjimo testas	18
2.2.2. 2D – echokardiografija	19
2.2.3. ŠMRT.....	19
2.2.4. Statistinė duomenų analizė	20
3. REZULTATAI	21
3.1. Klinikinės ypatybės	21
3.2. ŠMRT ir 2D-echokardioskopijos tyrimų parametų koreliacija	22
4. REZULTATŲ APTARIMAS	24

5. IŠVADOS.....	27
5. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	28

SANTRAUKA

Autorius: Emilija Padervinskytė.

Vadovas: dr. A. Jankauskas.

Darbas atliktas: Lietuvos Sveikatos Mokslų universiteto Kauno klinikose.

Darbo pavadinimas: Plautinė hipertenzija sergančiųjų dešiniojo skilvelio geometrijos ir funkcijos vertinimas magnetinio rezonanso tyrimu.

Plautinė hipertenzija (PH) - tai progresuojanti, vazokonstrikcijos ir kraujagyslių persitvarkymo sukelta liga. Pagrindinė mirties priežastis sergantiesiems PH yra dešiniojo skilvelio (DS) disfunkcija ir nepakankamumas. Dešinėsios širdies kateterizacija (DŠK) laikoma „auksiniu standartu“ diagnozuojant PH, tačiau yra ieškoma neinvazinių tyrimo metodų, kurie galėtų padėti ligos diagnostikoje bei PH pacientų sekime. Šiuo metu širdies magnetinio rezonanso tyrimas (ŠMRT) laikomas tiksliausiu neinvaziniu tyrimo metodu vertinant dešiniojo skilvelio funkciją ir geometriją.

Tyrimo tikslas - ištirti pacientus sergančius plautine hipertenzija ir įvertinti magnetinio rezonanso tyrimo parametrų reikšmę vertinant dešiniojo skilvelio geometriją ir funkciją.

Tyrimo uždaviniai: 1) Įvertinti 2D-echokardiografijos metu nustatytus DS parametrus sergantiesiems PH; 2) Nustatyti ŠMRT DS parametrus sergantiesiems PH; 3) Įvertinti šių parametrų tarpusavio ryšį.

Metodika: ištirti 37 pacientai, kuriems LSMU KK 2010 – 2016 metais diagnozuota PH. Analizuoti 2D-echokardioskopijos ir ŠMR tyrimo metu gauti parametrai.

Rezultatai: nustatyta vidutiniškai stipri tiesioginė koreliacija tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D-echokardiografu ir DS galinio diastolinio tūrio indekso ($r=0,589$; $p<0,001$) bei DS galinio sistolinio tūrio indekso ($r=0,618$; $p<0,001$) nustatytų ŠMR tyrimo metu. Silpna koreliacija rasta tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D - echokardiografu ir DS masės diastolėje ($r=0.331$; $p<0,46$) nustatytos ŠMRT metu.

Išvados: ŠMRT yra patikimas, jautrus metodas vertinti ankstyvus DS struktūros ir funkcijos pokyčius sergantiesiems PH.

Raktiniai žodžiai: plautinė hipertenzija, širdies MRT, 2D - echokardiografija, dešiniojo skilvelio funkcija.

SUMMARY

Author: Emilija Padervinskytė.

Academic supervisor: dr. A. Jankauskas.

Work was made at: Hospital of Lithuanian University of Health Sciences Kauno klinikos.

Title: Right ventricular geometry and function evaluation of magnetic resonance imaging of patients with pulmonary hypertension.

Pulmonary hypertension (PH) is a disease characterized by vasoconstriction and vascular remodeling leading to increase in pulmonary vascular resistance. The main cause of PH patients death is right ventricular dysfunction and insufficiency. Right heart catheterization (RHC) is regarded as a “gold standart” method for PH diagnostics but there is a need for noninvasive method to follow-up the patients. Cardiac magnetic resonance imaging (CMRI) has become a common tool to assess right ventricular geometry and function.

The aim of this study is to investigate the patients of pulmonary hypertension and to assess right ventricular measures of geometry and function using cardiac magnetic resonance imaging.

Research tasks: 1. to assess right ventricular measures using 2D – echocardiography; 2. to estimate right ventricular measures using cardiac magnetic resonance imaging; 3. to evaluate the relationship between the measures.

Methods: we studied 37 patients with pulmonary hypertension in 2010 – 2016 and analysed measures of 2D – echocardiography and CMRI.

Results: a moderate positive correlation was found between right ventricle size measured by 2D – echocardiography and RV end-diastolic volume index ($r=0,589$; $p<0,001$) and RV end-systolic volume index ($r=0,618$; $p<0,001$) measured by CMRI. A weak correlation was found between right ventricle size measured by 2D – echocardiography and RV mass ($r=0.331$; $p<0,46$) measured by CMRI.

Conclusion: CMRI is reliable and sensitive method for the noninvasive assessment of right ventricular geometry and function.

Key words: pulmonary hypertension, cardiac magnetic resonance imaging, 2D – echocardiography, right ventricular function.

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju savo darbo vadovui dr. A. Jankauskui už pagalbą rašant baigiamąjį magistro darbą. Taip pat dėkoju radiologijos klinikos vadovui prof. dr. A. Basevičiui už suteiktą galimybę atlikti baigiamąjį magistro darbą radiologijos klinikoje. Už bendradarbiavimą, nuoširdžią pagalbą ir suteiktas žinias dėkoju gyd. L. Padervinskienei.

INTERESŲ KONFLIKTAS

Autoriui interesų konflikto nebuvo.

ETIKOS KOMITETO LEIDIMAS

Baigiamasis magistro darbas atliktas gavus Lietuvos sveikatos mokslų universiteto bioetikos centro leidimą Nr. BEC-MF-791. Išdavimo data 2015-05-13.

SANTRUMPOS

PH – plautinė hipertenzija;

DŠK – dešinėsios širdies kateterizacija;

Vidurinis PAS – vidurinis spaudimas plaučių arterijoje;

KT – kompiuterinė tomografija;

ŠMRT – širdies magnetinis rezonanso tyrimas;

DS – dešinysis skilvelis;

KS – kairysis skilvelis;

MRT – magnetinė rezonanso tomografija;

LOPL – lėtinė obstrukcinė plaučių liga;

TVŽJA - triburio vožtuvo žiedo judesio amplitudė;

S' - triburio vožtuvo žiedo sistolinis greitis;

KPP – kūno paviršiaus plotas;

DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris;

DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris;

DSST – dešiniojo skilvelio sistolinis tūris;

IF – išmetimo frakcija;

TP – tarpskilvelinė pertvara;

IVADAS

Plautinė hipertenzija (PH) nustatoma, kuomet dešinėsios širdies kateterizacijos (DŠK) metu, išmatuojamas vidurinis spaudimas plautiniame kamiene (vidurinis PAS) ≥ 25 mmHg ramybės metu. Progresuojant ligai, dėl padidėjusio plaučių kraujagyslių rezistentiškumo ryškėja dešiniojo skilvelio nepakankamumas. Dešiniojo skilvelio disfunkcija ir nepakankamumas yra pagrindinė mirties priežastis sergantiesiems PH.

Nustačius PH svarbu laiku pradėti gydymą ir tinkamai monitoruoti ligos eigą. PH diagnostikai ir eigos monitoravimui atliekami hemodinaminiai ir vaizdiniai tyrimai: dešinėsios širdies dalių kateterizacija (DŠK), širdies echoskopija bei širdies magnetinio rezonanso tyrimas (ŠMRT). DŠK yra aukso standartas diagnozuojant PH, tačiau šiuo metu ieškoma neinvazinių tyrimo metodų, kurie padėtų diagnozuoti bei monitoruoti PH sergančius pacientus. Šiuo metu klinikinėje praktikoje plačiausiai naudojamas metodas vertinti DS yra 2D – echokardiografija, tačiau dėl nepalankios DS anatomijos ar individualių paciento savybių, tyrimo vertinimas ne visada įmanomas.

ŠMRT yra vienas naujausių ir tiksliausių tyrimo metodų vertinant dešinėsios širdies funkciją ir geometriją. ŠMR svarba klinikinėje praktikoje išaugo per paskutiniuosius keletą metų. Šis tyrimas pradėtas naudoti ne tik siekiant diagnozuoti širdies ligas, bet ir tapo vienu iš pagrindinių metodų leidžiančių sekti ligų eigą. Naujausi tyrimai rodo neabejotiną ŠMRT pranašumą nustatant DS struktūros ir funkcijos pokyčius ankstyvose ligos stadijose [1]. Vis dėl to, parametrai gauti ŠMR tyrimo metu yra nustatomi vadovaujantis skirtingais vertinimo metodais ir protokolais, kadangi vis dar nėra visuotinai priimtų tyrimo atlikimo ir vertinimo gairių [1-3]. Siekiant optimizuoti ŠMRT pritaikomumą klinikinėje praktikoje būtina standartizuoti tyrimo protokolus bei tyrimo atlikimo metodiką.

Pagrindinis šio darbo tikslas yra ištirti pacientus sergančius plautine hipertenzija ir įvertinti magnetinio rezonanso tyrimo parametrų reikšmę vertinant dešiniojo skilvelio geometriją ir funkciją. Tyrimo metu lyginome dviejų neinvazinių tyrimo metodų – 2D - echokardiografijos ir širdies magnetinio rezonanso galimybes vertinant DS struktūros ir funkcijos pokyčius.

DARBO TIKSLAS IR DARBO UŽDAVINIAI

Darbo tikslas:

ištirti pacientus sergančius plautine hipertenzija ir įvertinti magnetinio rezonanso tyrimo parametrų reikšmę vertinant dešiniojo skilvelio geometriją ir funkciją.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti 2D-echokardiografijos metu nustatytus DS parametrus sergantiesiems PH.
2. Nustatyti ŠMRT DS parametrus sergantiesiems PH.
3. Įvertinti šių parametrų tarpusavio ryšį.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Plautinė hipertenzija (PH) - apibrėžimas ir epidemiologija

Plautinė hipertenzija (PH) - tai progresuojanti, izoliuota mažųjų kraujagyslių (arteriolių) liga sukelta vazokonstrikcijos ir kraujagyslių persitvarkymo, o tai ir lemia padidėjusį spaudimą plaučių kraujagyslėse. Ši blogos prognozės liga yra reta, paprastai serga jauni asmenys (30 – 50 metų), dažniausiai moterys [4].

PH nustatoma, kai atlikus dešinėsios širdies kateterizaciją (DŠK) įvertinamas vidurinis spaudimas plaučių arterijoje (vidurinis PAS) ramybės metu. Normoje plaučių kraujotaka yra žemo spaudimo sistema, o vidurinis PAS siekia 14 ± 3 mmHg. Sergant PH vidurinis PAS ramybės metu nustatomas ≥ 25 mmHg [5]. Vidurinis PAS tarp 8 – 20 mmHg ramybės metu yra laikomas normaliu [6], o pacientai, kuriems nustatytas vidurinis PAS yra 21-24 mmHg turi būti sekami dėl padidėjusios rizikos išsivystyti PH [7].

Plaučių kraujotakos sistema pasižymi didele rezervine talpa, dėl kurios vidurinis PAS padidėja tik išsekus kompensaciniams organizmo galimybėms, todėl diagnozavus PH daugumoje atvejų vyrauja negrįžtami pokyčiai [8]. Šios ligos patofiziologija vis dar nėra aiški, tačiau svarbiausiais patogeneziniais veiksniais laikomi: *in situ* vykstantis uždegimas, trombozė, kolageno sintezė, sutrikusi vazodilatacinių ir vazokonstrikcinių mediatorių sintezė bei plaučių arteriolių endotelio disfunkcija [9].

Lėtinis padidėjęs spaudimas plautiniame kamiene sukelia dešiniojo skilvelio perkrovą, lemiančią funkcijos nepakankamumą, kuris dažniausiai ir tampa pacientų mirties priežastimi [8], o negydytų pacientų mirties mediana siekia mažiau nei 3 metus [10].

1.2. PH klinikinė klasifikacija

Etiologiškai PH gali sukelti daugelis veiksnių. Nustatyta, kad idiopatine PH serga asmenys turintys genetinį polinkį. Kliniškai išskiriamos 5 – ios PH grupės, kurios sudarytos remiantis panašia klinika, patologiniais radiniais bei hemodinaminiais ypatumais [10]. 2015 metais pakoreguota ir priimta atnaujinta PH klasifikacija. Išsami klinikinė PH klasifikacija pateikiama 1 lentelėje.

1 lentelė: PH klinikinė klasifikacija

1. Plautinė hipertenzija	1.1 Idiopatinė; 1.2 Paveldima; 1.3 Sukelta vaistų ir toksinų; 1.4 Susijusi su jungiamojo audinio ligomis, ŽIV, portine hipertenzija, įgimta širdies liga, šistosomioze.
	1' Plaučių veno – okliuzinė liga ir/ar plaučių kapiliarų hemangiomatozė.
	1'' Persistuojanti naujagimių PH.
2. Kairiosios širdies ligos sukelta PH	2.1 KS sistolinės funkcijos sutrikimas; 2.2 KS diastolinės funkcijos sutrikimas; 2.3 Vožtuvų liga; 2.4 Įgimta/įgyta kairiosios širdies įtekėjimo/nutekėjimo trakto obstrukcija ir įgimta kardiomiopatija; 2.5 Įgimta/įgyta plautinių venų stenozė.
3. Plaučių ligos ir/ar hipoksijos sukelta PH	3.1 Lėtinė obstrukcinė plaučių liga (LOPL); 3.2 Intersticinė plaučių liga; 3.3 Kitos plaučių ligos esant restrikcijai ir obstrukcijai kartu; 3.4 Miego metu sukeltas kvėpavimo sutrikimas; 3.5 Alveolių hipoventiliacijos ligos; 3.6 Lėtinė aukštumų liga; 3.7 Vystymosi anomalijos.
4. Lėtinė trombembolinė PH ir kitos plaučių arterijų obstrukcijos	4.1 Lėtinė trombembolinė PH; 4.2 Kitos plaučių arterijos obstrukcijos (angiosarkoma, intravaskuliniai tumorai, kt).
5. Nežinomos kilmės ar kelių veiksnių sukelta PH	

1.3. Plautinės hipertenzijos klinikiniai simptomai

Dažniausiai vienintelis pasireiškiantis klinikinis simptomas, kuriuo skundžiasi pacientai yra dusulys. Sergantiems PH taip pat gali pasireikšti greitas nuovargis, sinkopės epizodai bei krūtinės anginą imituojantis skausmas, periferinės edemos. Simptomai nėra specifiniai, todėl nuo simptomų pasireiškimo pradžios iki diagnozės nustatymo vidutiniškai praeina apie 2 metai [11].

Apžiūrint ligonį gali būti matoma odos ir gleivinės cianozė, auskultuojant širdį girdimas akcentuotas ar net skilęs antrasis tonas plautinio kamieno taške. Ilgainiui dėl išsiplėtusio DS atsiranda sąlyginis triburio vožtuvo nesandarumas, todėl auskultuojant krūtinkaulio srityje gali būti girdimas sistolinis ūžesys [9].

Įtarus pacientui PH, jos diagnostika reikalauja daugybės tyrimų, siekiant patvirtinti diagnozę, nustatyti klinikinę klasifikaciją, išsiaiškinti ligą sukėlusią priežastį bei įvertinti dešiniojo skilvelio funkciją ir hemodinamiką [12].

1.4. Plautinės hipertenzijos diagnostika

Dabartinė PH diagnostika apima ligonių klinikinį ištyrimą, 6 minučių ėjimo testą, laboratorinius tyrimus, plaučių funkcijos tyrimus bei radiologinius tyrimus – krūtinės ląstos rentgenografiją, 2D –echokardiografiją, krūtinės ląstos kompiuterinę tomografiją (KT) bei širdies magnetinį rezonanso tyrimą (ŠMRT) [11].

„Auksiniu standartu“ diagnozuojant PH yra laikomas invazinis tyrimas – dešinėsios širdies kateterizacija (DŠK). Tyrimas yra invazinis, jo metu į kirkšnies arba žasto arteriją įvedamas kateteris, kuris nustumiamas iki dešinėsios širdies ir pro triburį vožtuvą pasiekama plaučių arterija. Tyrimo metu nustatomi tokie hemodinaminiai rodikliai kaip padidėjęs vidurinis PAS, sumažėjęs širdies indeksas bei padidėjęs spaudimas dešiniajame prieširdyje, turintys didelę prognostinę reikšmę paciento išgyvenamumui [13]. Šiuo metu 2D - echokardiografija, širdies magnetinio rezonanso tyrimas (ŠMRT) bei širdies kateterizacija yra pagrindiniai tyrimo metodai leidžiantys įvertinti PH sukėlusią priežastį, kai liga yra įtariama ar diagnozuota [3].

Vis daugiau dėmesio skiriama ieškant naujų, neinvazinių tyrimo metodų, kurie būtų ne tik lengvai prieinami, bet ir objektyvūs diagnozuojant PH. Visuotinai pripažįstama, kad DS atsakas į padidėjusį pokrūvį, esant padidėjusiam plaučių kraujagyslių rezistentiškumui, lemia galutinę pacientų išeitį [1]. Atsižvelgiant į tai, kad dažniausia pacientų mirties priežastimi tampa dešiniojo skilvelio

funkcijos nepakankamumas, yra reikalingas tyrimas, kuris objektyviai leistų įvertinti ir sekti DS struktūrą bei funkciją dinamikoje.

1.4.1. 2D – echokardioskopija

Klinikinėje praktikoje plačiai naudojamas metodas įvertinti širdies funkciją yra 2D – echokardiografija. Tyrimas paremtas skirtingu ultragarso bangų sklidimu skirtingose organizmo terpėse. Šis tyrimas pasižymi tuo, kad yra pigus, lengvai prieinamas, neturi jonizuojančios spinduliuotės, tačiau tyrimo metu gauti rezultatai turi būti vertinami kvalifikuoto gydytojo kardiologo, tyrimą gali apsunkinti paciento konstitucija bei lėtinės plaučių ligos (pvz.: LOPL).

2D-echokardiografija yra pirmo pasirinkimo neinvazinis tyrimas pacientams, kuriems įtariama PH [14]. Tyrimas yra pripažįstamas kaip patikimas metodas vertinant DS funkciją bei geometriją. DS geometrijos vertinimui dažniausiai matuojamas parametras yra DS dydis diastolėje. Remiantis 2015 m. išleistomis gairėmis, DS yra laikomas normaliu, kai jo dydis varijuoja 25 – 42 mm ribose [15]. DS padidėjimas nustatomas, kai matuojant iš keturių kamerų vaizdo ties skilvelio baze DS dydis gaunamas didesnis nei 42 mm [15].

Geriausiai ištirti parametrai padedantys įvertinti DS funkciją yra triburio vožtuvo žiedo judesio amplitudė (TVŽJA) bei triburio vožtuvo žiedo sistolinis greitis (S') [16]. Šie abu parametrai atspindi DS sistolinę funkciją, tačiau S' yra laikomas kur kas jautresniu parametru. Nustatyta, kad DS disfunkciją galima įtarti, kai TVŽJA nustatomas mažesnis nei 16 mm, o S' - mažesnis nei 10 cm/s [17].

Dėl DS anatominių ypatybių bei individualių paciento savybių skilvelio dydžio ir tūrių vertinimas 2D - echokardiografijos metu yra apsunkintas ir ne visada įmanomas [1]. Atsižvelgiant į tai, kad pagrindinė mirties priežastis sergantiesiems PH yra dešiniojo skilvelio disfunkcija ir nepakankamumas, yra būtinas tyrimas leidžiantis objektyviai vertinti DS funkcijos ir geometrijos parametrus sergantiesiems PH.

1.4.2. Širdies magnetinio rezonanso tyrimas

Širdies magnetinio rezonanso tomografija yra vienas naujausių, pažangiausių ir saugiausių tyrimų šiuolaikinėje medicinoje. ŠMRT veikimo principas paremtas stipraus magnetinio lauko naudojimu, kuris sąveikauja su organizme esančiais vandenilio branduoliais. Sužadinti vandenilio

branduoliai generuoja atitinkamą signalą, kuris registruojamas specialiais imtuvais ir apdorojamas specialios programos. Programa suformuoja dvimatį arba trimatį skenuojamo objekto vaizdą. Magnetinio rezonanso tyrimo (MRT) metu gauti vaizdai priklauso nuo skirtingų audinių magnetinių savybių, t.y. audiniai, kuriuose yra mažai vandenilio branduolių, visada atrodo tamsūs, o kuriuose daug vandenilio branduolių – šviesūs [18].

Lietuvoje pirmieji širdies magnetinio rezonanso tyrimai (ŠMRT) atlikti 2002 metais, Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikose. 2006 metais specialistų grupė nustatė širdies magnetinio rezonanso tyrimo indikacijas:

1. MRT yra pagrindinis („*relevant*“) diagnostinis metodas diagnozuojant: perikardo navikus, įgimtas širdies ydas, stambųjų kraujagyslių patologiją, miokarditus;
2. MRT yra tolygus („*equivalent*“) (echoskopijai, angiografijai) diagnostinis metodas nustatant miokardo gyvybingumą, skilvelių displazijas, kairio skilvelio funkciją, vožtuvų stenozę;
3. MRT yra informatyvus ir alternatyvus („*informative/alternative*“) diagnostikos metodas esant širdies vožtuvų ligoms – kardiomiopatijoms, abscesams, skysčiui perikarde, miokardo infarktui; farmakologinio krūvio MRT;
4. MRT taip pat yra ir mokslo tiriamasis metodas („*investigational*“), skirtas miokardo perfuzijai, vainikinių arterijų ir aortokoronarinių šuntų būklei tirti [18].

Tobulėjant magnetinio rezonanso aparatūrai, dėl greitų gradientinių sekų galimas skilvelių bendros ir segmentinės funkcijos įvertinimas, galima atlikti kraujo tėkmės analizę (per širdies vožtuvus, kraujagysles ir pan.), dėl labai aukštos audinių kontrastinė skiriamosios gebos, daug lengviau įvertinama DS funkcija nei naudojant kitus diagnostinius tyrimo metodus [18]. Širdies magnetinio rezonanso svarba klinikinėje praktikoje išaugo per paskutiniuosius keletą metų. Šis tyrimas pradėtas naudoti ne tik siekiant diagnozuoti širdies ligas, bet ir tapo vienu iš pagrindinių metodų leidžiančių sekti ligų eigą. ŠMRT yra laikomas „auksiniu standartu“ kiekybiškai vertinant širdies skilvelių tūrius, masę, struktūrą bei funkciją [19].

ŠMRT yra aukštos skiriamosios gebos tyrimas, pasižymintis gaunamais 3–jų dimensijų vaizdais ir turintis didelį jautrumą širdies struktūros ir funkcijos pokyčiams. Tyrimas yra saugus, kadangi jo metu nėra naudojama jonizuojanti spinduliuotė [11]. Nepaisant visų tyrimo privalumų esama ir trūkumų: ilgas tyrimo atlikimo laikas (tyrimas gali trukti nuo 40–60 min), paciento bendradarbiavimo sunkumai, nesuderinamumas su metaliniais svetimkūniais pacientų kūnuose riboja tyrimo panaudojimą klinikinėje praktikoje. Ir vis dėlto, atliekant ŠMRT galima gauti svarbios informacijos apie DS struktūrą ir funkciją, kuri nėra lengvai prieinama panaudojant kitus tyrimo metodus.

Širdies magnetinis rezonanso tyrimas (ŠMRT) siūlo unikalų metodą įvertinti DS struktūrą ir funkciją, todėl vis dažniau kalbama apie šio tyrimo panaudojimo galimybes nustatant PH. Literatūroje

ŠMRT tituluojamas kaip „auksinis standartas“ vertinant dešiniojo skilvelio masę, tūrius (galinį sistolinį ir galinį diastolinį) bei kitus funkciją atspindinčius rodiklius [19].

1.5. Dešiniojo skilvelio parametrai

Diagnozuojant PH didžiausias dėmesys skiriamas vertinant DS geometrinius bei funkcinis parametrus – DS masę, galinį diastolinį, galinį sistolinį tūrius, DS išmetimo frakciją (DS IF), DS sistolinį tūrį (angl. *stroke volume*) bei tarpkilvelinės pertvaros išsigaubimą [13]. Vertinant šiuos parametrus būtinas kvalifikuotas gydytojas radiologas, turintis ne tik darbo patirties, bet ir gebantis objektyviai vertinti ŠMRT metu gautus vaizdus.

1.5.1. Dešiniojo skilvelio masė

DS hipertrofija yra padidėjusio plaučių kraujagyslių pasipriešinimo pasekmė. Atliktose studijose nustatyta, kad DS skilvelio masė didesnė nei 59 g/m^2 lemia didesnę mirštamumą sergantiesiems PH [1]. Rutininėje praktikoje DS masė įvertinama panaudojant trumposios ašies vaizdus. Trumposios ašies vaizdai yra lygiagretūs triburio vožtuvo plokštumai. Širdyje esantys speniniai raumenys bei endokardo trabekulės gali būti įskaičiuojami arba neįskaičiuojami į bendrą dešiniojo skilvelio masę. Protokoluose įtraukti ar neįtraukti speninius raumenis bei endokardo trabekules apskaičiuojant DS masę nusprendžia kiekviena ligoninė individualiai, atsižvelgiant į duomenų apdorojimo sistemas. Įtraukus šias struktūras į DS masę tyrimo vertinimas prailgėja, tačiau gaunamas rezultatas yra kur kas tikslesnis. DS masė apskaičiuojama išmatuotą miokardo tūrį padauginus iš specifinio jo svorio 1.05 g/cm^3 [13].

1.5.2. Dešiniojo skilvelio galinis sistolinis ir galinis diastolinis tūriai

Funkcinę DS būklę leidžiantys įvertinti parametrai yra galinis sistolinis (DSGST) ir galinis diastolinis (DSGST) tūriai. Vaizdų analizė paremta endokardinių ir epikardinių dešiniojo skilvelio ribų atpažinimu galinėje sistolinėje ar galinėje diastolinėje fazėse. Tūriai nustatomi padauginus išmatuotą

endokardo paviršiaus sumą iš atstumo tarp skilvelio centro ir endokardo kiekvienos sekos metu. Šie tūriai varijuoja priklausomai nuo paciento lyties, amžiaus ir kūno masės indekso (KMI) [2]. Nustatyta, kad DS galinio diastolinio tūrio indeksas ≤ 84 ml/m² lemia geresnį išgyvenamumą pacientams sergantiesiems idiopatine plautine hipertenzija (IPH) [20]. Tuo tarpu šių tūrių padidėjimas sergantiesiems PH ilgainiui sukelia DS dilataciją bei funkcijos nepakankamumą [1].

1.5.3. Dešiniojo skilvelio išmetimo frakcija

Geriausiai DS sistolinę funkciją atspindintis parametras yra DS išmetimo frakcija (DS IF). Jis nustatomas DS sistolinį tūrį padalinus iš DS galinio diastolinio tūrio. Sergantiesiems PH nustatomas šio parametro sumažėjimas. Atliktoje metanalizėje nustatyta, kad DS IF yra svarbus veiksnys lemiantis pacientų mirštamumą [21].

Neretai šis parametras lyginamas su 2D - echokardiografijos metu gaunamu TVZJA rodikliu, kuris plačiai naudojamas klinikinėje praktikoje DS sistolinės funkcijos įvertinimui sergantiesiems PH [1]. Vis dėlto, neabejojama, kad ŠMRT metu nustatytas DS IF yra objektyvesnis parametras vertinant DS sistolinę funkciją.

1.5.4. Dešiniojo skilvelio sistolinis tūris

Vienas svarbiausių funkcinų parametrų, nusakančių PH sergančiųjų prognozę, yra DS sistolinis tūris. Jis nustatomas radus skirtumą tarp galinio diastolinio ir galinio sistolinio tūrių.

Sergantiesiems PH normalaus DS sistolinio tūrio radimas ramybės ir fizinio krūvio metu nurodo, kad DS yra adaptavęsis prie padidėjusio plaučių kraujagyslių pasipriešinimo ir pokrūvio. Tuo tarpu DS sistolinio tūrio sumažėjimas rodo didesnę mirštamumo riziką [22]. Teorinis DS sistolinio tūrio, kaip hemodinamikos parametro, privalumas yra tai, kad jis tiesiogiai atspindi DS funkciją ir priešingai nei širdies išmetimo tūris negali būti kompensuotas padidėjusiu širdies susitraukimo dažniu (ŠSD). Būtent tai ir lemia šio rodiklio specifiškumą.

Ryškėjant PH požymiams t.y. didėjant plaučių kraujagyslių rezistentiškumui, didėja ir krūvis tenkantis DS sienelei, todėl kaip kompensacinis mechanizmas, išsivysto DS hipertrofija. Hipertrofavęs DS užtikrina kraujotaką per plaučių kraujagysles bei sąlyginai sumažina žalą, kuri atsiranda dėl padidėjusio pokrūvio DS [19]. Vėlyvose PH stadijose, kai išsenka organizmo kompensaciniai mechanizmai, išryškėja DS dilatacija, kurios metu išsiplečia DS, plokštėja ir išsigaubia tarpkilvelinė

pertvara. Vystantis šiems pokyčiams KS yra užspaudžiamas, todėl mažėja KS galinis sistolinis ir galinis diastolinis tūriai bei širdies išmetimo frakcija (IF) [1].

1.5.5. Tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimas

ŠMRT judesio sekos vaizduose gali būti matomas tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimas ir grįžimas atgal sistolės bei diastolės metu. Sergantiesiems PH, dėl padidėjusio spaudimo DS, yra būdingas šis tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimas. Dėl prailgėjusio DS susitraukimo laiko tarpskilvelinė pertvara turi atlaikyti didesnę krūvį, tuo tarpu kairiajame skilvelyje (KS) prasideda ankstyvoji diastolės fazė, kurios metu krenta spaudimas KS. O tai lemia, kad tarpskilvelinė pertvara išsigaubia link mažesnio spaudimo skilvelio [1].

Tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimas vertinamas sistolinėje fazėje kaip didžiausias tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimo kampas išreikštas laipsniais. Kampas matuojamas tarp vidurinio tarpskilvelinės pertvaros taško ir dviejų kraštinių taškų [23]. Nepalanki sergančiųjų PH prognozė koreliuoja su dideliu tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimu link KS [1].

ŠMR tyrimo metu naudojami indeksuoti dydžiai, kurie priklauso nuo žmogaus lyties, kūno paviršiaus ploto (KPP) ir amžiaus. Indeksuoti dydžiai - tai dydžiai, kurie yra gauti ištyrus sveikus savanorius asmenis, ir kurie atspindi tos grupės žmonių populiacijos vidurkį. Visi DS dydžiai indeksuoti pagal kūno paviršiaus plotą, naudojant kairiojo skilvelio (KS) / dešiniojo skilvelio (DS) normalių dydžių apskaičiavimo lentelę [24].

Naujausiose mokslinėse publikacijose kalbama apie ŠMRT reikšmę ir privalumus analizuojant DS miokardo masę bei funkcinius rodiklius, kurie pakinta dėl padidėjusio pasipriešinimo plaučių kraujagyslėse, sergant plautine hipertenzija. Palyginus su širdies echoskopija, ŠMRT, kaip rutininis tyrimas, vis dar yra naujas tyrimo metodas. Nepaisant to, ŠMR tyrimas leidžia įvertinti ir stebėti daugelį kardiovaskulinių patologijų, įskaitant ir PH. Nors DŠK yra aukso standartas diagnozuojant PH, tačiau šiuo metu ieškoma neinvazinių tyrimo metodų ir tikėtina, kad vienas iš tų metodų bus ŠMR tyrimas, kuris pakeis daugelį kitų invazinių tyrimų. Jau dabar kalbama apie tai, kad ŠMRT yra „auksinis standartas“ vertinant DS struktūrą ir funkciją sergantiesiems PH. ŠMRT tapus rutininio tyrimu, diagnozuojant ir stebint pacientus sergančius PH, bus reikalingi standartizuoti protokolai. Pirmieji žingsniai sudarant šiuos protokolus jau žengti – nustatyti kliniškai reikšmingi sistolinio tūrio pokyčiai lemiantys pacientų išgyvenamumą, tačiau kitiems parametrams, tokiems kaip tarpskilvelinės pertvaros išsigaubimas, DS masė, protokolai vis dar kuriami [1].

Apibendrinant, standartizuotų metodų plėtra leis ŠMRT tapti alternatyviu, rutininio tyrimu klinikinėje praktikoje, kuris ne tik leis diagnozuoti PH, bet ir teiks vertingos informacijos stebint sergančiuosius dinamikoje.

2. TYRIMO METODIKA

2.1. Tyrimo planavimas, tiriamųjų atranka ir tyrimo objektas

Šiame moksliniame darbe naudojami 37 pacientų duomenys, kuriems LSMU KK 2010 – 2016 metais diagnozuota plautinė hipertenzija (DŠK metu nustatytas vidurinis PAS ramybės metu ≥ 25 mmHg, o fizinio krūvio metu ≥ 30 mmHg) ir taikomas specifinis gydymas, duomenys. Šiems pacientams mėnesio laikotarpyje atlikti 2D-echokardiografijos ir širdies magnetinio rezonanso tyrimai, o gauti duomenys vertinti patyrusių specialistų – gydytojo kardiologo ir radiologo.

Tiriamųjų imtis sudaryta pagal šiuos kriterijus:

1. DŠK tyrimo metu diagnozuota PH;
2. gautas pacientų raštinis sutikimas dalyvauti tyrime;
3. pacientų amžius ≥ 18 metų;
4. atliktas ŠMRT tyrimas;
5. atliktas 2D-echokardiografinis tyrimas.

Pacientai, kuriems ŠMRT tyrimas yra kontraindikuotinas (sergantys klaustrofobija, turintys implantuotą elektrokardiostimuliatorių (EKS), kitus metalinius svetimkūnius, sergantys kepenų ar inkstų funkcijos nepakankamumu) į tyrimą įtraukti nebuvo.

Tyrimui atlikti gautas bioetikos komisijos leidimas Nr. BEC-MF-791. Išdavimo data 2015-05-13.

2.2. Tyrimo metodai

Gavus pacientų raštinį sutikimą peržiūrėti jų medicininiai duomenys. Į tyrimą įtraukti pacientai, kuriems PH diagnozė patvirtinta atlikus dešinėsios širdies kateterizaciją. Šiems pacientams taip pat paimti ir vertinti 6 minučių ėjimo testo rezultatai, 2D – echokardiografijos bei širdies magnetinis rezonanso tyrimų duomenys.

2.2.1. 6 minučių ėjimo testas

6 minučių ėjimo testas - tai objektyvus simptomų (nuovargio, dusulio) ir fizinio krūvio tolerancijos įvertinimas. Testas lengvai pritaikomas, nebrangus, o rezultatai pateikiami absoliučiais

skaičiais. Normaliu šio testo rezultatu yra laikomas atstumas didesnis nei 425 m, kai pacientai šį atstumą įveikia nepatirdami dusulio ir nuovargio reiškinių.

6 minučių ėjimo testo rezultatai gauti iš pacientų ambulatorinių kortelių. Testas atliktas ir vertintas kvalifikuoto gydytojo kardiologo ar pulmonologo.

2.2.2. 2D – echokardiografija

2D - echokardiografiją atlikta Philips iE33 ultragarso aparatu. Tyrimą atliko ir vertino kvalifikuotas gydytojas kardiologas.

Tyrimo metu vertinti trys parametrai: DS dydis diastolėje, TVŽJA ir S'. DS dydis matuotas diastolės fazės metu, esant priekrūtinkauliniai daviklio padėčiai, ties skilvelio baze iš keturių kamerų vaizdo.

Panaudojant M – režimą vertintas TVŽJA, esant daviklio padėčiai ties triburio vožtuvo žiedo šonine puse taip, kad žiedas judėtų išilgai daviklio. TV regurgitacinis greitis (S') išmatuotas viršūninėje keturių kamerų projekcijoje kontrolinį žymeklį dedant žemiau TV žiedo, spalviniu dopleriu registruojant TV regurgitacinį greitį.

2.2.3. ŠMRT

ŠMR tyrimai atlikti "Siemens Aera" 1,5 T magnetinio rezonanso aparatu, pagal parinktas sekas. Pagrindinė seka vertinti DS tūrius pasirinkta judesio vaizdų seka (*ang. Cine imaging*). Ši seka pasižymi labai gera kontrastine geba tarp kraujo ir miokardo bei mažu jautrumu judesio artefaktams. Duomenų analizė atlikta naudojant Syngovia darbo stotį.

Norint apskaičiuoti dešiniojo skilvelio masę ir jo funkcinius indeksus, vizualiai nustatytos širdies sistolinė ir diastolinė fazės. Epikardo ir endokardo ribos apibrėžtos rankiniu būdu širdies trumposios ašies vaizduose. Apskaičiuojant DS masę speniniai raumenys bei šalia pertvaros esančios trabekulės pagal LSMUL KK naudojamą protokolą neįtraukti. Tyrimą atliko ir vertino patyręs gydytojas radiologas.

Visi DS dydžiai indeksuoti pagal kūno paviršiaus plotą (KPP), naudojant kairiojo skilvelio (KS) / dešiniojo skilvelio (DS) normalių dydžių apskaičiavimo lentelę [24].

2.2.4. Statistinė duomenų analizė

Statistinė analizė atlikta naudojant SPSS ("Statistical Package for Social Sciences") programų paketo 20 versiją. Vertinant duomenis panaudota aprašomoji statistika (dydžių vidurkis, standartinis nuokrypis, minimalios ir maksimalios reikšmės), koreliacija pagal Spearmano koeficientą. Statistiškai reikšmingu laikytas skirtumas, kai $p < 0,05$.

3. REZULTATAI

3.1. Klinikinės ypatybės

Tyrimė dalyvavo 37 pacientai – 25 moterys (67,7 %) ir 12 vyrų (32,4 %). Jauniausias tyrimo dalyvis buvo 30 metų, o vyriausias - 80 metų. Tiriamųjų amžiaus vidurkis 54,43 (\pm 13,63) metai.

6 minučių ėjimo testo vidurkis 315,18 (\pm 128,27) m. Mažiausias nueitas atstumas 55 m., ilgiausias – 580 m.

Atlikus 2D-echokardiografiją nustatytas DS dydžio diastolėje vidurkis 42,46 mm (\pm 6,88), TVŽJA - 16,08 mm (\pm 3,58) ir S' 10,33 cm/s (\pm 2,81). DS dydis diastolėje didesnis nei 42 mm nustatytas 54,1 % tiriamųjų. TVŽJA mažesnis nei 16 mm nustatytas 56,8 % pacientams (n=21), o S' mažesnis nei 10 cm/s - 61,8 % (n=21).

Atlikus ŠMRT nustatyta: 83,8 % (n=31) padidėjęs DS galinio sistolinio tūrio indeksas, 40,5 % pacientų (n=15) rastas padidėjęs DS galinio diastolinio tūrio indeksas. DS galinis diastolinis tūrio indeksas didesnis nei 84 ml/m² nustatytas 54,1 % pacientų (n=20). Taip pat 81,1 % pacientų (n=30) nustatytas DS masės indekso padidėjimas, iš jų 29,7 % pacientų masės indeksas buvo didesnis nei 59 g/m². 86,5 % pacientų (n=32) nustatytas sumažėjusi DS išmetimo frakcija. DS sistolinio tūrio indekso sumažėjimas nustatytas 62,2 % pacientų (n=23). 2D-echokardiografijos ir ŠMRT nustatytų parametrų reikšmės pateikiamos 2 ir 3 lentelėse.

2 lentelė. ŠMRT parametrų reikšmės (n=37).

Parametras	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Vidurkis (SN)	Mediana
ŠMRT				
DSGDT indeksas, ml/m ²	40,0	185,0	90,86 (\pm 29,08)	86,0
DSGST indeksas, ml/m ²	19,0	121,0	57,83 (\pm 24,85)	55,0
DSST indeksas, ml/m ²	9,0	77,0	33,13 (\pm 13,65)	31,0
DS masės indeksas, g/m ³	19,0	107,0	53,75 (\pm 20,83)	51,0
DS IF,%	10,0	68,0	37,95 (\pm 13,67)	38,0
TP išsigaubimas, °	117	206	174,94 (\pm 22,84)	182

DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris; DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris; DSST – dešiniojo skilvelio sistolinis tūris; DSIF – dešiniojo skilvelio išmetimo frakcija, TP – tarpkilvelinė pertvara. SN – standartinis nuokrypis.

3 lentelė. 2D – echokardiografijos parametų reikšmės (n=37).

Parametras	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Vidurkis (SN)	Mediana
2D - Echokardiografija				
DS dydis diastolėje, mm	28,0	60,0	42,46 (± 6,88)	43,00
TVŽJA, mm	8,0	24,0	16,08 (± 3,58)	16,0
S', cm/s	5,0	19,0	10,33 (± 2,81)	10,0

DS – dešinysis skilvelis; TVŽJA - triburio vožtuvo žiedo judesio amplitudė, ; S' - triburio vožtuvo žiedo sistolinis greitis; SN – standartinis nuokrypis.

3.2. ŠMRT ir 2D-echokardioskopijos tyrimų parametų koreliacija

Tyrimo metu ieškota koreliacija tarp dviejų neinvazinių tyrimo metodų – 2D - echokardiografijos ir širdies magnetinio rezonanso galimybes vertinant DS struktūros ir funkcijos pokyčius. Koreliacijos apskaičiuotos naudojant Spearmano koreliacijos koeficientą. Koreliacija tarp 2D-echokardiografijos ir ŠMR tyrimų parametų pateikiama 4 lentelėje.

4 lentelė. Koreliacija tarp 2D-echokardiografijos ir ŠMR tyrimų parametų.

Reikšmė		DSGDT indeksas, ml/m ²	DSGST indeksas, ml/m ²	DSST indeksas, ml/m ²	DS masės indeksas, g/m ³	TP išsigaubimas, °	DSIF, %	6 min. ėjimo testas
DS dydis diastolėje, mm	r	0,725**	0,661**	0,080	0,405*	0,137	-0,303	-0,039
	p	0,001	0,001	0,637	0,131	0,419	0,069	0,830
TVŽJA, mm	r	-0,143	-0,125	-0,053	-0,205	-0,094	0,051	-0,121
	p	0,397	0,461	0,753	0,223	0,582	0,763	0,502
S', cm/s	r	-0,244	-0,235	-0,070	-0,139	-0,028	0,111	-0,218
	p	0,165	0,181	0,693	0,433	0,874	0,533	0,231

DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris; DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris; DSST – dešiniojo skilvelio sistolinis tūris; TP – tarpkilvelinė pertvara; DSIF – dešiniojo skilvelio išmetimo frakcija; TVŽJA - triburio vožtuvo žiedo judesio amplitudė, ; S' - triburio vožtuvo žiedo sistolinis greitis.

Stebima vidutiniškai stipri tiesioginė koreliacija tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D-echokardiografu ir DS galinio diastolinio tūrio indekso ($r=0,589$; $p<0,001$) bei DS galinio sistolinio tūrio indekso ($r=0,618$; $p<0,001$) nustatytų ŠMR tyrimo metu.

Silpna koreliacija rasta tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D - echokardiografu ir DS masės diastolėje nustatytos ŠMR tyrimo metu ($r=0.331$; $p<0,46$). Stebėtos koreliacijos pateikiamos 5 lentelėje.

5 lentelė. Koreliacija tarp 2D-echokardiografijos metu nustatyto DS dydžio diastolėje, mm ir ŠMR tyrimo parametrų ($n=37$).

Reikšmė	DSGDT indeksas, ml/m ²	DSGST indeksas, ml/m ²	DS masės indeksas, g/m ³
r	0,725	0,661	0,405
p	0,001	0,001	0,13

DSGDT – dešiniojo skilvelio galinis diastolinis tūris; DSGST – dešiniojo skilvelio galinis sistolinis tūris.

Reikšmingos koreliacijos tarp kitų 2D – echokardiografijos metu nustatytų parametrų bei ŠMR tyrimo metu gautų parametrų nerasta.

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Šio tyrimo metu buvo tiriama ir lyginama dviejų neinvazinių tyrimo metodų – 2D-echokardiografijos ir širdies magnetinio rezonanso galimybės vertinant plautine hipertenzija sergančiųjų DS pokyčius. Siekiant objektyvizuoti pacientų fizinę būklę taip pat buvo vertintas 6 minučių ėjimo testas.

6 minučių ėjimo testas - tai dažniausiai naudojamas fizinio krūvio testas sergantiesiems PH. Nustatyta, kad testo rezultatams įtakos gali turėti lytis, amžius, gretutinės ligos, deguonies poreikis bei paciento motyvacija [10]. Lea Ann Matura su kolegomis, vertindami amerikiečių pacientų 6 minučių ėjimo testo rezultatus nustatė, kad vidutinis nueitas atstumas yra 412 (\pm 66,1) m [25]. Šio tyrimo metu 6 minučių ėjimo testo vidurkis siekė 315,18 m (\pm 128,27). Toks didelis skirtumas leidžia manyti, kad mūsų tirtų pacientų fizinė būklė gerokai prastesnė, todėl galime tikėtis blogesnių DS funkcijos tyrimų rezultatų. Vis dėlto, naujausiose PH diagnostikos ir gydymo gairėse kalbama, kad šis testas teikia tik prognostinę informaciją, tačiau konkrečios ribos, nurodančios sunkią paciento būklę, nėra [10].

Klinikinėje praktikoje DS geometrijos ir sistolinės funkcijos vertinimui dažniausiai naudojamas 2D-echokardiografinis tyrimas. Didėjant plaučių kraujagyslių rezistentiškumui, didėja pokrūvis tenkantis DS, todėl ilgainiui išsivysto DS dilatacija. Remiantis naujausiomis gairėmis DS laikomas normaliu, kai jo dydis varijuoja 25 – 42 mm ribose [15]. Tyrimo metu nustatėme DS dydžio padidėjimą 54,1 % tiriamųjų.

Forfia ir kiti mokslininkai, vertindami DS sistolinę funkciją sergantiesiems PH nustatė TVŽJA parametą mažesnę nei 18 mm 60,2 % tiriamųjų bei įrodė, kad toks sumažėjimas yra nepriklausomas mirštamumo faktorius šioje pacientų populiacijoje [26]. Remiantis kitu šaltiniu, progresuojant plautinei hipertenzijai, DS disfunkciją galima įtarti, kai TVŽJA nustatomas mažesnis nei 16 mm, o S' - mažesnis nei 10 cm/s [17]. Šio tyrimo metu TVŽJA mažesnis nei 16 mm nustatytas 56,8 % pacientų, o S' mažesnis nei 10 cm/s - 61,8 % pacientų. Įvertinus rezultatus matome, kad daugiau nei pusei tirtų pacientų 2D – echokardiografijos metu nustatytas DS sistolinės funkcijos pablogėjimas, o tai rodo, kad liga yra stipriai pažengusi.

Atlikus ŠMR tyrimus buvo nustatyti ženklūs pokyčiai dešiniajame skilvelyje. DS galinis sistolinis ir galinis diastolinis tūriai atspindi DS funkcinę būklę. Šie dydžiai varijuoja priklausomai nuo paciento amžiaus, lyties ir kūno paviršiaus ploto [2]. Tyrimo metu 40,5 % pacientų rastas padidėjęs DS galinio diastolinio tūrio indeksas ir netgi 83,8 % pacientų padidėjęs DS galinio sistolinio tūrio indeksas. Atliktose ŠMRT studijose rasta, jog šių tūrių

padidėjimas ilgainiui nulemia DS dilataciją ir funkcijos nepakankamumą [27]. Taip pat nustatyta, kad DS galinio diastolinio tūrio indeksas ≤ 84 ml/m² lemia geresnį išgyvenamumą. Mūsų tyrimo metu 54,1 % pacientų DS galinio diastolinio tūrio indeksas nustatytas didesnis nei 84 ml/m², todėl galime daryti prielaidą, kad šių pacientų išgyvenamumo galimybė yra mažesnė.

Nustačius DS galinį sistolinį ir galinį diastolinį tūrius kiti dominantys dydžiai buvo apskaičiuoti naudojant kairiojo skilvelio (KS) / dešiniojo skilvelio (DS) normalių dydžių apskaičiavimo lentelę [24]. DS masės padidėjimas yra reikšmingas veiksnys lemiantis pacientų išgyvenamumą. Atsiradus plaučių kraujagyslių rezistentiškumui didėja krūvis tenkantis DS, todėl išsivysto DS hipertrofija. Andrew J Swift ir kitų, atliktame tyrime buvo nustatytas DS masės indekso vidurkis, kuris siekė 37,6 ($\pm 18,7$) g/m² [28]. Šiame tyrime 81,1 % tirtų pacientų rastas DS masės indekso padidėjimas, o nustatytas vidurkis siekė 53,75 ($\pm 20,83$) g/m². Yra žinoma, kad DS skilvelio masė didesnė nei 59 g/m² lemia blogesnę pacientų išgyvenamumą [1]. Šio tyrimo metu 29,7 % tirtų pacientų nustatėme šį indeksą didesnį nei 59 g/m².

Ligos eigoje, išsekus kompensacinėms galimybėms, įvyksta DS dilatacija ir sumažėja skilvelio pajėgumas aprūpinti plaučius krauju. Skilvelio pajėgumui vertinti iš ŠMR tyrimo metu gautų parametru buvo apskaičiuota DS išmetimo frakcija. 2015 m. atliktoje metanalizėje buvo vertinti ŠMR tyrimo metu gauti parametrai ir nustatyta, kad svarbiausias veiksnys, lemiantis pacientų mirštamumą, yra sumažėjusi DS išmetimo frakcija [21]. Net 86,5 % tirtų pacientų nustatėme sumažėjusią DS išmetimo frakciją. Klinikinėje praktikoje vertinant DS sistolinę funkciją dažniausiai atliekama 2D – echokardiografija. Jos metu nustatyti TVŽJA ir S' parametrai koreliuoja su ŠMR tyrimo metu gauta DS išmetimo frakcija [29]. Vis dėlto, šio tyrimo metu koreliacijos tarp šių parametru nenustatėme, tam įtakos galėjo turėti maža pacientų imtis (n=37).

Vienas specifiškiausių ŠMR tyrimo metu gaunamų parametru yra DS sistolinis tūris. Šio parametro sumažėjimas rodo blogėjančią DS funkciją bei yra vertinamas kaip rizikos faktorius, lemiantis didesnį pacientų mirštamumą. Andrew J Swift ir kitų, atliktame tyrime DS sistolinio tūrio indekso vidurkis buvo 23,3 ($\pm 13,2$) ml/m² [28]. Mūsų tyrimo metu DS sistolinio tūrio indekso sumažėjimas nustatytas 62,2 % tirtų pacientų, o nustatytas vidurkis siekė 33,13 ($\pm 13,65$) ml/m². Atliktuose tyrimuose nustatyta, kad mažas DS sistolinis tūris yra stiprus veiksnys, galintis lemti gydymo nesėkmę [30].

Pagrindinis tyrimo uždavinys buvo nustatyti koreliaciją tarp 2D-echokardiografijos ir ŠMRT parametru. Padidėjęs plaučių kraujagyslių pasipriešinimas sukelia DS perkrovą, lemiančią funkcijos nepakankamumą, kuris dažniausiai ir tampa pacientų mirties priežastimi [8]. Siekiant nustatyti PH sergančių pacientų išgyvenamumą, būtina vertinti DS sistolinę

funkciją. Yi-dan Li su kolegomis nustatė koreliaciją tarp sistolinę DS funkciją atitinkančių parametru TVŽJA, S' ir DS išmetimo frakcijos [16]. Šio tyrimo metu koreliacijos tarp TVŽJA ($r=0,069$, $p=0,685$), S' ($r=0,154$, $p=0,385$) ir DS išmetimo frakcijos nenustatėme.

Aasha S. Gopal su kolegomis nustatė reikšmingą koreliaciją tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D-echokardiografu ir ŠMRT metu gautų parametru [31]. Mūsų tyrimo metu ši koreliacija taip pat išryškėjo – rasta vidutiniškai stipri koreliacija tarp DS dydžio diastolėje ir DS galinio diastolinio tūrio indekso ($r=0,589$; $p<0,001$) bei DS galinio sistolinio tūrio indekso ($r=0,618$; $p<0,001$). Taip pat silpna koreliacija rasta tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D – echokardiografijos metu ir DS masės diastolėje nustatytos ŠMRT metu ($r=0,331$; $p<0,46$).

ŠMRT vis dar yra naujas tyrimo metodas, kurio pritaikymas klinikinėje praktikoje yra ribotas, tačiau neabejojama tyrimo efektyvumu vertinant DS funkciją ir geometriją. Siekiant ŠMRT paversti rutininiu tyrimu yra būtina sumažinti tyrimo kainą bei standartizuoti tyrimo protokolus ir tyrimo atlikimo metodiką.

5. IŠVADOS

1. Statistiškai išanalizavus 2D-echokardiografinio tyrimo rezultatus, buvo nustatyta, jog DS dydis diastolėje padidėjęs (>42 mm.) 54,1%, TVZJA sumažėjęs (<16 mm.) 56,8 %, o S' sumažėjęs (<10 mm.) - 61,8 % tyrime dalyvavusių pacientų .
2. Įvertinus ŠMRT tyrimo rezultatus, buvo nustatyta: padidėjęs DS galinio sistolinio tūrio indeksas (83,8 %), padidėjęs DS galinio diastolinio tūrio indeksas (40,5 %), sumažėjusi DS išmetimo frakcija (86,5 %), sumažėjęs DS sistolinio tūrio indeksas (62,2 %).
3. Pagal Spearmano koreliacijos koeficientą, nustatyta vidutiniškai stipri tiesioginė koreliacija tarp DS dydžio diastolėje nustatyto 2D-echokardiografu ir DS galinio diastolinio tūrio indekso ($r=0,589$; $p<0,001$) bei DS galinio sistolinio tūrio indekso ($r=0,618$; $p<0,001$) nustatytų ŠMR tyrimo metu. Silpna koreliacija rasta tarp DS dydžio diastolėje ir DS masės diastolėje ($r=0.331$; $p<0,46$).
4. ŠMRT yra patikimas, jautrus metodas vertinti ankstyvus DS struktūros ir funkcijos pokyčius sergantiesiems PH.

5. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Vonk-Noordegraaf A., Souza R. Cardiac magnetic resonance imaging: what can it add to our knowledge of the right ventricle in pulmonary arterial hypertension? *Am J Cardiol* 2012;110[suppl]:25S-31S.
2. Peluso D., Tona F., Muraru D., Romeo G., Cucchini U., Perazzolo Marra M., Iliceto S., Paolo Badano L. Right ventricular geometry and function in pulmonary hypertension: non-invasive evaluation. *Diseases-open Access Journal* 2014; 2: 274-295.
3. D. Nicol E., Kafka H., Stirrup J., P.G.Padley S., B.Rubens M., J.Kilner P., A.Gatzoulis M. A single , comprehensive non-invasive cardiovascular assessment in pulmonary arterial hypertension: combined computed tomography pulmonary and coronary angiography. *International Journal of Cardiology* 2009;136:278-288.
4. J.Peacock A., Zamboni W., Dario Vizza C. Ambrisentan for the treatment of adults with pulmonary arterial hypertension: a review. *Current medical research and opinion* 2014.
5. R.Tonelli A., A.Minai O. Saudi guidelines on the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: perioperative management in patients with pulmonary hypertension. *Annals of Thoracic Medicine* 2014;9:S98-107.
6. B.Badesch D., C.Champion H., et al. Diagnosis and Assessment of pulmonary arterial hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:S55–66.
7. Valevičienė N., Palionis D., et al. Main indications of cardiac magnetic resonance (CMR) imaging, practical examples. *Medicinos teorija ir praktika* 2009;3:266-275.
8. Ohira H., S.Beanlands R., A.Davies R, et al. The role of nuclear imaging in pulmonary hypertension. *Journal of Nuclear Cardiology* 2014:
9. Danila E., Zablockis R., Gruslys V., et al. *Klinikinė pulmonologija. Ketvirtasis papildytas leidimas. Vaistų žinios. Vilnius, 2015 m.*
10. Galie N., Humbert M., Vachiery Jean-Luc, Lang I., et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *European heart Journal* 2015.
11. J.Swift A., M.Wild J., K.Nagle S., Roldan-Alzate A., et al. Quantitative MR imaging of pulmonary hypertension: A practical approach to the current state of the art. *J Thorac Imaging* 2014; 29(2): 68-79.
12. Wang N., Hu Xiaolan, Liu Chenjing, Ali Bihi, et al. A Systemic review of the diagnostic accuracy of cardiovascular magnetic resonance for pulmonary hypertension. *Canadian Journal of Cardiology* 2014; 30:455-463.

13. C.van de Veerdonk M., Kind T., Marcus J.T., Mauritz Gert-Jan, et al. Progressive right ventricular dysfunction in patients with pulmonary arterial hypertension responding to therapy. *J Am Coll Cardiol* 2011;24:58.
14. Grünig Ekkehard, J.Peacock Andrew. Imaging the heart in pulmonary hypertension: an update. *Eur Respir Rev* 2015; 24: 653-664.
15. M.Lang r., P.Badano L., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., A.Flachskampf F., et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J of the American Society of Echocardiography* 2015;1:vol 28.
16. Li Yi-dan, Wang Yi-dan, Zhai Zhen-guo, Guo Xiao-juan, et al. Relationship between echocardiographic and cardiac magnetic resonance imaging-derived measures of right ventricular function in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Thrombosis Research* 2015; 135: 602-606..
17. Gal Portnoy Shoshana, G.Rudski Lawrence. Echocardiographic Evaluation of the Right Ventricle: a 2014 Perspective. *Curr cardiol Rep* 2015; 17:21.
18. Pozo Eduardo, Sanz Javier, Cardiac Magnetic Resonance Imaging: Recent Advances and New Insights in Cardiovascular Disease. *Curr Cardiovasc Imaging Rep* 2013; 6:34-44.
19. Van de Veerdonk Mariëlle, Marcus J.T., Bogaard Harm-Jan, Vonk Noordegraaf Anton. State of the art: advanced imaging of the right ventricle and pulmonary circulation in humans (2013 Grover Conference series). *Pulm Circ* 2014; 4(2): 158-168.
20. van Wolferen, S.A.; Marcus, J.T.; Boonstra, A.; Marques, K.M.J.; Spreeuwenberg, M.D.; Postmus, P.E.; Bronzwaer, J.G.F.; Vonk-Noordegraaf, A. Prognostic value of right ventricular mass, volume, and function in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur. Heart J.* 2007, 28, 1250–1257.
21. J.M.Baggen Vivan, Leiner Tim, C.Post Marco, van Dijk Arie P., et al. Cardiac magnetic resonance findings predicting mortality in patients with pulmonary arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 2016; 4.
22. Fijalkowska A, Kurzyna M, Torbicki A, et al. Serum N-terminal brain natriuretic peptide as a prognostic parameter in patients with pulmonary hypertension. *Chest* 2006; 129: 1313–1321.
23. J.Swift A., Rajaram S., Hurdman J., Hill Ch., et al. Noninvasive Estimation of PA Pressure, Flow, and Resistance With CMR Imaging. *JACC: Cardiovascular Imaging* 2013; 10: 1036-1047.
24. Maceira AM, Prasad SK, Khan M, et al. Reference right ventricular systolic and diastolic function normalized to age, gender and body surface area from steady-state free precession cardiovascular magnetic resonance *European Heart Journal* 2006; 27:2879–2888.

25. Matura LA, Shou H, Fritz JS, Smith KA, Vaidya A, Pinder D, Archer-Chicko C, Dubow D, Palevsky HI, Sommers MS, Kawut SM. CHEST 2016.
26. Grabysa Radosław, Wańkiewicz Zofia. Can Echocardiography, Especially Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion Measurement, Predict Pulmonary Hypertension and Improve Prognosis in Patients on Long-Term Dialysis? *Med Sci Monit* 2015; 21:4015-4022.
27. Vonk-Noordegraaf A, Marcus JT, Holverda S, Roseboom B, Postmus PE. Early changes of cardiac structure and function in COPD patients with mild hypoxemia. *Chest* 2005;127:1898–1903.
28. J.Swift A., Rajaram S., Condliffe R., Capener D., et al. Diagnostic accuracy of cardiovascular magnetic resonance imaging of right ventricular morphology and function in the assessment of suspected pulmonary hypertension results from the ASPIRE registry. *J of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2012; 14:40.
29. Yang T, Liang Y, Zhang Y, et al. Echocardiographic parameters in patients with pulmonary arterial hypertension: correlations with right ventricular ejection fraction derived from cardiac magnetic resonance and hemodynamics. *PLoS One*. 2013; 14:8(8).
30. Van Wolferen SA, Marcus JT, Boonstra A, Marques KM, Bronzwaer JG, Spreeuwenberg MD, Postmus PE, Vonk-Noordegraaf A. Prognostic value of right ventricular mass, volume, and function in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J* 2007;28:1250-1257.
31. S.Gopal A., O.Chukwu E., J.Iwuchukwu Ch., S.Katz A., S.Toole R., et al. Normal Values of Right Ventricular Size and Function by Real-time 3-Dimensional Echocardiography: Comparison with Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:63-69.