

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**MEDICINOS FAKULTETAS**

Baigiamasis darbas

**Struktūriniai miokardo pakitimai diagnozuojami širdies magnetiniu rezonansu  
pacientams po persirgtos Covid 19 infekcijos**

**Structural Myocardial Changes in Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging  
in Patients Recovered from Covid 19 Infection**

**Rokas Vichorevas** VI kursas, 6 gr.

Biomedicinos mokslų instituto  
Radiologijos, branduolinės medicinos ir medicinos fizikos katedra

Darbo vadovas

Prof. dr. Nomedą Rima Valevičienė

Katedros arba Klinikos vadovas

Prof. dr. Algirdas Edvardas Tamošiūnas

2023-05-19

Rokas.Vichorevas@mf.stud.vu.lt

## **SANTRAUKA**

COVID-19 pandemija turėjo didelę įtaką visuotinei sveikatai, ypač paveikdama kvėpavimo sistemą. Tačiau naujausi tyrimai rodo, kad COVID-19 infekcija gali turėti įtakos ir širdies bei kraujagyslių sistemai, sukeldami struktūrinius miokardo pokyčius. Šioje literatūros apžvalgoje nagrinėjami struktūriniai miokardo pokyčiai pacientams, persirgusiems COVID-19 infekcija, naudojant magnetinio rezonanso tomografiją. Atlikus paiešką elektroninių duomenų bazėje buvo atrinkti tyrimai, kuriuose nagrinėjami magnetinio rezonanso tyrimu vertinami miokardo pokyčiai po COVID-19 infekcijos atsižvelgiant į įvairius parametrus, tokius kaip miokardo edema, T1 ir T2 sekų analizė bei vėlyvojo gadolinio kaupimas. Šių parametrų nuokrypiai gali rodyti miokardo uždegimą, fibrozę ir galimus pažeidimus. Kardiovaskulinių komplikacijų mastas gali priklausyti ir nuo infekcijos sunkumo, lydinčių ligų ir pacientų amžiaus. Norint suprasti struktūrinių pokyčių progresavimą ir to klinikinę bei diagnostinę reikšmę reikalingos ilgalaikės sekimo studijos. Diagnostikos kriterijų suvienodinimas atitinkant klinikinę eigą reikalingas siekiant įvertinti šių pokyčių tikslumą.

Raktažodžiai: COVID-19, cardiovascular, myocarditis, MRI, CMR, features, outcomes, follow-up.

## **SUMMARY**

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on global health, particularly affecting the respiratory system. However, emerging evidence suggests that COVID-19 can also influence the cardiovascular system, leading to structural myocardial changes. This literature review examines the structural myocardial changes in patients recovered from COVID-19 infection using magnetic resonance imaging. A comprehensive search of electronic databases was conducted to identify studies investigating cardiovascular magnetic resonance assessed myocardial changes after COVID-19 infection, focusing on various parameters such as myocardial edema, T1 and T2 mapping analysis, and late gadolinium enhancement. The presence of these changes might indicate myocardial inflammation, fibrosis, and potential myocardial injury. The extent of cardiovascular complications depend on the severity of the infection, accompanying comorbidities, and age. Further long term follow-up research is needed to understand the progression of structural changes and determine their clinical and diagnostic implications. Unified algorithms depending on the clinical course are needed to evaluate diagnostic accuracy.

Keywords: COVID-19, cardiovascular, myocarditis, MRI, CMR, features, outcomes, follow-up.

## **ĮVADAS**

Pasauliniu mastu COVID 19 pandemija iki 2023 metų gegužės 3 dienos paveikė virš trijų ketvirčių milijardo žmonių, iš kurių mirtimi baigėsi beveik 7 milijonai atvejų. Lietuvoje iki atitinkamos datos nustatyta virš 1.3 milijonų atvejų ir beveik 10 tūkstančių mirčių. [1]

Nors didžioji dalis atvejų besimptomiai, tarp hospitalizuotų ir laboratoriškai patvirtintų COVID-19 infekcijos atvejų dažniausiai paveikiama kvėpavimo sistema – pasireiškia plaučių uždegimas, kuris gali progresuoti iki sisteminio uždegiminio sindromo. Dažniausi besikreipusių skundai – karščiavimas, kosulys, nuovargis, o sunkesniais atvejais pasireiškia dusulys [2,3]. Tačiau be kvėpavimo sistemos virusas gali paveikti ir širdį. Ūmiu ligos atveju daliai pacientų nustatomi širdies pažeidimai, kurie susiję su didesniu mirštamumu [3,4] Vadovaujantis vien simptomais, dalis kardiovaskulinės sistemos pažeidimų gali likti nepastebėti. Naudojantis vaizdine instrumentine diagnostika galima nustatyti miokardo pažeidimus net ir neesant simptomų po COVID-19 ligos. [5]

Todėl šio darbo tikslas yra išanalizuoti kokia yra magnetinio rezonanso tomografijos tyrimo svarba nustatant struktūrinius širdies pokyčius persirgus COVID-19 liga.

## **BŪKLĖS APRAŠYMAS, PATOLOGIJA, DIAGNOSTIKA, GYDYMO METODAI.**

COVID 19 sukelia SARS-CoV-2 RNR virusas. Infekcija pagrįdė plinta tarp žmonių kvėpavimo takais per aerzoline daleles. Virusas organizme jungiasi prie angiotenziną konvertuojančio fermento 2 receptorių ir patenka į ląstelę per koronaviruso spyglio baltymus. Šie receptoriai randami plaučiuose, širdyje ir kituose organuose. Inkubacinis periodas svyruoja nuo 1 iki 14 parų. Organizme virusas sukelia imuninį atsaką, kurio pasekmė - uždegimas ir audinių pažeidimas. Pagrindiniai ligos simptomai yra karščiavimas, kosulys, gerklės skausmas, nuovargis, uoslės ir skonio praradimas. Sunkesniais atvejais pasireiškia dusulys, krūtinės skausmas. Pagrindinis viruso taikiny yra kvėpavimo sistema, ko pasekmė yra plaučių uždegimas, kuris gali komplikuotis hipokseminiu kvėpavimo nepakankamumu, ūminiu respiracinio distreso sindromu ir baigtis organų disfunkcija ar mirtimi. Kardiovaskulinės sistemos patologija pasireiškia aritmijomis, ūminiu koronariniu sindromu, širdies nepakankamumu, miokarditu. Gali būti paveikta ir nervinė sistema - skonio ir kvapo jutimo pokyčiai, traukuliai, encefalopatija ir jos sukeltas delyras, insulto sukelta smegenų išemija. Sisteminio uždegimo sukelti hematologiniai padariniai – veninė trombembolija, iš kurių dažniausia plaučių arterijos trombembolija (PATE). Taip pat gali pasireikšti virškinamojo

trakto simptomatika – pykinimas, vėmimas, apetito netektis. Rečiau pasitaiko pilvo skausmas. COVID 19 atvejai patvirtinami atvirktinės transkriptazės - polimerazės grandinės reakcija (AT-PGR). Dėl infekcijos mastų buvo taikomi greitieji SARS-CoV-2 antigeno testai. Mėginiai imami iš viršutinių kvėpavimo takų gleivinės. Esant lengvai ligos formai rekomenduojamas konservatyvus gydymas pagal simptomus – antipiretikai karščiuojant, nuskausminamieji esant galvos ar raumenų skausmams. Siūloma reguliariai gerti skysčius, skiriamas poilsio režimas. Esant rizikai sunkėti ligos eigai dėl vyresnio amžiaus ar gretutinių patologijų ankstyvame ligos etape gali būti skiriamas priešvirusinis gydymas paxlovidu, remdesiviru ar molnupiraviru. Jeigu pacientai hospitalizuojami, siekiant išvengti trombembolinių komplikacijų gali būti skiriama profilaktinė antikoagulantų dozė. Esant dusuliui, patvirtinus hipoksemiją pulsoksimetru ar kraujo dujų tyrimu skiriamas deguonis. Jeigu nepakanka deguonies kaukės, skiriamas didelio srauto ar neinvazinės ventiliacijos gydymas. Kraštutiniais atvejais pacientai intubuojami ir atliekama dirbtinė plaučių ventiliacija. Sunkesniais atvejais gali būti skiriami deksametazonas ir/ar imunomodulatoriai (barcitinibas ar tocilizumabas). Taip pat priklausomai nuo aplinkybių gali būti skiriamas ir priešvirusinis vaistas remdesiviras. [6,7,8]

Persirgus COVID 19 daliai pacientų išlieka sindromas vadimas „ilguoju kovidu“ ar „pokovidiniu“ sindromu. Šie terminai apibūdina persistuojančius simptomus ir komplikacijas po infekcijos. Viena iš svarbiausių komplikacijų apima kardiovaskulinę sistemą. Keletas autorių savo atskirose studijose nagrinėja šias komplikacijas, išskirdami miokarditą, miokardo pažaidas, aritmijas bei trombembolinius įvykius. Autoriai pabrėžia diagnostikos standartizavimo ir MRT tyrimo svarbą. [9,10,11]

Ferreira et al ekspertinėse rekomendacijose pateikiamos gairės naudojant MRT nustatant neišeminį miokardo uždegimą. Šie radiniai gali būti pritaikomi vertinant MRT pokyčius po COVID-19 infekcijos. Modifikuoti lake louise kriterijai apima miokardo edemą vertinant T2 sekų padidėjusį intensyvumą, neišeminį miokardo pažeidimą ar fibrozę esant padidėjusiam T1 ar VGK. Į papildomus kriterijus įtraukta perikardo efuzija ir kairiojo skilvelio disfunkcija.[12]

## **METODAI**

Šiai literatūros apžvalgai informacijos šaltinių paieška vykdyta Pubmed naudojant raktažodžius: COVID-19, cardiovascular, myocarditis, MRI, CMR, features, outcomes, follow-up. Publikacijų laikas nebuvo ribojamas. Taip pat informacijos buvo ieškoma oficialiuose valstybių ir tarptautinių organizacijų puslapiuose (WHO int., CDC, NIH)

## REZULTATAI

1 Lentelė. Atrinktų studijų charakteristika.

Studijos pirmas autorius, studijos metai	Studijos tipas	Studijos dalyviai (su MRT pokyčiais)	Lytis, vyrai	Amžiaus vidurkis ar intervalas, metai	MRT tyrimas po COVID-19 patvirtinimo, dienos
Puntmann et al, 2020 [13]	Prospektyvinis kohortinis	100 (78)	53	~49	64-92
Huang et al, 2020 [14],	Retrospektyvinis kohortinis	26 (15)	10	32-45	36-58
Altay et al, 2022 [15]	Retrospektyvinis kohortinis	15 (7)	8	30-45	61-105
Wojtowicz et al, 2022 [16]	Analitinis pjūvinis	121 (63)	66	40-57	25-61
Abdeldayem et al, 2023 [17]	Retrospektyvinis kohortinis	86 (52)	41	29-43	-
Kunal et al, 2022 [18]	Prospektyvinis kohortinis	30 (16)	18	39.2 ± 5.3	62.3 ± 21.8
Breitbart et al, 2021 [19]	Atvejų serija	56 (8)	26	46 ± 12	71 ± 66
Wang et al, 2021 [20]	Prospektyvinis kohortinis	43 (13)	19	47.6 ± 13.3	102.5 ± 20.6
Urmeneta et al, 2021 [21]	Atvejų serija	57 (11)	46	59 ± 15	81 ± 27
Vidula et al, 2023 [22]	Retrospektyvinis kohortinis	1047 (*)	550	47.4 ± 16.5	131.9 ± 94.6

MRT – magnetinio rezonanso tomografija

\* nenurodyta

2 Lentelė. Atrinktų studijų pagrindiniai rezultatai

Studijos pirmas autorius	VGK	T1↑	T2↑	PE	Edema	Skirtumai lyginant su sveika kontrole	Kiti pastebėjimai
Puntmann et al [13]	32	73	60	22	-	↓ kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija	↑ T1 hospitalizuotuose pacientuose

						↓ kairiojo skilvelio tūris ↑ T1 ir T2	
Huang et al [14]	15*	-	15*	7	14	↑ T1 ir T2 ↓ dešiniojo skilvelio parametrai: išstūmimo frakcija, minutinis tūris, širdinis indeksas	1 paciento ↓ KSIF
Altay et al [15]	7	-	-	2	-	-	-
Wojtowicz et al [16]	63	22	12	2	-	-	64 neišeminiai pažeidimai 10 miokarditas 47 ↓ KSIF ↓ DSIF tarp hospitalizuotų
Abdeldayem et al [17]	29	75	75	-	-	-	23 Takotsubo kardiomiopatija 52 į miokarditą panašūs radiniai 11 išeminiai pakitimai
Kunal et al [18]	10	16	12	-	12	↑ T1 ir T2 ↓ dešiniojo skilvelio parametrai: išstūmimo frakcija, minutinis tūris, širdinis indeksas	Sunkios eigos COVID 19 pacientai turėjo dažnesnių pokyčių lyginant su lengvesnės eigos
Breitbart et al [19]	7	-	-	-	3	-	-
Wang et al [20]	13	-	-	-	-	Nerasta skirtumų	VGK teigiami pacientai turėjo didesnę pikinę skilvelių įtampą
Urmeneta et al [21]	13	-	6	-	-	↑ T2	
Vidula et al [22]	403	-	756	-	-		219 neišeminiai pažeidimai 70 išeminiai pažeidimai

MRT – magnetinio rezonanso tyrimas. T1, T2, T2STIR – magnetinio rezonanso tomografijos tyrimo režimai. VGK – vėlyvas gadolinio kaupimas. PE – perikardo efuzija. KSIF – kairiojo

skilvelio išstūmimo frakcija. DSIF – dešiniojo skilvelio išstūmimo frakcija. ↑ - rodiklio padidėjimas. ↓ - rodiklio sumažėjimas

\* Nustatytas VGK arba T2 pokytis

Puntmann et al prospektyviniame kohortiniame tyrime 100 pacientų po COVID-19 infekcijos patvirtinimo praėjus 64-92 paroms buvo tirti magnetinio rezonanso tyrimu (MRT). Trečdalis pacientų buvo hospitalizuoti ūmios ligos metu. 78 pacientams buvo nustatyti miokardo pakitimai padidėję 73 T1 ir 60 T2 matavimai, 32 nustatytas vėlyvas gadolinio kaupimas (VGK), 22 nustatyta perikardo efuzija. Palyginus su sveika ir prilygintų rizikos faktorių kontrole, pacientams po COVID-19 infekcijos nustatyta mažesnė abiejų skilvelių išstūmimo frakcija, didesnis kairiojo skilvelio tūris ir padidėję natyviniai T1 ir T2 matavimai. [13]

Huang et al retrospektyvinėje kohortinėje studijoje 26 pacientai po hospitalizavimo dėl COVID-19 infekcijos buvo tirti MRT praėjus 36-58 dienoms. 15 Pacientų buvo nustatyti miokardo pakitimai (pakilęs T2 arba nustatytas vėlyvas gadolinio kaupimas). 14 nustatyta miokardo edema iš kurių 7 taip pat nustatyta vėlyvas gadolinio kaupimas arba perikardo efuzija. Palyginus šiuos pacientus su kontrole nustatytas dešiniojo skilvelio funkcinų parametrų sumažėjimas ir natyvinio T1, T2 reikšmių padidėjimas. [14]

Altay et al retrospektyvinėje kohortinėje studijoje 15 pacientų su kardiovaskuline simptomatika po COVID-19 infekcijos patvirtinimo praėjus 61-105 paroms buvo tirti MRT. 7 Pacientams nustatytas VGK, 2 pacientams - perikardo efuzija. Abiejų skilvelių išstūmimo frakcijos buvo normos ribose tiek lyginant VGK teigiamus, tiek neigiamus, tiek kontrolės grupę. [15]

Wojtowicz et al pjūvinėje studijoje buvo tirtas MRT 121 pacientas su kardiovaskuline simptomatika po COVID-19 infekcijos praėjus 25-61 parai. 58 iš jų buvo hospitalizuoti ūmios ligos metu. VGK nustatytas 63 pacientams, nei vienas iš jų dešiniajame skilvelyje. Sumažėjusi kairiojo skilvelio išstūmimo frakcija pastebėta 47 pacientuose, dešiniojo – 56 ir pastaroji yra reikšmingai mažesnė hospitalizuotuose pacientuose. 22 pacientams nustatytas padidėjęs T1, o 12 pacientų T2. [16]

Abdeldayem et al retrospektyvinėje kohortinėje studijoje buvo tirti 86 pacientai su kardiovaskuline simptomatika patvirtinta elektrokardiograma arba pakilusiais troponinų rezultatais. MRT atliktas praėjus 3-5 dienoms nuo progresuojančių kardiovaskulinių simptomų

ir troponinų pakilimo. 23 nustatytas į Takotsubo panašus vaizdas – T1 ir T2 pakilę su gradientu link viršūnės, miokardo edema ir sutrikusi sistolinė funkcija (išstūmimo frakcija <40%). 52 pacientams nustatytas miokarditas pagal Lake Louise kriterijus – visiems pakilęs T1 ir T2, 29 nustatytas VGK. 21 pacientui nustatyta vidutiniškai sumažėjusi išstūmimo frakcija (40-55%), 13 regioniniai sienelių judesių sutrikimai, 8 hipokinetinė kairiojo skilvelio siena. Likusiems 11 pacientų nustatyti išeminiai pokyčiai.[17]

Kunal et al prospektyvinėje kohortinėje vieno centro studijoje 30 pacientų su kairiojo skilvelio išilginės įtampos anomalija buvo tirti MRT praėjus 30-90 dienų nuo COVID-19 infekcijos. Visi pacientai jautė kardiovaskulinę simptomatiką tyrimo metu, 16 nustatyti pakitimai. Miokardo edema 12, o VGK 10 pacientų. Lyginant su sveika kontrole nustatytas ženklus dešiniojo skilvelio funkcijos sutrikimas – sumažėjusi išstūmimo frakcija, tūris ir širdinis indeksas ir T1, T2 pakilimas. Po 6 mėnesių atliktas pakartotinis tyrimas parodė, kad 4 pacientam išliko VGK ar T2 pakilimas – 3 iš 4 turėjo sunkesnę COVID-19 eigą pagal Jungtinių Amerikos valstijų nacionalinį sveikatos instituto apibrėžimą. [18]

Breitbart et al kohortiniame tyrime su 56 pacientais, turinčiais kardiovaskulinę simptomatiką po COVID-19 infekcijos, atliktu MRT nustatė pakitimus 9 atvejais. 3 Miokardo edemos, 5 uždegiminius pokyčius, 1 pakilusiu T1 ir T2 parametrais – tik pastarajam buvo diagnozuotas miokarditas atitinkantis modifikuotus Lake Louise kriterijus. [19]

Wang et al prospektyviniame kohortiniame tyrime su 43 pacientais po COVID-19 infekcijos buvo atliktas MRT tyrimas. 13 pacientų buvo nustatytas VGK. Tolimesnė analizė parodė, kad šiems pacientams reikšmingai sumažėję skilvelių itampos rodikliai, kurie likusiems pacientams nebuvo pakitę lyginant su sveika kontrole. [20]

Urmeneta et al prospektyviniame kohortiniame tyrime dalyvavo 57 pacientai po COVID-19 infekcijos. Dauguma (82.5%) buvo besimptomiai ir dalis (71.9%) buvo nukreipti atlikti MRT dėl ultragarsinių širdies pakitimų. 13 pacientų nustatyta VGK. Lyginant su sveika kohorta, 6 pacientams nustatytas T2 padidėjimas. [21]

Vidula et al atliktas retrospektyvinis kohortinis tyrimas išsiskiria itin didele imtimi – 1047 pacientai iš 18 šalių. Visiems buvo nustatytas COVID-19, 337 dėl jo buvo hospitalizuoti. Didžiajai daugumai MRT buvo atliekamas dėl įtariamos kardiovaskulinės patologijos esant simptomatikai ar pakitusiems laboratoriniams tyrimams. Tik 47 pacientai neturėjo aiškios indikacijos šiam tyrimui. 403 pacientams nustatytas VGK, 756 pakilęs T2. [22]



## REZULTATŲ APTARIMAS

Remiantis šiais tyrimais galima pastebėti, kad po COVID-19 infekcijos dažna komplikacija yra naujai nustatyta kardiovaskulinės sistemos patologija. Magnetinio rezonanso tyrimu nustatomų pakitimų radimas svyruoja nuo 13 iki 78% tiriant pacientus praėjus 1-5 mėnesiams po nustatytos COVID-19 infekcijos diagnozės. Peterson et al apžvalgoje pastebime panašius rezultatus - 26-60% hospitalizuotų pacientų nustatyti pakitimai MRT. [23] Duomenų įvairovė gali būti paaiškinta studijos dalyvių pasirinkimu – esant besimptomai, lengvos eigos ar nereikalaujančios hospitalizavimo COVID-19 infekcijai patologiinių pakitimų nustatoma mažiau negu sunkesnės eigos, hospitalizuotų pacientų. [13,16,18] Taip pat svarbu atsižvelgti į pacientų gretutines būkles [18]. Nors šioje apžvalgoje visuose tyrimuose buvo neįtraukiami pacientai su iki COVID-19 buvusią kardiovaskulinę patologiją.

Kelių autorių tyrimuose pacientų pokyčiai buvo lyginami su sveika, o kai kuriais atvejais ir rizikos faktorius atitinkančią kontrolę. Pastebėta, kad po COVID-19 dažniau būna pakilę T1 ir T2, taip pat dažniau sutrikusi skilvelių funkcija. [13,14,18,21] Tai galimai reikšmingi radiniai siekiant nustatyti standartizuotus diagnostikos algoritmus.

MRT nustatyti pakitimai ne visai atvejais nurodo sunkias kardiovaskulines komplikacijas. Vienas iš dažniausiai naudojamų kriterijų naudojantis MRT nustatyti neišeiminę kardiovaskulinę patologiją miokarditą yra modifikuoti Lake Louise kriterijai 2018. [12] Naudojantis jais Vidula et al tyrime miokardito diagnozė nustatyta 7,9% pacientų [22] Abdeldayem studijoje miokardito diagnozė nustatyta 60,4% ir buvo parodyta kaip MRT gali padėti diferencijuoti pacientus su panašiais simptomais.[17] Tuo tarpu Ammirati et al tyrime nustatyta tik 0.24% miokardito diagnozių.[24] Iš šių tyrimų galima pastebėti, kad miokarditas nėra labai paplitęs tarp visų COVID-19 pacientų, tačiau esant progresuojančiai kardiovaskulinei simptomatikai ir kitiems laboratoriniams pakitimams, MRT tyrimas gali padėti identifikuoti galimą priežastį ir skirti atitinkamą gydymą.

Ramadan et al sisteminėje apžvalgoje buvo vertinamos kardiovaskulinės pasekmės po COVID-19 ligos. Šio autoriaus ir jo kolegų pastebėjimai patvirtina, kad šis virusas gali paveikti širdies raumenį – ypač sukelti subklinikinę miokardo pažaidą. Šiame tyrime pastebėti panašūs ankstyvi pokyčiai matomi MRT – T1, T2 pakilimai, perikardo efuzija bei vėlyvas gadolinio kaupimas. Taip pat šiame tyrime buvo įvertinta, kad po COVID-19 infekcijos išgyvenusieji turėjo didesnę riziką išsivystyti širdies nepakankamumui, aritmijoms bei miokardo infarktui. [25]

Modica et al tyrime su sportininkais po COVID-19 parodė, kad naudojant MRT tyrimą esant kliniškai ar instrumentiškai įtariamam miokarditui diagnozuotų atvejų skaičius gali pakisti nuo 1 iki 4%. [26] Tai papildomas argumentas įtraukti šį vaizdinį tyrimą įtariant kardiovaskulines patologijas. Daniels et al tyrime su sportininkais naudojant MRT buvo aptikta 7.4 karto daugiau klinikinio ir subklinikinio miokardito atvejų. [5] Šie tyrimai patvirtina idėją, kad vertėtų peržvelgti MRT indikacijas specialiose populiacijose.

Mano atlikta literatūros apžvalga parodė, kad struktūrinius miokardo pažeidimus diagnozuojamus MRT vertėtų toliau nagrinėti papildomai vertinant ir lyginant skirtingas amžiaus grupes, atsižvelgiant į gretutines patologijas. Taip pat vertėtų daugiau patyrinėti atvejų aprašymus siekiant rasti pasikartojančias tendencijas.

## **IŠVADOS**

Literatūroje apie struktūrinius miokardo pokyčius pacientams, pasveikusiems nuo koronavirusinės infekcijos, naudojant magnetinio rezonanso tomografiją, akcentuojamas miokardo uždegimas, edema ir galimas pažeidimas. Svarbu suprasti šių struktūrinių miokardo pokyčių reikšmę kardiovaskulinėms komplikacijoms – miokarditui, aritmijoms, širdies nepakankamui. Reikalingi ilgalaikiai tyrimai siekiant išsiaiškinti struktūrinių pokyčių dinamiką ir nustatyti jų klinikinę bei prognostinę reikšmes. Trūksta vieningų vertinimo sistemų gairių pagal klinikinės eigos laikotarpį, kad būtų galimybė vertinti diagnostikos tikslumą.

## **LITERATŪROS SĄRAŠAS**

1. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard [Internet]. [cituota 2023 Gegužės 3]. Internetinė prieiga: <https://covid19.who.int>
2. Morikawa M, Shinoda M, Ota S, Yoshida Y, Hirouchi T, Shinada K, et al. Clinical Features of 154 COVID-19 Patients and the Parameters for the Effective Detection of Pneumonia at the Time of the Initial Diagnosis in Japan. *Intern Med.* 2021 Jan 1;60(1):31–7.
3. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506.
4. Shi S, Qin M, Shen B, Cai Y, Liu T, Yang F, et al. Association of Cardiac Injury With Mortality in Hospitalized Patients With COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiol.* 2020 Jul;5(7):802–10.

5. Daniels CJ, Rajpal S, Greenshields JT, Rosenthal GL, Chung EH, Terrin M, et al. Prevalence of Clinical and Subclinical Myocarditis in Competitive Athletes With Recent SARS-CoV-2 Infection: Results From the Big Ten COVID-19 Cardiac Registry. *JAMA Cardiology*. 2021 Sep 1;6(9):1078–87.
6. Long B, Carius BM, Chavez S, Liang SY, Brady WJ, Koyfman A, et al. Clinical update on COVID-19 for the emergency clinician: Presentation and evaluation. *Am J Emerg Med*. 2022 Apr;54:46–57.
7. Healthcare Workers [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [cituota 2023 Gegužės 3]. Internetinė priega: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/clinical-care/clinical-considerations-presentation.html>
8. Overview [Internet]. COVID-19 Treatment Guidelines. [cituota 2023 Gegužės 3]. Internetinė priega: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/overview/>
9. Dixit NM, Churchill A, Nsair A, Hsu JJ. Post-Acute COVID-19 Syndrome and the cardiovascular system: What is known? *Am Heart J Plus*. 2021 May;5:100025.
10. Castiello T, Georgiopoulos G, Finocchiaro G, Claudia M, Gianatti A, Delialis D, et al. COVID-19 and myocarditis: a systematic review and overview of current challenges. *Heart Fail Rev*. 2022;27(1):251–61.
11. Raman B, Bluemke DA, Lüscher TF, Neubauer S. Long COVID: post-acute sequelae of COVID-19 with a cardiovascular focus. *Eur Heart J*. 2022 Feb 18;43(11):1157–72.
12. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, Kramer CM, Carbone I, Sechtem U, et al. Cardiovascular Magnetic Resonance in Nonischemic Myocardial Inflammation: Expert Recommendations. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Dec 18;72(24):3158–76.
13. Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, et al. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Nov;5(11):1265–73.
14. Huang L, Zhao P, Tang D, Zhu T, Han R, Zhan C, et al. Cardiac Involvement in Patients Recovered From COVID-2019 Identified Using Magnetic Resonance Imaging. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020 Nov;13(11):2330–9.
15. Altay S. COVID-19 myocarditis cardiac magnetic resonance findings in symptomatic patients. *Acta Radiol*. 2022 Nov;63(11):1475–80.
16. Wojtowicz D, Dorniak K, Ławryniewicz M, Wąż P, Fijałkowska J, Kulawiak-Gałąska D, et al. Cardiac Magnetic Resonance Findings in Patients Recovered from COVID-19 Pneumonia and Presenting with Persistent Cardiac Symptoms: The TRICITY-CMR Trial. *Biology (Basel)*. 2022 Dec 18;11(12):1848.

17. Abdeldayem EH, Raief Mosaad BM, Yassin A, Abdelrahman AS. Cardiac MRI in patients with COVID-19 infection. *Eur Radiol.* 2023;33(6):3867–77.
18. Kunal S, Bagarhatta P, Palleda GM, Bansal A, Batra V, Daga MK, et al. Role of cardiovascular magnetic resonance imaging in COVID-19 recovered patients: A short-term follow-up study. *Echocardiography.* 2022 Nov;39(11):1401–11.
19. Breitbart P, Koch A, Schmidt M, Magedanz A, Lindhoff-Last E, Voigtländer T, et al. Clinical and cardiac magnetic resonance findings in post-COVID patients referred for suspected myocarditis. *Clin Res Cardiol.* 2021;110(11):1832–40.
20. Wang H, Li R, Zhou Z, Jiang H, Yan Z, Tao X, et al. Cardiac involvement in COVID-19 patients: mid-term follow up by cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2021 Feb 25;23:14.
21. Urmeneta Ulloa J, Martínez de Vega V, Salvador Montañés O, Álvarez Vázquez A, Sánchez-Enrique C, Hernández Jiménez S, et al. Cardiac magnetic resonance in recovering COVID-19 patients. Feature tracking and mapping analysis to detect persistent myocardial involvement. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2021 Aug 3;36:100854.
22. Vidula MK, Rajewska-Tabor J, Cao JJ, Kang Y, Craft J, Mei W, et al. Myocardial Injury on CMR in Patients With COVID-19 and Suspected Cardiac Involvement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2023 May;16(5):609–24.
23. Ammirati E, Lupi L, Palazzini M, Hendren NS, Grodin JL, Cannistraci CV, et al. Prevalence, Characteristics, and Outcomes of COVID-19–Associated Acute Myocarditis. *Circulation.* 2022 Apr 12;145(15):1123–39.
24. Ramadan MS, Bertolino L, Zampino R, Durante-Mangoni E, Monaldi Hospital Cardiovascular Infection Study Group. Cardiac sequelae after coronavirus disease 2019 recovery: a systematic review. *Clin Microbiol Infect.* 2021 Sep;27(9):1250–61.
25. Modica G, Bianco M, Sollazzo F, Di Murro E, Monti R, Cammarano M, et al. Myocarditis in Athletes Recovering from COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Apr 2;19(7):4279.
26. Petersen SE, Friedrich MG, Leiner T, Elias MD, Ferreira VM, Fenski M, et al. Cardiovascular Magnetic Resonance for Patients With COVID-19. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2022 Apr;15(4):685–99.