VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
BIOMECHANIKOS KATEDRA

Rimantė Razgaitytė

KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖS NUO ŽMOGAUS AMŽIAUS IR APKROVOS TYRIMAS

RESEARCH OF DEPENDENCE HUMAN CARDIOVASCULAR PARAMETERS UPON HUMAN PURCHASING POWER AND AGE

Baigiamasis magistro darbas

Biomechanikos studijų programa, valstybinis kodas 61209T104
Medicininės technikos specializacija
Mechanikos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2007

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
BIOMECHANIKOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

_____
(Parašas)

Mečislovas Mariūnas
(Vardas Pavardė)

_____
(Data)

Rimantė Razgaitytė

KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖS NUO ŽMOGAUS AMŽIAUS IR APKROVOS TYRIMAS

RESEARCH OF DEPENDENCE HUMAN CARDIOVASCULAR PARAMETERS UPON HUMAN PURCHASING POWER AND AGE

Baigiamasis magistro darbas

Biomechanikos studijų programa, valstybinis kodas 61209T104
Medicininės technikos specializacija
Mechanikos inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas Dr. J. V. Astrauskas (Moksl. laipsnis, vardas pavardė) _____ (Parašas) _____ (Data)

Konsultantas Med. dr. J. Pliugžmienė (Moksl. laipsnis, vardas pavardė) _____ (Parašas) _____ (Data)

Vilnius, 2007

Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas
Mechanikos fakultetas
Biomechanikos katedra

ISBN ISSN
Egz. sk. 2
Data 2007 – 06 – 01

Biomechanikos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Kardiologinių rodiklių priklausomybės nuo žmogaus amžiaus ir apkrovos tyrimas**

Autorius: **Rimantė Razgaitytė** Vadovas **dr.Vincas Juozas Astrauskas**

Kalba

[X] Lietuvių

[ ] Anglų

Anotacija

Baigiamajame magistriniame darbe nagrinėjama kardiologinių rodiklių priklausomybė nuo žmogaus amžiaus ir fizinės apkrovos. Pateikta kardiologinių rodiklių kriterijų analizė. Išnagrinėti pagrindiniai kardiologiniai rodikliai trijose skirtingose amžiaus grupėse, pateikta jų lyginamoji analizė. Išnagrinėjus teorinius ir praktinius kardiologinių rodiklių vertinimo aspektus, pateikiamos baigiamojo darbo išvados.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, problemos analizė ir formulavimas, teorinis pagrindimas, eksperimentas ir jo rezultatų įvertinimas, lyginamoji analizė, išvados, literatūra, priedai.

Darbo apimtis 58 p. teksto be priedų, 46 iliustr.,13 lent., 20 bibliografijos šaltinių.
Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: širdies susitraukimų dažnis, sistolinis, diastolinis kraujo spaudimas, apkrova, amžius.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Mechanics
Department of Biomechanics

ISBN ISSN
Copies No. 2
Date 2007 – 06 – 01

Biomechanics study programme master thesis.

Title: **Research of dependence human cardiovascular parameters upon human purchasing power and age**

Author **Rimantė Razgaitytė** Academic supervisor **Dr. Juozas Vincas Astrauskas**

Thesis language

[ ] Lithuanian

[X] English

Annotation

In this final master thesis are research cardiovascular parameters dependence of human purchasing power and age. There are given test analysis of cardiovascular parameters. It was research the main cardiovascular parameters in three different groups of age and was given comparable analysis of parameters. All theoretical and practical results are given in conclusion.

Structure: introduction, problem analysis and formulation, theoretical background, experiment and results, comparable analysis, conclusions, references.

Theses consist of: 58 p. text without appendixes, 46 pictures, 13 tables, 20 bibliographical entries. Appendixes included.

Keywords: heart rate, systolic and diastolic blood pressure, workload, age

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS 6
LENTELIŲ SĄRAŠAS 8
SANTRUMPOS 9
ĮVADAS 10
1. KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ TYRIMO DARBŲ IR ĮVERTINIMO TECHNINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA, TYRIMO UŽDAVINIŲ PAGRINDIMAS 12
1.1. Techninių priemonių apžvalga kardiologiniams rodikliams tirti 12
1.2. Kardiologinių rodiklių tyrimo darbų apžvalga 16
1.3. Tyrimo uždavinių formulavimas 22
3. KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ ĮVERTINIMO VELOERGOMETRINIŲ TYRIMO METODU EKSPERIMENTŲ PLANAVIMA 24
3.1. Eksperimentų rezultatų statistinis apdorojimas 25
4. EKSPERIMENTINIS RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖS NUO AMŽIAUS IR APKROVOS TYRIMAS 28
4.1. Programinė įranga *X – Scribe Mortara* 28
4.2. Tiriamoji dalis 31
5. EKSPERIMENTINIO TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ. IŠVADOS 44
IŠVADOS 56
LITERATŪRA 57
PRIEDAI 59

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Kompiuterizuota sistema sujungta su veloergometru.....13
2 pav. Elektrokardiograma.....14
3 pav. Ritmograma.....14
4 pav. *Poincare* diagrama.....14
5 pav. Bėgimo takelis.....15
6 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu.....16
7 pav. Sistolinio kraujospūdžio kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu.....17
8 pav. Diastolinio kraujospūdžio kitimas dviejų tyrimų metu.....17
9 pav. ŠSD kaita atliekant Rufjė fizinio krūvio mėginį ir 30 s vertikalaus šuoliavimo testą.....18
10 pav. Elektrokardiogramos JT intervalo kaita atliekant Rufjė fizinio krūvio mėginį ir 30 s vertikalaus šuoliavimo testą.....19
11 pav. Kardiologinių rodiklių kreivių kitimo greičių vidurkio galimos kitimo ribos (skirtingo amžiaus moterims).....26
12 pav. Kardiologinių rodiklių kreivių kitimo greičių vidurkio galimos kitimo ribos (skirtingo amžiaus vyrams).....27
13 pav. Kardiologinių rodiklių kitimo greičių kreivių bendro vidurkio galimos kitimo ribos.....27
14 pav. *X - Scribe Mortara* krūvio mėginių testavimo sistema.....29
15 pav. Veloergometras *ergoselect 200 P*.....29
16 pav. Elektrodų išdėstymo schema.....30
17 pav. Sistolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu…….....32
18 pav. Sistolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....32
19 pav. Diastolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....33
20 pav. Diastolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....33
21 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....34
22 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....34
23 pav. Sistolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....36
24 pav. Sistolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu…….....36
25 pav. Diastolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....37
26 pav. Diastolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....37
27 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....38

28 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....38
29 pav. Sistolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu…….....40
30 pav. Sistolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu…….....40
31 pav. Diastolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....41
32 pav. Diastolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....41
33 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu.....42
34 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu.....42
35 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 30 – 45 m. amžiaus paciento.....44
36 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 45 – 60 m. amžiaus paciento.....45
37 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 60 – 75 m. amžiaus paciento.....45
38 pav. Kreivių greičių pokyčių skaičiavimo schema.....47
39 pav. Moterų sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimas.....49
40 pav. Vyrų sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimas.....49
41 pav. Moterų širdies susitraukimo dažnių kreivių didėjimas.....50
42 pav. Vyrų širdies susitraukimo dažnių kreivių didėjimas.....50
43 pav. Moterų sistolinio kraujo spaudimo kreivių kitimas atsistatymo metu.....53
44 pav. Vyrų sistolinio kraujo spaudimo kreivių kitimas atsistatymo metu.....53
45 pav. Moterų širdies susitraukimo dažnių kreivių kitimas atsistatymo metu…….....54
46 pav. Vyrų širdies susitraukimo dažnių kreivių kitimas atsistatymo metu.....54

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu.....47
2 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai apkrovimo metu.....47
3 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu.....48
4 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai apkrovimo metu.....48
5 lentelė. Moterų ir vyrų 60– 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu.....48
6 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai apkrovimo metu.....48
7 lentelė. Moterų ir vyrų 30– 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu.....51
8 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai atsistatymo metu.....51
9 lentelė. Moterų ir vyrų 45– 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu.....51
10 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai atsistatymo metu.....52
11 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu.....52
12 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai atsistatymo metu.....52
13 lentelė. Kardiologinių rodiklių greičių pokyčių atsistatymo trukmės tyrimo rezultatai.....53

SANTRUMPOS

ŠSD – širdies susitraukimų dažnis.

ST – sistolinis tūris.

EKG – elektrokardiograma.

MET – metabolinis vienetas.

AKS – arterinis kraujospūdis.

ŠKS – širdies ir kraujagyslių sistemos.

RR – tarpsistolinis intervalas.

LLDK – labai lėtųjų dažnumų komponentė.

KA – kvėpuojamoji aritmija.

MI – miokardo infarktas.

ADK – aukštųjų dažnumų komponentė.

ŠR – širdies ritmas.

LDK - lėtųjų dažnumų komponentė.

MT – minutinis tūris.

σRR – minusinio ritmo variabilumas.

BPP – bendrasis periferinis pasipriešinimas (kraujagyslėse).

KL – koronarinė liga.

ĮVADAS

Biologiniai ir socialiniai poreikiai skatina žmogų judėti. Judesys atsiranda raumenims nugalint kūno ar jo dalies inerciją (svorį, masę), kitas vidines ir išorines mechanines (judėjimo) apkrovas. Apkrovos dydis nulemia raumenų įtempimą, jų darbo galingumą, energijos ir kitokias vidines judėjimo resursų sąnaudas. Įveikta judėjimo apkrova atskleidžia pakankamus organizmo resursus šiai apkrovai įveikti. O neįveikta išorinė apkrova arba įveikta, dėl to atsirandant nemaloniems ar pavojingiems liguistumo požymiams rodo organizmo vidinių resursų nepakankamumą tokiam darbui. Organizmo reakcija tai pačiai judėjimo apkrovai nevienoda ir priklauso nuo prigimties, treniruotumo bei ligos poveikio. Kiekviena organizmo sistema turi savus apkrovų įveikimo rezervus [17]. Žmogaus fizinės būklės, sveikatos, ankstyvų ligų požymiams nustatyti naudojami fizinės apkrovos tyrimai.

Tyrimo objektas

Ištirtos trijų skirtingų amžiaus grupių žmonės, kurias sudarė po 6 asmenis kiekvienoje, po lygiai moterų ir vyrų.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Ištirti skirtingų amžiaus grupių žmonių kardiologinius rodiklius taikant fizinį krūvį. Ištirti, kaip fizinis krūvis veikia žmogų, jo būseną, įvertinti, kaip kardiologinių parametrų kreivės kinta kiekvienoje amžiaus grupėje. Nustatyti, kaip greitai didėja ir atsistato kardiologinių parametrų kreivės tyrimo metu priklausomai nuo amžiaus ir apkrovos.

Temos naujumas

Tyrimui buvo naudojamas naujausia sukurta aparatūra žmogaus kardiologiniams rodikliams tirti, įvairaus amžiaus žmonėms, tiek sergantiems širdies ligomis, tiek sveikiems, galbūt dar nežinantiems, kad turi rizikos faktorių.

Temos aktualumas

Žmogaus sveikatos, fizinės būklės nustatymas veikiant apkrovai yra viena svarbiausių mokslinių tyrinėjimų sritis. Šioje srityje atliekamais tyrimais bandoma suvokti, kokią įtaką žmogui daro amžius, fizinė apkrova ar treniruotumas, jo kardiologiniams rodikliams – tai širdies ritmui, kraujo spaudimui, šioje srityje atliekama daug eksperimentinių tyrimų, kuriais stengiamasi išsiaiškinti jų poveikį žmogaus fizinei ir psichologinei būklei, taip pat kokių ligų galima išvengti ar prailginti gyvenimą. Bandoma nustatyti, kokį poveikį priklausomai nuo amžiaus veikiant fiziniu krūviu, daro širdžiai, jos darbui.

Aktualu ištirti žmogaus kardiologinius rodiklius ir nustatyti ankstyvus ligos požymius, tyrimo metu, jei ligonis turi rizikos veiksnius staigiai mirčiai.

Tyrimo metodai

Atliekama skirtingų amžiaus grupių žmonių kardiologinių rodiklių palyginamoji analizė didinant fizines apkrovas. Tiriami parametrai registruojami betarpiškai tuo pačiu tiriamajam atliekant fizinį krūvį, susijusi su konkrečiais testais, bet turi vieningą struktūrą ir yra paprasta naudoti.

Žmogaus širdies funkciniams rodikliams vertinti buvo naudojama programinė krūvio testavimo sistema *X – Scribe Mortara,* sujungta su veloergometru *ergoselect 200 P*. *X – Scribe Mortara* – tai krūvio testavimo sistema, kuri atlieka keturių pakopų paciento širdies tyrimą. Šios pakopos yra: pradinė (apšilimas, treniruotė), krūvio, jėgų atgavimo ir išvadų pateikimo. Ši sistema yra programuojama. Ji gali atlikti automatinę visų derivacijų ST (sistolinio krūvio) segmento analizę. *X - Scribe Mortara* sistema automatiškai užrašo realaus laiko EKG, rankiniu būdu nustato ST segmento matavimo taškus, patikrina elektrodų, priklijuotų prie paciento kontakto kokybę, automatiškai matuoja neinvazinį kraujo spaudimą, valdo veloergometrą.

Tokia kompiuterizuota analizė tinkama greitajai diagnostikai, gydymo efektui įvertinti, ilgalaikiam ligonių stebėjimui atlikti.

Darbo mokslinė vertė

Analizė buvo atlikta naujausia aparatūra. Rezultatai apdoroti statistiniais metodais. Darbe buvo analizuojami parametrų pasikeitimo greičiai, kurie nenustatomi aparatūra.

Darbo aprobacija

Temos „Kardiologinių rodiklių priklausomybės nuo žmogaus amžiaus ir fizinės apkrovos tyrimas“ darbo rezultatai paskelbti ir svarstyti 10-oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusioje Vilniuje 2007 m. balandžio 19-20 d.

1. KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ TYRIMO DARBŲ IR ĮVERTINIMO TECHNINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA, TYRIMO UŽDAVINIŲ PAGRINDIMAS

1.1. Techninių priemonių apžvalga kardiologiniams rodikliams tirti

Dar XX a. viduryje Lietuvoje medicininė elektroninė aparatūra buvo skirta vienam ar dviem parametrams matuoti, turėjo nenormalizuotus įėjimo ir išėjimo parametrus, todėl nebuvo galimybės esamą aparatūrą tiesiogiai naudoti matuojant ir tiriant sinchroniškai daugelį organizmo funkcijų parametrų. Prietaiso, kuriuo būtų galima nepertraukiamai registruoti kvėpavimo procesus ramybės būsenoje ir didelio fizinio krūvio metu, iš viso nebuvo. Vėliau buvo sukomplektuota ir sukonstruota aparatūra arteriniam kraujo spaudimui, pulsogramai, elektrokardiogramai bei kvėpavimui registruoti ramybės būsenoje bei intensyvaus fizinio krūvio metu. Širdies ritmas fizinio krūvio metu buvo registruojamas taikant grafinio registravimo metodą, ypač elektrokardiografinės informacijos perdavimo radiotelemetrijos būdu.

Pulmonologinių parametrų tyrimams buvo naudojami spirografai, spirometrinio tipo prietaisai bei tokie įtaisai žmogaus kvėpavimui tirti, kuriuose iškvėpiamas oras buvo praleidžiamas per vamzdelius, su patalpintais juose mechanizmais, reaguojančiais į oro greičio pakitimus vamzdeliuose. Tinkamiausias prietaisas žmogaus kvėpavimo dinamikai tirti buvo pneumotachometras. Tačiau visi šie prietaisai turėjo trūkumų bei netikslumų.

Vystantis ir tobulėjant eksperimentinių duomenų apdorojimo technologijai ir technikai, taip pat stiprėjant žmogaus gerontologiniams tyrimams ilgėjant jo amžiui, anksčiau pateikti kardiovaskulinės sistemos analizės metodai gali būti pakeisti daug efektyvesniu ir kokybiškesniu stebėjimo metodu. Kompiuterizuota stebėsenos ir duomenų apdorojimo sistema, leidžianti apdoroti kardiovaskulinių parametrų duomenis tiesiogiai (*Intensive care system fx 2000*), skirta širdies ritmo bei kraujotakos sutrikimams analizuoti bei funkcinio testavimo duomenims vertinti, yra svarbi tiek klinikinėje praktikoje, tiek mokslinėje veikoje, nagrinėjant kraujotakos reguliavimo mechanizmus, tiek kasdienėje praktikoje, tiek gerantologijoje, tiek sporto medicinoje, darbo higienos ir kitose srityse.

Nuo įprastų stebėjimo sistemų ji skiriasi tuo, kad tiriami parametrai registruojami betarpiškai tuo pačiu metu tiriamajam atliekant fizinį krūvį, susijusi su konkrečiais testais, turi vieningą struktūrą bei yra paprasta naudoti. Tokia kompiuterizuota analizė tinkama greitajai diagnostikai, gydymo efektui įvertinti, ilgą laiką ligonius stebint [5, 19]. Atliekant tyrimus kompiuterizuota sistema turi būti sujungta su veloergometru (1 pav.), kad tiriamasis galėtų atlikti tam tikrą krūvį.

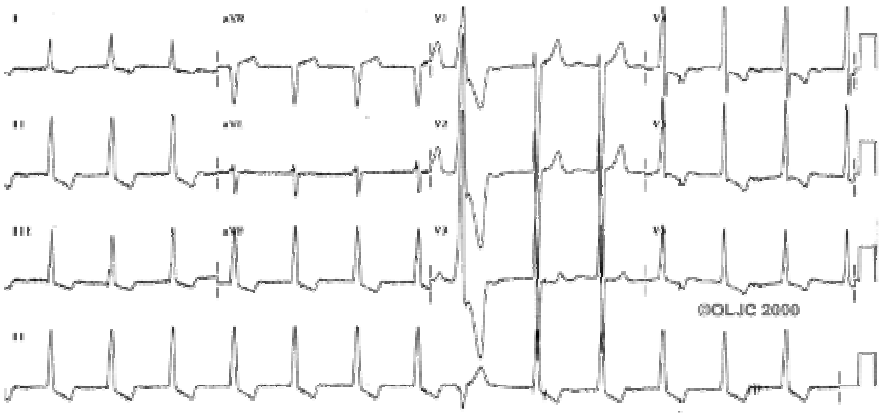


1 pav. Kompiuterizuota sistema sujungta su veloergometru

Veloergometrija – tai toks organizmo išbandymas, kai apkrova didinama tiriamajam minant specialaus dviračio tipo pedalus. Veloergometras – tai dviračio principu veikiantis prietaisas, kuriuo tiksliai dozuojama paminų pasipriešinimo jėga, matuojamas rato apsisukimų skaičius (dažnai jis paverčiamas įsivaizduojamo važiavimo dviračiu greičiu) ir mynimo laikas. Matavimo prietaisu, esančiu ant veloergometro, gali būti nustatomi dominantys rodikliai: pasipriešinimo jėga, apsisukimų skaičius, nuvažiuotas kelias arba atliktas darbas.

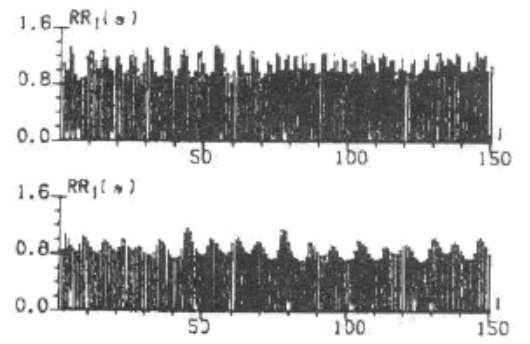
Šia sistema yra daug geriau vertinti žmogaus kardiovaskulinius parametrus fizinio krūvio metu nei anksčiau sukurta ir naudota aparatūra, į kurios sudėtį įėjo daugiau komplektuojančių dalių: elektrokardiografas, specialus automatinis prietaisas kraujo spaudimui matuoti, pulsotachometras, daugiakanalis savirašis bei veloergometras. Naudojant šiuos prietaisus vienu metu, negalima išvengti paklaidų bei gauti tokių tikslių rezultatų kaip kompiuterizuotoje kardiovaskulinių parametrų analizės sistemoje [8, 12].

Kompiuterizuotoje sistemoje vyksta kardiovaskulinių duomenų analizė. Iš analizavus duomenis gaunami tiriamų kardiovaskulinių parametrų grafiniai vaizdai elektrokardiogramos (EKG), ritmogramos, *Poincare* diagramos, spektrinė analizė).



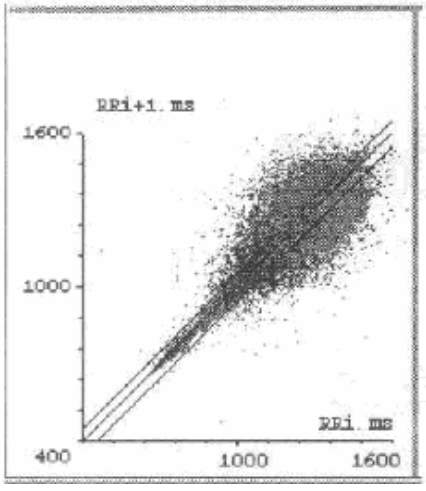
2 pav. Elektrokardiograma

Kreivė, atspindinti potencialų skirtumo tarp dviejų širdies elektrinio lauko taškų dinamiką širdies ciklo metu vadinami elektrokardiograma (2 pav.). Iš elektrokardiogramoje užrašomų duomenų gali būti diagnozuojami organizmo sutrikimai, širdies veikla, jos sutrikimai, bei kai kurių potencialių ligų požymiai, simptomai [9].



3 pav. Ritmograma

Ritmograma (3 pav.) atspindi audinių prisipildymo krauju pokyčius širdies ciklo metu, kurie priklauso nuo širdies sistolinio tūrio ir kraujo varymo greičio, taip pat tiriamosios srities arterijų skersmens, jų elastingumo, tonuso, veninio sutekėjimo [20].



4 pav. *Poincare* diagrama

Poincare diagramose (4 pav.) galima nustatyti fizinių apkrovų metu atsiradusius kardiologinius nuokrypius. Jos yra patogios ritmo sutrikimams stebėti bet kokiomis sąlygomis, nes padeda trumpai apžvelgti stebėjimo laikotarpį bei patikslinti tam tikrų ritmo sutrikimų dažnį ir pobūdį visais stebėjimo etapais [20].

Žmogaus kardiovaskuliniams parametrams nustatyti taip pat naudojami bėgimo takeliai (5 pav.), kurie gali būti įvairaus dizaino ir modelių. Atliekant fizinį krūvį kompiuterio ekranas rodo: greitį, laiką, distanciją, kalorijas, pulsą. Jais remiantis galima nustatyti žmogaus sveikatos būklę. Bėgimo takeliai idealiai tinka deginti riebalus bei lavinti pajėgumą, jais paprasta, patogu naudotis kasdienėje praktikoje, sporto medicinoje, sporto klubuose [13].



5 pav. Bėgimo takelis

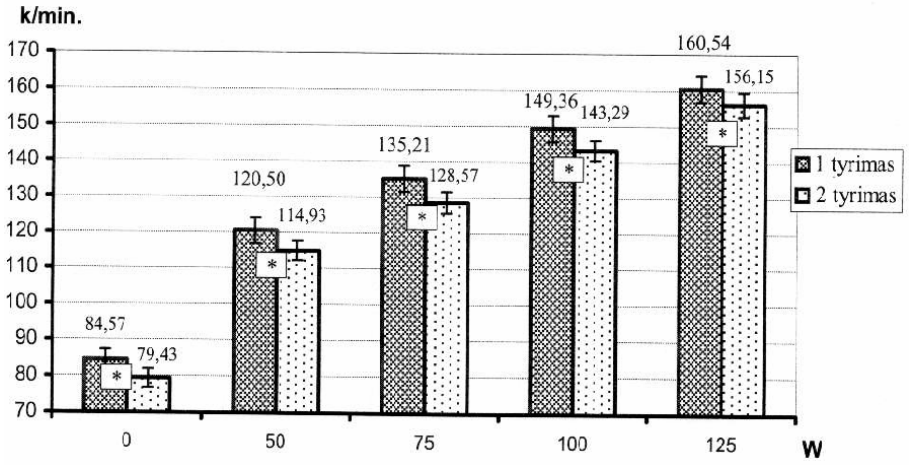
Norint suvokti, kokią įtaką žmogui ir jo kardiologiniams rodikliams – širdies susitraukimų dažniui, sistoliniam ir diastoliniam kraujo spaudimui – daro amžius, fizinė apkrova ar treniruotumas, šioje srityje atliekama daug eksperimentinių tyrimų, kuriais stengiamasi išsiaiškinti jų poveikį žmogaus fizinei ir psichologinei būklei, taip pat kokių ligų galima išvengti ar pailginti gyvenimą. Bandoma nustatyti, kokį poveikį fizinis krūvis, priklausomai nuo amžiaus, turi įtakos širdžiai, jos darbui.

1.2. Kardiologinių rodiklių tyrimo darbų apžvalga

1.2.1. Sveikatingumo aerobikos pratybų poveikis 30 – 40 metų moterų širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniams rodikliams

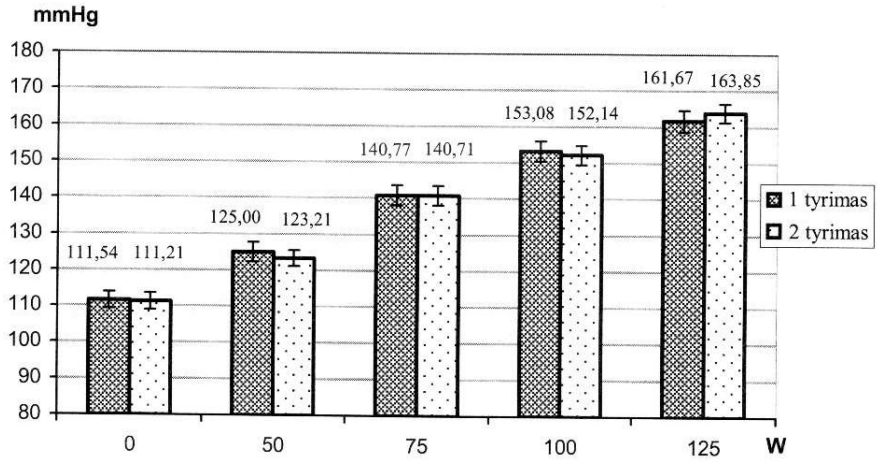
Algės Vitartaitės, Alfonso Vainoro, Virginijos Sedekerskienės, Jono Poderio 2004 m. atliktas tyrimas Kauno medicinos universiteto Kardiologijos institute, sukurta EKG analizės sistema ,,Kaunas – Krūvis". Tyrime dalyvavo 14 moterų be klinikinių sutrikimų. Tiriamųjų amžiaus vidurkis – 33,71±1,28 metų, kūno masės indeksas – 21,57±0,33 kg/m^2. Tiriamosios tris kartus per savaitę lankė aerobikos pratybas, kurių trukmė – viena valanda. Remiantis tyrimais buvo vertinta širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinė būklė. Vadovaujantis pirmojo tyrimo veloergometrinio mėginio duomenimis, kiekvienai tiriamajai buvo rekomenduotos individualios krūvio funkcinės ribos, kurias lemia ŠSD. Siekiant įvertinti krūvio intensyvumą, aerobikos metu buvo skaičiuojamas moterų ŠSD. Širdies funkciniams rodikliams vertinti buvo sinchroniškai rašoma EKG 12 standartinių derivacijų. Veloergometrinio pakopomis didėjančio provokacinio fizinio krūvio metodika atlikta parinkus pradinį 50 W krūvį, kuris buvo didinamas 25 W kas minutę. Krūvis tęsiamas iki submaksimalaus širdies susitraukimo dažnio, arba kol atsiranda klinikinių požymių, ribojančių krūvį. Korotkovo metodu kairės rankos žasto srityje matuotas arterinis kraujospūdis (AKS). Vertinti šie rodikliai: širdies susitraukimo dažnis (ŠSD), sistolinis ir diastolinis kraujospūdis. Tyrimo metu užfiksuoti širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinės būklės rodikliai apdoroti kompiuterine programa *„Microsoft Excel 97/2000"*.

Tyrime įvertintas 30 – 40 metų moterų širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių pokyčiai esant ilgalaikiam aerobiniam krūviui. Didėjant fiziniam krūviui, mažėja parasimpatinės sistemos aktyvumas, o širdies susitraukimų dažnis didėja. Toks širdies susitraukimų dažnio kitimas užfiksuotas tiek pirmojo, tiek ir antrojo tyrimo metu (6 pav.).



6 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu

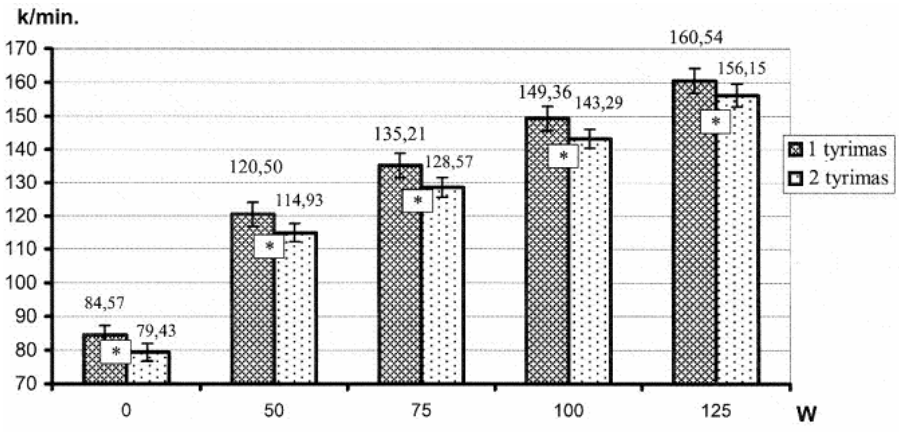
Buvo atlikti du tyrimai. Palyginus abiejų tyrimų širdies susitraukimų dažnio rodmenis ramybės būsenoje, nustatytas statistiškai patikimas šio rodmens sumažėjimas *p<0,05*.



7 pav. Sistolinio kraujospūdžio kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu

Moterų, kurios užsiima sveikatingumo aerobika, pirmojo tyrimo metu sistolinis kraujospūdis buvo 111,54 mmHg. Sistolinis kraujospūdis kilo didėjant funkcinio krūvio galingumui, o pasiekus maksimalų galingumą 125 W, sistolinis kraujospūdis buvo 161,67 mmHg (7 pav.). Pakartotinio tyrimo duomenimis, tiriamų moterų sistolinio kraujospūdžio reikšmės tiek ramybės būsenoje, tiek ir visų funkcinio mėginio pakopų metu buvo nedaug mažesnės negu iki pradedant fizinius pratimus. Taigi remiantis tyrimo duomenimis, nagrinėtų širdies ir kraujagyslių sistemos rodmenų pokyčiai buvo skirtingi. Ilgalaikės sveikatingumo aerobikos pratybos turėjo įtakos reguliacinių sistemų funkcijų tobulėjimui tiek ramybės būsenoje, tiek ir fizinio krūvio metu. Reguliacinės sistemos adaptacijos pokyčius rodė širdies dažnio kitimai.

Toliau laipsniškai didėjant fiziniam krūviui, diastolinis kraujospūdis tolygiai kilo (8 pav.). Šios diastolinio kraujospūdžio kitimo tendencijos, atliekant veloergometrinį mėginį, užfiksuotos abiejų tyrimų metu. Pirmojo tyrimo rodmens aritmetinis vidurkis statistiškai patikimai skiriasi nuo antrojo tyrimo rodmens aritmetinio vidurkio *(p<0,05)*.



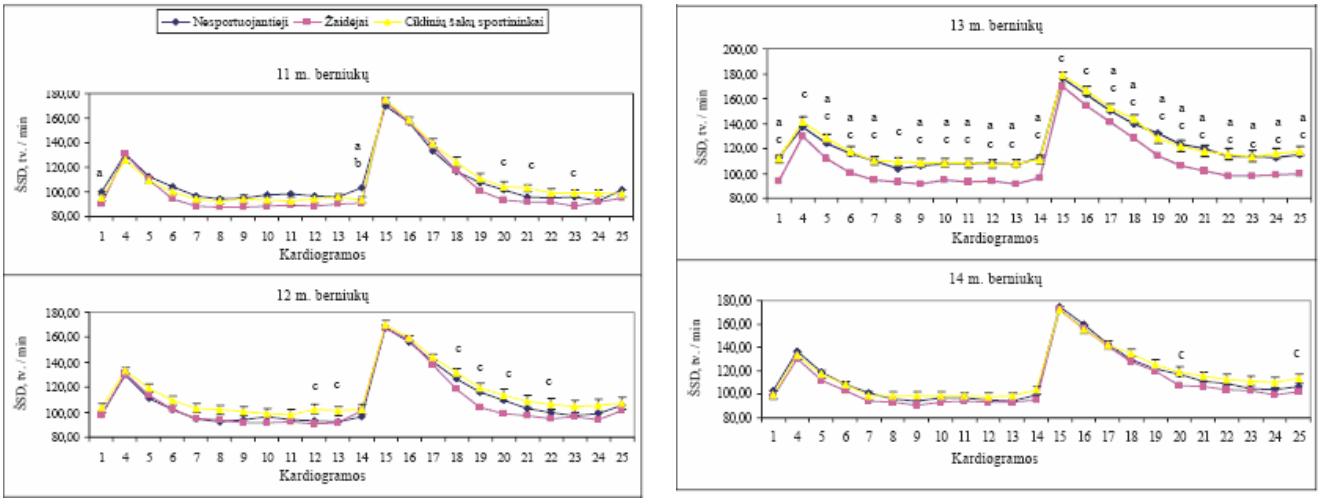
8 pav. Diastolinio kraujospūdžio kitimas dviejų tyrimų metu

Išvada. Ilgalaikiai kryptingi fiziniai pratimai statistiškai patikimai sumažino *(p<0,05)* moterų širdies susitraukimų dažnį ramybės būsenoje ir fizinio krūvio metu. Nustatytas fizinio ir funkcinio pajėgumo padidėjimas, psichologinės būsenos pagerėjimas**,** širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumo padidėjimas**.** Moterų, lankiusių sveikatingumo aerobikos pratybas, sistolinis kraujospūdis nepakito, diastolinis spaudimas reikšmingai sumažėjo *(p<0,05)* tiriamosioms išvysčius 75 W ir 100 W galingumą. 30 – 40 metų amžiaus moterims sveikatingumo aerobika yra tinkama fizinio aktyvumo forma širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniam pajėgumui didinti [18].

1.2.2. Reguliarių sportinių žaidimų ir ciklinių sporto šakų pratimų poveikis 11 – 14 metų berniukų raumenų bei širdies ir kraujagyslių sistemoms

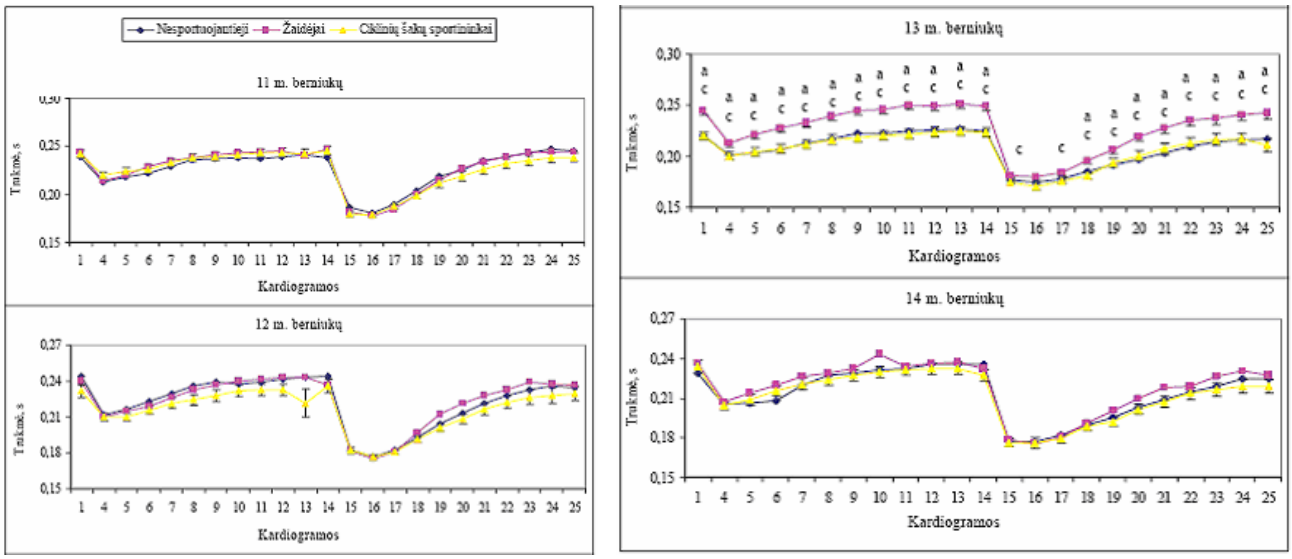
Tyrimai atlikti Arūno Emeljanovo, Eurelijos Venskaitytės, Lauros Danusevičiūtės, Jono Poderio LKKA Kineziologijos laboratorijoje 2002—2006 metais. Buvo tiriami 257 sveiki, neturintys žalingų įpročių 11—14 m. berniukai. Berniukai buvo suskirstyti į tris grupes: nesportuojantieji N 11—14 *(n = 85)*, kultivuojantys ciklines sporto šakas — lengvaatlečiai bėgikai C 11—14 *(n = 89)* ir žaidėjai — krepšininkai, rankininkai, futbolininkai S 11—14 *(n = 83)*.

Širdies ir kraujagyslių sistemos (ŠKS) funkcinės galimybės dažnai yra veiksnys, ribojantis organizmo adaptacines galimybes, dėl to ŠKS adaptacija prie fizinių krūvių yra viena iš reikšmingų sąlygų, lemiančių bendrą organizmo prisitaikymą prie aplinkos. Tiriamųjų organizmo funkcinės būklės ir adaptacijos ypatybėms vertinti naudota kompiuterinė EKG registravimo ir analizės įranga „Kaunas—Krūvis“. Buvo registruojama 12 standartinių EKG atvadų, matuojamas arterinis kraujo spaudimas (AKS).



9 pav. ŠSD kaita atliekant Rufjė fizinio krūvio mėginį ir 30 s vertikalaus šuoliavimo testą: a — skirtumas tarp ne sportuojančiųjų ir žaidėjų, b — tarp nesportuojančiųjų ir ciklinių šakų sportininkų, c — tarp žaidėjų ir ciklinių šakų sportininkų — statistiškai patikimas skirtumas *(p < 0,05)*

Analizuojant gautus rezultatus buvo vertinami šie ŠKS funkciniai rodikliai: širdies susitraukimų dažnis (ŠSD), JT intervalas, intervalų JT / RR santykis, ST segmento depresija. Tiriamieji po pradinio rodiklių registravimo atliko Rufjė fizinio krūvio mėginį (30 pritūpimų per 45 s). Paskui tiriamieji atliko maksimalių pastangų 30 s vertikalaus šuoliavimo testą, kurio metu buvo registruojama kiekvieno šuolio aukštis ir santykinis raumenų galingumas (W / kg) (9 pav.).



10 pav. Elektrokardiogramos JT intervalo kaita atliekant Rufjė fizinio krūvio mėginį ir 30 s vertikalaus šuoliavimo testą: a — skirtumas tarp nesportuojančiųjų ir žaidėjų, c — tarp žaidėjų ir ciklinių šakų sportininkų — statistiškai patikimas skirtumas *(p < 0,05)*.

11—14 m. nesportuojančių vaikų, sportinių žaidimų ir ciklinių šakų sportininkų AKS rodiklių palyginimas neatskleidė statistiškai patikimo skirtumo tarp AKS rodiklių, registruojamų ramybės sąlygomis bei joms keičiantis, kai buvo atliekami abu fizinio krūvio testai. Todėl negalime teigti, kad tiek sportinių žaidimų, tiek ciklinių sporto šakų reguliarios fizinės pratybos reikšmingai veikia 11—14 m. berniukų AKS rodiklių kaitą. Vertinant ŠSD kaitą aptikta, kad žaidimų pratybas lankančių vaikų ŠSD reikšmės mažiausios (9 pav.), tai būdinga visų amžiaus grupių tiriamiesiems, o 13 m. amžiaus tarpsniu skirtumas tarp grupių rodiklių buvo statistiškai patikimas *(p<0,05)*. (10 pav.) pateikta elektrokardiogramos JT intervalo kaita atliekant du fizinio krūvio testus.

Išvada. Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad išorinių ir vidinių veiksnių sąveika lemia 11-14 m. berniukų tiek raumenų, tiek širdies ir kraujagyslių sistemų funkcinių galimybių lavėjimą, jų poreikio fizinių krūvių metu ypatumus. Kintamo intensyvumo fizinis krūvis, būdingas sportinių žaidimų pratyboms, yra reikšmingas išorinis veiksnys, lemiantis greitesnę širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių kaitą 3 m. amžiaus tarpsniu, o endogeniniai veiksniai, ypač 13—14 m. amžiaus tarpsniu, labai stipriai veikia širdies ir kraujagyslių sistemą, dėl to net nesportuojančių vaikų ŠKS funkciniai rodikliai sparčiai gerėja [3].

1.2.3. Tyrimai su vyresnio amžiaus žmonėmis

Tyrimai atlikti Švedijoje, *Karolinska* institute 2005 m. Tyrimo tikslas buvo įvertinti ištvermingumo ir senėjimo įtaką žmogaus širdžiai. Buvo tiriama 120 tiriamųjų nuo 20 iki 80 m., tarp jų 12 sveikų, kiti sportininkai ir nesportuojantys. Tirta veloergometrinio funkcinio mėginio tyrimu, sinchroniškai rašomos EKG.

Didžiausia deguonies sunaudojimo reikšmė buvo jauniausių tiriamųjų ir vyresnių sportininkų, o jų parodymai testo metu ir didėjant apkrovai kito atitinkamai.

Iš daugelio netreniruotų tiriamųjų, vyrai buvo pajėgesni, palyginti su 10 metų jaunesnėmis moterimis. Jaunų ir vyresnių treniruotų moterų įveikė maksimalią apkrovą, ir aerobikos pratimus 50 % geriau nei kai kurios iš sveikųjų ar netreniruotų *(p<0,001)*. Vyresnės treniruotos moterys įveikė panašias apkrovas kaip ir netreniruoti 30 metų jaunesni vyrai. Vyresniems treniruotiems tiriamiesiems pastebėta dažniau skilvelio aritmijų, ir bradikardijos požymių, bet didesnis SŠD kitimas nei sveikų. Vyresni treniruoti žmonės įveikė panašias apkrovas kaip ir netreniruotos 30 metų jaunesnės moterys.

Taip pat treniruoti asmenys su ankstyvais miokardito požymiais įveikė sunkiausius pratimus ir apkrovas, nei to paties amžiaus tiriamieji. EKG parodė, kad kitimai ramybės metu apskaičiuotų to paties amžiaus tirtųjų asmenų sistolinio AKS nežymus reikšmių sumažėjimas ryškesnis tirtiems vyrams, nei moterims. Jaunų treniruotų moterų parodymų reikšmės ramybėje buvo didesnės, nei vyresnių pagyvenusių treniruotų moterų *(p<0,001)*. Vyresnių treniruotų moterų sistolinis ir diastolinis AKS buvo išmatuoti EKG metodu.

Tyrimo metu, statistiškai patikimas rodmuo buvo: netreniruotų vyrų nuo 20 ir 70 m. amžiaus *(p<0,01)*, moterų nuo 40 – 60 metų *(p<0,01)*, ir jaunų ir vyresnių treniruotų *(p<0,01)*. Vyresnių vyrų ir moterų tiriami parametrai buvo nepasikeitę. Kairysis skilvelis ir diastolinio AKS augo testo metu jauniems treniruotiems žmonėms *(p<0,05)* kol tai atitiko vyresnių treniruotų asmenų parodymus [14].

Išvada. Vyresnės moterys įveikė panašias apkrovas kaip ir netreniruoti 30 metų jaunesni vyrai. Vyrai buvo pajėgesni, palyginti su 10 metų jaunesnėmis moterimis. Tai rodo, kad treniruotumas turi didelės įtakos žmogaus pajėgumui, nes net vyresniame amžiuje treniruotas žmogus yra pajėgesnis už jaunesnį netreniruotą.

1.2.4. Adaptacijos fiziniam krūviui vertinimas pagal širdies ritmą

Tyrimą atliko Julija Brožaitienė, Elena Bovina 2004 m. Darbo tikslas – įvertinti širdies ir kraujagyslių sistemos adaptaciją fiziniam krūviui ir treniravimui, taikant širdies ritmo kinetikos ir spektro charakteristikų analizės metodą ligoniams, sergantiems išemine širdies liga, priklausomai nuo klinikinės būklės fizinio pajėgumo. Tyrimo medžiaga ir metodika. Ištirta 20 sąlyginai sveikų asmenų ir 97 persirgę miokardo infarktu, iš jų 74 širdies nepakankamumo požymių nebuvo, o 23 nustatyta širdies nepakankamumo požymių, pastarieji nevartojo beta adrenoblokatorių. Didelio fizinio pajėgumo ligonių buvo 30, vidutinio – 37, mažo – 30. Visiems tiriamiesiems funkcinio testavimo metu atliktas aktyviosios ortostazės mėginys, veloergometrija, 40 tiriamųjų atliktas spiroergometrinis mėginys. Vertintos širdies ritmo (ŠR) variabilumo charakteristikos ramybės metu (KA, LLDK, LDK, ADK), ŠR reakcija ortostazės bei deguonies apykaitos duomenys krūvio metu. Naudojant ŠR kinetikos ir spektro charakteristikų krūvio metu naudojant analizės metodiką bei algoritmą (pagal *Proni* metodą), nustatytos laiko pastoviosios ir spektro charakteristikos krūvio (50W) bei atsigavimo metu. Pagal ŠR kinetikos ir spektro charakteristikų kitimą vertintas ir treniravimo dviračiu efektyvumas.

Rezultatai. Nustatyta, kad širdies ritmo kinetikos laiko pastoviosios krūvio ir atsigavimo metu buvo didesnės ligonių, ypač tų, kurie sirgo širdies nepakankamumu ir buvo mažo fizinio pajėgumo, lyginant su sveikų asmenų atitinkamais duomenimis. Širdies ritmo spektrinės charakteristikos krūvio metu, ypač LDK ir ADK amplitudės buvo mažesnės ligonių negu sveikų, matyt, dėl sergančiųjų sumažėjusio ŠR autonominio reguliavimo (KA) ramybės metu. Ligonių uždelsta ŠR reakcija krūvio metu turėjo neigiamą reikšmingą ryšį su jų fiziniu pajėgumu *(r = -0,30)*. Ligonių, kuriems nustatyta širdies nepakankamumo požymių, krūvio ir atsigavimo metu turėjo reikšmingą ryšį su anglies dvideginio ventiliacijos ekvivalento duomenų, rodančio ventiliacijos sutrikimą. Vertinant treniruotės dviračiu efektyvumą, nustatytas teigiamas ŠR kinetikos komponenčių kitimas: laiko pastovioji buvo trumpesnė tiek treniruotės dviračiu (37,1 ir 34,6 s), tiek ir atsigavimo po jos metu (42,4 ir 39,9 s), o ŠR spektro parametrai didėjo (LLDK – 15,2 ir 16,3 ms, LDK – 8,2 ir 9,4 ms, ADK – 8,8 ir 9,4 ms), bet nekito atsigavimo metu. Treniruojamojo krūvio laiko pastovioji turėjo reikšmingą neigiamą ryšį su ADK *(r = -0,35)*, o ŠR atsigavimo laiko pastovioji su LDK *(r = -0,35)* ir fiziniu pajėgumu *(r = 0,34)* – tai rodo teigiamą širdies ir kraujagyslių sistemos adaptacijos pokytį [12].

Išvada. Ligoniams, sergantiems išemine širdies liga, nustatyta uždelsta ŠR kinetika ir sumažėję ŠR spektro parametrai krūvio ir atsigavimo metu, ypač ligonių, sergančių širdies nepakankamumu bei mažo fizinio pajėgumo. Vertinant ligonių po MI treniravimo dviračiu efektyvumą, pagal ŠR laiko pastoviųjų ir spektro parametrų kitimą nustatyta teigiama ŠR adaptacijos treniruojamajam krūviui reakcija.

1.3. Tyrimo uždavinių formulavimas

Kadangi daugelyje eksperimentinių tyrimo darbų kardiologinių parametrų rezultatai yra dviprasmiški, nevienodi, todėl nuspręsta išanalizuoti, kaip kinta žmogaus kardiologiniai parametrai fizinės apkrovos metu, priklausomai nuo amžiaus, kokia yra žmonių sveikata, koks pajėgumas.

Pagrindiniai šio darbo uždaviniai:

1. Ištirti skirtingų amžiaus grupių žmones veloergometriniu tyrimu.
2. Nustatyti kaip kinta skirtingų amžiaus grupių žmonių kardiologiniai parametrai didinant apkrovą.
3. Išanalizuoti kardiologinių parametrų greičius apkrovos ir jėgų atsistatymo metu.
4. Ištirti, kokią įtaką turi veloergometrinis tyrimas žmogui, jo sveikatai.

2. KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ ĮVERTINIMO KRITERIJŲ ANALIZĖ IR EKSPERIMENTINIO TYRIMO METODO PARINKIMAS

Jei senovės Kinijoje pulso matavimas buvo pagrindinė priemonė ŠSD vertinti ir padėjo diagnozuoti ligas, nustatyti daugiau kaip 100 jo tipų. Šiuo metu naujos techninės galimybės, grafinis užrašymas, tiksli skaičiavimo technika padeda įsigilinti į mažiausius ŠSD reguliavimo mechanizmus.

Pagrindiniai kardiologiniai rodikliai, kurie nusako širdies darbą, jos sutrikimus, fiksuojami kompiuterine aparatūra. Kai įvedama EKG [3 priedas] į asmeninį kompiuterį, iš gautų jos rodmenų krūvio metu, galima spręsti apie žmogaus būklę, širdies darbą. Jei atsiranda ekstrasistolių (priešlaikinių ŠSD susitraukimų), galima teigti, kad fizinis pajėgumas silpnas ir žmogus serga koronarine liga (KL). Po to, matuojami pagal programą tiek RR intervalų (bei jų charakteristikų reikšmės), tiek ST reikšmės [2 priedas]. Taip galima peržiūrėti RR intervalų ir ST bei MT reikšmių kitimą mėginių metu, patikslinti EKG vaizdą, ritmo - laidumo sutrikimų pobūdį.

EKG fiksuojama pakankamai daug kardiologinių rodiklių parametrų – tai ŠSD dažnis, jo variabilumo parametrai pagal amplitudes – tai σRR, KA; dažnumines charakteristikas – tai LLDK, LDK, ADK; hemodinamikos charakteristikas – tai ST, MT, BPP.

Kraujotakos charakteristikos turi labai silpną neigiamą koreliaciją su amžiumi, išskyrus BPP, kuris didėja senstant, bet šiek tiek mažiau didėja diastolinis AKS.

Kardiologiniams rodikliams ir jų įvertinimui ypatingą reikšmę turi amžius, fizinis krūvis, treniruotumas. ŠSD dažnis svyruoja, priklausomai nuo fizinio krūvio, ŠSD dažnis didėja didėjant fiziniam krūviui. Sveiko žmogaus ŠR dažnio svyravimų diapazonas yra labai didelis ir priklauso nuo jo funkcinės būklės. ŠSD mažiau priklauso nuo amžiaus. Žmogui senstant, sutrinka ŠSD dažnis, mažiau kinta paros laikotarpyje. KA mažėja didėjant amžiui. Didėjant amžiui, didėja ir AKS, todėl silpniau reaguoja į maksimalų fizinį krūvį [1, 20].

Įvertinus kardiologinius rodiklius, vieni iš pagrindinių parametrų, įtakojančių didžiausius rezultatų pasikeitimus yra ŠSD ir sistolinis ir diastolinis AKS. Jie daugiausia kinta tyrimų metu ir būna skirtingi kiekvienam žmogui, priklausomai nuo amžiaus. Šie kardiologiniai parametrai yra pagrindiniai žmogaus sveikatos, treniruotumo ir fizinės būklės vertintojai. Todėl pasirinkta veloergometrinio tyrimo metodika.

3. KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ ĮVERTINIMO VELOERGOMETRINIŲ TYRIMO METODU EKSPERIMENTŲ PLANAVIMAS

Eksperimentas (bandymas) – tai toks tiriamojo objekto ar reiškinio analizės būdas, kai šio objekto ar reiškinio savybės sukuriamos dirbtinai specialiomis (laboratorinėmis) sąlygomis.

Eksperimentai padeda dirbtinai sudaryti tokias sąlygas, kurios apskritai gyvenime retai pasitaiko. Gali būti nepalankiausios stebėtojui aplinkybės (pavojingos stebėtojui sąlygos, retai pasitaikančios kritinės apkrovos).

Eksperimento tikslas – ištirti įvairių veiksnių įtaką reiškinių kokybinėms ir kiekybinėms charakteristikoms. Paprastai reiškiniams turi įtakos labai daug veiksnių, tačiau nevienodu mastu. Tyrinėtoją domina svarbiausi. Sudarant eksperimentų metodiką, reiki stengtis, kad eksperimento metu kuo mažiau trukdytų šalutiniai veiksniai. Jei to neįmanoma padaryti, reikia siekti, kad šalutinių veiksnių įtaka neiškraipytų rezultatų, t.y., kad kelių kartojamų bandymų metu tų šalutinių veiksnių įtaka būtų vienoda.

Eksperimentai reikalauja nemažai laiko ir lėšų aparatūrai bei medžiagoms įsigyti. Todėl jų metodika turi būti rengiama kruopščiai, keliais ir tam tikru nuoseklumu:

1. Parengiama teorinė paties eksperimento programa ir metodika.
2. Sudaromas rezultatų fiksavimo ir apdorojimo planas.
3. Patikrinama eksperimento eiga fiksuojant ir apdorojant gautus rezultatus.
4. Jei reikia, tikslinama eksperimento programa ir metodika.
5. Suplanuojami pagrindiniai eksperimentai.

Rezultatai registruojami eksperimentų metu, skirstomi į kokybinius ir kiekybinius. Kokybiniai rodikliai (kurio nors reiškinio vyksmas, spalva, forma, kvapas, skonis) dažnai neturi skaitinės reikšmės. Tai apsunkina apdorojimą, ir tolesnį apdorojimą.

Kiekybiniai rodikliai (svoris, tūris, masė ilgis, slėgis ir t.t.) patogūs tuo, kad juos galima lengvai palyginti su kitų tyrinėtojų gautais rezultatais, etalonais. Matuojama įvairiais laboratoriniais prietaisais. Kiekybiniai rodikliai apdorojami ir įvertinami taip pat statistikos metodais [2, 16].

Įvertinant kardiologinius rodiklius buvo pasirinkta veloergometrinė eksperimento metodika, sudaromas pagrindinių rezultatų fiksavimo ir apdorojimo planas, patikrinta eksperimento programa ir metodika, eksperimentų metu registruoti kiekybiniai rezultatų rodikliai, kurie apdoroti ir įvertinti grafiškai ir matematinės statistikos metodais.

3.1. Eksperimentų rezultatų statistinis apdorojimas

Kiekviena a_{ij} vertė buvo skaičiuota taip:

$$a_{ij} = \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} a_{ij_k} \text{ , kai } i = 1, 2; \text{ j} = 1, 2, 3 \text{ ir } k = 1, 2, 3. \quad (1)$$

Pavyzdžiui, a_{ij_k} (i =1 ir j =1) reikšmei apskaičiuoti eksperimentiniais tyrimais buvo gauti šie duomenys: a_{ij_1} = 3,5; a_{ij_2} = 2,7; a_{ij_3} = 2,1; tuomet naudojantis (1) išraiška gaunama, kad a_{ij} = $\frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} a_{ij_k}$ = 2,77. Analogiškai buvo apskaičiuotos visų a_{ij} elementų vidutinės aritmetinės reikšmės.

Eksperimente gauti duomenys iš pirmo žvilgsnio yra skirtingi, tačiau mums reikia patikrinti hipotezę, ar tos reikšmės priklauso vienai ar skirtingoms generalinėms aibėms, kadangi poaibiai, iš kurių buvo skaičiuotos reikšmės, yra nepakankamo informatyvumo. Tam būtina atlikti standartinių nuokrypų σ skaičiavimą ir prie užsiduotos tikimybės reikšmės $p = 1 - \beta$ ir laisvės laipsnių skaičiaus $\nu = n - 1$ iš lentelių [3 priedas] pasirinkti Stjudento kriterijaus reikšmę t_β, bus t_β = 2,11. Kitaip tariant, reikia apskaičiuoti aritmetinį vidurkį ir nustatyti to aritmetinio vidurkio tikimybines minimalią ir maksimalią kitimo ribas. Jeigu pasirodys, kad visos reikšmės paklius į tą kitimo intervalą, tai visos lentelės reikšmės priklausys tai pačiai generalinei aibei. Priešingu atveju atskiros charakteristikos (kurios nustatomos iš tam tikrų poaibių) priklausys skirtingoms generalinėms aibėms.

Tuo tikslu kiekvieną standartinę nuokrypą $\sigma_{\bullet j}$ ir $\sigma_{i\bullet}$ skaičiuojamos pagal formulę:

$$\sigma_{\bullet j} = \sqrt{D} . \quad (2)$$

čia $D_{\bullet j}$ ir $D_{i\bullet}$ dispersijos skaičiuojamos pagal formulę:

$$D_{\bullet j} = \frac{1}{r}\sum_{i=1}^{r}\left(a_{ij} - \overline{a}_{\bullet j}\right)^2 . \quad (3)$$

Pasikliautinis intervalas yra nustatomas pagal formulę:

$$I_\beta = (\overline{a}_{\bullet j} - t_\beta\ \sigma_{\bullet j}\ ;\ \overline{a}_{\bullet j} + t_\beta\ \sigma_{\bullet j}). \quad (4)$$

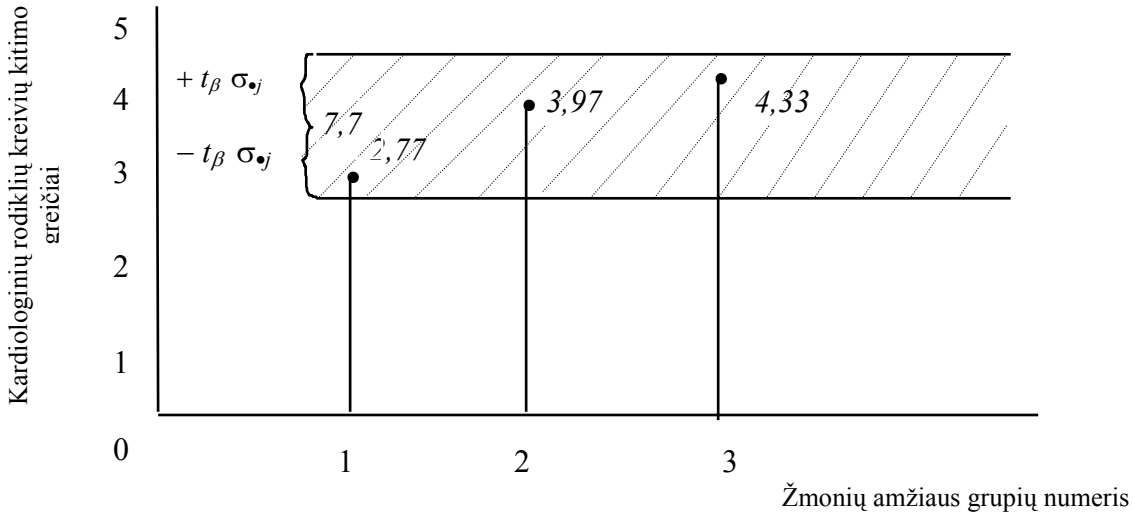
Kiekvieną i=1,2,…r reikšmę galima palyginti a_{ij} su $\bar{a}_{\bullet j} \pm t_\beta \sigma_{\bullet j}$ reikšme ir kiekvienai $j = 1,2,3$ reikšmei galima padaryti tą patį – a_{ij} turi būti palyginta su $\bar{a}_{i\bullet} \pm t_\beta \sigma_{i\bullet}$.

Tikslas yra nustatyti, ar mūsų poaibis priklauso tai pačiai generalinei aibei $\omega_{1,n} \in \Omega$. t_β reikšmę parenkama iš lentelių [5 priedas].

Šiuo atveju, kai ν = 17 laisvės laipsnių ir tikimybė $p = 1 - \beta = 0.95$, $t_\beta = 2.11$. Jei kiekvienai i=1,2 reikšmei $a_{ij} \in [\bar{a}_{\bullet j} \pm t_\beta \sigma_{\bullet j}]$ arba kiekvienai j= 1,2,3; $a_{ij} \in [\bar{a}_{i\bullet} \pm t_\beta \sigma_{i\bullet}]$, tada galima daryti išvadą, kad a_{ij} reikšmė apytiksliai priklauso tai pačiai aibei. Priešingu atveju mes susidursime su amžiaus ir žmonių faktorių didele įtaka pasikeitimo greičių trukmei.

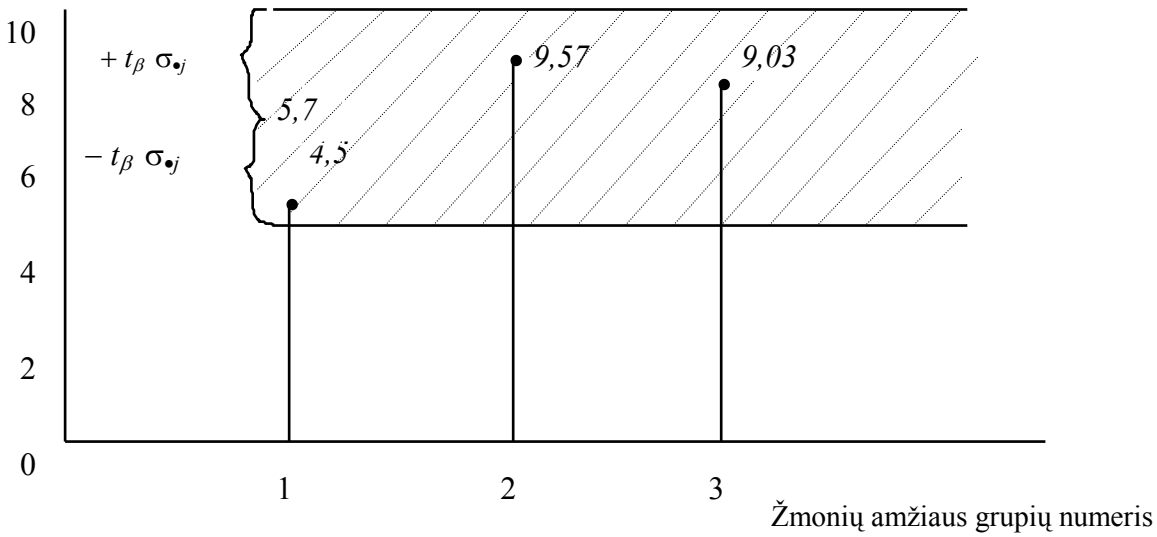
Pavyzdžiui, $\bar{a}_{1j}$ reikšmė iš 13 lentelės yra 3,69 (11 pav.), tai galimos kitimo ribos: $a_{\bullet j} \pm t_\beta \sigma_{\bullet j}$ yra $3{,}69 \pm 2{,}11 \times 0{,}47$: $a_1 = 3{,}69 - 0{,}99$ ir $a_2 = 3{,}69 + 0{,}99$. Pasikliautinis intervalas: $I_\beta = (2{,}7;\ 4{,}68)$.

11 paveiksle atidėtos moterų, skirtingų amžiaus grupių, kardiologinių rodiklių kreivių kitimo greičių trukmės reikšmės ir parodytos pasikliautinio intervalo ribos. Iš paveikslo galime matyti, ar reikšmės pakliūna į pasikliautinių intervalų nusakytą lauką.



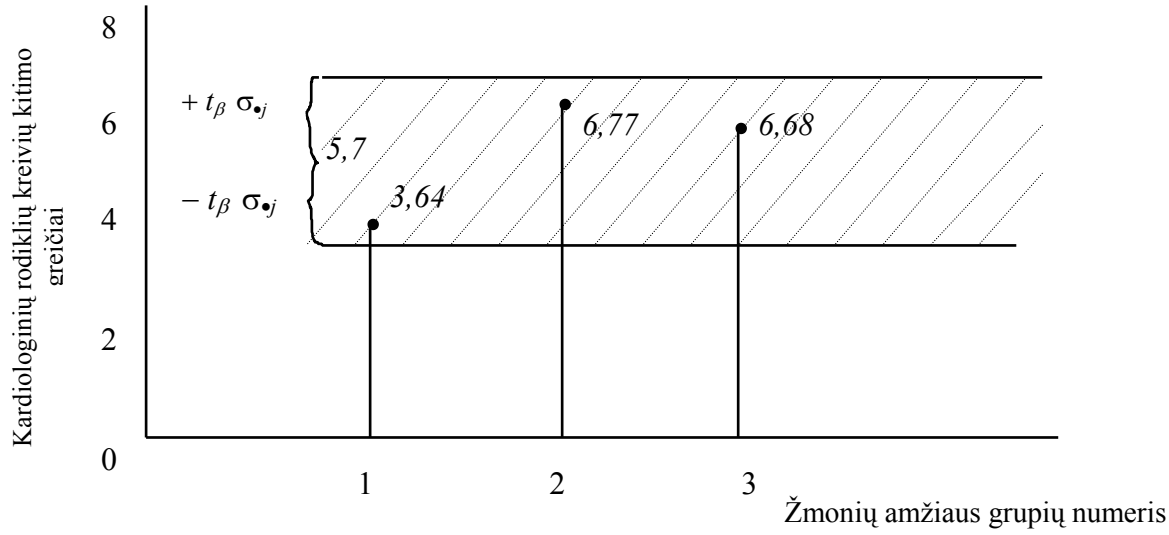
11 pav. Kardiologinių rodiklių kreivių kitimo greičių vidurkio galimos kitimo ribos (skirtingo amžiaus moterims)

Nustatyta (11 pav.), kad visos reikšmės, atitinkančios nuo 30 iki 45 m., nuo 45 iki 60 m. ir nuo 60 – 75 m. metų amžiaus grupėms priklauso vienai generalinei aibei. $a_{\bullet\bullet}$ reikšmė yra 7,7 (13 lentelė). Nustatysime amžiaus įtaką greičių trukmei. Galimos kitimo ribos yra $7{,}7 \pm 2.11 \times 1{,}61$. Pasikliautinis intervalas: I_β = (4,3;11,1). Pavaizduota tai grafiškai (12 pav.). Nustatyta, kad visų amžiaus grupių poaibiai priklauso tai pačiai generalinei aibei.



12 pav. Kardiologinių rodiklių kreivių kitimo greičių vidurkio galimos kitimo ribos (skirtingo amžiaus vyrams)

Nustatyta (13 pav.), kad visos reikšmes, atitinkančios nuo 30 iki 45 m., nuo 45 iki 60 m. ir nuo 60 – 75 m. metų amžiaus grupėms priklauso vienai generalinei aibei. $a_{\bullet\bullet}$ reikšmė yra 5,7 (13 lentelė). Nustatysime amžiaus įtaką greičių trukmei. Galimos kitimo ribos yra 5,7 ± 2.11×1,03. Pasikliautinis intervalas: $I_\beta = (3{,}53;7{,}87)$. Pavaizduota tai grafiškai (13 pav.).



13 pav. Kardiologinių rodiklių kitimo greičių kreivių bendro vidurkio galimos kitimo ribos

Nustatyta, kad visų amžiaus grupių tiek vyrų, tiek moterų poaibiai priklauso tai pačiai generalinei aibei. Tai reiškia, kad patikimam rezultatui gauti, užtenka ištirti 6 žmones.

4. EKSPERIMENTINIS RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖS NUO AMŽIAUS IR APKROVOS TYRIMAS

4.1. Programinė įranga *X – Scribe Mortara*

Širdies funkciniams rodikliams vertinti buvo naudojama programinė krūvio testavimo sistema *X – Scribe Mortara* sujungta su veloergometru *ergoselect 200 P* pagamintu JAV. *X – Scribe Mortara* tai krūvio testavimo sistema (14 pav.), kuri atlieka keturių pakopų paciento širdies tyrimą. Šios pakopos yra: pradinė (apšilimas, treniruotė), krūvio, jėgų atgavimo ir išvadų pateikimo. Ši sistema yra programuojama. Ji gali atlikti automatinę visų derivacijų ST (sistolinio krūvio) segmento analizę. *X – Scribe Mortara* sistema automatiškai užrašo realaus laiko EKG, rankiniu būdu nustato ST segmento matavimo taškus, patikrina elektrodų priklijuotų prie paciento kontakto kokybę, automatiškai matuoja neinvazinį kraujo spaudimą, valdo veloergometrą.

Sinchroniškai buvo rašomi EKG 12 standartinių derivacijų. Veloergometrinio pakopomis didinančio provokacinio fizinio krūvio metodika atlikta, parinkus pradinį 50 W krūvį ir jis buvo didinamas 50 W kas minutę. Krūvis tęsiama iki submaksimalaus širdies susitraukimo dažnio, arba kol atsiranda klinikinių požymių, ribojančių krūvį. Baigiant kiekvieną apkrovos pakopą, matavome kraujospūdį Korotkovo metodu – kairės rankos žasto srityje.

Vertinome šiuos rodiklius: širdies susitraukimo dažnį (ŠSD), sistolinį ir diastolinį kraujospūdį, jų pokyčius funkcinio krūvio pakopos metu bei jėgų atgavimo metu.

Pradėjus krūvio mėginių testavimo procedūrą, *X – Scribe Mortara* sistema nustato pradinį 12 derivacijų pagrindinį QRS kompleksą, kuris naudojamas pirmajam visų 12 EKG derivacijų QRS šablonui sudaryti. *X – Scribe Mortara* sistema pastoviai po kiekvieno širdies dūžio atnaujina 12 EKG derivacijų QRS kreivę. Priklausomai nuo nustatymų, *X – Scribe Mortara* programa atlieka šias operacijas [6, 7]:

- užrašo širdies darbo ciklus, neatitinkančius einamojo šablono (įtariama aritmija) ir saugo juos atmintyje tolesnei peržiūrai, redagavimui;
- automatiškai nustatytu laiku keičia krūvį (valdo veloergometrą);
- matuoja kraujo spaudimą ir pateikia duomenis;
- pateikia pageidaujamos derivacijos išplėstinį kompleksų vidurkį ir lygina su referentiniu kompleksu;
- užrašo širdies ritmo kreives, ST ir MET (metabolinis vienetas) .



14 pav. *X - Scribe Mortara* krūvio mėginių testavimo sistema

Veloergometras *ergoselect 200 P* (15 pav.) yra valdomas iš personalinio kompiuterio, kuriame instaliuota programinė įranga *X – Scribe Mortara*. Krūvis ekrane matuojamas W (vatais).



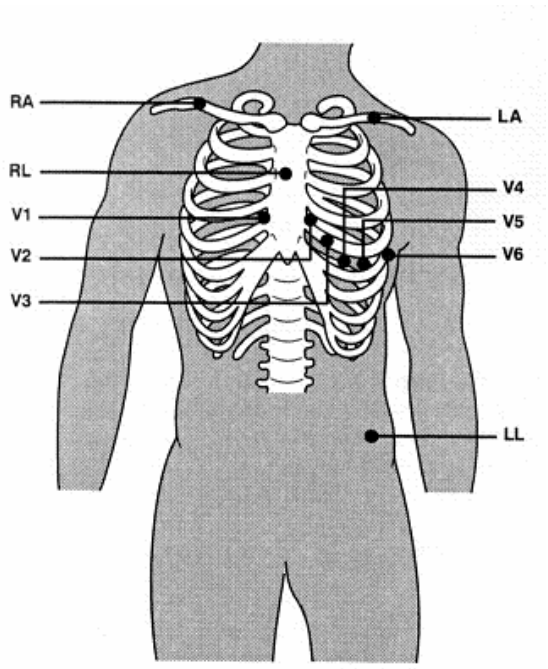
15 pav. Veloergometras *ergoselect 200 P*

Veloergometras – tai specialus medicininis dviratis, kuriuo stebima elektrokardiograma, pulsas, kraujo spaudimas, duodamas tiksliai dozuotas standartizuotas krūvis širdžiai. Tada įvertinamas širdies pajėgumas, jo rezervus, tiek sveikiems tiek ligoniams. Kai veloergometras yra sujungtas su kompiuteriu, iš veloergometro valdymo pulto galima valdyti tik sėdynės aukštį ir rankiniu būdu pradėti kraujo spaudimo matavimus. Visos kitos valdymo funkcijos atliekamos iš kompiuterio [10,11].

Stebint elektrokardiogramą, pulsą, kraujo spaudimą, duodamas tiksliai dozuotas standartizuotas krūvis širdžiai. Tada įvertinamas širdies pajėgumas, jo rezervai tiek sveikiems tiek ligoniams [7].

Elektrodai ant paciento krūtinės priklijuojami ant nusausintos ir nuskustos odos. Ta vieta ant kurios klijuojami elektrodai patrinama šiurkščiu audinio gabalėliu ir nuvaloma spiritu. Jie išdėstomi derivacijomis. Derivacija – elektrodų išdėstymo kūno paviršiuje sistema (16 pav.).

Krūtinės vienpolėmis derivacijomis signalai registruojami tam tikruose krūtinės taškuose centrinio Vilsono taško atžvilgiu. Dažniausia naudojamos 6 derivacijos. Šios derivacijos užregistruoja potencialų pokyčius dažniausiai priekinėje širdies sienelėje. Matavimas tarp kairiosios rankos (KR) ir dešiniosios rankos (DR), vadinamas pirmąja derivacija (I)**.** Pirmąja derivacija vadinama ir elektrokardiograma, užregistruota iš šių taškų. Antroji derivacija (II) – tai matavimas tarp dešiniosios rankos (DR) ir kairiosios kojos (KK), o trečioji derivacija (III) − kairioji ranka (KR) ir kairioji koja (KK). Šios trys derivacijos vadinamos pagrindinėmis Einthoveno, arba galūninėmis, derivacijomis. Be šių derivacijų dar dažnai registruojamos vadinamosios trys sustiprintosios (aVR, aVL, aVF) ir krūtininė (V) derivacijos. Sustiprinta derivacija gaunama registruojant potencialų skirtumą tarp vieno iš pagrindinių taškų ir dviejų kitų, sujungus pastaruosius tarpusavyje [4, 15].



16 pav. Elektrodų išdėstymo schema:

RA – dešinė ranka, LA – kairė ranka, LL – kairė koja, RL – dešinė koja, V1 – ketvirtame tarpšonkauliniame tarpe, ties dešiniuoju krūtinkaulio tašku, V2 – ketvirtame tarpšonkauliniame tarpe, ties kairiuoju krūtinkaulio tašku, V3 – tarp V2 ir V4, V4 – penktame tarpšonkauliniame tarpe, ties centriniu tašku, V5 – tarp V4 ir V6, V6 - penktame tarpšonkauliniame tarpe, ties pažasties linija

4.2. Tiriamoji dalis

Eksperimentinis tyrimas atliktas VšĮ Antakalnio universitetinėje ligoninėje, kardiologinių ligų diagnostikos skyriuje, Vilniuje 2007 m. Atliekamus tyrimus stebėjo medicinos daktarė Janina Pliugžmienė. Tyrime dalyvavo ligoninės pacientai, kuriems buvo paskirtas veloergometrinis tyrimas. Pagal paskaičiuotus eksperimentų statistinius metodus, buvo sudarytos trys amžiaus grupės po 6 žmones po lygiai moterų ir vyrų.

Amžiaus grupės:

I . Nuo 30 iki 45 m. (tiriamųjų amžiaus vidurkis 36 metai).

II. Nuo 45 iki 60 m. (tiriamųjų amžiaus vidurkis 53 metai).

III. Nuo 60 iki 75 m. (tiriamųjų amžiaus vidurkis 68 metai).

4.2.1. Tyrimas su 30 – 45 m. pacientais

Tirtųjų kontingentas ir tyrimo metodas

Pirmoje amžiaus grupėje nuo 30 iki 45 m. dalyvavo 6 asmenys, po lygiai moterų ir vyrų. Amžiaus vidurkis – 36 metai, be klinikinių sutrikimų. Sinchroniškai buvo registruojama elektrokardiograma 12 standartinių derivacijų. Taikyta veloegometrinio pakopomis didėjančio provokacinio fizinio krūvio metodika. Veloergometrija atlikta parinkus pradinį 50 W krūvį, didinant jį kas minutę 50 W. Tolygiai didėjančios apkrovų sekos patogios ligonių ir sveikųjų tyrimams [17]. Kiekviena pirmoji apkrova kartu yra pamatinė, todėl ji tęsiama 4 – 5 min. Toliau kiekvieną kitą apkrovą padidinama pamatinės apkrovos galios skaičiumi ir apkrovos trukmę mažinama iki 2 – 3 min. Krūvis tęsiamas iki submaksimalaus širdies susitraukimo dažnio arba kol atsiranda klinikinių požymių, ribojančių krūvį. Po krūvio pakopos seka jėgų atgavimo pakopa, kurios metu susinormalizuoja pulsas, kraujo spaudimas. Kiekvieno asmens tyrimas užtruko apie 30 min. Prieš pradedant tyrimą pacientui pamatuojamas kraujo spaudimas kairės rankos žasto srityje, pritvirtinami elektrodai. Išbandymas yra informatyvus, jei tiriamojo pulso dažnis bent per 10 tvinksnių ar mažiau priartėja prie 90 % individualaus didžiausio norminio dažnio. Ribinis pulso dažnis nustatomas pagal individualius amžiaus rodiklius. Tai rodiklis, kurį pasiekus pradeda reikštis liguistumo požymiai. Rekomenduojamas treniruotei pulso dažnis visada turi būti mažesnis užribinį. A. Vidugirio nurodomi tokie ribiniai ŠSD dažniai: sveikiems 35 – 45 metų asmenims [17]:

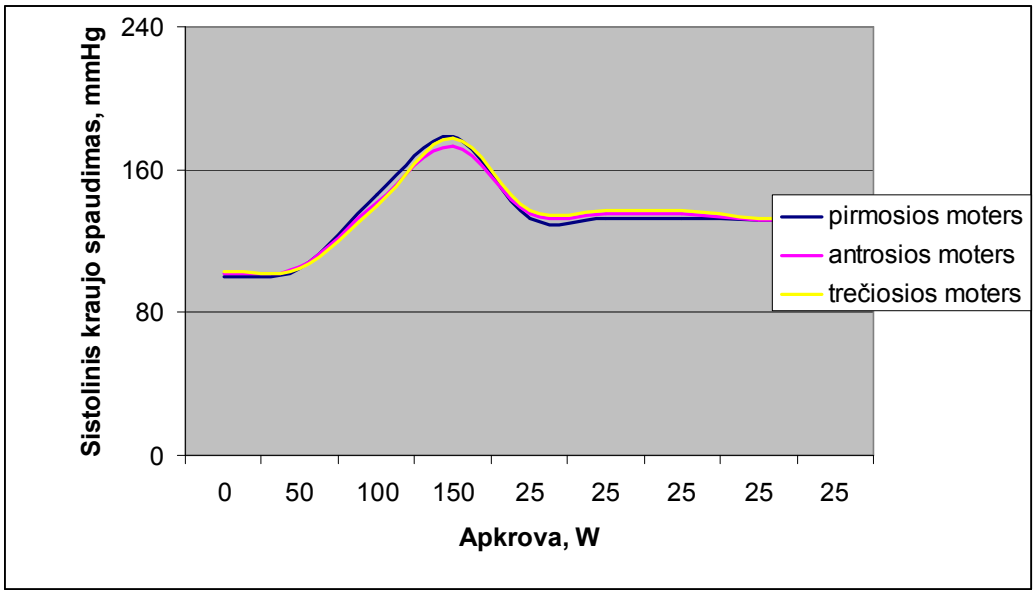
- vyrams Pl_{max} – 173 tvinksniai/min. (90 % individualaus didžiausio pulso dažnio);
- moterims Pl_{max} – 171 tvinksniai/min.

Viso tyrimo metu ypatingai stebima paciento išvaizda, savijauta, jeigu pacientas išbąla ar pradeda prastai jaustis, iškarto nutraukiamas tyrimas [17].

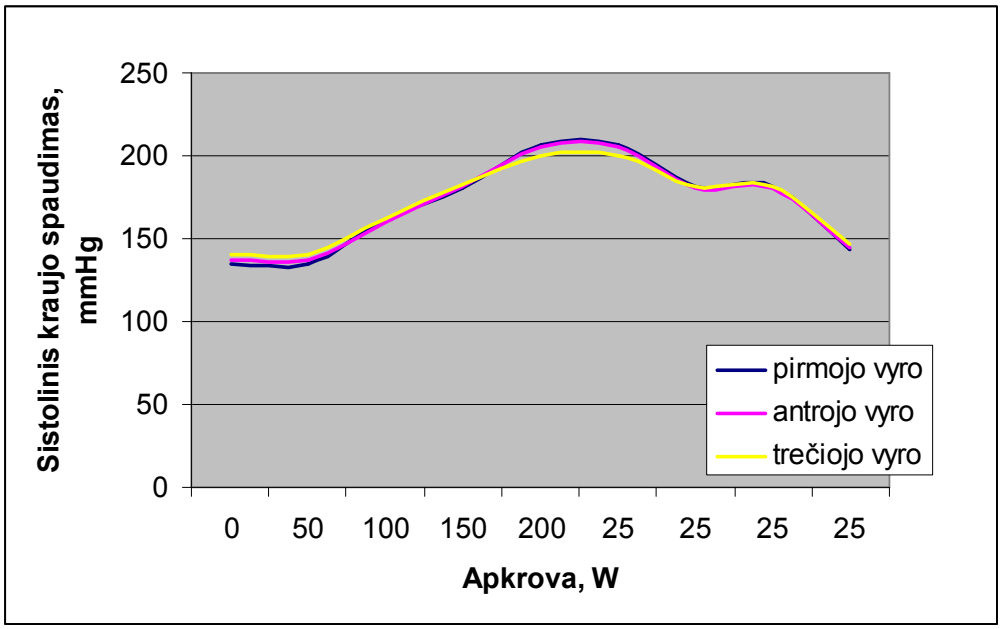
Vertinome šiuos rodiklius: širdies susitraukimų dažnį (ŠSD), sistolinį ir diastolinį kraujo spaudimus, treniruotumo rodiklį – (tai pasiekta didžiausia apkrova ir didžiausias pulsas), paciento pajėgumą krūvio metu.

30 – 45 m. tirtų pacientų sistolinio ir diastolinio kraujo spaudimo, ŠSD tyrimo rezultatai pateikti grafiškai (17 pav. – 22 pav.).

30 - 45 m. amžiaus grupės pacientų tyrimo rezultatai

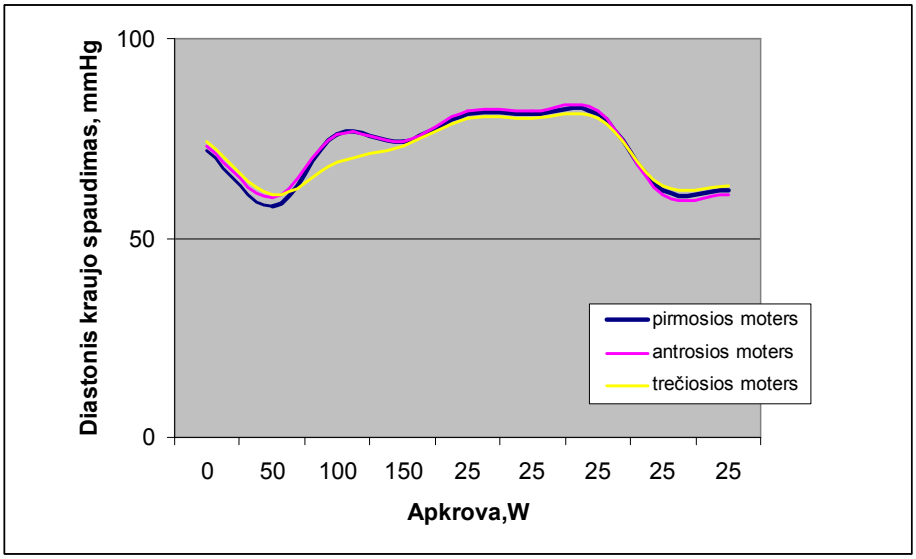


17 pav. Sistolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

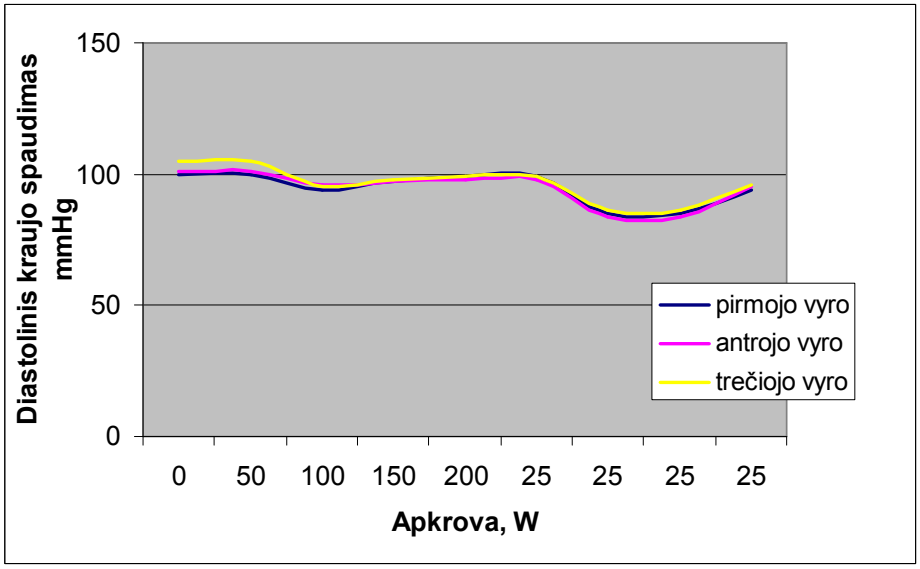


18 pav. Sistolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Sistolinis ir diastolinis AKS kilo didėjant funkcinio mėginio krūvio galingumui, ši reakcija yra adekvati krūviui. Moterims pasiekus maksimalų galingumą t.y. 150 W, sistolinis kraujospūdis buvo 179 mmHg, o vyrams pasiekus 200 W galingumą, sistolinis kraujospūdis buvo 207 mmHg.

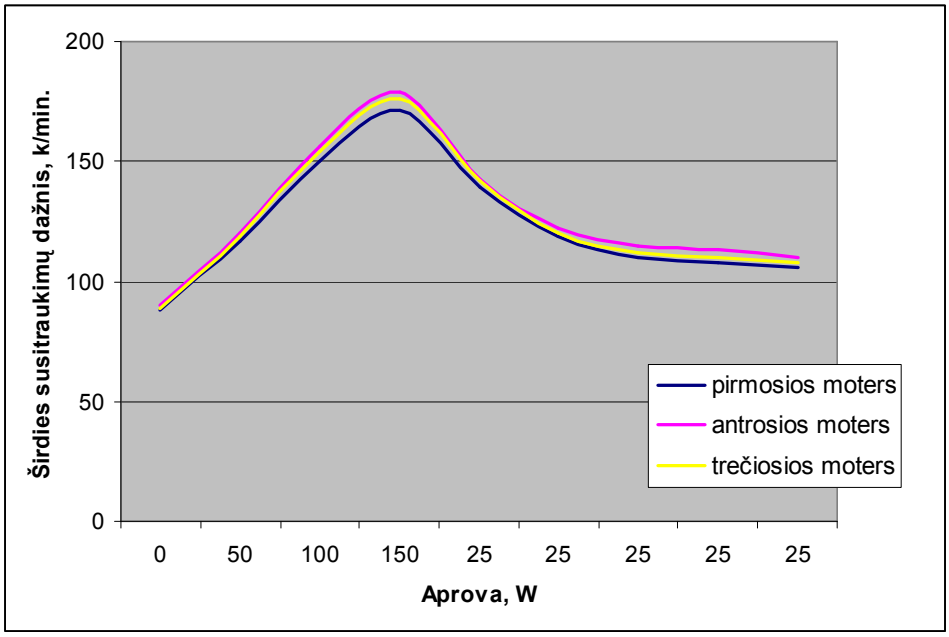


19 pav. Diastolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

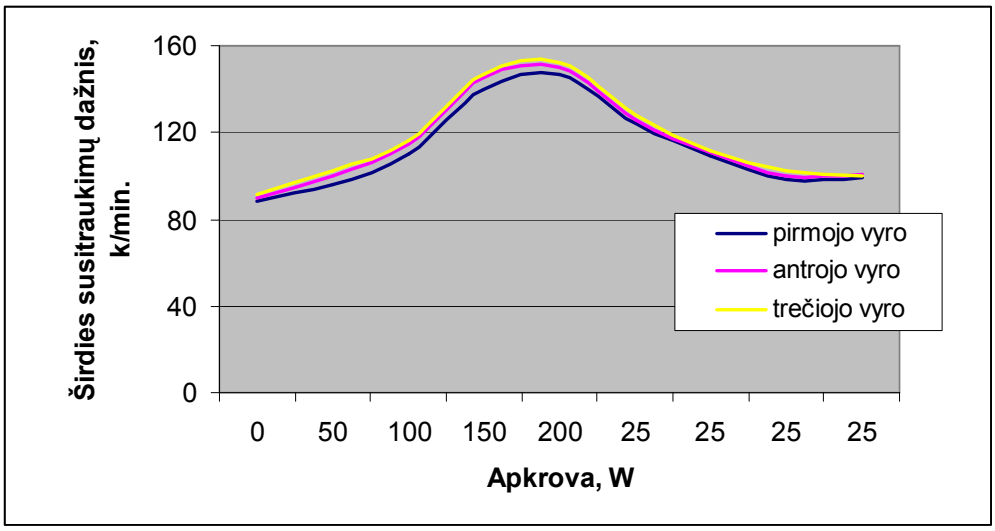


20 pav. Diastolinio AKS kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Laipsniškai didėjant fiziniam krūviui, diastolinis kraujospūdis tolygiai kilo tiek vyrų, tiek moterų. Šios diastolinio kraujospūdžio kitimo tendencijos, atliekant veloergometrinį mėginį, užfiksuotos visų tiriamų pacientų metu.



21 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 30 – 45 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu



22 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 30 – 45 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Išvada. Palyginus 30 – 45 m. pacientų tyrimo rezultatus, matoma, kad didėjant fiziniam krūviui, mažėja parasimpatinės sistemos aktyvumas [17], o širdies susitraukimų dažnis didėja, toks susitraukimų dažnio kitimas užfiksuotas tiek vyrams, tiek moterims. ŠSD pradeda didėti nuo pat fizinio krūvio pradžios. Didėjant krūvio intensyvumui, ŠSD didėja tiesiškai, kol pasiekia maksimumą. Didžiausias ŠSD užfiksuotas kiekvienam pacientui didžiausios apkrovos 150 W ar 200 W metu, priklausomai kokį

krūvį kiekvienas pasiekė. Kuo daugiau didinant apkrovą, jei pulsas ne didėja sparčiai, rodo, žmogaus pajėgumą, tai rodo, kad yra treniruotas žmogus ar sportininkas.

Moterys pasiekė maksimalų krūvį 150 W, vyrai - 200 W. Tai priklausė nuo sveikatos, fizinio pajėgumo, treniruotumo. Moterų skeleto raumenyse susitraukimo skaidulų skersinis plotas neviršija 60 % tokio dydžio vyrų raumenyse. Dėl to vyrų jėga ir greitis didesnis [17]. Vienas plačiausiai nagrinėjamų širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodmenų yra širdies susitraukimų dažnis. Pulso ir kvėpavimo dažnis bei kraujospūdžio dydis matuojami tais pačiais laiko tarpais, kuriais rašoma EKG. [17]. Ritmo sutrikimų nepastebėta. Po krūvio pastebėtas saikingas kojų nuovargis, saikingas oro trūkumas. Sveikiems, bet netreniruotiems asmenims jau pirmosios apkrovos sukėlė ryškų kvėpavimo padažnėjimą (40 kartų ir daugiau).

4.2.2. Tyrimas su 45 - 60 m. pacientais

Tirtųjų kontingentas ir tyrimo metodas

Antroje amžiaus grupėje nuo 45 iki 60 m. dalyvavo 6 asmenys, po lygiai moterų ir vyrų. Amžiaus vidurkis – 53 metai, be klinikinių sutrikimų. Sinchroniškai buvo registruojama elektrokardiograma 12 standartinių derivacijų.

Taikyta veloegometrinio pakopomis didėjančio provokacinio fizinio krūvio metodika. Veloergometrija atlikta parinkus pradinį 50 W krūvį, didinant jį kas minutę 50 W. Krūvis tęsiamas iki submaksimalaus širdies susitraukimo dažnio arba kol atsiranda klinikinių požymių, ribojančių krūvį. Po krūvio pakopos seka jėgų atgavimo pakopa, kurios metu susinormalizuoja pulsas, kraujo spaudimas. Kiekvieno asmens tyrimas užtruko apie 30 min. A. Vidugiris nurodo tokius ribinius pulso dažnius: 45 – 60 metų asmenims [17]:

- vyrams Pl_{max} – 166 tvinksniai/min. (90 % individualaus didžiausio pulso dažnio);
- moterims Pl_{max} – 151 tvinksniai/min.

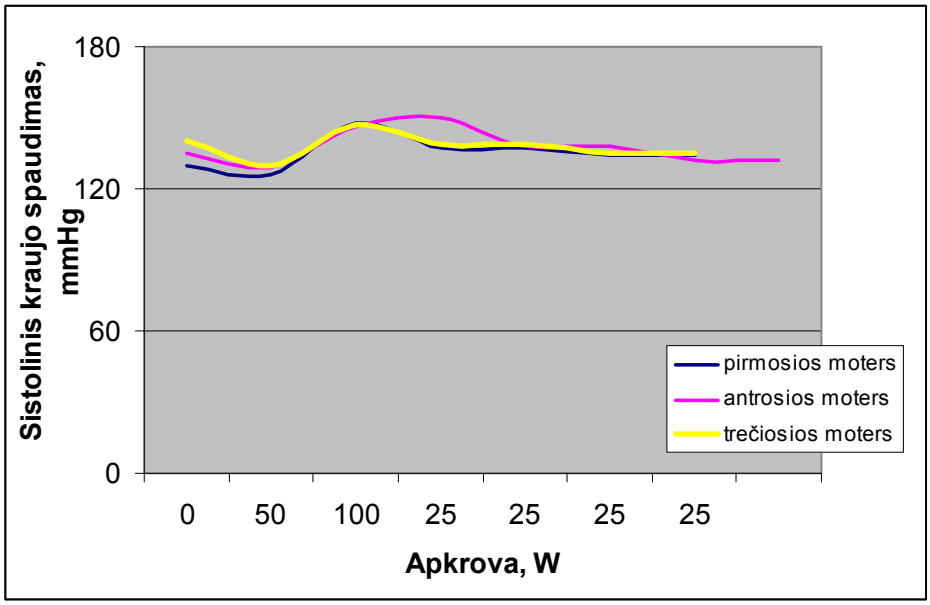
Prieš pradedant tyrimą pacientui pamatuojamas kraujo spaudimas kairės rankos žasto srityje, pritvirtinami elektrodai. Viso tyrimo metu ypatingai stebima paciento išvaizda, savijauta.

Vertinome šiuos rodiklius

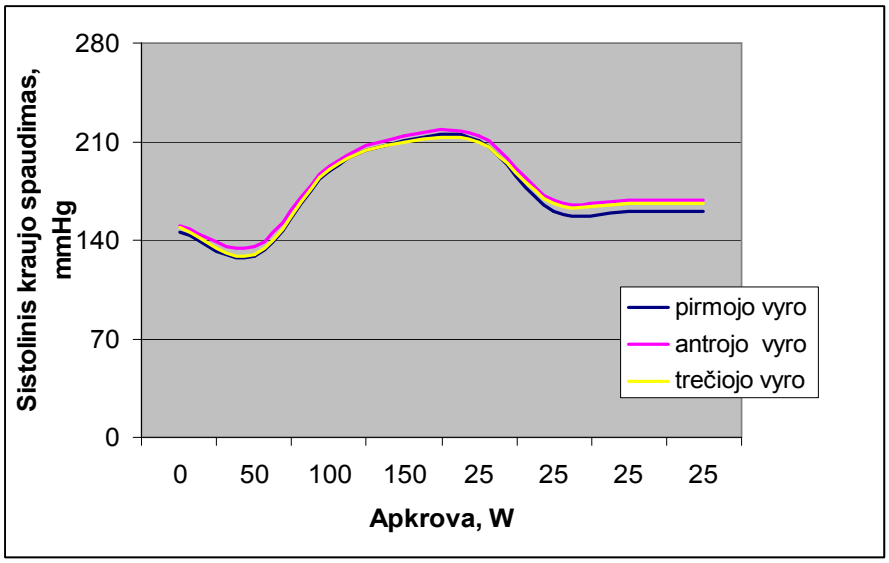
Širdies susitraukimų dažnį (ŠSD), sistolinį ir diastolinį kraujo spaudimus, treniruotumo, paciento pajėgumą krūvio metu.

45 – 60 m. tirtų pacientų sistolinio ir diastolinio kraujo spaudimo, ŠSD tyrimo rezultatai pateikti grafiškai (23 pav. – 28 pav.).

45 – 60 m. amžiaus grupės pacientų tyrimo rezultatai

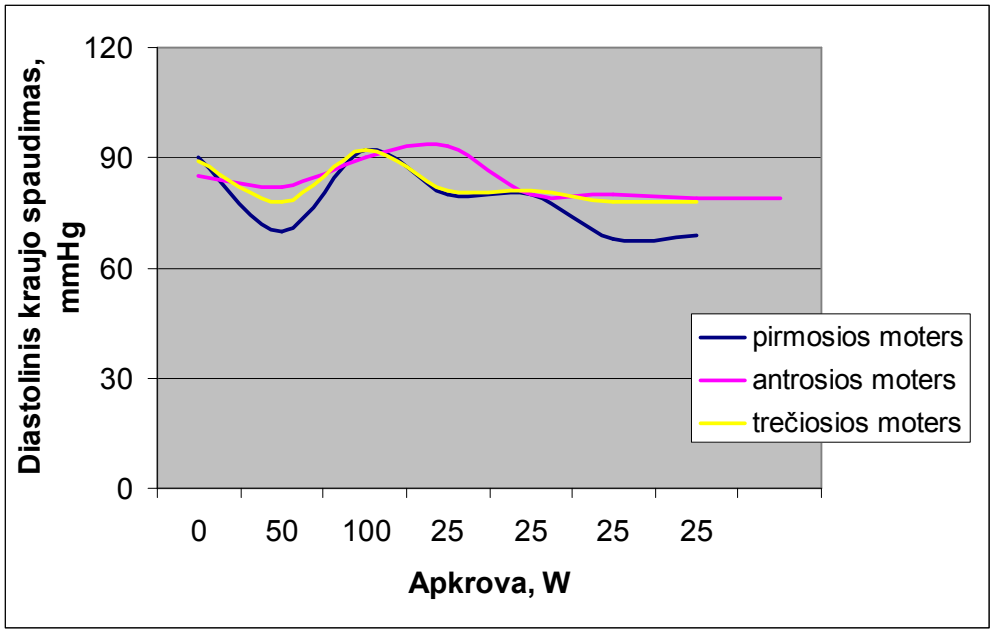


23 pav. Sistolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

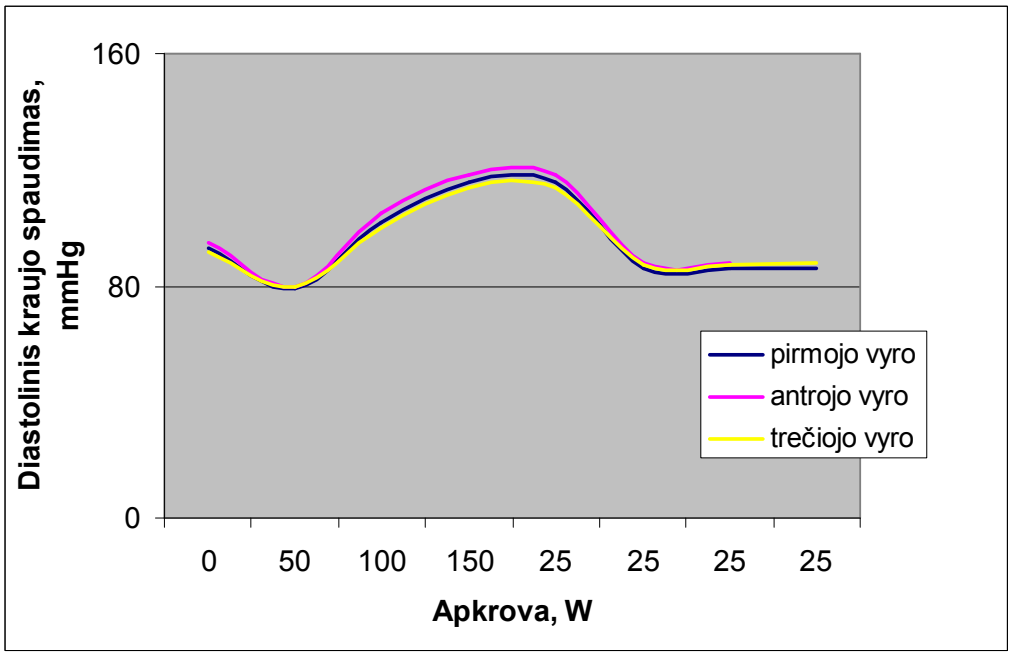


24 pav. Sistolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Sistolinis AKS kilo didėjant tyrimo krūvio galingumui, ši reakcija yra adekvati krūviui. Moterims pasiekus maksimalų galingumą t.y. 100 W, sistolinis kraujospūdis buvo 167 mmHg, o vyrams pasiekus 150 W galingumą, sistolinis kraujospūdis buvo 190 mmHg.

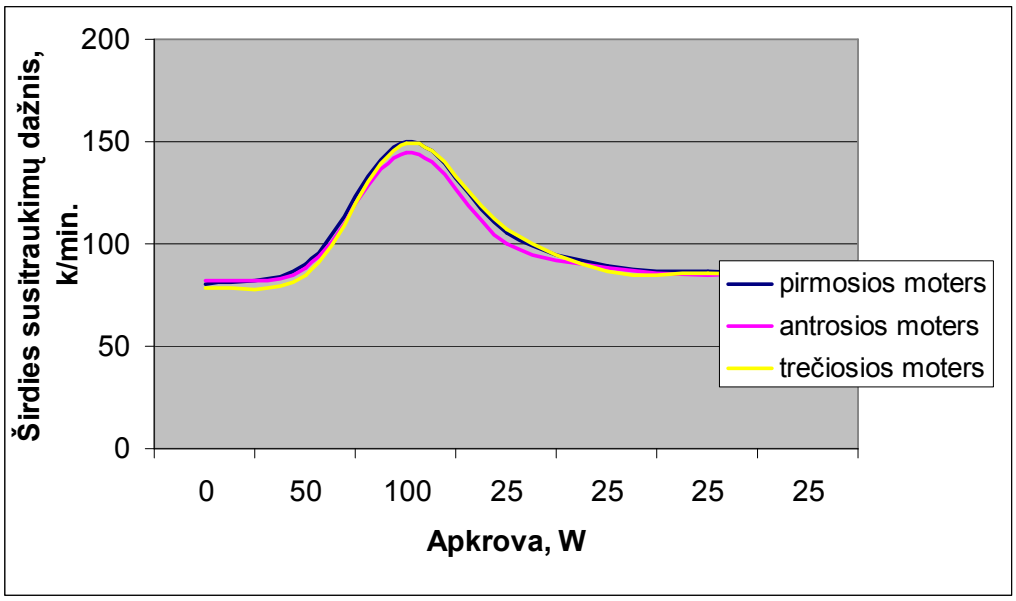


25 pav. Diastolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

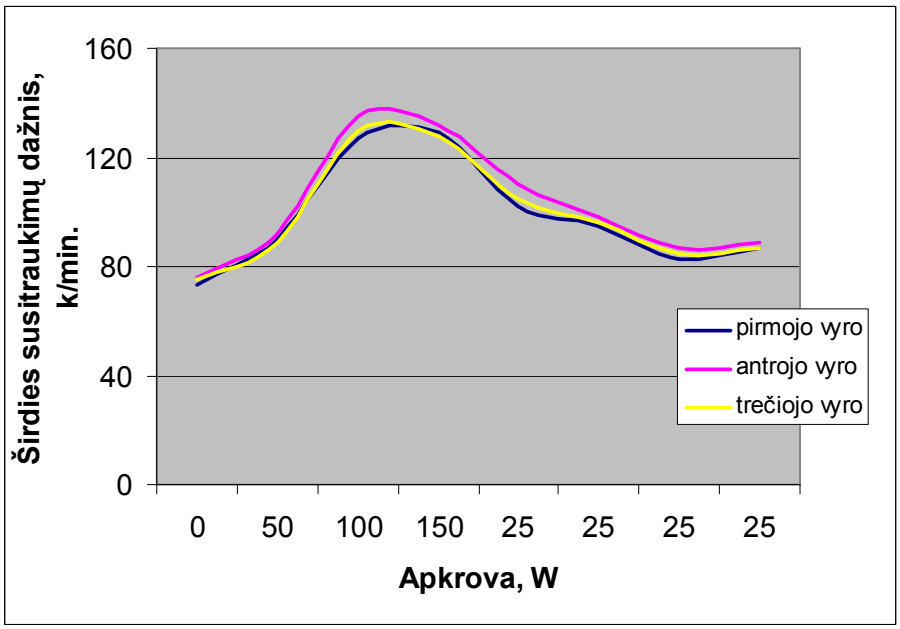


26 pav. Diastolinio AKS kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Didėjant fiziniam krūviui, diastolinis AKS tolygiai kilo tiek vyrų, tiek moterų. Šios diastolinio AKS kitimo tendencijos, atliekant veloergometrinį mėginį, užfiksuotos visų tiriamų pacientų metu.



27 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 45 – 60 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu



28 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 45 – 60 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Išvada. Palyginus 45 – 60 m. pacientų tyrimo rezultatus matoma, kad didėjant fiziniam krūviui, mažėja parasimpatinės sistemos aktyvumas, o širdies susitraukimų dažnis didėja, toks susitraukimų dažnio kitimas užfiksuotas tiek vyrams, tiek moterims. Moterys pasiekė maksimalų krūvį 100 W, vyrai - 150 W. Tai priklausė nuo sveikatos, fizinio pajėgumo, treniruotumo. Didžiausias ŠSD užfiksuotas kiekvienam pacientui didžiausios apkrovos 100 W ar 150 W metu, priklausomai kokį krūvį kiekvienas

pasiekė. Sistolinis ir diastolinis kraujo spaudimas kilo didėjant krūvio galingumui, ši reakcija yra adekvati krūviui. Po krūvio pastebėtas saikingas kojų nuovargis, saikingas oro trūkumas. Kai kuriems pacientams pastebėti ritmo sutrikimai su patologiniais svyravimais.

4.2.3. Tyrimas su 60 – 75 m. pacientais

Tirtųjų kontingentas ir tyrimo metodas

Trečioje amžiaus grupėje nuo 60 iki 75 m. dalyvavo 6 asmenys, po lygiai moterų ir vyrų. Amžiaus vidurkis – 68 metai, kai kurie su klinikiniais sutrikimais. Sinchroniškai buvo registruojama elektrokardiograma 12 standartinių derivacijų.

Taikyta veloegometrinio pakopomis didėjančio provokacinio fizinio krūvio metodika. Veloergometrija atlikta parinkus pradinį 50 W krūvį, didinant jį kas minutę 25 W. Krūvis tęsiamas iki submaksimalaus širdies susitraukimo dažnio arba kol atsiranda klinikinių požymių, ribojančių krūvį. Po krūvio pakopos seka jėgų atgavimo fazė, kurios metu širdies veikla grįžta į pradinį (normalų) režimą. Kiekvieno asmens tyrimas užtruko iki 30 min. A. Vidugirio nurodomi tokie ribiniai pulso dažniai: sveikiems 60 – 75 metų asmenims [17]:

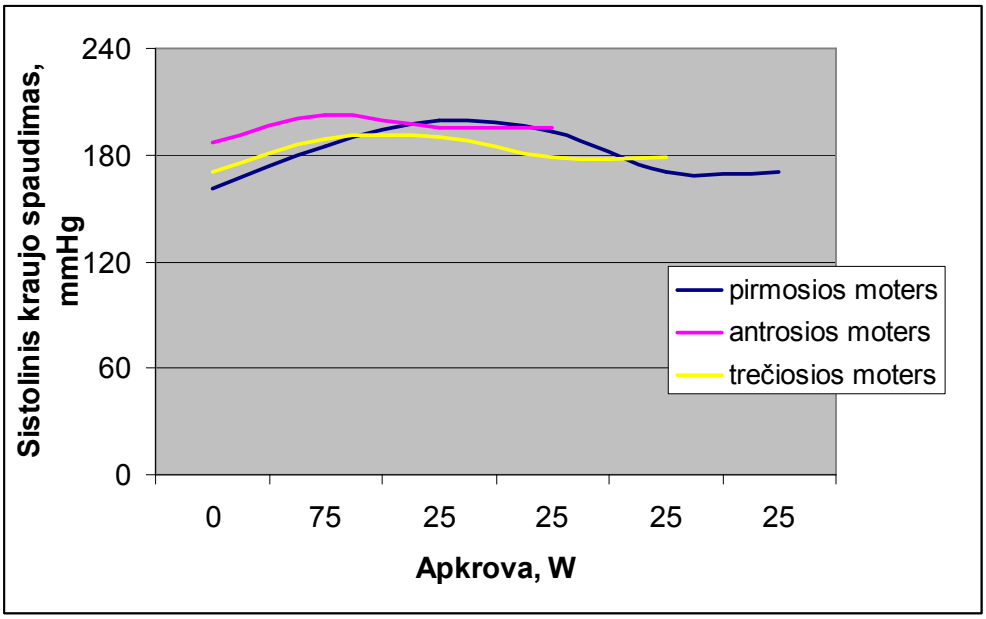
- vyrams Pl_{max} – 160 tvinksniai/min. (90 % individualaus didžiausio pulso dažnio);
- moterims Pl_{max} – 143 tvinksniai/min.

Prieš pradedant tyrimą pacientui pamatuojamas kraujo spaudimas kairės rankos žasto srityje, pritvirtinami elektrodai. Viso tyrimo metu ypatingai stebima paciento išvaizda, savijauta. Jeigu pacientas pasidaro blyškus, atsiranda bendras silpnumas, dusulys, skausmas, sistolinio kraujospūdžio sumažėjimas ar kitimas, nepakankamas jo didėjimas padidinus apkrovą, tai byloja apie klinikinį miokardą. Baigiant kiekvieną apkrovos pakopą, matuojamas kraujospūdis.

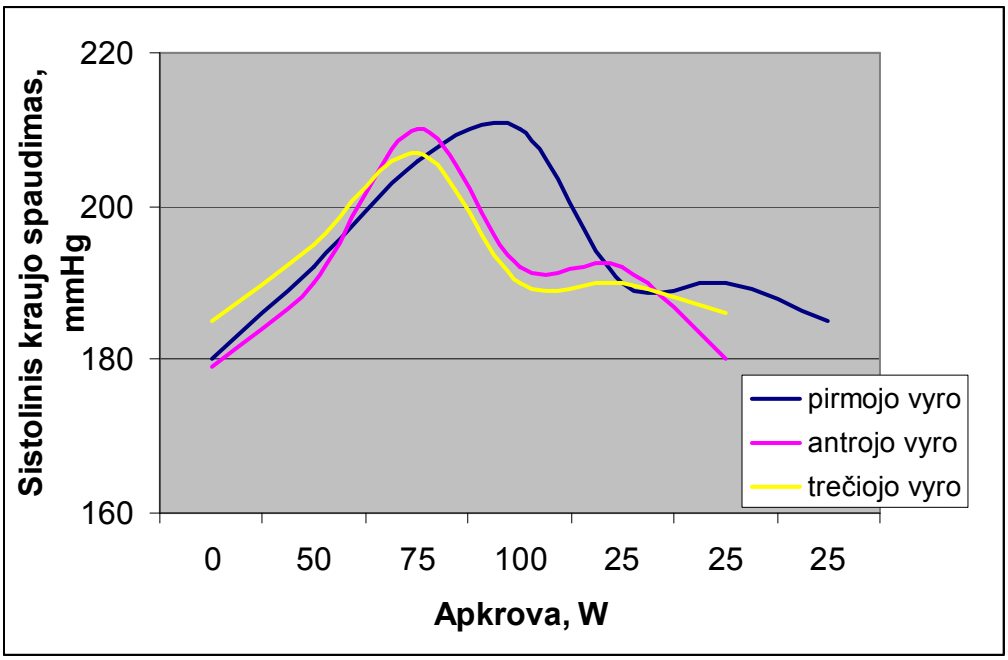
Vertinome šiuos rodiklius: širdies susitraukimų dažnį (ŠSD), sistolinį ir diastolinį kraujo spaudimus, treniruotumo rodiklį – tai pulsas padauginus iš sistolinio kraujo spaudimo, paciento pajėgumą krūvio metu.

60 – 75 m m. tirtų pacientų sistolinio ir diastolinio kraujo spaudimo, ŠSD tyrimo rezultatai pateikti grafiškai (29 pav. – 34 pav.).

60 – 75 m. amžiaus grupės pacientų tyrimo rezultatai

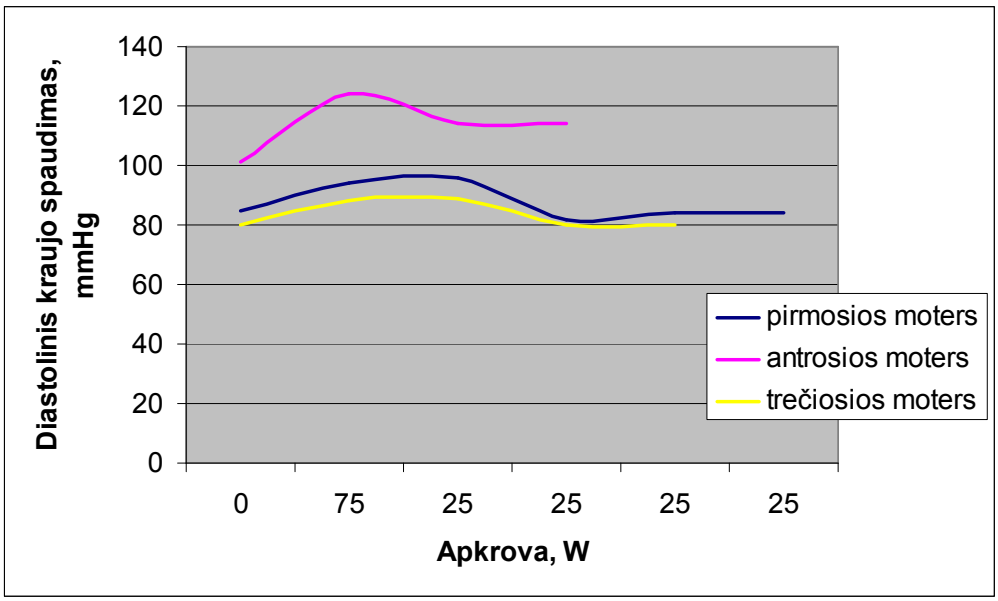


29 pav. Sistolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

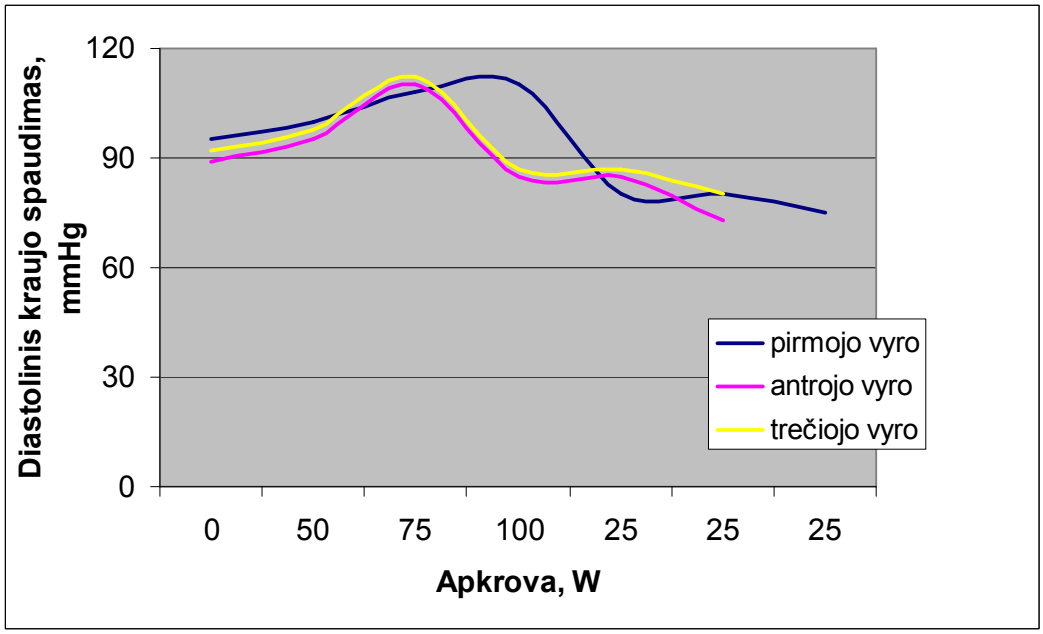


30 pav. Sistolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Vyrų sistolinis kraujo spaudimas kito labiau, palyginus su moterų, tai rodo, kad didesnis sistolinio kraujo spaudimo didėjimas, palyginus su diastoliniu, byloja apie hipertenzinį AKS.

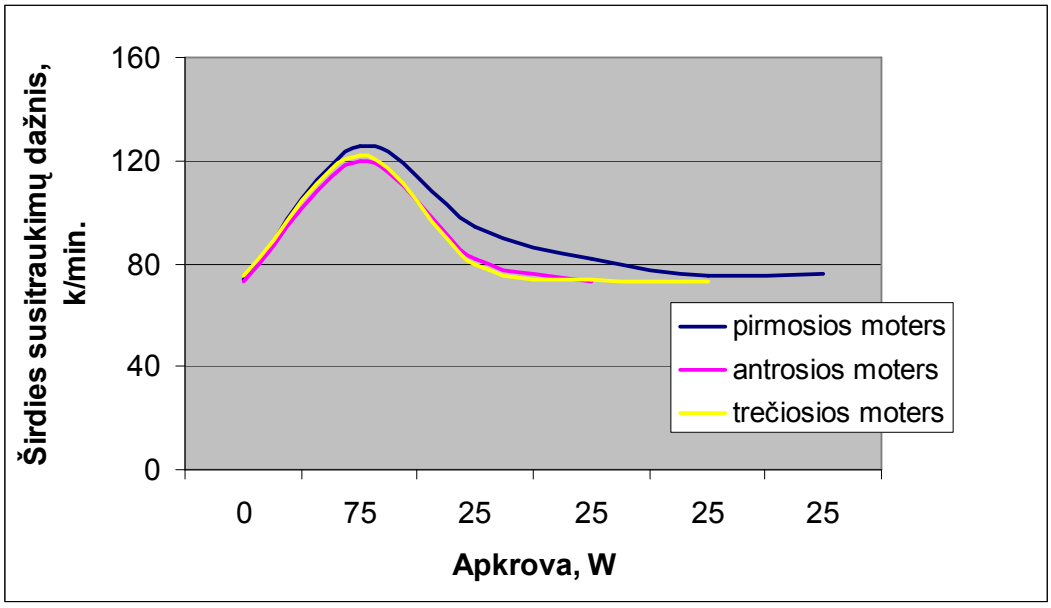


31 pav. Diastolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu

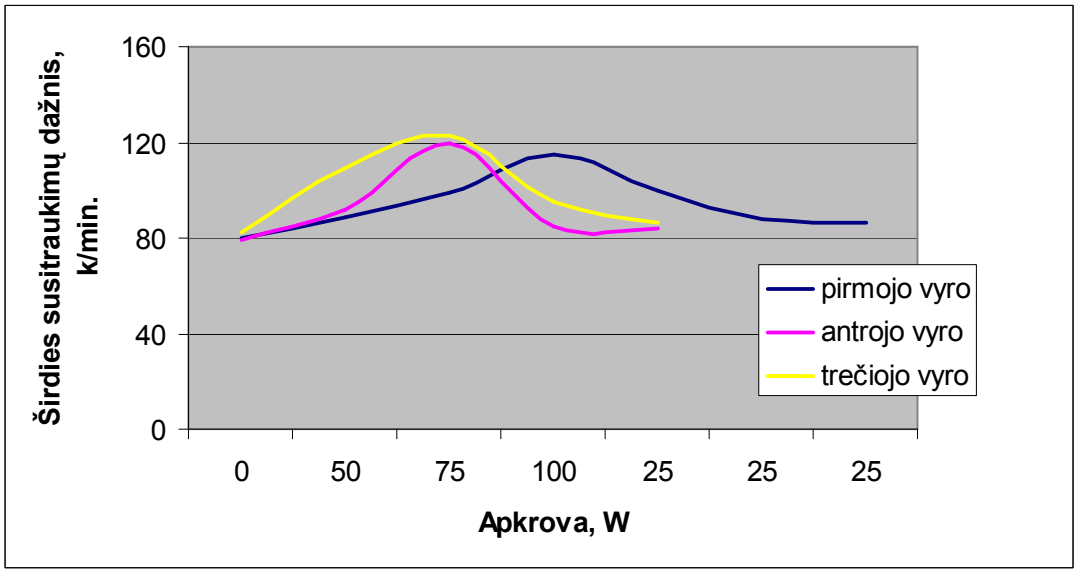


32 pav. Diastolinio AKS kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

Didėjant fiziniam krūviui, diastolinis kraujospūdis tolygiai kilo tiek vyrų, tiek moterų. Šios diastolinio kraujospūdžio kitimo tendencijos, atliekant veloergometrinį mėginį, užfiksuotos visų tiriamų pacientų metu. Diastolinis AKS jauniems ir sveikiems žmonėms mažėja krūvio metu. Vyresniems nekinta arba mažėja, jei kyla, byloja apie hipertoninę ligą.



33 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 60 – 75 m. tirtoms moterims veloergometrinio tyrimo metu



34 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas 60 – 75 m. tirtiems vyrams veloergometrinio tyrimo metu

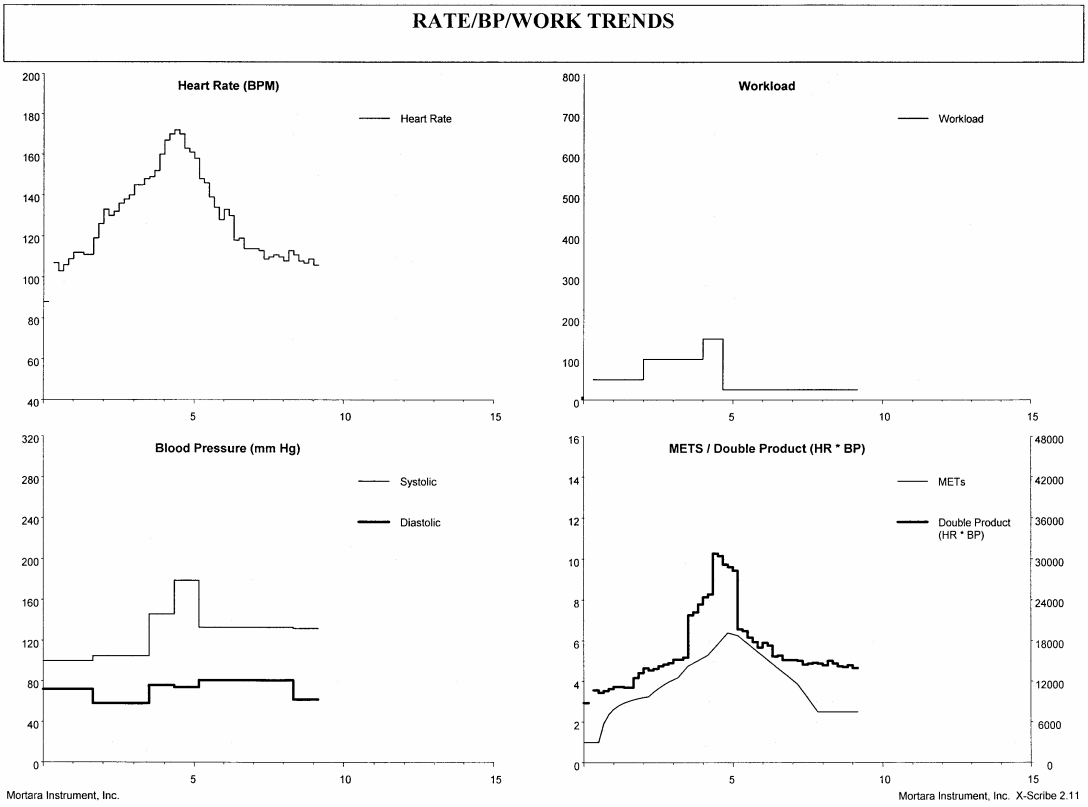
Išvada. Palyginus pacientų tyrimo rezultatus, matoma, kad didėjant fiziniam krūviui, mažėja parasimpatinės sistemos aktyvumas, o širdies susitraukimų dažnis didėja, toks susitraukimų dažnio kitimas užfiksuotas tiek vyrams, tiek moterims. Moterys pasiekė maksimalų krūvį 75 W, vyrai - 100 W. Tai priklausė nuo sveikatos, fizinio pajėgumo, treniruotumo. Didžiausias ŠSD užfiksuotas kiekvienam pacientui didžiausios apkrovos 50 W, 75 W ar 100 W metu, priklausomai kokį krūvį kiekvienas pasiekė. Sistolinis spaudimas kilo ženkliau nei diastolinis. Kai kuriems tai bylojo apie hipertenzinį arterinį kraujo

spaudimą. Sistolinio kraujospūdžio padidėjimas rodo stiprų širdies raumens susitraukimą ir didelę kraujo išstūmimo jėgą. Poilsio metu po krūvio registruotos pavienės priešširdinės ekstrasistolės (priešlaikiniai ŠSD susitraukimai). Kai kurie pacientai skundėsi skausmais širdies plote. Ritmo sutrikimų nepastebėta. Po krūvio pastebėtas saikingas kojų nuovargis, saikingas oro trūkumas.

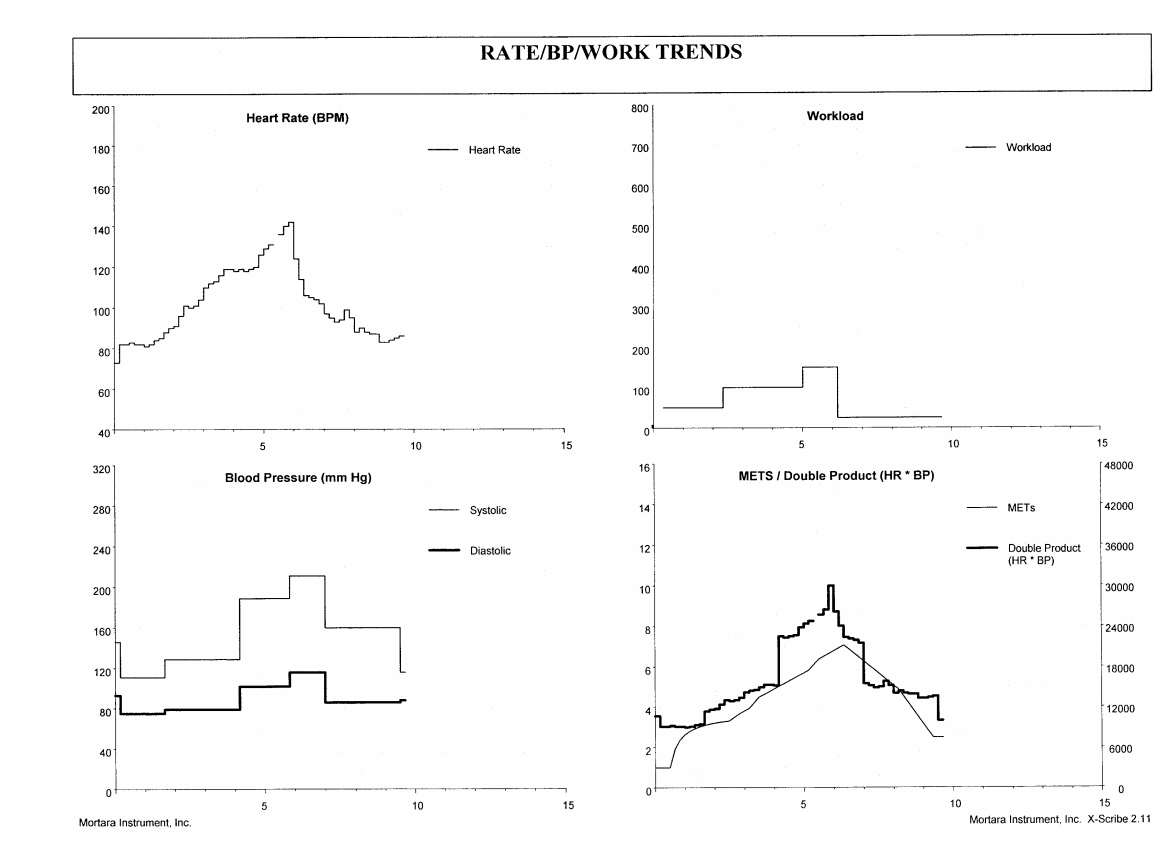
5. EKSPERIMENTINIO TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ. IŠVADOS

Širdis – tai didžiausias organizmo raumuo, pumpuojantis kraują ir aprūpinantis organizmą energinėmis medžiagomis. Kraujas pasiekia visus organus ir audinius ir taip užtikrina žmogaus medžiagų apykaitą ir gyvybingumą. Širdies susitraukimas vadinamas sistole, o jos atsipalaidavimas diastole. Sistolės ir diastolės trukmė priklauso nuo širdies susitraukimų dažnio. Sistolinis kraujo spaudimas – tai kai spaudimas pasiekia aukščiausią per visą širdies ciklą reikšmė. Diastolinis kraujo spaudimas – tai kai spaudimas pasiekia žemiausią per visą širdies ciklą reikšmę [15].

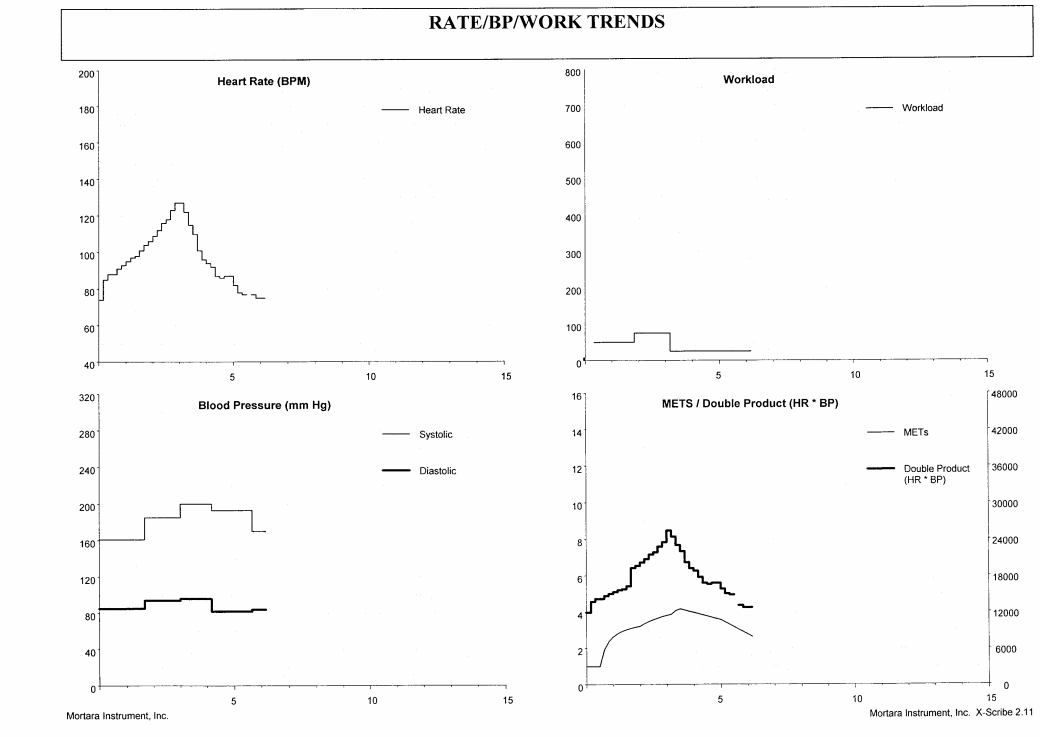
Pacientams minant veloergometrą, kompiuterinė programa registravo parametrus, taip pat jų pasikeitimus. Pateikiami tiriamųjų parodymų rezultatai, kuriuose pavaizduotos kaip paciento skirtingose amžiaus grupėse, kinta širdies susitraukimų dažnis, sistolinis ir diastolinis kraujo spaudimai, metabolinis ekvivalentas, treniruotumo rodiklis per tam tikrą laiką per kurį pasiekiamos parametrų didžiausios reikšmės (35 pav. – 37 pav.).



35 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 30 – 45 m. amžiaus paciento



36 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 45 – 60 m. amžiaus paciento



37 pav. Širdies susitraukimų dažnio, kraujo spaudimo, apkrovos, metabolinio ekvivalento ir treniruotumo rodiklių diagramos 60 – 75 m. amžiaus paciento

Remdamiesi tyrimo metu gautais duomenų parodymais, nustatyti sistolinio AKS, širdies susitraukimų dažnio greičių pokyčiai, priklausomai nuo amžiaus ir apkrovos. Ištyrta kaip greitai didėja sistolinio kraujo spaudimo kreivės veikiant vienodai apkrovai 100 W, priklausomai nuo laiko. Apkrovimo metu parametrus skaičiavome pagal formulę:

$$\Delta V_{apkrovimo} = \frac{\Delta H}{\Delta t}. \quad (5)$$

Parametrų greičius atsistatymo metu skaičiavome pagal formulę:

$$\Delta V_{atsistatymo} = \frac{\Delta H}{\Delta t}; \quad (6)$$

čia ΔH – sistolinio kraujo spaudimo pokytis, mmHg.

Δt – laiko pokytis, min.

Ištirti širdies susitraukimų dažnio greičių pokyčiai, veikiant vienodai 100 W apkrovai kiekvienoje amžiaus grupėje, priklausomai nuo laiko. Apkrovimo metu parametrus skaičiuoti pagal formulę:

$$\Delta S_{apkrovimo} = \frac{\Delta p}{\Delta t}. \quad (7)$$

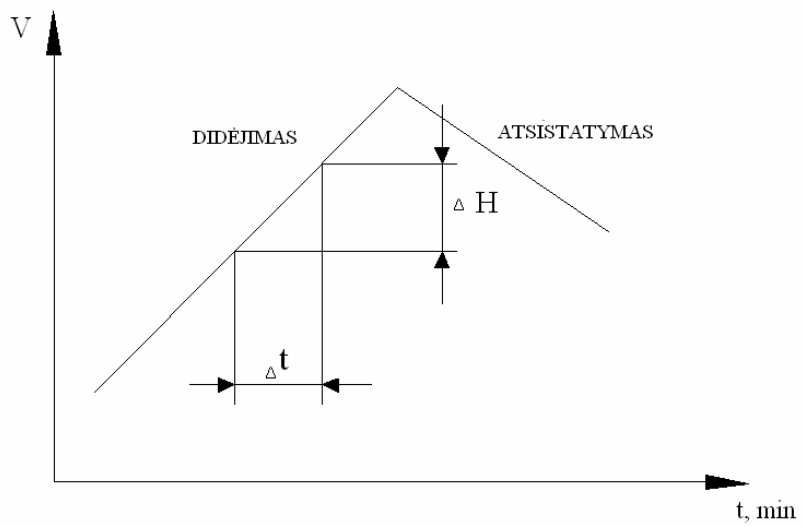
Ištirta, kaip greitai atsistato žmogaus kardiologiniai parametrai veikiant vienodai 25 W apkrovai kiekvienoje amžiaus grupėje. Parametrus atsistatymo metu skaičiavome pagal formulę:

$$\Delta S_{atsistatymo} = \frac{\Delta p}{\Delta t}; \quad (8)$$

čia Δp – širdies susitraukimų dažnio pokytis k/min.

Δt – laiko pokytis, min.

Greičių pokyčių skaičiavimo schema pateikta 38 pav.



38 pav. Greičių pokyčių skaičiavimo schema

Pacientų greičių kreivių didėjimo skaičiavimo rezultatai pateikiami lentelėse (1 – 6).

1 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu

Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	46	1,5	31
2.	40	1,0	40
3.	37	1,2	31
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	26	1,7	15
2.	23	1,4	16
3.	22	1,6	14

2 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu

Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	62	1,5	41
2.	66	1,6	41
3.	65	1,5	43
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	22	0,9	24
2.	25	1,0	25
3.	25	1,2	21

3 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu

Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	23	1,3	18
2.	28	1,0	28
3.	25	1,1	23
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	43	2,2	20
2.	42	2,0	21
3.	41	1,9	22

4 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai apkrovimo metu

Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	64	0,4	140
2.	58	0,5	126
3.	64	0,6	100
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	40	0,5	108
2.	46	0,4	148
3.	43	0,4	138

5 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu

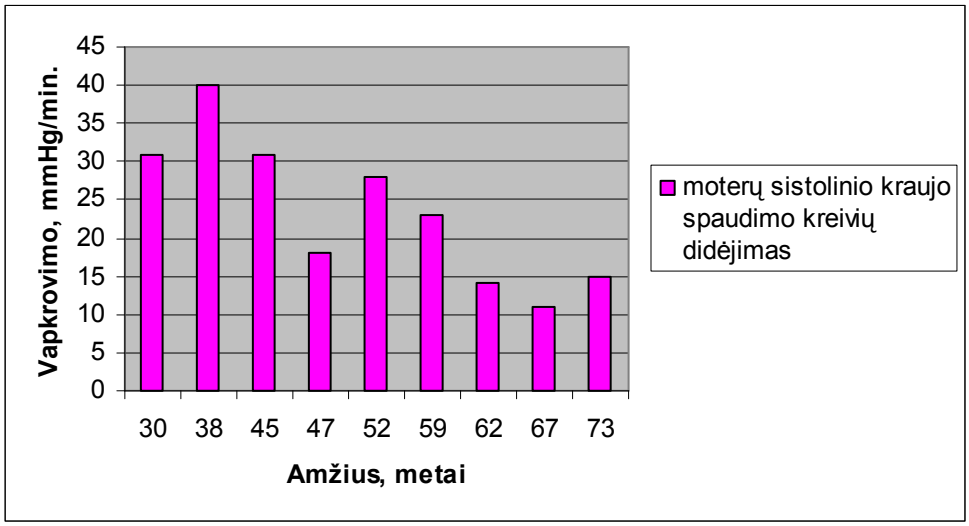
Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	24	1,7	14
2.	16	1,5	11
3.	19	1,3	15
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	30	2,0	15
2.	31	2,2	14
3.	22	2,3	10

6 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai apkrovimo metu

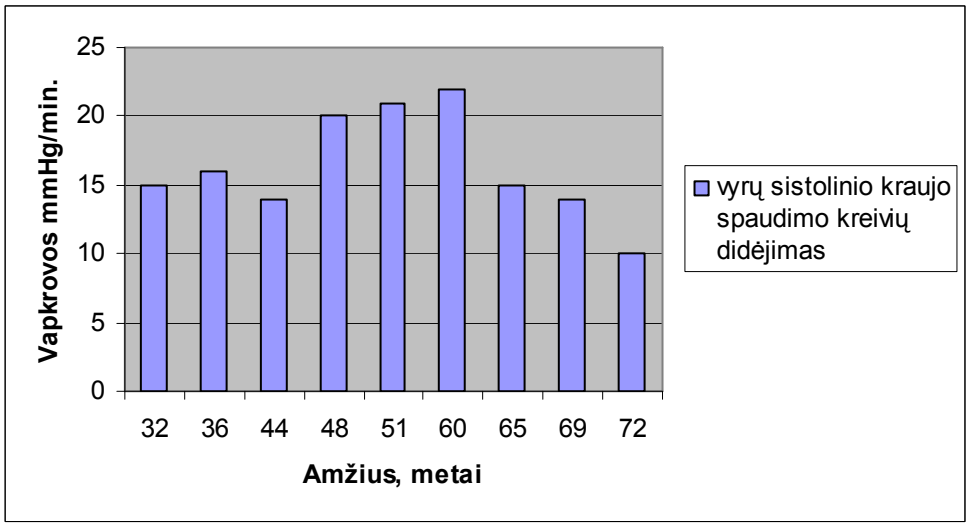
Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	52	0,3	173
2.	47	0,3	157
3.	47	0,2	235
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	35	0,5	70
2.	41	0,4	102
3.	41	0,5	82

Išanalizuosiu ištirtų moterų ir vyrų pagrindinių kardiologinių parametrų pasikeitimus, tai sistolinio kraujo spaudimo ir ŠSD, priklausomai nuo amžiaus. Dėl neadekvataus diastolinio AKS kitimo krūvio metu, kreivės grafiškai neanalizuotos.

Sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimai, priklausomai nuo amžiaus tiek moterų, tiek vyrų pavaizduoti grafiškai (39 pav., 40 pav.).



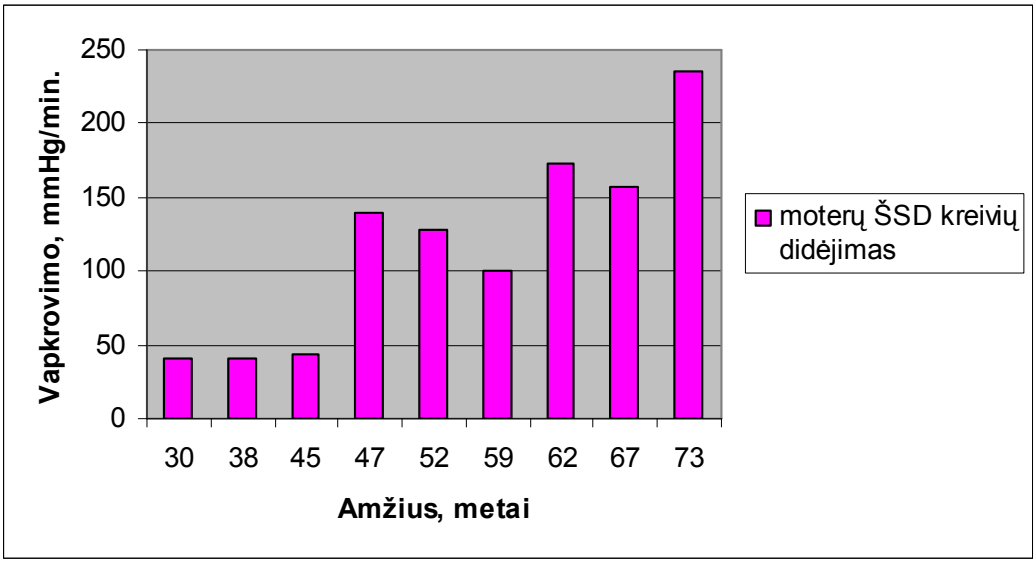
39 pav. Moterų sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimas



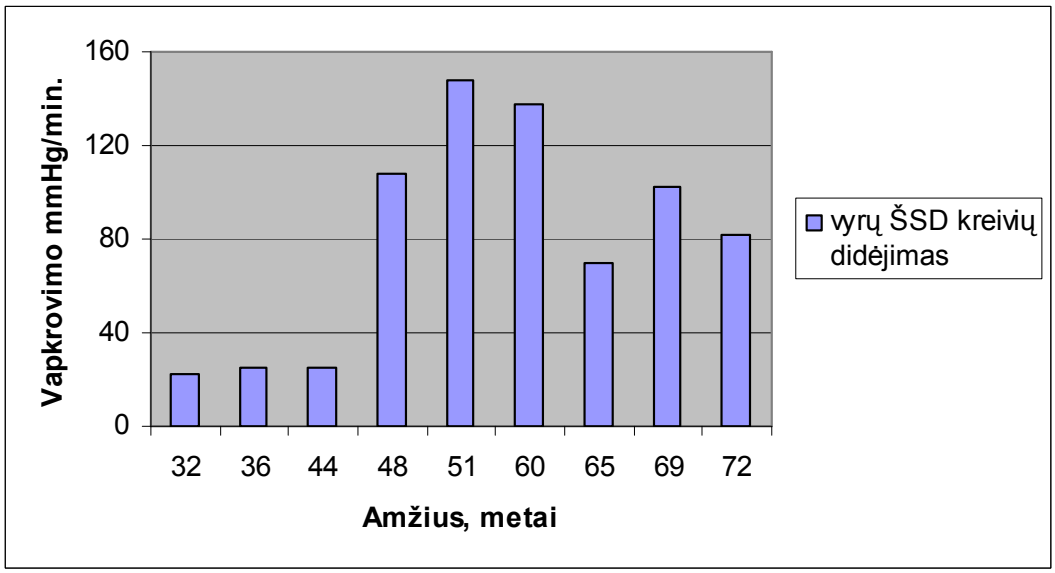
40 pav. Vyrų sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimas

Išvada. Sistolinio kraujo spaudimo kreivių didėjimas priklausomai nuo amžiaus tiek moterų, tiek vyrų kilo nevienodai, moterų amžiaus grupėje greičiausiai kilo 30 – 45 m., lėčiausiai kilo 60 – 75 m. amžiaus grupėje. O vyrų grupėje kilo netolygiai, daugiausia kilo 45 – 60 m. amžiaus grupės.

Širdies susitraukimo dažnio greičių kreivių didėjimai, priklausomai nuo amžiaus tiek moterų, tiek vyrų pavaizduoti grafiškai (41 pav., 42 pav.).



41 pav. Moterų širdies susitraukimo dažnių kreivių didėjimas



42 pav. Vyrų širdies susitraukimo dažnių kreivių didėjimas

Išvada. Širdies susitraukimo dažnio kreivės didėjo priklausomai nuo amžiaus, tiek moterų, tiek vyrų kilo skirtingai. Moterų grupėje SŠD kreivės greičiausiai kilo 60 – 75 m. moterų, vyrų grupėje kilo labiausiai 45 – 60 m. amžiaus grupėje. Tai rodo dažną ŠSD, veikiant apkrovai.

Pacientų parametrų jėgų atsistatymo metu greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai pateikti lentelėse (7 – 12).

7 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu

Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	14	4	3,5
2.	10	3,7	2,7
3.	7	3,2	2,1
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	18	3,5	5,1
2.	15	3,3	4,5
3.	15	3,8	3,9

8 lentelė. Moterų ir vyrų 30 – 45 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu

Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	44	4	11
2.	46	4,2	10,9
3.	46	4,3	10,7
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	11	2,3	4,8
2.	14	2,7	5,2
3.	16	2,8	5,7

9 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu

Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	14	3,4	4,11
2.	14	3,5	4,0
3.	12	3,2	3,8
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	29	2,9	10
2.	24	3,0	8
3.	30	2,8	10,7

10 lentelė. Moterų ir vyrų 45 – 60 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu

Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	64	4,1	15,6
2.	58	4,3	13,5
3.	64	4,0	16
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	40	3,5	11,4
2.	46	3,8	12,1
3.	43	3,9	11,0

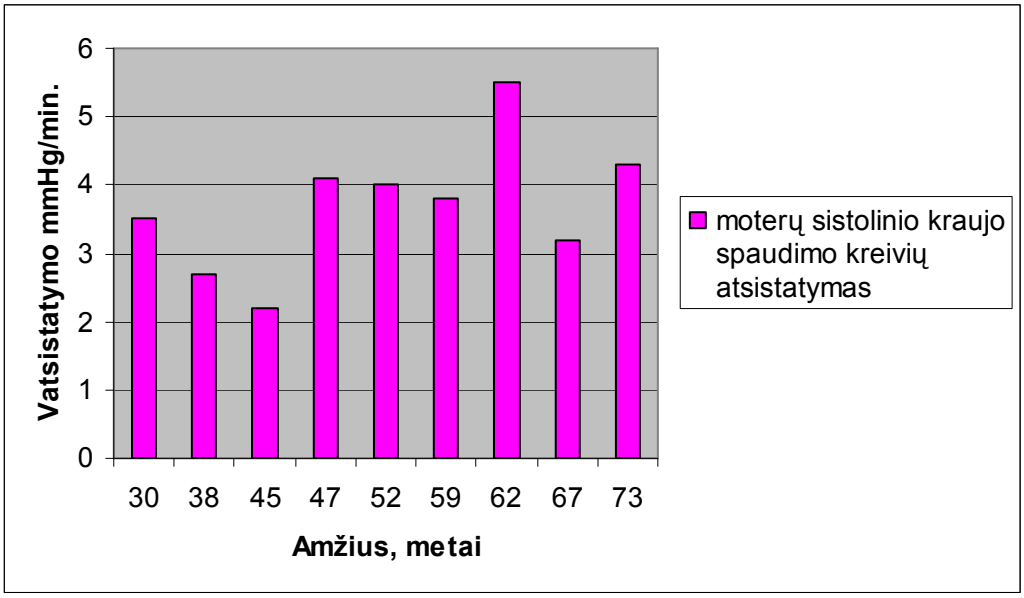
11 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių skaičiavimo rezultatai atsistatymo metu

Moteris	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	15	2,7	5,5
2.	8	2,5	3,2
3.	10	2,3	4,3
Vyras	ΔH, mmHg	Δt, min.	$\Delta V_{ap,}$mmHg/min.
1.	25	3,0	8,3
2.	30	2,8	10,7
3.	21	2,6	8,1

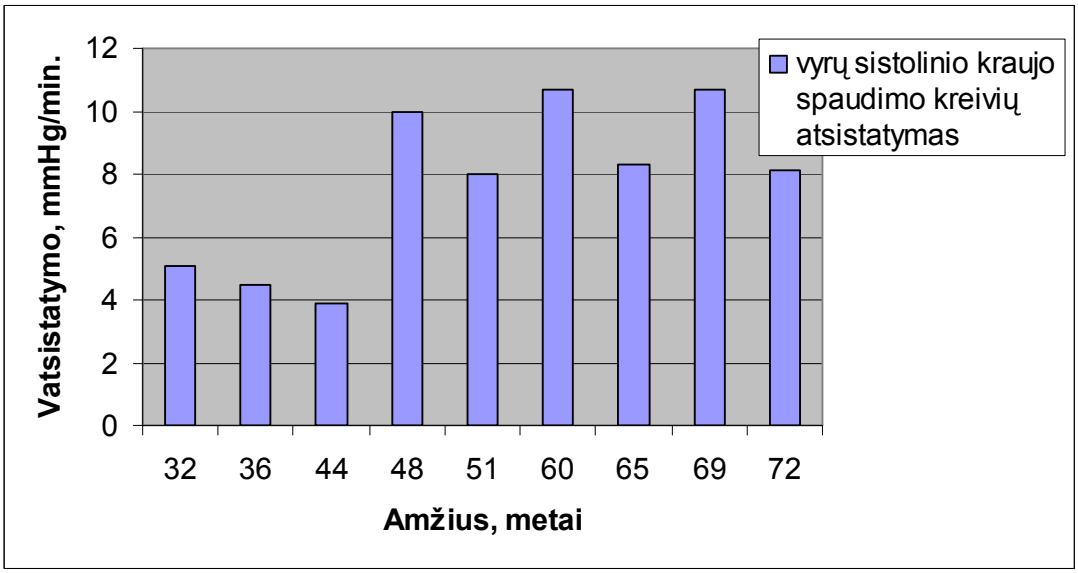
12 lentelė. Moterų ir vyrų 60 – 75 m. amžiaus grupės greičių pokyčių rezultatai atsistatymo metu

Moteris	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	50	2,7	18,5
2.	47	3,0	15,6
3.	49	2,9	16,9
Vyras	Δp, mmHg	Δt, min.	$\Delta S_{ap,}$mmHg/min.
1.	36	2,5	14,4
2.	37	2,1	1736
3.	29	2,0	14,5

Sistolinio kraujo spaudimo greičių kreivių atsistatymas jėgų atgavimo metu, priklausomai nuo amžiaus tiek moterų, tiek vyrų pavaizduoti grafiškai (43 pav., 44 pav.).



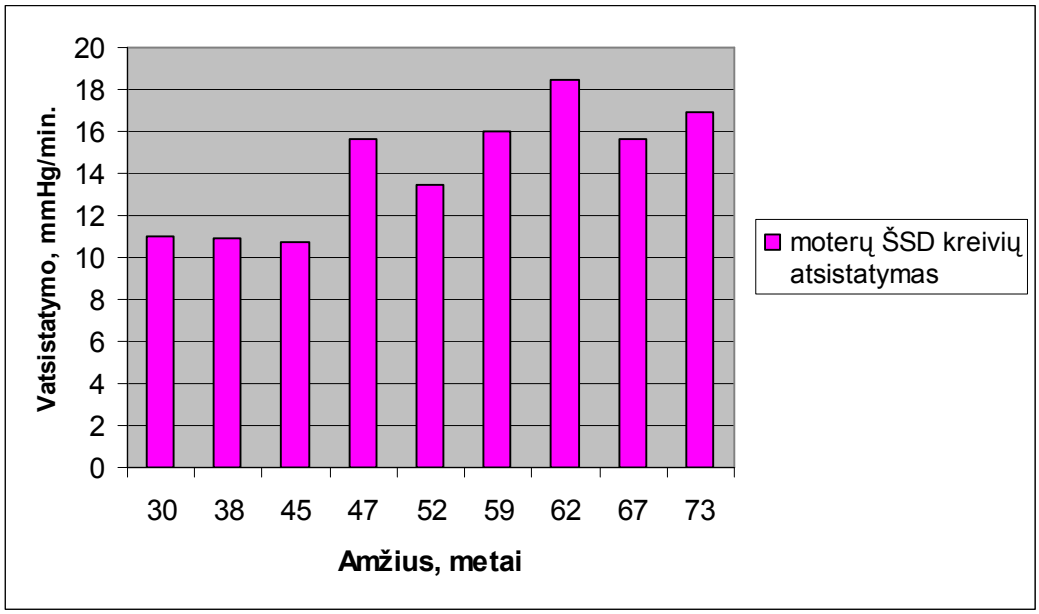
43 pav. Moterų sistolinio kraujo spaudimo kreivių kitimas atsistatymo metu



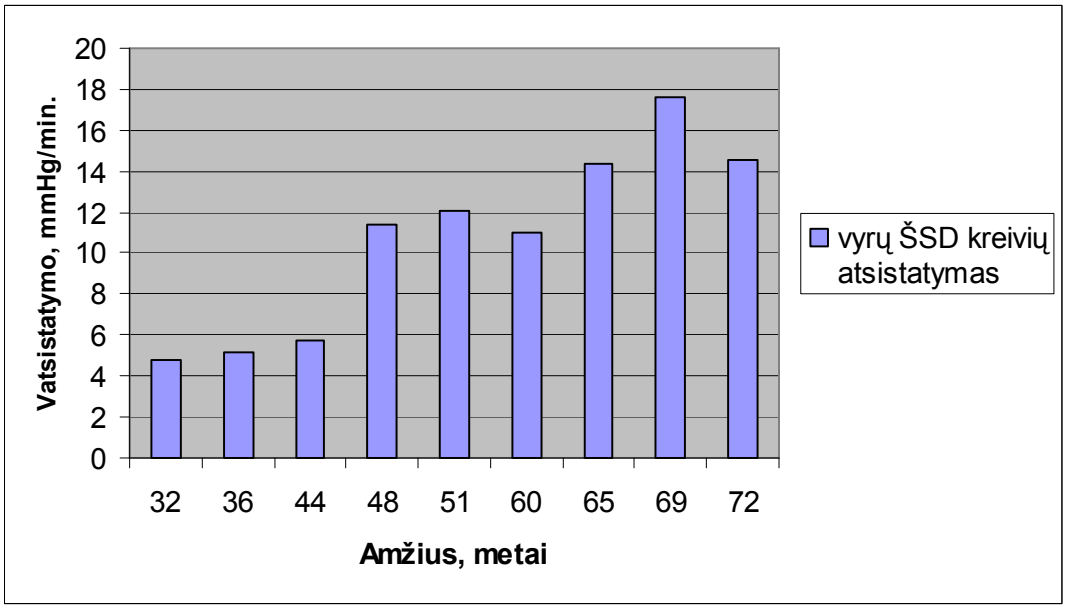
44 pav. Vyrų sistolinio kraujo spaudimo kreivių kitimas atsistatymo metu

Išvada. Sistolinio kraujo spaudimo parodymų kreivės jėgų atgavimo metu greičiausiai atsistatė 30 – 45 m. moterims ir vyrams, treniruotiems ypač greitai atsistato. Lėčiausiai atsistato 60 – 75 m. amžiaus grupėje tiek vyrų, tiek moterų, nes vyresnio amžiaus žmonių sistolinis AKS būna aukštesnis, todėl ir atsistato ne taip greitai kaip jaunesnių.

Širdies susitraukimo dažnio kreivių atsistatymai, priklausomai nuo amžiaus tiek moterų, tiek vyrų pavaizduoti grafiškai (45 pav., 46 pav.).



45 pav. Moterų širdies susitraukimo dažnių kreivių kitimas atsistatymo metu



46 pav. Vyrų širdies susitraukimo dažnių kreivių kitimas atsistatymo metu

Kardiologinių rodiklių greičių tyrimo rezultatai jėgų atsistatymo metu pateikti 13 lentelėje.

13 lentelė. Kardiologinių rodiklių greičių pokyčių atsistatymo trukmės tyrimo rezultatai

Faktoriai	Amžiaus grupės, metais			Eilutės vid. arit. reikšmė $\overline{a}_{\bullet j}$	Standartinės nuokrypos $\sigma_{\bullet j}$
	30 – 45 m.	45 – 60 m.	60 – 75 m.		
1. Moterys	2,77	3,97	4,33	3,69	0,47
2. Vyrai	4,5	9,57	9,03	7,7	1,61
Stulpelių vid. aritmetinė reikšmė $\overline{a}_{i\bullet}$	3,64	6,77	6,68	5,7 $a_{\bullet\bullet}$	1,03
Standartinės nuokrypos $\sigma_{i\bullet}$	0,5	1,62	1,36	1,16	_

Išvada. ŠSD parodymų kreivių atsistatymas jėgų atgavimo tiek vyrų, tiek moterų diagramose yra tolygiai vienodas. Greičiausiai atsistato 30 – 45 m. pacientų pulsas, lėčiausiai 60 – 75 m. žmonių.

IŠVADOS

Laipsniškai didėjant fiziniam krūviui, diastolinis kraujospūdis tolygiai kito nevienodai tiek vyrų, tiek moterų. Šios diastolinio kraujospūdžio kitimo tendencijos, atliekant veloergometrinį mėginį, užfiksuotos visų tyrimų metu, todėl didėjimo ir atsistatymo kreivių kitimų neanalizavome grafiškai.

Didžiausias ŠSD ir arterinis kraujo spaudimas užfiksuotas kiekvienam pacientui atlikus jam priklausantį maksimalų krūvį, kuris nustatomas atsižvelgiant į paciento lytį, amžių, persirgtas ligas.

Nagrinėjant ŠSD, kraujo spaudimo rodiklius nustatyta, jog kiekvienoje amžiaus grupėje kreivės kilo ir atsistatė skirtingai. Greičiausiai atsistatė 30 – 45 m. amžiaus asmenų, lėčiausiai 60 – 75 m. Greičiausiai didėjo 60 – 75 m. tiriamųjų, mažiausiai 30 – 45 m. Pateikus tokius apibendrinimus, galima daryti tokias išvadas:

1. Atlikus tyrimus pastebėta, kad vyrai ir moterys pasiekė individualiai kiekvienoje amžiaus grupėje atitinkamą maksimalų krūvį, tai priklausė nuo amžiaus, lyties, fizinio pajėgumo ir treniruotumo, nuo sveikatos. Jaunesnės moterys ir jaunesni vyrai buvo pajėgesni, nei vyresnieji.
2. Priklausomai nuo amžiaus jaunesnieji pacientai pasiekė didesnį fizinį krūvį, jų kardiologiniai parametrai skyrėsi nuo vyresniųjų. Didėjant fiziniam krūviui, diastolinis AKS tolygiai kilo tiek vyrų, tiek moterų. Diastolinis AKS jauniems ir sveikiems žmonėms mažėjo krūvio metu. Vyresniems nekito arba mažėjo, kylantis bylojo apie hipertoninę ligą.
3. ŠSD kraujo spaudimo rodmenų kitimas krūvio metu padeda diferencijuoti sveikus ir ligonius.
4. Fizinis pajėgumas rodo žmogaus treniruotumo laipsnį, kuo mažesnį krūvį atlieka, tuo jo treniruotumas mažesnis.
5. Nustatyti vieni iš papildomų greičių pokyčių rodikliai ΔV ir ΔS, kurie leidžia giliau analizuoti amžiaus ir apkrovos įtaką žmogui.

LITERATŪRA

1. BLOZNELIENĖ K.L., SAMĖNIENĖ J. Sergančiųjų ūminiais išeminės širdies ligos sindromais ankstyvieji fizinio krūvio mėginiai. Kaunas, 2002. 24 p.
2. DANILEVIČIUS J., GONESTAS E. Matavimai ir testų teorija. Lietuvos kūno kultūros akademija, 2001.
3. EMELJANOVAS A., VENSKAITYTĖ E., DANUSEVIČIŪTĖ L., PODERYS J. Reguliarių sportinių žaidimų ir ciklinių sporto šakų pratimų poveikis 11 – 14 metų berniukų raumenų bei širdies ir kraujagyslių sistemoms//Ugdymas, kūno kultūra, sportas. Nr. 3 (62) 2006. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 04 – 19] <http://www.lkka.lt.
4. Elektriniai miokardo reiškiniai. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007-04-15] < http://www.ff.vu.lt/studentams/tekstai/fizika_medicinos_ir_gamtos_mokslu_studentams.doc
5. Mokslinio praktinio seminaro BIOMDLORE´01(2), įvykusio Vilniuje 2001 m. balandžio 5 d., medžiaga. Vilnius: Technika, 2001. 104 p.
6. Mortara Instrument X-Scribe Stress exercise testing system, user manual, version 2. Wisconsin, USA, 2005. 153 p.
7. Programinė įranga X – Scribe. Naudojimo instrukcija. Vilnius, 2006. 52 p.
8. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 05 – 01] <http://kardiologas-grinius.w3.lt/tyrimai_1.htm
9. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 04 – 19] <http://lt.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiografija
10. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 0 4 – 19] < www.inter-medi-concept-europe.de/cms/front_co...
11. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 03 – 22] < www.inter-medi-concept-europe.de.
12. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 –04 – 19] < www.medicine.lt/biomedicina/2001/nr_2/md.html.
13. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 03 – 22] < http://www.kettler.net/articles/index.html
14. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007-05-15] <www.thenapa2.org/publications/report2005/sweden.pdf
15. Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007-04-01] <www.gadi.gf.vu.lt/bio/Zmogaus_Fiziol/SIRDIS.doc
16. VALAVIČIUS V. Matematinis modeliavimas ir eksperimentų planavimas. Vilnius: Technika, 2006. 127 p.
17. VIDUGIRIS A., LASIENĖ I., ŠIMKŪNIENĖ G., Veloergometrija. Vilnius, 1990. 133 p.
18. VITARTAITĖ A., VAINORAS A., SEDEKERSKIENĖ V., PODERYS J. Sveikatingumo aerobikos pratybų poveikis 30–40 metų moterų širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniams

rodikliams. Eksperimentiniai tyrimai//Medicina. Kaunas, 2004. Nr. 40 (5). Prieiga per internetą: [žiūrėta 2007 – 03 – 06] < http://www.medicine.lt/straipsnis

19. Vyresnio ir pagyvenusio amžiaus žmonių ligų diagnostika bei gydymas. Vilnius: UAB Dalios dizainas, 2005. 126 p.
20. ŽEMAITYTĖ D. Širdies ritmo autonominis reguliavimas: mechanizmai, vertinimas, klinikinė reikšmė. Palanga, 1997. 326 p.

PRIEDAI

SUMMARY TABLE

ST measurement based on J+60ms

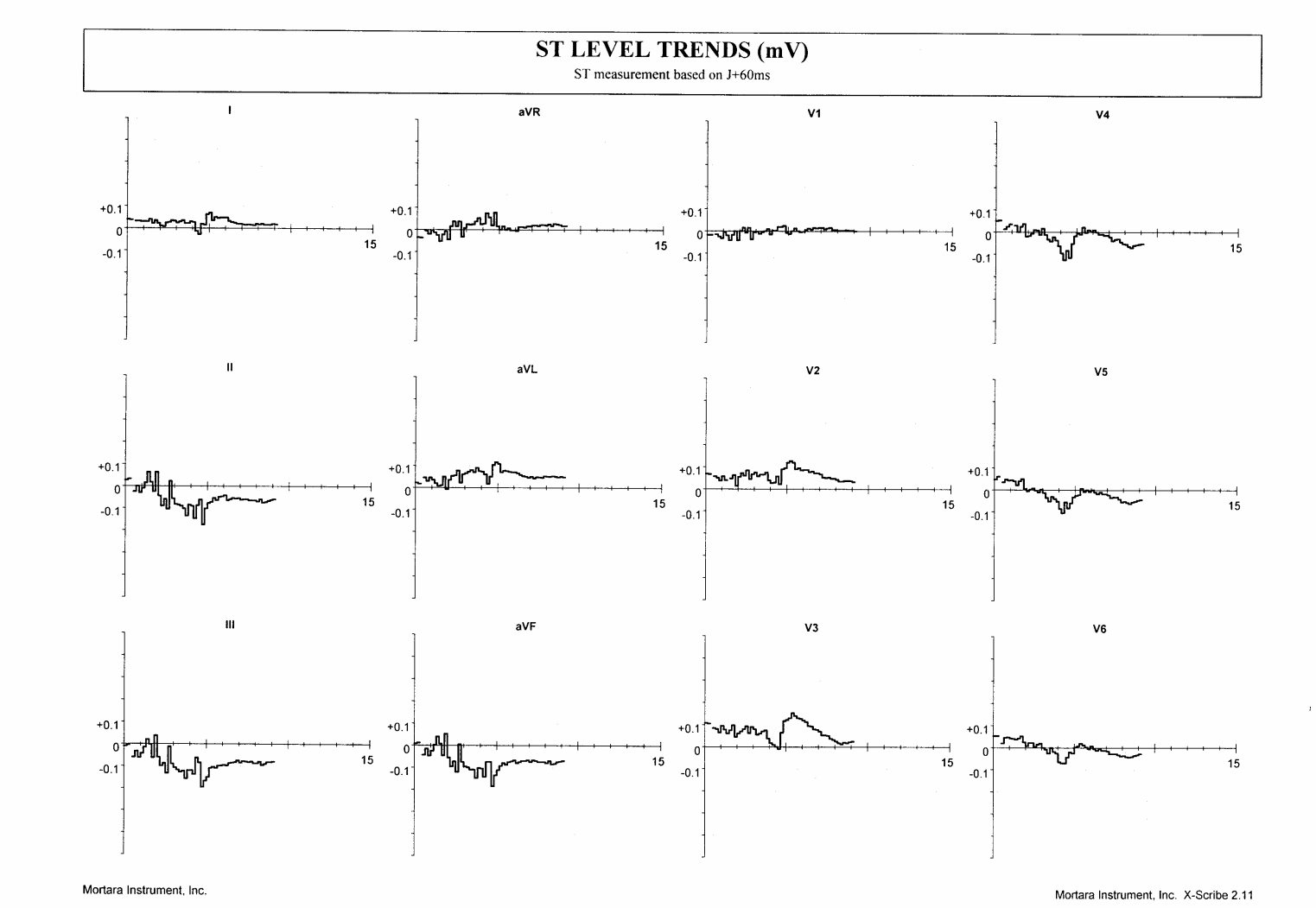
STAGE SUMMARY

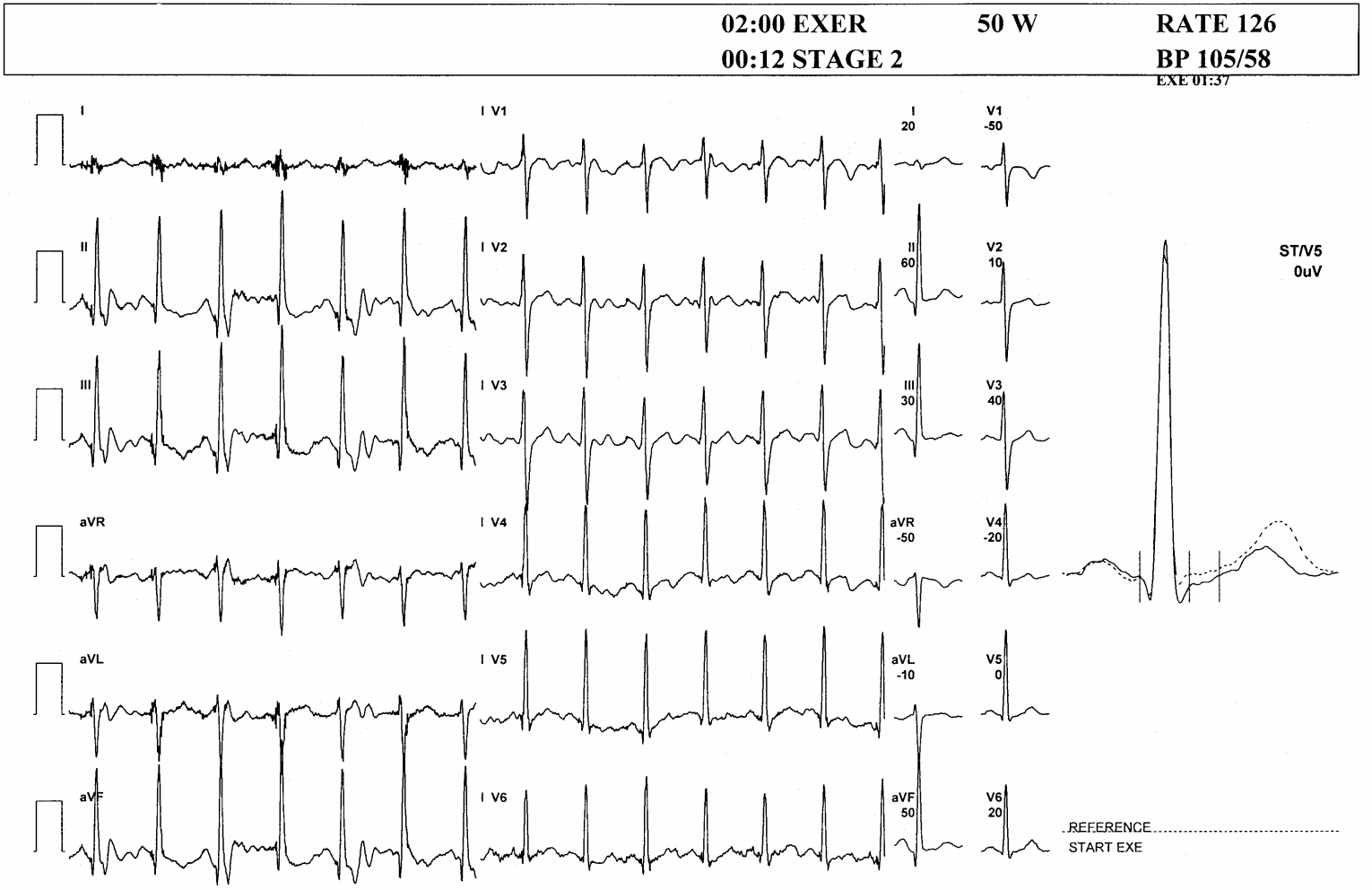
								ST LEVEL (uV)									
		Workload (W)	HR (BPM)	BP (mm Hg)	METs	HR*BP	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
START EXE	EXE 00:00		88	100/72	1.0	8200	40	20	-10	-40	20	0	-20	70	100	50	40	50
STAGE 1	EXE 01:48	50	117	105/58	3.2	11445	30	-30	-70	-10	50	-50	0	60	90	30	50	50
STAGE 2	EXE 03:45	100	150	146/76	5.1	21608	20	-140	-160	50	90	-150	10	70	70	-40	-40	-20
PEAK EXE	EXE 04:26	150	171	179/74	6.1	30430	-30	-90	-70	50	10	-80	20	50	0	-90	-60	-70
RECOVERY	REC 01:04	25	139	133/81	5.4	21413	40	-70	-110	0	70	-90	0	90	140	-10	-10	10
RECOVERY	REC 02:04	25	119	133/81	4.2	21413	20	-60	-90	10	50	-70	10	80	90	-10	-10	-10
RECOVERY	REC 03:04	25	110	133/81	2.5	21413	10	-70	-90	20	40	-80	10	50	50	-30	-40	-30
RECOVERY	REC 04:04	25	108	132/62	2.5	14124	10	-80	-90	20	50	-90	0	30	20	-60	-60	-40
END REC	REC 04:45	25	106	132/62	2.5	14124	20	-60	-80	10	40	-70	-10	40	20	-50	-40	-30

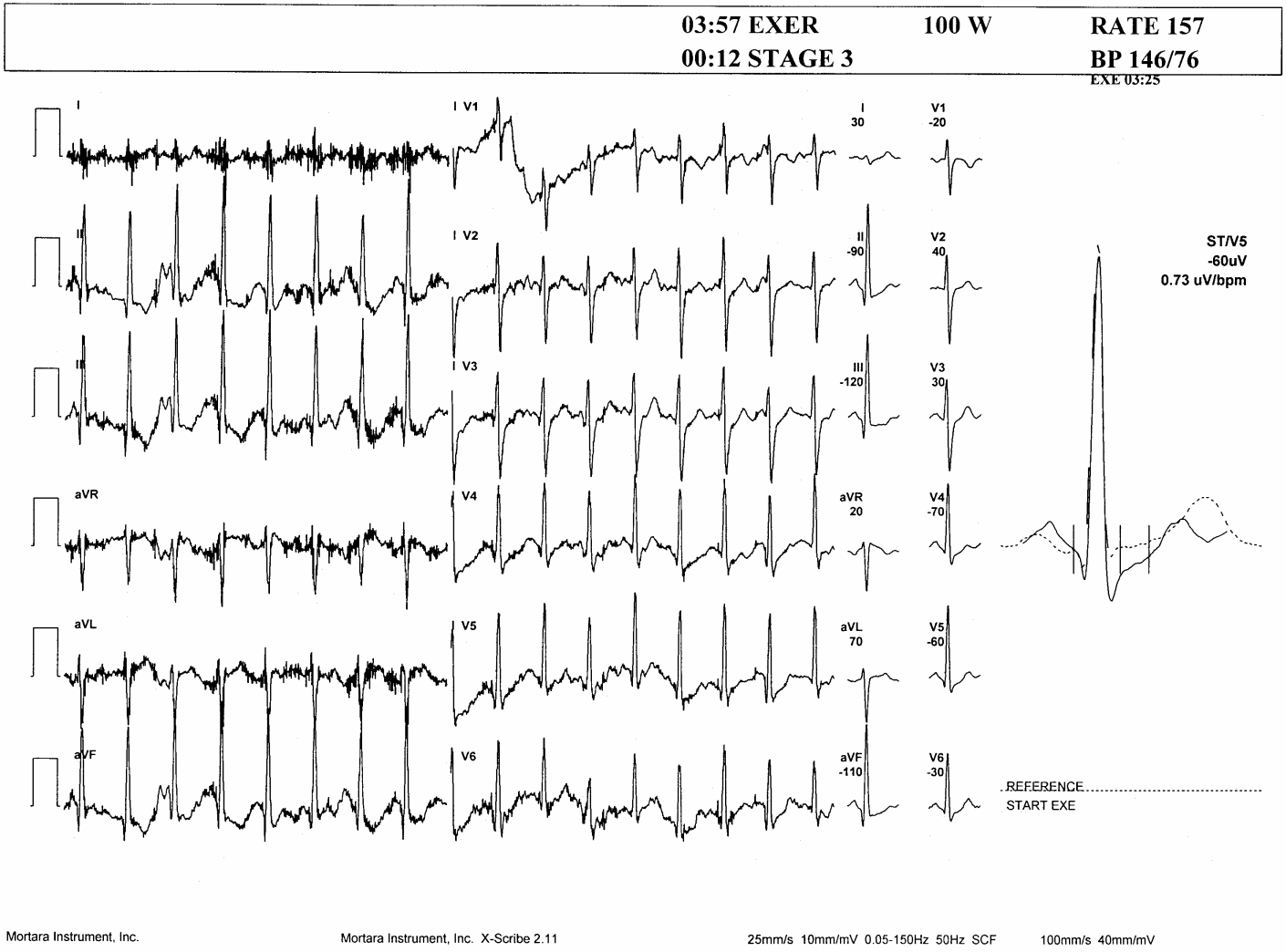
MINUTE SUMMARY

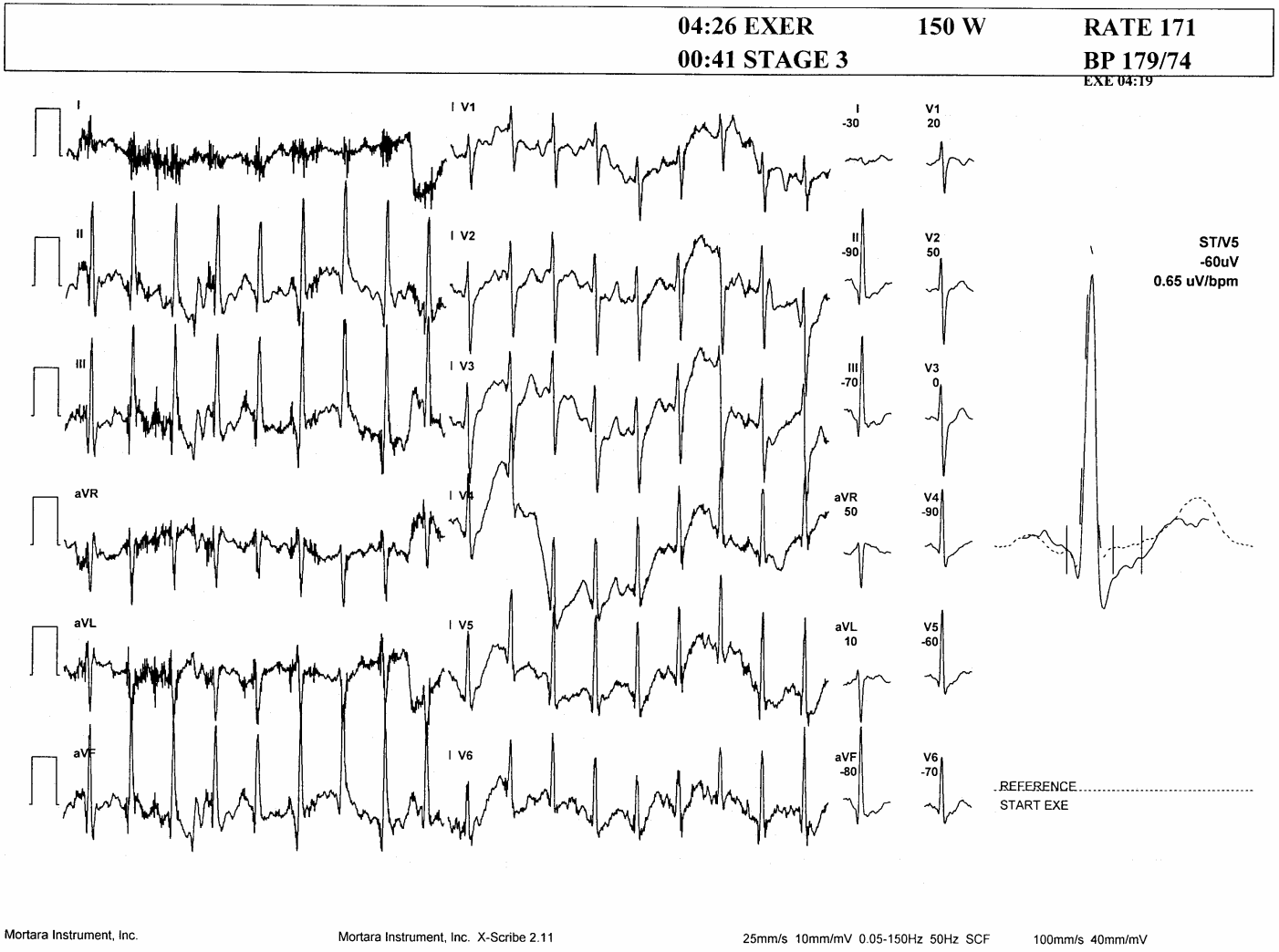
								ST LEVEL (uV)									
	Workload (W)	HR (BPM)	BP (mm Hg)	METs	HR*BP	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
EXE 00:00		88	100/72	1.0	8200	40	20	-10	-40	20	0	-20	70	100	50	40	50
EXE 01:00	50	112	100/72	2.9	8200	30	-10	-50	-20	30	-30	-10	50	90		40	40
EXE 02:00	100	133	105/58	3.4	11445	10	-50	-60	10	30	-60	0	50	60	-20	-10	0
EXE 03:00	100	145	105/58	4.4	11445	20	-90	-110	20	60	-100	-10	70	80	-20	-20	0
EXE 04:00	150	167	146/76	5.5	21608	20	-90	-120	20	70	-110	0	20	10	-100	-90	-70
REC 00:34	25	158	179/74	6.0	30430	70	-80	-150	0	100	-120	-20	120	120	-10	-30	0
REC 01:34	25	133	133/81	4.8	21413	40	-50	-100	-10	70	-70	0	80	120	10	0	0
REC 02:34	25	114	133/81	3.5	21413	10	-70	-90	20	50	-80	10	60	70	-30	-30	-20
REC 03:34	25	108	133/81	2.5	21413	10	-70	-90	20	50	-80	0	40	20	-60	-60	-40
REC 04:34	25	106	132/62	2.5	14124	10	-60	-80	10	40	-70	0	30	20	-60	-50	-30
REC 04:45	25	106	132/62	2.5	14124	20	-60	-80	10	40	-70	-10	40	20	-50	-40	-30

ST segmento kitimas **2 priedas**




02:00 EXER
50 W
RATE 126
00:12 STAGE 2
BP 105/58
EXE 01:37
I
II
III
aVR
aVL
aVF
I V1
I V2
I V3
I V4
I V5
I V6
I
20
II
60
III
30
aVR
-50
aVL
-10
aVF
50
V1
-50
V2
10
V3
40
V4
-20
V5
0
V6
20
ST/V5
0uV
REFERENCE
START EXE
Mortara Instrument, Inc.
Mortara Instrument, Inc. X-Scribe 2.11
25mm/s 10mm/mV 0.05-150Hz 50Hz SCF
100mm/s 40mm/mV


03:57 EXER
100 W
RATE 157
00:12 STAGE 3
BP 146/76
EXE 03:25
I
II
III
aVR
aVL
aVF
V1
V2
V3
V4
V5
V6
I 30
II -90
III -120
aVR 20
aVL 70
aVF -110
V1 -20
V2 40
V3 30
V4 -70
V5 -60
V6 -30
ST/V5
-60uV
0.73 uV/bpm
REFERENCE
START EXE
Mortara Instrument, Inc.
Mortara Instrument, Inc. X-Scribe 2.11
25mm/s 10mm/mV 0.05-150Hz 50Hz SCF
100mm/s 40mm/mV


04:26 EXER
150 W
RATE 171
00:41 STAGE 3
BP 179/74
EXE 04:19
I
II
III
aVR
aVL
aVF
I V1
I V2
I V3
I V4
I V5
I V6
I -30
II -90
III -70
aVR 50
aVL 10
aVF -80
V1 20
V2 50
V3 0
V4 -90
V5 -60
V6 -70
ST/V5
-60uV
0.65 uV/bpm
REFERENCE
START EXE
Mortara Instrument, Inc.
Mortara Instrument, Inc. X-Scribe 2.11
25mm/s 10mm/mV 0.05-150Hz 50Hz SCF
100mm/s 40mm/mV

10-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2007 m. balandžio 19-20 d., medžiaga

KARDIOLOGINIŲ RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖS NUO ŽMOGAUS AMŽIAUS IR APKROVOS TYRIMAS

Rimantė Razgaitytė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Anotacija

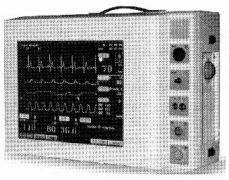
Darbo eigoje išaiškinti prietaisų konstrukcijų bei šiuolaikinės kompiuterizuotos kardiovaskulinių parametrų sistemos taikymas. Ištirti žmogaus širdį veikiantys kardiologiniai parametrai. Išnagrinėti faktoriai, kurie įtakoja širdies darbą. Nustatyta jų įtaką žmogaus būsenai priklausomai nuo amžiaus ir apkrovos.

Įvadas

XX a. Viduryje Lietuvoje medicininė elektroninė aparatūra buvo skirta vieno ar dviejų parametrų matavimui, turėjo nenormalizuotus įėjimo ir išėjimo parametrus, todėl nebuvo galimybės esamą aparatūrą tiesiogiai panaudoti sinchroniniam daugelio organizmo funkcijų parametrų matavimui ir tyrimui. Dabartinė šiuolaikinė kardiovaskulinių parametrų tyrimo aparatūra įgalina tirti ir nustatyti pagrindinius kardiovaskulinius parametrus, juos lemiančius faktorius, jų įtaką žmogaus būsenai. Todėl atliekama daug mokslinių eksperimentinių tyrimų, kuriais stengiamasi nustatyti kokie faktoriai ir parametrai įtakoja žmogaus širdies darbą [2]. Straipsnyje aptarsiu žmogaus širdį veikiančius kardiologinius parametrus, juos lemiančius faktorius, nustatysiu kokią įtaką daro žmogaus būsenai.

Bendrosios žinios

Kompiuterizuota „Hewland Peckard“ greito Furjė Pakeitimo sistema, leidžianti apdoroti kardiovaskulinių parametrų duomenis, skirta širdies ritmo bei kraujotakos sutrikimams analizuoti bei funkcinio testavimo duomenims vertinti, yra svarbi klinikinėje praktikoje, tiek mokslinėje veikoje, nagrinėjant kraujotakos reguliavimo mechanizmus, kiek kasdienėje praktikoje, tiek gerantologijoje, tiek sporto medicinoje, darbo higienos ir kitose srityse. Nuo įprastų monitoravimo sistemų ji skiriasi tuo, kad tiriami parametrai registruojami betarpiškai tuo pačiu tiriamajam atliekant fizinį krūvį, susijusi su konkrečiais testais, bet turi vieningą struktūrą ir yra paprasta naudoti.



1 pav. Kompiuterizuota „Hewlwnd Peckard“ greito Furjė pakeitimo sistema

Atliekant tyrimus ši kompiuterizuota sistema turi būti sujungta su veloergometru HELLIGE dynavit Meditronic 40 tam, kad tiriamasis galėtų atlikti tam tikrą krūvį.



2 pav. Veloergometro HELLIGE dynavit Meditronic 40 schema

Šia sistema yra žymiai geriau vertinti žmogaus kardiovaskulinius parametrus fizinio krūvio metu nei anksčiau sukurta ir naudota aparatūra.

Pakitimai kardiovaskulinėje sistemoje apkrovos metu

Fiziniai pratimai - labai stiprus dirgiklis, veikiantis į visus organizmo sandaros lygius; subląstelinį, ląstelių, audinių, organų, sistemų. Organizmo adaptavimasis fiziniams pratimams, susijusiems su žmogaus sveikatos stiprinimu bei saugojimu, gyvenimo kokybės gerinimu – tai nuolatinė mokslinių tyrinėjimų sritis. Yra pakankamai daug moksliškai pagrįstų įrodymų, patvirtinančių, kad dėl reguliarių fizinių pratimų vykstantys pokyčiai ne tik didina organizmo funkcines galimybes, bet ir mažina įvairių ligų riziką. Kardiovaskulinėje sistemoje fizinių pratimų poveikyje atsiranda ir funkciniai, ir morfologiniai pakitimai. Pakinta širdies dydis. Treniruotų žmonių širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) fizinio krūvio metu padidėja žymiai mažiau, negu netreniruotų. Kraujo kiekis (ST), kurį širdis išmeta vieno susitraukimo metu vertinamas pagal Kubiček 1967 m:

$$ST = K \times q \times \frac{L}{Z} \times Ad \times Ts, \qquad (1)$$

čia K – koeficientas, priklausantis nuo aparato charakteristikų bei ST, nustatyto tiesioginiais metodais (apie 0,8-1,0),

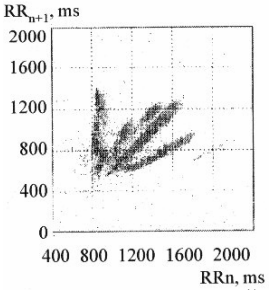
q – kraujo varža (norma 135-150 Ω/cm),

L – atstumas tarp elektrodų (cm),

Z – bazinė varža (Ω),

Ad – Z/t maksimali amplitudė (Ω/s),

Ts – sistolės laikas (s).

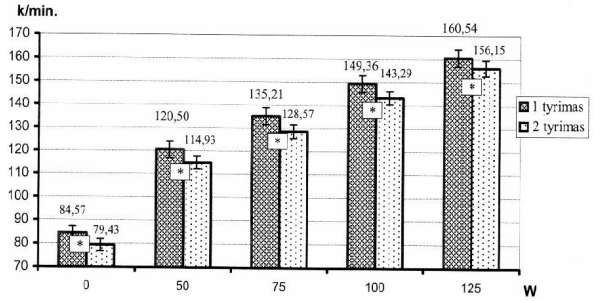


3 pav. Poincare diagrama. Tiriamojo ŠSD kitimo ribos

Matome specifinį peteliškės vaizdą, tai reiškia, kad tiriamojo ŠSD yra sinusinis (centrinė elipsoidė) ir tam tikru laiku pasireiškia ekstrasistolija

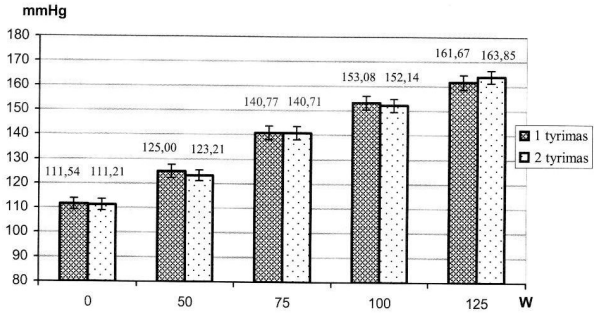
(priešlaikiniai ŠSD susitraukimai). Todėl galima teigti, kad tiriamojo fizinis pajėgumas yra silpnas ir serga koronarine liga. Didinant fizines apkrovas, kardiovaskuliniai parametrai kito netolygiai, t.y. jie buvo mažesni nei ramybės bei atstatomajame perioduose [2], [1].

Pakitimai 30-40 metų moterų kardiovaskulinėje sistemoje



4 pav. Širdies susitraukimo dažnio rodmenų kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu

Palyginus abiejų tyrimų širdies susitraukimų dažnio rodmenis ramybės būsenoje, nustatytas statistiškai patikimas $p<0,05$ šio rodmens sumažėjimas. Didėjant fiziniam krūviui, mažėja parasimpatinės sistemos aktyvumas, o širdies susitraukimų dažnis didėja. Toks širdies susitraukimų kitimas užfiksuotas tiek pirmojo tiek antrojo tyrimo metu.



5 pav. Sistolinio kraujospūdžio kitimas veloergometrinio funkcinio mėginio metu

Moterų, kurios užsiima sveikatingumo aerobika, pirmojo tyrimo metu sistolinis kraujospūdis buvo 111,54 mmHg sistolinis kraujospūdis kilo didėjant funkcinio krūvio galingumui, pasiekus maksimalų galingumą 125 W, sistolinis kraujospūdis buvo 161,67 mmHg. Pakartotinio tyrimo duomenimis, tiriamų moterų sistolinio kraujospūdžio reikšmės tiek ramybės būsenoje, tiek ir visų funkcinio mėginio pakopų metu buvo nežymiai mažesnės negu iki pradedant fizinius pratimus [3].

Apibendrinimas

1. Faktoriai, kurie įtakoja širdies darbą tai – amžius, fizinis krūvis, treniruotumas yra pagrindiniai kardiologinių lėmėjai.
2. Dėl reguliarių fizinių pratimų vykstantys pokyčiai didina organizmo funkcines galimybes, kartu mažina įvairių ligų riziką.
3. Ištirti ir apibūdinti žmogaus širdį veikiantys pagrindiniai kardiologiniai parametrai. Nustatytas fizinio ir funkcinio pajėgumo padidėjimas, psichologinės būsenos pagerėjimas.
4. Nustatyta, kad tiek tos pačios amžiaus grupės, tiek skirtingų amžiaus grupių, širdies ritmo charakteristikos gali labai skirtis.

Literatūra

1. ŽEMAITYTĖ D. *Širdies ritmo autonominis reguliavimas: mechanizmai, vertinimas, klinikinė reikšmė*. Palanga, 1997. 326 p.
2. Mokslinio praktinio seminaro BIOMDLORE'01 (2) *Biomechanika, dirbtiniai organai, lokomocija, ortopedija, reabilitacija*, įvykusio Vilniuje 2001 m. balandžio 5 d., medžiaga. Vilnius, „Technika" 2001 m.
3. VITARTAITĖ A., VAINORAS A., SEDERSKIENĖ V., PODERYS J. *Eksperimentinis tyrimas Sveikatingumo aerobikos pratybų poveikis 30-40 metų moterų širdies ir kraujagyslių rodikliams* Kauno medicinos universitetas, Lietuvos kūno kultūros akademija Straipsnis, Medicina (kaunas), 2004, 40 (5).

Research of dependence human cardiovascular parameters upon human purchasing power and age

R. Razgaitytė

Summary

Application of instruments constructions and new computerised analysis system of cardiovascular parameters during work course. There were research cardiovascular parameters which depend of human heart. There were explore factors, which are depends of work of heart. There were research human condition dependence of human age and physical purchasing power.