



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
BIOMECHANIKOS KATEDRA

Dainius Taraškevičius

KŪNO KOMPOZICIJOS NUSTATYMO METODŲ ANALIZĖ IR RYŠIO TARP
KŪNO SUDETIES IR FIZINIO PAJĖGUMO TYRIMAS

**ANALYSIS OF BODY COMPOSITION DETERMINATION TECHNIQUES
AND RESEARCH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY
COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS**

Baigiamasis magistro darbas

Biomechanikos studijų programa, valstybinis kodas 621H15001

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2015

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
BIOMECHANIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Julius Griškevičius

(Vardas, pavardė)

20150602

(Data)

Dainius Taraškevičius

KŪNO KOMPOZICIJOS NUSTATYMO METODŲ ANALIZĖ IR RYŠIO TARP
KŪNO SUDĖTIES IR FIZINIO PAJĖGUMO TYRIMAS

**ANALYSIS OF BODY COMPOSITION DETERMINATION TECHNIQUES
AND RESEARCH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY
COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS**

Baigiamasis magistro darbas

Biomechanikos studijų programa, valstybinis kodas 621H15001

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Andžela Šešok

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

dr. Aušra Žemienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2015

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
BIOMECHANIKOS KATEDRA

Bendrosios inžinerijos studijų kryptis

Biomechanikos studijų programa, valstybinis kodas 621H15001

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Julius Griškevičius

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

2014-12-19 Nr. 5

Vilnius

Studentui (ei)

Dainius Taraškevičius

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo (projekto) tema:

***Kūno kompozicijos nustatymo metodų analizė ir ryšio tarp kūno
sudėties ir fizinio pajėgumo tyrimas***

patvirtinta 2013 m. lapkričio 19 d. dekanų potvarkiu Nr. 282 me

Baigiamojo darbo (projekto) užbaigimo terminas 2015 m. gegužės 31 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Išnagrinėti mokslo literatūrą, susijusią su kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo matavimo metodais. Pateikti atliktos mokslo darbų analizės apibendrinimą ir tyrimų pagrindimą. Sudaryti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo eksperimentinio tyrimo metodiką, parinkti tiriamuosius, juos suskirstyti į grupes. Atlikti eksperimentinius bandymus. Naudojant skirtingus metodus ir testus gauti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrus. Nustatyti ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo. Apdoroti tyrimo rezultatus ir pateikti grafiškai. Padaryti pranešimą jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“. Pateikti išvadas apie kūno kompozicijos komponentų ir fizinio pajėgumo ryšį.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai: *Gintaras Jonaitis*

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

(Parašas)

doc. dr. Andžela Šešok

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Mechanikos fakultetas
Biomechanikos katedra

ISBN
Egz. sk.
Data-.....-..... ISSN

Antrosios pakopos studijų **Biomechanikos** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Kūno kompozicijos nustatymo metodų analizė ir ryšio tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo tyrimas**

Autorius **Dainius Taraškevičius**

Vadovas **doc. dr. Andžela Šešok**

Kalba:
lietuvių

Anotacija

Baigiamojo magistrinio darbo tikslas yra nustatyti ryšį tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo. Išanalizuota mokslinė literatūra, kurioje aprašomi kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo nustatymo būdai ir priemonės bei nagrinėjami gauti rezultatai. Sudaryta kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo tyrimo metodika ir eiga. Tyrime dalyvavo trisdešimt žmonių (14 merginų ir 16 vaikų). Nustatyti žmogaus kūno kompozicijai naudojami du metodai, o fiziniam pajėgumui - šeši testai. Atlikta rezultatų analizė ir įvertintas patikimumas, taikant statistinius metodus. Gautas ryšys tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrų. Pateiktos baigiamojo magistrinio darbo išvados. Darbą sudaro trys dalys: teorinė, metodologinė ir tiriamoji analitinė. Darbo apimtis – 82 p. teksto be priedų, 46 iliust., 24 lent., 85 literatūros šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: Fizinis pajėgumas, kūno sudėtis, parametrai, ryšys, testas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Mechanics
Department of Biomechanics

ISBN
Copies No.
Date-.....-..... ISSN

Master Degree Studies **Biomechanics** study programme Master Graduation Thesis

Title **Analysis of Body Composition Determination Techniques and Research
of the Relationship between Body Composition and Physical Fitness**

Author **Dainius Taraškevičius**

Academic
supervisor **Assoc Prof Dr Andžela Šešok**

**Thesis
language:**
Lithuanian

Annotation

The aim of Master degree final work is to determine relationship between body composition and physical fitness. Analysis of scientific literature was made where methods, means and results of body composition and physical fitness were discussed. The measurements techniques and process of body composition and physical fitness was made. Thirty people (14 girls and 16 boys) participated in this research. To estimate body composition there were used two different methods, and for physical fitness – 6 methods. Analysis of results and reliability was made using statistical methods. Received relationship between body composition and physical fitness parameters. Conclusions of final work were made. This final work consists of three parts: theoretical, methodological and analytical research. The volume of the work is 82 pages of text without appendixes, 46 figures, 24 tables and 85 bibliographical entries. Appendixes are added separately.

Keywords: Physical fitness, body composition, parameters, relationship, tests.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2011–2012 m. m.
1 priedas

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Dainius Taraškevičius, 20092766

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Mechanikos fakultetas

(Fakultetas)

Biomechanika, BMfm-13

(Studijų programa, akademinė grupė)

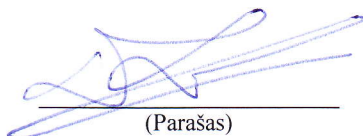
**BAIGIAMOJO DARBO
SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

2015 m. gegužės 6 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Kūno kompozicijos nustatymo metodų analizė ir ryšio tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo tyrimas“ patvirtintas 2013 m. lapkričio 19 d. dekanų potvarkiu Nr. 282me, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: Gintaras Jonaitis. Mano darbo vadovas doc. dr. Andžela Šešok.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.



(Parašas)

Dainius Taraškevičius
(Vardas ir pavardė)

Turinys	
ĮVADAS	11
1. TEORINĖ DALIS	13
1.1. Kūno kompozicijos analizė.....	13
1.2. Kūno kompozicijos analizės metodų palyginimas.....	16
1.3. Fizinio pajėgumo sąvoka ir aprašymas	24
1.4. Fizinio pajėgumo nustatymo metodų analizė	27
1.5. Ryšio tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo analizė	31
1.6. Atliktos analizės apibendrinimas ir tyrimo pagrindimas	32
2. METODOLOGINĖ DALIS	35
2.1. Parametrų matavimo etapai.....	35
2.2. Tiriamųjų parinkimas.....	36
2.3. Kūno kompozicijos matavimo metodikos ir tyrimų eiga.....	36
2.4. Fizinio pajėgumo matavimo metodikos ir tyrimų eiga	39
3. TIRIAMOJI ANALITINĖ DALIS	49
3.1. Vyrų ir moterų kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas	49
3.2. Ryšys tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo	52
3.3. Tiriamųjų rezultatų palyginimas su normomis	66
3.4. Aptarimas.....	72
IŠVADOS.....	75
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	77
PRIEDAI	83

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Penkių lygių kūno kompozicijos modelis	14
1.2 pav. Riebalų kompozicijos kitimas per žmogaus gyvenimo trukmę.....	15
1.3 pav. Neriebalinės masės (BRM) hidratacija per žmogaus gyvenimo trukmę.....	16
1.4 pav. Odos raukšlių slankmatis	16
1.5 pav. Procentinis kūno riebalų ryšys tarp slankmačio ir bioelektrinės varžos analizės moterims (n=45)	17
1.6 pav. Procentinis kūno riebalų ryšys tarp slankmačio ir bioelektrinės varžos analizės vyrams (n=71)	17
1.7 pav. Bioelektrinės varžos analizės principas nustatyti kūno kompoziciją, naudojant fizikines charakteristikas. Cilindrinis modelis skirtas nustatyti ryšį tarp varžos ir geometrijos	18
1.8 pav. Priklausomybė tarp procentinio riebalų kiekio ir amžiaus (vyrų ir moterų)	20
1.9 pav. Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodas	21
1.10 pav. Kompiuterinio tomografo schema.....	22
2.1 pav. Parametrų matavimo etapai	35
2.2 pav. Kūno riebalų procentinės išraiškos lentelė.....	38
2.3 pav. Maksimalaus krūvio nustatymo grafikas.....	41
2.4 pav. Sėstis ir gultis testas	42
2.5 pav. Sėstis ir siekti testas.....	44
2.6 pav. Pusiausvyros testas	45
2.7 pav. Tepingo testas.....	46
2.8 pav. Pradinė pozicija	47
3.1 pav. Ryšys tarp kūno masės indekso ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$).....	54
3.2 pav. Ryšys tarp kūno masės indekso ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$).....	55
3.3 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$).....	55
3.4 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir atsilenkimų skaičiaus vyrams ($n = 16$).....	56
3.5 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$).....	57
3.6 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$).....	57
3.7 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus moterims ($n = 14$).....	58
3.8 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$).....	59

3.9 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	59
3.10 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$)	60
3.11 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir atsilenkimų skaičiaus moterims ($n = 14$)	61
3.12 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	61
3.13 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	62
3.14 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	63
3.15 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir atsilenkimų skaičiaus vyrams ($n = 16$)	63
3.16 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	64
3.17 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir tepingo laiko vyrams ($n = 16$)	65
3.18 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)	65
3.19 pav. Kūno riebalų kiekio (%) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B) ..	66
3.20 pav. Kaulų masės (kg) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	67
3.21 pav. Kūno masės indekso normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	67
3.22 pav. Kūno skysčio (%) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	68
3.23 pav. Maksimalaus deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	69
3.24 pav. Sėstis ir gultis testo (k./30s) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	69
3.25 pav. Sėstis ir siekti testo (cm) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B) ..	70
3.26 pav. Pusiausvyros testo (k./min) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	71
3.27 pav. Tepingo testo (s) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)	71
3.28 pav. Nugaros-kojų-krūtinės dinamometro (%) normų pasiskirstymo diagrama vyrams	72

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. 68 moterų kūno kompozicijos duomenys gauti naudojant bioelektrinės varžos analizės ir kompiuterinio tomografo metodus	19
1.2 lentelė. 62 vyrų kūno kompozicijos duomenys gauti naudojant bioelektrinės varžos analizės ir kompiuterinio tomografo metodus	20
1.3 lentelė. Dažniausiai naudojamą kūno kompozicijos analizės metodų privalumai ir trūkumai (Thibault <i>et al.</i> 2011: 261–267).....	23
1.4 lentelė. Fizinio pajėgumo nustatymo parametrai.	27
2.1 lentelė. Moterų kaulų masės vidurkis.....	38
2.2 lentelė. Vyrų kaulų masės vidurkis	38
2.3 lentelė. Pageidaujamas ŠSD atskirose krūvio pakopose	40
2.4 lentelė. Krūvio parinkimas atliekant trijų pakopų veloergometro testą	40
2.5 lentelė. Maksimalios deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normos vyrams	41
2.6 lentelė. Maksimalios deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normos moterims.....	42
2.7 lentelė. Sėstis ir gultis (k./30 s) testo rezultatų vertinimas moterims	43
2.8 lentelė. Sėstis ir gultis (k./30 s) testo rezultatų vertinimas vyrams	43
2.9 lentelė. Sėstis ir siekti (cm) rezultatų vertinimas moterims	44
2.10 lentelė. Sėstis ir siekti (cm) rezultatų vertinimas vyrams	44
2.11 lentelė. Pusiausvyros testo (k./min) rezultatų vertinimas moterims	45
2.12 lentelė. Pusiausvyros testo (k./min) rezultatų vertinimas vyrams.....	45
2.13 lentelė. Tepingo testo rezultatų vertinimas moterims	46
2.14 lentelė. Tepingo testo rezultatų vertinimas vyrams.....	47
3.1 lentelė. Moterų kūno kompozicijos rodikliai	49
3.2 lentelė. Vyrų kūno kompozicijos rodikliai.....	50
3.3 lentelė. Moterų fizinio pajėgumo rodikliai.....	51
3.4 lentelė. Vyrų fizinio pajėgumo rodikliai	51
3.5 lentelė. Koreliacijos koeficientas (r) tarp moterų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių	52
3.6 lentelė. Koreliacijos koeficientas (r) tarp vyrų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių.....	53

IVADAS

Tiriamoji problema. Kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas žmogaus gyvenime yra svarbūs veiksniai, kurie lemia kūno sudėjimą, sveikatos bei emocinę būklę. Esant antsvoriui, nutukimui ir mažam fiziniam pajėgumui, žmogaus gyvenimo kokybė tampa bloga. Siekiant išlaikyti gerą kūno sudėjimą bei būti fiziškai aktyviam, žmogus privalo sveikai maitintis ir palaikyti fiziškai aktyvų gyvenimą, t. y. daug sportuoti. Taip pat pasakytina, kad kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas yra tarpusavyje susiję. Egzistuoja daugybė matavimo metodų ir testų, kurie nustato kokie komponentai ir kiek procentų sudaro žmogaus kūną, bei koks yra žmogaus fizinio pajėgumo lygis. Šiems metodams keliami keli reikalavimai: 1) metodas turi būti paprastas atlikti; 2) gauti duomenys turi būti tikslūs ir lengvai suprantami; 3) matavimo metodai negali būti invaziniai; 4) prieinamumas plačiai visuomenei. Nustačius ir išmatavus kūno kompoziciją bei fizinį pajėgumą ir ryšį tarp jų, galima pateikti įvairių pasiūlymų, kaip žmogui pagerinti savo sudėjimą, kokias fizinio lavinimo programas naudoti, kad pagerinti gyvenimo kokybę.

Darbo aktualumas. Kūno kompozicija domina mitybos specialistus, sveikatos priežiūros personalą, fizinio paruošimo trenerius, biomechanikos inžinierius, nes mitybos būdas, specifinės dietos, treniravimasis, ligos ir genetika gali turėti didžiulį poveikį žmogaus kūno komponentams, t. y. atominiams, molekuliniams, ląsteliniams, audinio ir viso kūno lygiams. Kadangi tiesioginiai matavimai su žmonėmis yra negalimi, todėl buvo išrasta daug netiesioginių kūno sudedamųjų dalių apskaičiavimo metodų, kuriuos taikant galima pasiekti užsibrėžtų tikslų.

Tyrimo objektas yra kūno kompozicijos komponentų ir fizinio pajėgumo testų rezultatų gavimas, bei šių duomenų tarpusavio ryšio nustatymas.

Darbo tikslas ir uždaviniai. Pagrindinis šio baigiamojo magistr0 darbo tikslas – sudaryti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo eksperimentinio tyrimo metodiką, naudojant skirtingus metodus ir testus gauti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrus. Galiausiai rasti ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo. Keliami šie uždaviniai:

1. Sukurti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo eksperimentinio tyrimo metodiką.
2. Naudoti du kūno kompozicijos (bioelektrinės varžos analizės ir antropometrijos) ir šešis fizinio pajėgumo (veloergometrija, dinaminis sėstis ir gultis, sėstis ir siekti, pusiausvyros stovint ant vienos kojos, tepingo ir nugaros raumenų jėgos dinamometras) testus, ir rasti ryšį tarp šių metodų.

Baigiamojo darbo hipotezė. Kūno kompozicijos matavimas ir išskaidymas į atskirus komponentus, ryšio tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo nustatyti testų rezultatai yra tikslesni ir informatyvesni nei ryšio tik tarp kūno masės indekso ir fizinio pajėgumo testų.

Darbo metodai. Mokslinės literatūros analizė. Ryšio nustatymas tarp kūno kompozicijos parametrų, gautų naudojant antropometriją ir bioelektrinės varžos analizę bei fizinio pajėgumo

parametrų, gautų naudojant veloergometrijos, dinaminis sėstis ir gultis, sėstis ir siekti, pusiausvyros stovint ant vienos kojos, tepingo testus ir nugaros raumenų jėgos dinamometrą. Gautų rezultatų analizė ir apdorojimas.

Mokslinio darbo naujumas. Lietuvoje buvo atlikta keli tyrimai, susiję su kūno kompozicija ir fiziniu pajėgumu. Viena iš jų buvo nustatyta įvairių sporto šakų atstovų kūno kompozicija ir padaryta palyginimai. Kitame buvo atlikta kūno kompozicijos ir fizinio aktyvumo analizė, tačiau buvo lyginamas ryšys tik tarp kūno masės indekso ir fizinio pajėgumo testų rezultatų. Lietuvoje dar nėra tyrimų, kuriais siekiama nustatyti ryšį tarp kūno kompozicijos komponentų ir fizinio pajėgumo testų rezultatų. Užsienio literatūroje taip pat dažniausiai taikomi ryšio nustatymo metodai tarp kūno masės indekso ir fizinio pajėgumo, tačiau nenaudojami atskiri kūno kompozicijos komponentai.

Darbo aprobacija. Darbo rezultatai pristatyti 18-joje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“, kuri vyko 2015 m. balandžio 24 d. Parašytas ir pateiktas straipsnis pavadinimu „Ryšio tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo tyrimai“ (1 priedas) į žurnalą „Mokslas – Lietuvos ateitis“.

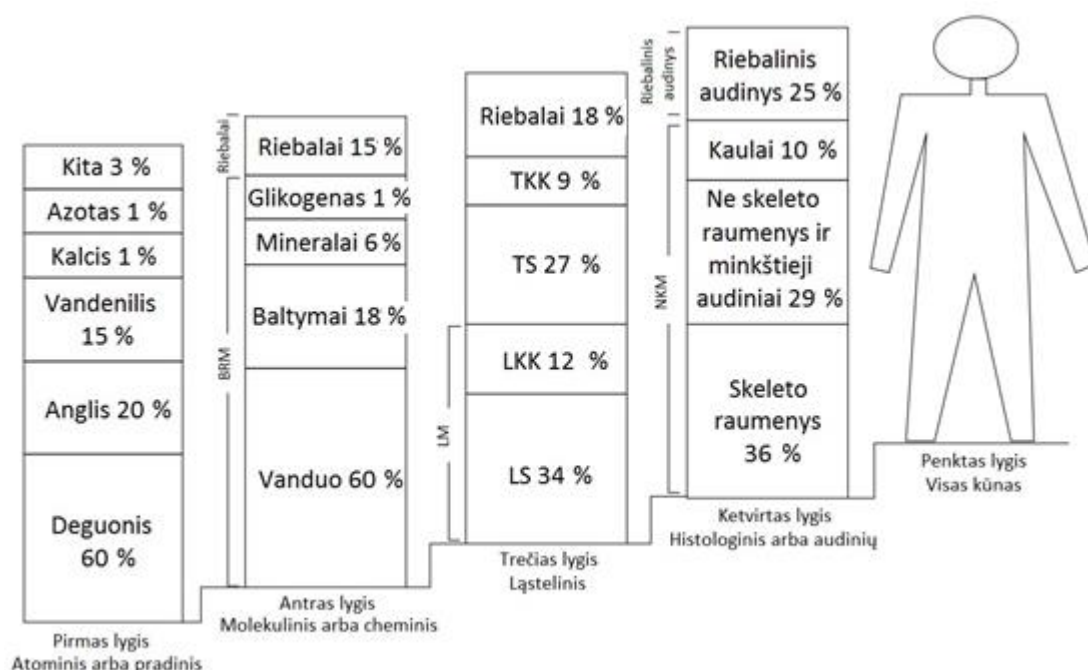
1. TEORINĖ DALIS

1.1. Kūno kompozicijos analizė

1.1.1. Kūno kompozicijos modeliai

Adekvati kūno kompozicijos analizė reikalauja funkcinių ribų nustatymo, kad būtų galima gauti skirtingus kūno kompozicijos ir sekcijų modelius. Taigi buvo pasiūlyta analizuoti kūno kompoziciją remiantis Archimedo principu, kuriame kūno svorį sudarė du pagrindiniai komponentai, t. y. riebalų masė ir neriebalinė masė (Behnke *et al.* 1942: 495–498). Remiantis šiuo principu buvo sukurtas naujasis „Keys ir Brozek“ modelis (Keys *et al.* 1953: 245–325). Autorių nuomone, kūną sudarė keturi pagrindiniai komponentai: riebalų masė, kaulų masė, vanduo ir baltymai.

1921 metais sukurtas keturių skyrių kūno masės modelis (Matiegka 1921: 223–230). Šį modelį sudarė riebalų masė, raumenų masė, kaulų masė ir liekamoji masė. Nuo 1970-ųjų metų modelis buvo pakeistas remiantis W. D. Rosso ir N. C. Wilsono atliktais tyrimais (Ross *et al.* 1974: 169–182), kuris pavadintas „Drinkwater“ (Drinkwater *et al.* 1984: 87–95) ir „Kerr“ (Kerr 1988: 235–241) penkių komponentų modeliu. Paskutinę modifikaciją atliko F. J. Berralas (Berral *et al.* 1992: 4–6). Šis galutinis modelis orientuojasi į penkias sudedamąsias dalis arba studijų lygius su vis sudėtingėjančia struktūra ir sudėtimi (Wang *et al.* 1992: 19–28). Taigi pirmasis komponentas apibrėžia anatominį (pradinį) lygį, susidedantį iš tokių elementų: deguonies (60 %), anglies (20 %), vandenilio (15 %) bei kalcio ir azoto (po 1% kiekvieno), ir kt. Antrąjį lygį vadinamąjį molekulinį (cheminiu) lygiu, sudaro: vanduo (60 %), riebalai (15 %), baltymai (18 %), glikogenas (1 %) ir mineralai (6 %). Trečiasis (ląstelinis) lygis remiasi ląstelių mase, tarpląsteliniais skysčiais, kietaisiais kūnais ir riebalais. Ketvirtasis lygis yra žinomas kaip biologinis (audinių), susidedančių iš tokių elementų: skeleto ir kitų raumenų, minkštųjų audinių, riebalinių audinių, ir kaulų. Penktasis lygmuo yra vadinamas viso kūno lygmeniu. Visi penki modeliai pavaizduoti 1.1 paveiksle.



1.1 pav. Penkių lygių kūno kompozicijos modelis (Tojo et al. 2001: 111)

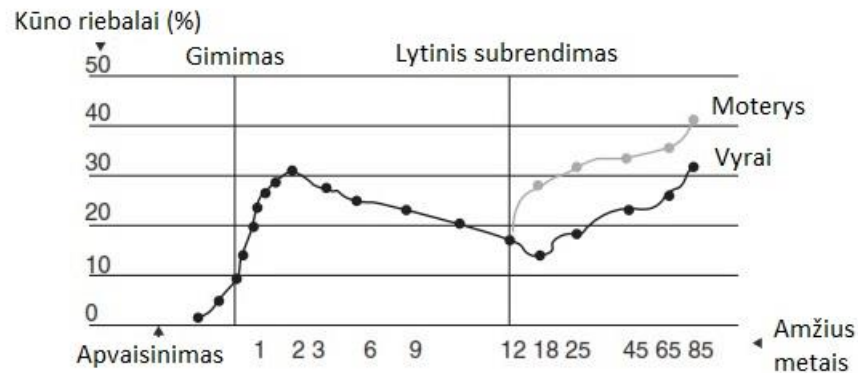
TKK – tarpląsteliniai kietieji kūnai, TS – tarpląsteliniai skysčiai, LKK – ląstelės kietieji kūnai, LS – ląstelės skysčiai, LM – LKK + LS – ląstelės masė, BRM – neiebalinė masė ir NKM – neriebalinė kūno masė

1.1.2. Dviejų komponentų modelis

Dviejų komponentų modelis dažniausiai naudojamas žmogaus kūno sudėčiai analizuoti. Jo principas remiasi kūno padalijimu į du skyrius: bendroji riebalinė ir neriebalinė masės. Tai daroma išskaidymu molekuliniame lygyje (Resende *et al.* 2011: 1164–1170). Naudojant šį modelį, cheminės charakteristikos ir tankis abiejuose skyriuose nekinta, kai viso kūno riebalinės masės tankis yra 0,9009 g/mL 36 °C temperatūroje (Parm *et al.* 2011: 739–175). Bendra riebalų masė yra bevandenė, nors jos hidratacijos laipsnis sveikiems suaugusiems yra 13 %. Neriebalinė masė turi 1,100 g/mL tankį esant 36 °C ir 13 % vandens kiekį (Park *et al.* 2011: 948–952).

Bendra riebalinė masė yra labai svarbus komponentas, tiek kaip energijos rezervuaras, tiek kaip nervų izoliatorius. Šis komponentas gali būti išskiriamas kaip kitimo funkcija pagal amžių ir lytį per laiko tarpą (1.2 pav.) (Kaur *et al.* 2011: 374–385). 83 % visos riebalinės masės yra riebaliniai audiniai, iš kurių 50 % yra po oda.

Bendra riebalų masė turi nedaug baltymų, kurie sudaro tik 3 %, ir šiek tiek vandens, kur vidutinis hidratacijos lygis suaugusiems yra 13 %. Ši proporcija gal kisti dėl nutukimo. Riebalų masės tankis yra 0,9007 g/mL (Biosca *et al.* 2011: 971–976).

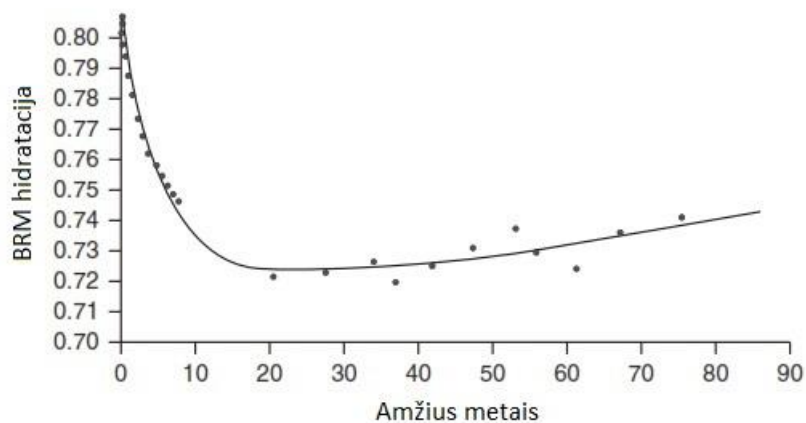


1.2 pav. Riebalų kompozicijos kitimas per žmogaus gyvenimo trukmę (Kaur *et al.* 2011: 374–385)

Mūsų kūno rezerviniai riebalai yra išskiriami į du lygius: vidiniai ir poodiniai. Poodiniai riebalai sudaro 27–50 % visų riebalų rezervą (Pereira-Lamcha *et al.* 2010: 343–351). Naudodamas tiesioginius metodus (skrodimas 55–94 metų žmonių), A. D. Martinas nustatė, jog kiekviename poodiniame riebalų kilograme buvo 200 gramų vidinių riebalų. Šiuo atveju, jeigu bendras poodinių riebalų tūris yra pašalinamas, tai vidinių riebalų sandara sudaro 667 gramus vyrų ir 313 gramus moterų audiniuose. Tai parodo, jog poodiniai riebalai sudaro 80 % viso kūno riebalų (Martin *et al.* 1984: 17–25).

Kalbant apie vidinius riebalus, svarbu pabrėžti, kad jų kiekis eksponentiškai didėja su amžiumi, tačiau vyrų organizmas yra linkęs kaupti riebalų sluoksnį labiau negu moterų (Moschonis *et al.* 2011: 1–10). Kiti atlikti tyrimai parodė pilvo riebalų paveldimumą – 42–70 % visų atvejų (Andersson *et al.* 2011: 809–815).

Neriebalinė masė susideda iš mineralų, baltymų, glikogeno ir vandens, t. y. ji apima visą vidinį ir išorinį ląstelės vandenį. Jos vidutinis hidratacijos laipsnis yra 16 % ir turi apytiksliai 1,100 g/mL tankį esant 36 °C temperatūrai (Park *et al.* 2011: 948–952). Vaikų neriebalinės masės tankis yra mažesnis (1,084 g/mL). Skirtumai psastebimi ir tarp rasių, pvz.: tamsiaodžių žmonių neriebalinės masės tankis yra 1,133 g/mL. Neriebalinės masės hidratacija yra labai nepastovi, t. y. ji mažai priklauso nuo rasės ar lyties. Taigi, kūną sudaro 55–65 % vandens ir viso kūno vandenį – 73 % neriebalinė masė. Kūno vandens kiekis didėja su amžiumi. Augančių vaikų organizmuose vandens kiekio skirtumas tarp vidinės ląstelės ir išorinės ląstelės skyrių gali sumažėti apie 0,4 % kiekvienais metais (1.3 pav.). Vanduo ląstelės viduje sudaro svarbiausią vandeningą skyrį, kuris būna 30–40 % kūno svorio ir 50–70 % viso kūno vandens (Eriksson *et al.* 2011: 680–686).



1.3 pav. Neriebalinės masės (BRM) hidratacija per žmogaus gyvenimo trukmę (Heymsfield *et al.* 1994: 91–103)

1.2. Kūno kompozicijos analizės metodų palyginimas

1.2.1. Riebalų raukšlių matavimas slankmačiu (antropometrija)

Riebalų raukšlių matavimas slankmačiu (1.4 pav.) yra skirtas įvertinti kūno kompoziciją panaudojant odos raukšlių storį, kuris būna išmatuojamas įvairiuose vietose, kaulų matmenis ir galūnių apskritimų ilgius. Šie duomenys naudojami lygtyse, kuriose nustatomas procentinis kūno tankis arba kūno riebalų kiekis. Kūno riebalų skaičiavimas, naudojant odos raukšles, yra vienas iš dažniausiai naudojamų metodų laboratorijose ir vertinant kūno kompoziciją, bei mitybos būdus kasdieniniame gyvenime (Lee *et al.* 2008: 566–72).

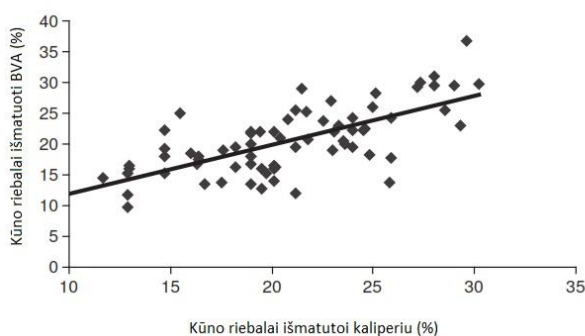


1.4 pav. Odos raukšlių slankmatis

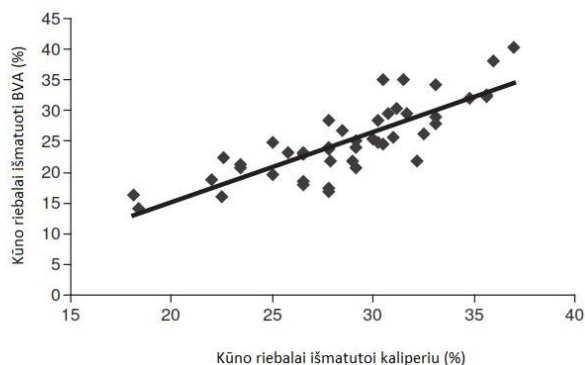
Odos raukšlių matavimų pagrindinis tikslas yra apskaičiuoti bendrąjį riebalų kiekį ir poodinio riebalų sluoksnio pasiskirstymą. Poodinis riebalų sluoksnis atspindi viso kūno riebalus, kurie kinta priklausomai nuo amžiaus, lyties ir gyvenamosios vietos. Ši prielaida nėra nepagrįsta. Ji teigia, jog

individualūs skirtumai neleidžia sukurti visiems tinkančių lygčių, kurios apskaičiuotų riebalų kiekį (Ketel *et al.* 2007: 655–661). Slankmačių populiarumą šios priežastys: neinvazinis metodas, matavimai sukelia mažai skausmo, įrenginys nėra brangus, lengvai prižiūrimas ir transportuojamas bei paprastas ir patogus naudoti. Tačiau norint gauti teisingus duomenis, reikia tinkamai atlikti matavimus remiantis nustatyta tvarka (Ostojic 2006: 442–446).

M. C. McRae'as atliko tyrimus su moterimis ir vyrais, naudojant slankmatį ir bioelektrinės varžos analizatorių, nustatyti kūno riebalų kiekį. Atlikus matavimus nustatytas ryšys tarp slankmačio ir bioelektrinės varžos analizatoriaus gautų duomenų. Pastebėta, kad rezultatai yra ganėtinai panašūs vyrų, tačiau ne moterų grupėje. Vyrų vidutinis kūno riebalų kiekis slankmačiu yra $20,7 \pm 4,8$ %, o analizatoriaus $20,4 \pm 5,5$ % (1.5 pav.). Moterų buvo $28,5 \pm 5,2$ % slankmačiu, o $25,1 \pm 7,3$ % analizatoriumi (1.6 pav.). Tai parodo 3,4 % skirtumą tarp dviejų matavimo metodų (McRae 2010: 157–161).



1.6 pav. Procentinis kūno riebalų ryšys tarp slankmačio ir bioelektrinės varžos analizės vyrams (n=71) (McRae 2010: 157–161)



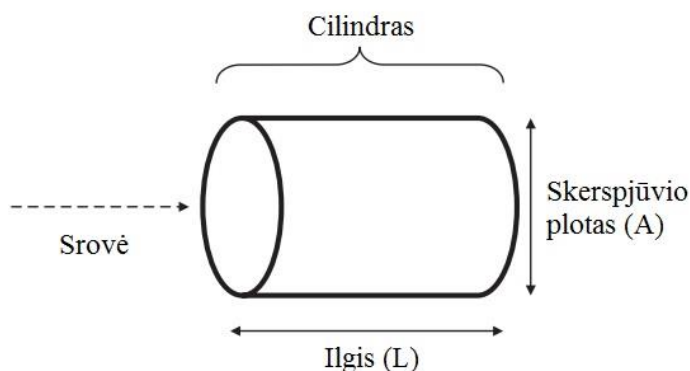
1.5 pav. Procentinis kūno riebalų ryšys tarp slankmačio ir bioelektrinės varžos analizės moterims (n=45) (McRae 2010: 157–161)

1.2.2. Bioelektrinės varžos analizė

Bioelektrinės varžos analizė yra plačiai naudojama tiek medicinos personalo, tiek pačių pacientų, nes tai yra gana paprastas ir aiškus metodas. Tačiau, siekiant gauti tikslius rezultatus, privaloma naudotis tam tikrais matavimų standartais ir kokybės kontrole. Bioelektrinės varžos analizės matavimai leidžia nustatyti neiebalinę masę ir viso kūno vandens kiekį, bet reikia pasirinkti specialias lygtis, kurios skiriasi priklausomai nuo žmogaus gyvenamosios vietos, amžiaus ar patologijų (Kyle *et al.* 2004: 1226–1243).

Bioelektrinės varžos analizės metodas remiasi šiuo principu: vienerūšės laidžios medžiagos skerspjuvio ploto ilgio varža (R) yra proporcinga jo ilgiui (L) ir atvirkščiai proporcinga jo skerspjuvio

plotui (A) (1.7 pav.). Nors žmogaus kūnas nėra pastovaus cilindro formos ir neturi pastovaus laidumo, tačiau egzistuoja empirinis ryšys. Jis gali būti nustatytas tarp varžos koeficiento ($ilgis^2/R$) ir vandens kiekio, kuris yra elektrolitas. Praktikoje yra lengviau išmatuoti laidininko aukštį negu ilgį, kuris matuojamas nuo riešo iki kulkšnies. Todėl empirinis ryšys egzistuoja tarp riebalinės kūno masės (dažniausiai 13 % vandens) ir aukštis²/ R . Šis koeficientas priklauso nuo įvairiausių veiksnių, tarp jų ir tiriamųjų segmentų anatomijos. Todėl paklaidos atsiranda esant laidžios medžiagos varžos, santykio tarp laidininko aukščio ir ilgio, bei kūno formos ar segmentų pakitimų.



1.7 pav. Bioelektrinės varžos analizės principas nustatyti kūno kompoziciją, naudojant fizikines charakteristikas. Cilindrinis modelis skirtas nustatyti ryšį tarp varžos ir geometrijos (De Lorenzo *et al.* 2003: 551–555)

Bioelektrinės varžos analizės metodai:

- Vieno dažnio bioelektrinės varžos analizė. Paprastai būna 50 kHz ir leidžiama tarp dviejų paviršinių elektrodų, kurie būna uždėti ant rankos ir kojos;
- Kelių dažnių bioelektrinės varžos analizė. Naudojami empiriniai linijiniai regresiniai modeliai ir skirtingi dažniai (1, 5, 50, 100, 200 ir 500 kHz);
- Bioelektrinė spektroskopija. Rasti ryšį tarp varžos ir kūno skysčių yra naudojama matematiniai modeliai ir lygčių sistemos;
- Segmentinė bioelektrinės varžos analizė. Nustatyti kūno segmentų varžas yra naudojami papildomi elektrodai;
- Lokalizuota bioelektrinės varžos analizė. Viso kūno bioelektrinės varžos analizė matuoja skirtingus segmentus ir jų komponentų skaičių (hidratacija, riebalų frakcija, geometrinės ribinės sąlygos ir pan.) (Heitmann 1994: 228–240).

N. Gupta atliko palyginimą tarp bioelektrinės varžos analizės ir dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodų tirdama Singapūro suaugusius vyrus ir moteris. Atliekant matavimus buvo nustatytas abiejų lyčių kūno riebalų kiekis procentais: su bioelektrinės varžos

analizės metodu gauta $20,1 \pm 0,6 \%$, o su dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodu $18,8 \pm 0,7 \%$. Pastebėta, jog skirtumas tarp dviejų metodų buvo labai nedidelis (1,3 %), ir padaryta išvada, kad bioelektrinės varžos analizės metodas yra patikimas, lyginant su etaloniniu dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodu (Guptaa *et al.* 2011: 33–35).

K. J. Shaferas atliko tyrimus su sveikais suaugusiais žmonėmis naudojant bioelektrinės varžos analizės metodą. Pastarasis metodas palygintas su dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodu. Buvo matuojama kūno riebalai (%), neriebalinė masė (kg), ir riebalų masė (kg). Visi tiriamieji buvo suskirstyti į tris grupes pagal kūno masės indeksą: normalus ($18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$), viršsvoris ($25\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$) ir nutukimas ($30\text{--}39,9 \text{ kg/m}^2$). Atlikus dviejų metodų tyrimų rezultatų palyginimą, nustatyta, kad bioelektrinės varžos analizė yra tinkama vertinti kūno kompoziciją žmonėms, turintiems normalų arba viršsvorio kūno masės indeksą, tačiau nėra tikslus taikant nutukusiems žmonėms (Shafer *et al.* 2009: 25–32).

Z. Boneva-Asiova ir M. Boyanovas atliko tyrimą, susijusį su senėjimo procesu ir kūno kompozicijos kitimu. Buvo naudojami bioelektrinės varžos analizės ir kompiuterinės tomografijos metodai. Dalyvavo šimtas trisdešimt žmonių, kurių amžius buvo nuo 35 iki 65 metų (vidurkis $53 \pm 9,8$ metai). Juos suskirstė į tris grupes pagal kūno masės indeksą. Tyrimo metu buvo matuojamas ūgis (cm), svoris (kg), neriebalinė masė (kg), riebalų kiekis (% ir kg), vidinių riebalų ir poodinių riebalų audinys (cm^2) (1.1 lentelė ir 1.2 lentelė). Nustatyta, jog abiejų lyčių neriebalinė ir neriebalinė masė augo iki 45–50 metų, o vėliau ėmė kristi. Taigi tyrimas įrodė, kad egzistuoja ryšys tarp senėjimo ir neriebalinės masės mažėjimo, riebalinės masės didėjimo, bei pilvo riebalų kaupimo (Boneva-Asiova *et al.* 2011: 472–477).

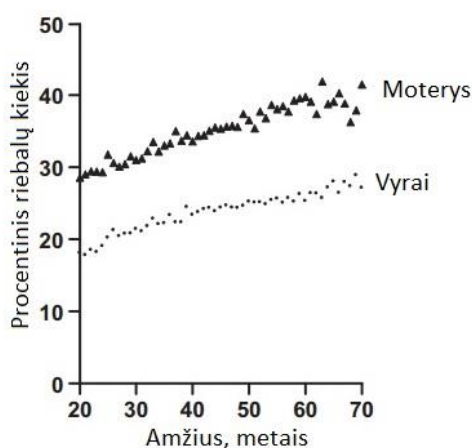
1.1 lentelė. 68 moterų kūno kompozicijos duomenys gauti naudojant bioelektrinės varžos analizės ir kompiuterinio tomografo metodus

Amžius, metai	Ūgis, cm	Svoris, kg	Neriebalinė masė, kg	Riebalai, %	Riebalai, kg	Vidinių riebalų audinys, cm^2	Poodinis riebalų audinys, cm^2
35-39, n=21	$164,7 \pm 6,7$	$71,7 \pm 18,5$	$46,6 \pm 7,3$	$32,7 \pm 9,1$	$25,1 \pm 12,4$	$246,7 \pm 111,9$	$90,9 \pm 40,9$
40-49, n=21	$163,6 \pm 7,0$	$79,0 \pm 15,5$	$47,8 \pm 6,1$	$37,79 \pm 7,3$	$31,1 \pm 10,3$	$325,0 \pm 101,9$	$118,8 \pm 22,6$
50-59, n=20	$159,6 \pm 5,1$	$78,8 \pm 12,1$	$46,5 \pm 4,0$	$38,4 \pm 9,5$	$32,4 \pm 9,3$	$292,0 \pm 112,0$	$194,0 \pm 63,6$
60-65, n=6	$163,8 \pm 8,1$	$82,4 \pm 9,9$	$47,8 \pm 3,7$	$38,9 \pm 8,0$	$39,9 \pm 4,9$	$223,0 \pm 100,1$	$176,0 \pm 52,0$

1.2 lentelė. 62 vyrų kūno kompozicijos duomenys gauti naudojant bioelektrinės varžos analizės ir kompiuterinio tomografo metodus

Amžius, metais	Ūgis, cm	Svoris, kg	Neriebalinė masė, kg	Riebalai, %	Riebalai, kg	Vidinių riebalų audinys, cm ²	Poodinis riebalų audinys, cm ²
35-39, n=8	178,3 ± 4,8	97,0 ± 10,3	69,2 ± 6,1	25,6 ± 4,8	25,2 ± 7,1	147,0 ± 55,0	168,3 ± 63,0
40-49, n=20	178,6 ± 5,6	92,7 ± 10,0	65,2 ± 6,7	27,8 ± 4,4	26,5 ± 6,8	229,2 ± 64,4	184,7 ± 40,1
50-59, n=20	173,0 ± 6,2	85,0 ± 13,2	61,6 ± 6,7	26,8 ± 4,9	23,3 ± 7,1	231,4 ± 91,4	181,7 ± 50,5
60-65, n=14	172,5 ± 9,0	82,7 ± 14,9	58,5 ± 9,1	28,4 ± 7,8	24,2 ± 9,4	195,8 ± 96,9	166,4 ± 57,0

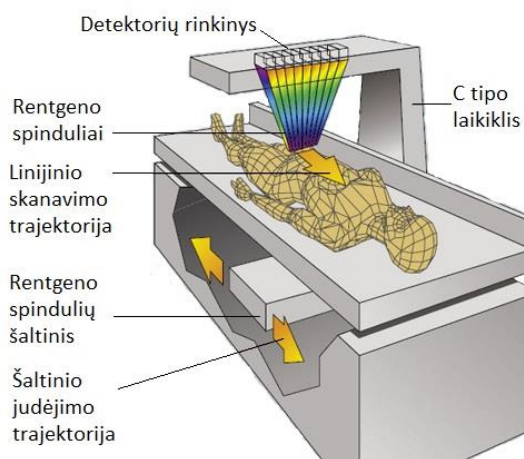
S. Meeuwsena atliko tyrimą, nustatydamą ryšį tarp kūno masės indekso ir procentinio riebalų kiekio. Buvo naudojamas bioelektrinės varžos analizės metodas tiriant suaugusius žmones. Iš pradžių autoriai apskaičiavo kūno masės indeksą: vyrų $26,3 \pm 4,7 \text{ kg/m}^2$ ir moterų $25,7 \pm 5,1 \text{ kg/m}^2$. Tyrimo eigoje buvo pastebėta, kad kūno masės indeksas progresyviai augo – moterų jis nusistovėjo ties 40 metų, o vyrų ties 70 metų. Nusistovėjus kūno masės indeksui kūno riebalų masė augo po 1,9 kg, o procentinis riebalų kiekis po 1,1–1,4 % per dešimtmetį (1.8 pav.). Buvo nustatyta, jog ryšio tarp kūno masės indekso ir procentinio riebalų kiekio nėra (Meeuwsena *et al.* 2010: 560–566).



1.8 pav. Priklausomybė tarp procentinio riebalų kiekio ir amžiaus (vyrų ir moterų)
(Meeuwsena *et al.* 2010: 560–566)

1.2.3. Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcija

Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcija (1.9 pav.) naudojama kaulų sudėties analizei, ypač osteoporozės klinikiniams tyrinėjimams. Šis metodas dažniausiai taikomas pacientams, kurie turi padidintą riziką netekti neriebalinės masės ir sirgti osteoporoze, lėtinėmis ligomis, pavyzdžiui organų nepakankamumu, lėtinė obstrukcinė plaučių liga, žarnų uždegiminės ligomis ar celiakija (Bolton *et al.* 2004: 1286–1293).



1.9 pav. Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodas

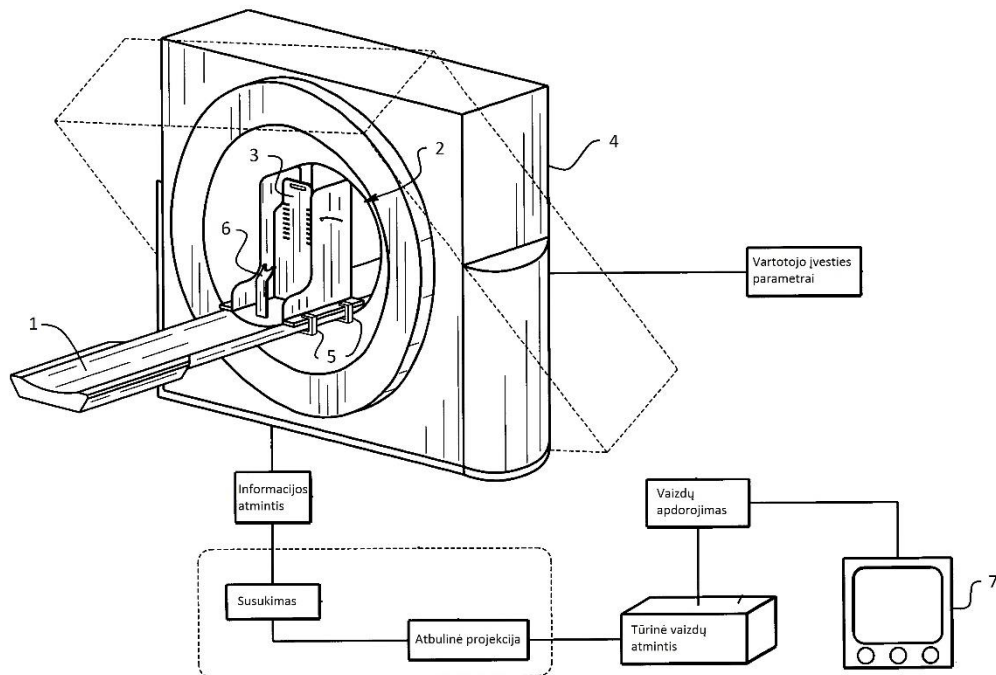
Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcija turi didelį pranašumą prieš kitus metodus dėl to, kad kūną gali išskaidyti į tris komponentus: kaulus, riebalus ir neriebalinę masę. Tačiau šio metodo panaudojimas kasdieninėje klinikinėje praktikoje, vertinant kūno kompoziciją, yra ribotas dėl radiacinės spinduliuotės, nepakankamo prieinamumo ir didelės kainos. Matavimų tikslumą lemia skysčių pasiskirstymas žmogaus kūne.

Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos tyrimai atliekami tik medicinos įstaigose ar laboratorijose. Moksliniams tyrimams labai svarbu naudoti tuos pačius prietaisus ir analizės programinę įrangą, nes skirtingo tipo įranga ir programos gali turėti didžiulę įtaką kūno kompozicijos matavimams.

P. Lundqvistas atliko tyrimą su nutukusiais žmonėmis, naudojant dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodą. Pacientai buvo ištirti bandymo pradžioje ir po septynių sporto savaičių. Gauti šie parametrai: kūno svoris (kg), kūno riebalai (%), riebalų masė (kg), neriebalinė masė (kg) ir kaulų mineralų kiekis (kg). Atlikti pusės kūno ir viso kūno riebalų kiekio (%) tyrimai. Rezultatai parodė, jog dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodas yra pakankamai tikslus, atliekant tiek pusės kūno, tiek viso kūno kompozicijos tyrimams (Lundqvist *et al.* 2009: 12–19).

1.2.4. Kompiuterinė tomografija

Kompiuterinė tomografija (KT) – tai tiriamos kūno srities struktūrų vaizdo išgavimo metodas. Jam atlikti pasitelkiami rentgeno spinduliai ir sudėtingos skaitmeninės apdorojimo procedūros (1.10 pav.).



1.10 pav. Kompiuterinio tomografo schema

1 – paciento gultas, 2 – anga, 3 – nugaros atrama, 4 – rėmas, 5 – spaustukai, 6 – galvos atrama ir
7 - monitorius

Kompiuterinės tomografijos procedūra yra neskausminga ir nevarginanti. Jos metu pacientas turi ramiai gulėti ir nejudėti, nes kiekvienas judesys gali iškraipyti tyrimo rezultatus. Tyrimo trukmė priklauso nuo tiriamos srities ir kompiuterinio tomografo modelio. Atlikus šį tyrimą, gaunama daug tiriamosios kūno dalies, pavyzdžiui, pilvo srities skersinių rentgeno vaizdų. Rentgeno nuotraukose organai matomi taip, lyg pilvas būtų skersai supjaustytas, tik šiuo atveju pjūvius atlieka rentgeno spindulių pluoštas.

Kompiuterinė tomografija pateikia detalius atvaizdus specifiniams raumenims, riebaliniams audiniams ir organams. Jis yra labai praktiškas, nes naudojamas kasdieniniuose diagnostiniuose tyrimuose, ir leidžia padaryti tikslius kiekybinius kūno kompozicijos atvaizdus (Mourtzakis *et al.* 2008: 997–1006), naudoti juos tyrimams klinikinėje praktikoje (Thibault *et al.* 2011: 261–267).

V. F. Baracosas nustatė, jog pacientams sergantiems vėžiu, riebalų ir neriebalinės masės regioninė analizė ties trečiuoju juosmens slanksteliu, yra patartina atlikti su kompiuteriniu tomografu, o ne su dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos metodu. Tai lemia, jog kompiuterinės tomografijos gauti atvaizdai yra daug panašesni į tikrąją rentgeno spindulių nuotrauką (Baracos *et al.* 2010: 1133–1175).

Aprašius keturis pagrindinius metodus: antropometrija, bioelektrinės varžos analizė, dvigubos energijos Rentgeno spindulių absorbcija ir kompiuterinė tomografija, privalumai ir trūkumai pateikiami 1.3 lentelėje.

1.3 lentelė. Dažniausiai naudojamą kūno kompozicijos analizės metodų privalumai ir trūkumai (Thibault *et al.* 2011: 261–267)

	Antropomerija	Bioelektrinės varžos analizė (BVA)	Dvigubos energijos Rentgeno spindulių absorbcija (DERSA)	Kompiuterinė tomografija
Privalumai	• Lengvai prieinamas, neinvazinis ir nekenksmingas; • Labai maža kaina.	• Tinka tirti: suaugusiems arba sergantiems lėtinėmis ligomis; • Patvirtintos (lyginant su DERSA) BVA lygtys (amžiaus, lyties ir rasės atžvilgiu), jei KMI yra nuo 16 iki 34 kg/m; • Lengvas; • Neinvazinis; • Rezultatai nepriklauso nuo stebėtojų; • Nėra jonizuojančios spinduliuotės.	• Etaloninis metodas klinikinėje praktikoje; • Reproduktyvumas.	• Vertinama neriebalinė masė pagal regioninę analizę; • Integracija su įprastinėmis medicinos priežiūros procedūromis (pvz.: vėžiu sergantiems pacientams kūno kompozicijos stebėjimas kartu su gydymu ir priežiūra).

1.3 lentelės tęsinys

Trūkumai	• Mažai reproduktyvus; • Mažas jautrumas ir specifiškumas vertinant neriebalinę masę lyginant su DERSA ir BVA; • Nerekomenduojama: nenormali hidratacija (skysčių netekimas, hidratacija) ir susilaikymas.	• Nerekomenduojama: nenormali hidratacija (skysčių netekimas, hidratacija) ir susilaikymas; • BVA lygtys nėra patvirtintos pacientams sergantiems vėžiu.	• Mažas prieinamumas; • Reikalingas apmokytas personalas; • Rentgeno spindulių skleidimas; • Brangus; • Negali būti atliekamas lovoje.	• Rentgeno spindulių skleidimas (mažas); • Negali būti atliekamas lovoje; • Reikalinga specifinė programinė įranga vertinant neriebalinę masę.
----------	--	---	--	--

1.3. Fizinio pajėgumo sąvoka ir aprašymas

Norint apibrėžti fizinį pajėgumą, pirmiausia reikia pasakyti, jog jis yra fizinio aktyvumo rezultatas. Tai reiškia, kad pakankamas fizinis aktyvumas suteikia puikią fizinę būklę. Svarbu pabrėžti, jog fiziniam pajėgumui turi įtakos ne tik fizinis aktyvumas, bet ir kokybiška mityba bei pakankamas miego kiekis. Fizinis pajėgumas apsakomas kaip būklė, kai žmogus normaliai dirbdamas nepavargsta, t. y. išlieka energingas ir gerai jaučiasi (Muliarčikas *et al.* 2007: 16–17).

Su sveikata susijusio fizinio pajėgumo komponentai:

- Aerobinis pajėgumas – širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemos gebėjimas aprūpinti organizmą deguonimi esant ilgai trunkančiai, nepertraukiamai fizinei veiklai;
- Raumenų jėga – raumens ar raumenų grupės gebėjimas susitraukti įveikiant pasipriešinimą;
- Raumenų ištvermė – raumens ar raumenų grupės gebėjimas be nuovargio susitraukinėti kuo ilgesnį laiką;
- Lankstumas – sąnario judesio amplitudė nejaučiant diskomforto;
- Kūno sudėtis – procentinis riebalų ir liesos kūno masės santykis organizme.

Anot E. Adaškevičienės, fizinis pajėgumas – tai judėjimo mokėjimų, įgūdžių, fizinių savybių lygis. Jis suprantamas kaip sudedamoji sporto, fizinio lavinimo, sveikatos, sveikos gyvensenos ir visuotinės gerovės dalis. Atlikus tyrimus, autorė nustatė, kad fizinis pajėgumas priklauso nuo:

1. Fizinio ugdymo proceso: turinio, metodikos, organizavimo;

2. Amžiaus – kuo vaikai mažesni, tuo sparčiau didėja visi jų fizinio parengimo rodikliai: bėgimo, šuolių, metimų. Ypač ryšku 4 – 5 gyvenimo metais;
3. Lyties – 3 metų mergaičių ir berniukų fizinio parengimo skirtumai nėra ženkliūs (berniukų siek tiek didesni), skirtumai išryškėja apie 6 – 7 metus;
4. Individualių ypatybių;
5. Aplinkos, mitybos, ekologijos, kūno kultūros priemonių ir pobūdžio;
6. Taisyklingai atliekamų judesių, kai vaikai nemoka judesių ir pastebimos ryškios klaidos, rezultatai blogesni. Judesių technikos įvaldymas ir fizinių ypatybių lygis yra pagrindinė sąlyga, užtikrinanti vaikų fizinio parengimo kokybę.

Fizinis pajėgumas – tai žmogaus galėjimas kuo veiksmingiau dirbti tam tikrą fizinį darbą (sportininko – įveikti fizinius krūvius, siekti gerų rezultatų). Fizinis pajėgumas yra sveikatos ir fizinio parengimo gerinimo prielaida. Priklauso nuo aplinkos, gyvensenos (mitybos, fizinio aktyvumo, motyvacijos), įgimtųjų ypatybių. Visa tai apibūdina kraujotakos bei kvėpavimo sistemų galingumas, medžiagų apykaitos ir nervų sistemos ypatumai, judamieji įgūdžiai, raumenų jėga ir ištvermė, kūno sandara (Stonkus 2002: 220).

V. Volbekienė teigia, jog fizinis pajėgumas – asmens būklė, kuomet fizinės užduotys, susijusios su raumenų veikla, darbe, buityje, laisvalaikio yra sėkmingai įvykdomos. Sakoma, kad dažnai fizinis aktyvumas yra siejamas su sportininko būkle ar galimybėmis pasiekti aukštų sportinių rezultatų. Šiuo atveju keliama specifiniai uždaviniai – pasiekti maksimalų pajėgumą konkrečios sporto šakos srityje. Pabrėžiama, kad teisingesnis suvokimas, kai fizinis pajėgumas siejamas su žmogaus fizinėmis galimybėmis be didelės įtampos įvykdyti kasdienines fizines užduotis ir poilsiaujant.

B. Gaigalienė teigia, kad fizinį pajėgumą daugelis apibrėžia kaip sugebėjimą patenkinamai atlikti fizinį darbą ir tradiciškai gali būti siejamas su kai kuriomis profesijomis ir ypač – su sportine veikla, t. y. specifine užduotimi, kuria siekiama maksimaliai išlavinti su viena ar kita sporto šaka susijusius fizinio pajėgumo komponentus. Todėl šiuo aspektu fizinis pajėgumas labiausiai parodo raumenų darbą ir ypač siejamas su individo funkcinėmis galimybėmis – nepavargstant atlikti reikiamas fizines užduotis. Autorė įvairaus amžiaus asmenų fizinį pajėgumą apibrėžia kaip sugebėjimus:

- Žvaliai ir gyvai atlikti kasdienines užduotis;
- Be pernelyg didelio nuovargio ir su pakankama energija aktyviai ilsėtis;
- Susidurti su nenumatytais veiksniais (įvykiais).

A. Skurvydas, S. Stonkus ir V. Volbėkienė teigia, kad siekti fizinio pajėgumo reikia dėl dviejų priežasčių: 1) fizinis pajėgumas gali pagerinti gyvenimo kokybę; 2) fizinis pajėgumas gali sustiprinti sveikatą. Autoriai pateikia dešimt argumentų, įrodančių šių teiginių teisingumą:

- Fizinis pajėgumas gerina širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumą. Mankštinantis širdies raumuo tampa stipresnis. Esant stipresniam širdies raumeniui, širdis rečiau susitraukdama per minutę išstumia daugiau kraujo. Vadinasi, kuo stipresnis raumuo, tuo širdies darbas yra galingesnis. Geresnis fizinis pajėgumas – geresnė kraujotaka: palaikomas normalus kraujo spaudimas ir kraujas lengviau grąžinamas atgal į širdį;
- Fizinis pajėgumas stiprina plaučių funkciją. Mankštinantis plaučių tūris padidėja, jie išsiplečia. Raumenys, kurie padeda plaučiams išsiplėsti, tampa stipresni. Kiekvieną kartą galima įkvėpti daugiau oro ir kraujas organizmo ląstelėms tiekia daugiau deguonies, kurio reikia ląstelių darbui;
- Fizinis pajėgumas stiprina kaulus. Paprastai vyresnių nei 40-ies metų nesportuojančių žmonių kaulai tampa silpni ir trapūs. Sportuojant kaulų tankis didėja, todėl yra mažesnė tikimybė patirti traumas (pavyzdžiui susilaužyti koją) griūvant ar per kitą nelaimingą atsitikimą;
- Fizinis pajėgumas gali padėti esant stresinei situacijai. Stresas – tai organizmo fizinė ar psichinė reakcija į kokius nors dirgiklius. Reakcija gali būti naudinga arba žalinga. Jeigu organizmo reakcija į stresą yra neigiama, tai toks stresas gali pakenkti sveikatai. Moksliniais tyrimais įrodyta, kad neigiamą stresą 15-os minučių ėjimas sumažina labiau nei raminamosios tabletės;
- Fizinis pajėgumas gali pagerinti išvaizdą. Mankštinantis yra naudojama energija, gaunama su maistu. Vadinasi, kūno svoris bus normalus, raumenys bus tvirti ir laikysena graži;
- Fizinis pajėgumas gali padidinti mokymosi pažangumą. Mankštinimasis gerina kraujotaką, organizmas, kartu ir smegenys, geriau aprūpinami deguonimi, todėl fizinis aktyvumas padeda aiškiau mąstyti, daryti tinkamus sprendimus. Pasimankštinus ne tik padidėja mąstymo kokybė, bet ilgėja ir visaverčio protinio darbo trukmė;
- Fizinis pajėgumas stiprina miegą. Prieš miegą labai svarbu būti atsipalaidavusiam, t. y. nejaušti įtampas. Kai kurie žmonės yra pervargę ir negali gerai išsimiegoti, todėl ryte prabudę jaučia nuovargį. Mankštinimasis padeda atsipalaiduoti, taigi padeda ir geriau išsimiegoti. Ryte jaučiamasi žvaliai ir energingai;
- Fizinis pajėgumas padeda greičiau atsigauti po ligos. Esant gerai fizinei būklei, daug lengviau atgauti gerą sveikatą;
- Fizinis pajėgumas lėtina senėjimą. Žinant, kad širdies ir plaučių funkcijos yra kokybiškesnės, kai žmogus mankštinasi, kitos organizmo dalys ir jų funkcijos taip pat gerėja. Fizinis aktyvumas gali padėti būti stipriam ir sveikam daugelį gyvenimo metų;
- Fizinis pajėgumas stiprina savigarbą, pasitikėjimą savimi. Būti fiziškai aktyviam kiekvieną dieną – reiškia gebėti suplanuoti taip veiklą, kad būtų laiko mankštintis (daugelis vaikų sako,

kad neturi laiko mankštintis) ir valios tą planą įgyvendinti. Įveikiant kliūtis jaučiama pasitenkinimas savimi, t. y. ugdoma savigarba ir įgyjama asmenį praturtinančių bruožų.

1.4. Fizinio pajėgumo nustatymo metodų analizė

Atsižvelgiant į fizinio aktyvumo ir pajėgumo tarpusavio ryšius ir jų teigiamą poveikį sveikatai, išskiriamos pagrindinės dimensijos (Volbekienė 1997: 21–23):

- Aerobinis pajėgumas;
- Griaucių raumenų pajėgumas;
- Judėjimo pajėgumas;
- Kūno kompozicija.

Šie keturi matmenys ir jiems priklausomi dėmenys atvaizduojami 1.4 lentelėje.

1.4 lentelė. Fizinio pajėgumo nustatymo parametrai

Matmuo	Dėmuo	Požymis	Testai		
			I reikšmingumo	II reikšmingumo	III reikšmingumo
Aerobinis pajėgumas	Maksimalus aerobinis galingumas	Maksimalus aerobinis galingumas	2 km ėjimo arba veloergometro testas, arba 20 m bėgimo šaudykle testas		
Griaucių raumenų pajėgumas	Raumenų jėga ir ištvermė	Liemens raumenų ištvermė	Dinaminis sėstis ir gultis testas		
		Staigioji kojų raumenų jėga		Šuolis į aukštį iš vietos	
		Rankų raumenų ištvermė		Kybojimas sulenktomis rankomis	
		Rankų raumenų jėga			Plaštakos suspaudimas
	Lankstumas	Liemens lankstumas	Liemens lenkimas į šoną arba sėsti ir siekti testas		
		Pečių lanko paslankumas		Pečių lanko paslankumas	
Judėjimo pajėgumas	Judėjimo pajėgumas	Judėjimo pajėgumas	Judėjimo pajėgumas	Judėjimo pajėgumas	Judėjimo pajėgumas

1.4 lentelės tęsinys

Judėjimo pajėgumas	Greitumas	Rankos judesio greitis			Tepingas
Antropometriniai matavimai	Ūgis ir svoris	Kūno masės indeksas	Svorio ir ūgio santykis		
	Odos raukšlės	Odos raukšlių suma	Nustatomas riebalų kiekis		
	Liemens ir klubų apimtis	Liemens ir klubų apimties santykis	Nustatomas riebalų pasiskirstymas		

Veloergometrija yra naudojama aerobiniam pajėgumui tirti, t. y. širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) yra laikomas tinkamiausiu rodikliu netiesiogiai nustatant maksimalųjį aerobinį galingumą. Jam būdinga tiesinė priklausomybė nuo didėjančio darbo galingumo ir deguonies suvartojimo. Širdies susitraukimų dažnis būna maksimalus, kai pasiekiamas darbo galingumas, atitinkantis maksimalųjį aerobinį pajėgumą.

Atliekant netiesioginius testus, maksimalusis deguonies suvartojimas yra matuojamas ekstrapoliacijos būdu, kai žinoma viena ar kelios ŠSD reikšmės artėjant prie submaksimalių krūvių ir maksimalusis ŠSD. Be to, netiesioginių testų metu remiamasi prielaida, kad visų testuojamų asmenų deguonies suvartojimas esant tam pačiam darbo galingumui yra vienodas.

Šie testai dažniausiai naudojami įvertinti aerobinį pajėgumą, tačiau yra daug skirtingų tokio testavimo eigų. Jais norima nustatyti arba darbo galingumą esant tam tikram ŠSD (pvz., PWC₁₇₀ testas), arba maksimalųjį deguonies suvartojimą. Darbo galingumo nustatymas esant ŠSD 170 k./min netinka vidutinio ir vyresnio amžiaus žmonėms, kadangi maksimalusis ŠSD didėjant amžiui mažėja. Testavimo eigos skiriasi dėl nevienodo laiko intervalų testui atlikti įvairiomis sąlygomis, taip pat dėl naudojamos aparatūros techninių savybių.

Gera testavimo eiga yra tokia, kurios metu per kelis sunkėjančio darbo tarpsnius širdies susitraukimų dažnis paskutinio krūvio metu pasiekia 85 % žmogaus amžiui būdingos maksimalios reikšmės (Volbekienė 1997: 37–41).

R. Yu'as atliko širdies ir plaučių pajėgumo tyrimus bei palygino kūno kompozicijos ir fizinio aktyvumo koeficientus tarpusavyje. Tyrime dalyvavo 659 moterų, kurių amžius buvo nuo 55 iki 94 metų. Buvo naudojama elektrinis veloergometras išmatuoti maksimalų deguonies įsisavinimą (VO_{2max}), kuris gautas spirometru. Taip pat buvo gauti kūno kompozicijos ir fizinio aktyvumo duomenys. Nustatyta, kad kūno masės indekso vidurkis yra 23,4 kg/m², riebalinės masės vidurkis – 16,6 kg ir neriebalinės masės vidurkis – 37,3 kg. VO_{2max} vidurkis yra 20,3 ± 4,1 ml/kg/min (diapazonas nuo 7,9 iki 35,7 ml/kg/min). Pastebėta, kad VO_{2max} mažėja su amžiumi (0,25 ml/kg/min/metai). Riebalų masė nebuvo susijusi su VO_{2max}. Nustatyta, kad kūno kompozicija ir

fizinio aktyvumo lygis yra svarbūs veiksniai, kurie lemia VO_{2max} mažėjimą (Yu *et al.* 2011: 348–353).

Dinaminis sėstis ir gultis testas skirtas nustatyti liemens raumenų jėgą ir ištvermę. Šie parametrai yra tiesiogiai susiję su žmogaus judėjimo pajėgumu, laikysena ir stuburo profilaktika. Atliekant visuotinai priimtus sėstis ir gultis testus, pavyzdžiui, vienas iš jų – „EUROFIT“ testas moksleiviams (maksimalus sėstis ir gultis testo skaičius per 30 s), reikia maksimalių pastangų ir tai yra rizikinga vyresniems bei fiziškai silpniems žmonėms. Aptariamasis testas yra modifikuotas, trijų pozicijų ir saugus įvairaus amžiaus asmenims. Juo galima nustatyti testuojamųjų asmenų liemens raumenų ir stuburo funkcinis sutrikimus (Volbekienė 1997: 45–46).

R. J. Cordo‘as atliko tyrimą, siekiant nustatyti kaip centrinė nervų sistema pritaiko motorinę sistemą po kompleksinių ašinių judesių, t. y. atsilenkimų (sėstis ir gulti testas). Buvo pasirinkti sveiki suaugę žmonės, kurie atliko atsilenkimus su ištiestomis kojomis. Grupė tiriamųjų buvo tvirtinami ties klubais, o kaip kuriems papildomai pridedamas svoris ties galva arba kojomis. Gauti rezultatai parodė, kad atsilenkimų kinematika ir dinamika yra susijusi su pratimų sunkumu. Raumenų aktyvumas taip pat susijęs su sunkesniais atsilenkimais, tačiau pilvo raumenų aktyvumas mažėja vietoj to, kad turėtų didėti (Cordo *et al.* 2006: 506–521).

Sėstis ir siekti testas skirtas įvertinti liemens lankstumą ir kelių sausgyslių standumą. Testo rezultatai yra susiję su stuburo pajėgumu, judėjimo galimybėmis kasdieniniame gyvenime, ypač vyresnio amžiaus žmonių (autonominė nepriklausomybė senėjant) (Volbekienė 1997: 49–50).

P. L. Rodrigueza atliko tempimo programos patikrinimą su sėstis ir siekti testu. Buvo pasirinkta 46 pradinės mokyklos ir 44 vidurinės mokyklos mokiniai. Jie buvo suskirstyti į dvi grupes: kontrolinė su 41 tiriamuoju ir eksperimentinė su 49 tiriamaisiais. Eksperimentinė grupė atliko papildomą tempimo pratimą po 5 minutes į dieną per 32 savaitių laikotarpį. Kontrolinė grupė tiesiog atlikinėjo įprastus kūno kultūros pratimus. Galiausiai buvo patikrintas pakinklės sausgyslės lankstumas, naudojant sėstis ir siekti testą. Rezultatai pagerėjo vidurinės mokyklos (+7,22 cm) ir pradinės mokyklos (+1,95 cm) mokinių, kurie buvo eksperimentinėje grupėje. Tačiau rezultatai buvo blogesni kontrolinėje grupėje: vidurinės mokyklos (-4,38 cm) ir pradinės mokyklos (-2,31 cm) mokinių (Rodrigueza *et al.* 2008: 170–175).

F. Ayala atliko produktyvumo tyrimą, naudojant sėstis ir siekti bei kojos pirštų siekimo testus. Tyrime pasirinkta 243 aktyvūs jaunuoliai. Dalyviai atlikinėjo sėstis ir siekti bei kojos pirštų siekimo testus 4 savaites. Produktyvumui apskaičiuoti naudojamas paprastos procentinės paklaidos metodas (variacijos koeficientas VK) ir intraklasinės koreliacijos koeficientas (IKK). Atlikti papildomi skaičiavimai, rasti skirtumus tarp šių dviejų metodų. Nustatyta, kad sėstis ir siekti testo produktyvumas yra 8,74 % pagal VK ir 0,92 pagal IKK, o kojos pirštų siekimo testo 9,86 % pagal VK ir 0,89 pagal IKK. Tyrėjai padarė išvadą, kad šie du metodai yra pakankamai tikslūs tirti žmogaus

produktyvumą (Ayala *et al.* 2012: 219–226).

Pusiausvyros, stovint ant vienos kojos, testas arba kitaip žinomas kaip flamingo testas yra skirtas nustatyti kūno pusiausvyrą. Šis veiksnys turi įtakos judėjimo gebėjimams, padeda išvengti traumų, ypač vyresnio amžiaus žmonėms (Volbekienė 1997: 51–52).

A. F. Camliguney'as atliko tyrimą susijusį su fiziniu paruošimu tarp viešųjų ir privačiųjų mokyklų. Buvo pasirinkta berniukai ir mergaitės nuo 7 iki 11 metų. Tyrėjai naudojo dinamometrą nustatyti dešinės rankos ir kojos jėgai, lankstumui – sėstis ir siekti testą, o pusiausvyrai – flamingo ir užmerktų akių testą. Atlikus visus tyrimus buvo padaryta išvada, jog šie metodai tinkami naudoti ir nustatyti fizinį pajėgumą. O skirtumas tarp viešųjų ir privačiųjų mokyklų fizinio paruošimo programų buvo tik kojų raumenų stiprume (Camliguney *et al.* 2012: 4703–4707).

Tepingo testo tikslas išmatuoti kartotinių rankos judesių greitį. Rankų koordinacija ir greitis rodo rankų miklumą, kuris yra reikalingas kasdieninėje veikloje, ypač dirbant rankų darbus (Volbekienė 1997: 61–62).

N. Sozena atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti treniruočių efektyvumą tinklinyje. Tyrime dalyvavo 62 studentai iš skirtingų aukštųjų mokyklų. Šie žmonės buvo padalinti į dvi grupes: 1) tai žmonės užsiėminę kūno kultūra mokykloje; 2) kai žmonės ėmėsi ir papildomo sportavimo. Buvo naudojama aštuoni „EUROFIT“ testai: flamingo pusiausvyros, tepingas, sėstis ir siekti, šuolis į aukštį iš vietos, plaštakos suspaudimas, sėstis ir gulti, kybojimas sulenktomis rankomis ir 10x5 m bėgimas šaudykle testas. Atlikus matavimus buvo nustatyta, jog sėstis ir gultis, sėstis ir siekti bei flamingo pusiausvyros testų rezultatai yra žymiai geresni merginų, kurios žaidžia tinklinį, lyginant su kitomis merginomis. Tačiau tepingo testo rezultatai buvo panašūs tarp šių dviejų grupių. Sėstis ir gultis bei flamingo pusiausvyros testų rezultatai yra žymiai geresni vaikinų, kurie žaidžia tinklinį, lyginant su kitais vaikiniais. Tačiau tepingo bei sėstis ir siekti testų rezultatai buvo panašūs tarp šių dviejų grupių. Autorė pabrėžia, jog EUROFIT testai yra geras būdas palyginti fizinį aktyvumą tarp skirtingų žmonių grupių (Sozen 2012: 1455–1460).

J. Runhaaras atliko fizinio pajėgumo palyginimą tarp vaikų. Duomenys buvo fiksuojami 1980 ir 2006 metais. 1980-aisiais metais dalyvavo 2050 vaikų, o 2006-aisiais metais 2603 vaikai. Tyrime buvo taikoma „MOPER“ fizinio pajėgumo testai: kabėjimas sulenktomis rankomis, 10x5 m bėgimas šaudykle, pusiausvyros, tepingo, sėstis ir siekti, šuolis į aukštį iš vietos ir 6 minučių bėgimo testai. Atlikti tyrimai parodė, jog šiais laikais vaikai yra aukštesni ir sunkesni. Nustatyta, kad viršsvorį turi 13 % berniukų, o nutukę 3 %. Tuo tarpu 15 % mergaičių su viršsvoriu, o 3 % nutukę. Išsiaiškinta, jog anksčiau vaikai buvo fiziškai pajėgesni negu dabar. Autorius pabrėžia, kad tai ne tik daro neigiamą įtaką vaikų kasdieninėje veikloje, bet ir gali turėti blogų pasekmių ateityje (Runhaar *et al.* 2010: 323–328).

1.5. Ryšio tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo analizė

Tam tikrais atvejais ryšiui tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo nustatyti užtenka vos kelių parametrų. Q. He'as atliko tyrimą nustatyti ryšį tarp širdies ir plaučių pajėgumo, ir fizinio aktyvumo. Tyrime dalyvavo 1795 vaikai nuo 8 iki 13 metų. Matavimai užtruko 18 mėnesių. Vaikai buvo suskirstyti į tris grupes: turintys normalų svorį, viršsvorį ir nutukimą. Širdies ir plaučių pajėgumas buvo nustatytas kelių pakopų tyrimais, taip pat gauti fizinio pajėgumo duomenys. Įrodyta, jog širdies ir plaučių pajėgumas yra žymiai didesnis pas vaikus, kurie turi normalų kūno svorį (nuo 6,55 iki 8,65 ml/kg/min). Širdies ir plaučių pajėgumas buvo atvirkščiai susijęs su kūno masės indekso pokyčiais per tą laikotarpį. Tyrimai parodė, kad kūno masės indekso ir svorio prieaugis turi neigiamą įtaką širdies ir plaučių pajėgumui (He *et al.* 2011: 109–113).

Skirtingų autorių tyrimai parodė, kad žmonių skaičius, kuris bus tiriamas, neturi didelės įtakos analizei. Ryšiui nustatyti gali būti naudojama nedidelis žmonių kiekis. Pavyzdžiui, R. So'as atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti nutukusių moterų fizinio pajėgumo gerėjimą ir svorio netekimą, taikant įsibėgėjimo pratimus. Nutukusiems žmonėms pagrindiniai uždaviniai yra numesti kūno svorį ir mažinti poodinių riebalų kiekį, siekiant išlaikyti gerą sveikatą (lyginant su normalaus sudėjimo žmonėmis). Svarbu palaikyti gerą fizinį pajėgumą po svorio numetimo. Įsibėgėjimo pratimai yra labai naudingi įvairiose sporto šakose bei prevencinėje medicinoje. Tyrėjai atliko bandymą su įsibėgėjimo pratimais ir svorio metimo dietomis. 28 nutukusios moterys buvo padalintos į dvi grupes: dietos ir aerobinių pratimų (kūno masės indekso vidurkis $29,3 \pm 3,0 \text{ kg/m}^2$) ir dietos, aerobinių pratimų bei įsibėgėjimo pratimų (kūno masės indekso vidurkis $31,2 \pm 4,0 \text{ kg/m}^2$). Abi grupės atliko 12-os savaitės svorio metimo programą. Kūno kompozicija, poodinių riebalų kiekis ir fizinis pajėgumas (plaštakos suspaudimas, žingsniavimas, pusiausvyros testas užmerktomis akimis, sėstis ir siekti, maksimalus deguonies suvartojimas) buvo išmatuoti prieš ir po sporto programos. Svoris, kūno masės indeksas, talijos apimtis ir poodinių riebalų kiekis labai sumažėjo, taip pat pagerėjo ir fizinis pajėgumas (So *et al.* 2014: 238–248). Kitose analizėse buvo tiriamas didelis kiekis žmonių. Pavyzdžiui, N. Eatheras atliko tyrimą, kur nagrinėjo fizinio paruošimo programą mokyklose. Tikslas buvo įvertinti kokią įtaką fizinis aktyvumas turi vaikų sveikatai. Tyrime dalyvavo 213 vaikų (amžiaus vidurkis $10,72 \pm 0,6$ metai). Jie turėjo vykdyti „Fit-4-fun“ fizinio aktyvumo programą. Pirminis vertinimo kriterijus buvo širdies ir kvėpavimo sistemos būklė, o antriniai kriterijai – kūno kompozicija (kūno masės indeksas), raumenų jėga (7 pakopų sėstis ir gultis testas, atsispaudimai, krepšinio kamuolio mėtymo testas ir šuolio į aukštį iš vietos testas), lankstumas (sėstis ir siekti) ir fizinis aktyvumas (7 dienų vaikščiojimas). Po 5 mėnesių pastebėtas didžiulis širdies ir plaučių sistemos būklės (vidurkis pagerėjo 1,14 lygiu), kūno kompozicijos (vidurkis sumažėjo $0,96 \text{ kg/m}^2$), raumenų jėgos (vidurkis padidėjo 0,62 pakopų) ir fizinis aktyvumo (vidurkis – 3259 žingsnių/dieną) pagerėjimas. Galiausiai padaryta

išvada, kad norint pasiekti geresnę kūno kompoziciją (mažinti kūno masės indeksą), reikia daugiau sportuoti ir gyventi fiziškai aktyvesnį gyvenimą. (Eather *et al.* 2013: 12–19).

J. W. Kima atliko ryšio tarp nutukimo ir fizinio pajėgumo parametrų tyrimą. Pagrindinis tikslas buvo nustatyti ryšį tarp nutukimo rūšių, apibrėžiant kūno masės indeksu, liemens apimtį, ir įvairiais fizinio pajėgumo parametrais. Tyrime dalyvavo 736 studentai, kurie suskirstyti į keturias grupes: nutukimas pagal kūno masės indeksą (BOG grupė), nutukimas pagal liemens apimtį (WOG grupė), nutukimas pagal kūno masės indeksą ir liemens apimtį (BWOOG grupė) ir nenutukę žmonės (NG grupė). Fizinio pajėgumo parametrai, tokie kaip širdies, kvėpavimo sistemos, raumenų ištvermė, širdies ir kraujagyslių funkcijos, raumenų jėga, lankstumas, judrumas ir pusiausvyra, buvo įvertinti naudojant šiuos matavimus: laikas, reikalingas nubėgti 1,5 km, fizinio efektyvumo indeksas, plaučių talpa (l), atsispaudimai (pakartojimai/2 min), nugaros stiprumas (kg), sėstis ir siekti atstumas (cm), vertikalūs šuoliai (cm), viso kūno reakcijos laikas (ms), šoniniai laipteliai (pakartojimas/30 s) ir maksimalus laikas, stovint ant vienos kojos užmerktomis akimis (s). Gauti rezultatai parodė, kad visos trys nutukimo rūšys (BWOOG, BOG ir WOG) pablogino širdies ir kvėpavimo sistemos veiklą bei raumenų ištvermę, bet padidino raumenų jėgą ir plaučių talpą. Tačiau nebuvo nustatyta jokių reikšmingų skirtumų, susijusių su motorikos fiziniu pajėgumu, tarp nutukimo grupių ir normaliosios grupės (Kim *et al.* 2013: 67–74). Siekiant įvertinti ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo, dažniausiai tiriamieji skirstomi į grupes pagal kūno masės indeksą.

Kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo ryšys ne tik suteikia informacijos apie nutukimą ar fizinį aktyvumą, tačiau taip pat taikomas medicininiais tikslais, ypač teikiant patarimus sveikos gyvensenos klausimais. S. C. Modesittas atliko tyrimą, kuriuo norėjo išsiaiškinti ar mankšta gali apsaugoti nuo vėžio. Tikslas buvo ištirti skirtumus tarp fizinio aktyvumo, kūno kompozicijos ir hormonų išsiskyrimo. Fizinis aktyvumas, gyvenimo kokybės ir demografinio pobūdžio informacija surinkta iš atliktų tyrimų. Kūno kompozicija ir pajėgumas buvo apskaičiuoti naudojant oro tankio pletizmografiją (BodPod). 38 moterys (22 iš jų turėjo endometriumo vėžį) dalyvavo šiame tyrime. Vidutinės reikšmės: amžius – 58,3 metai, kūno masės indeksas – 41,3 kg/m², riebalų masė – 55 kg ir procentiniai kūno riebalai – 51 %. Moterų fizinio aktyvumo lygis buvo labai mažas. Pastebėta, kad pratimai gerina kūno kompoziciją, gyvybingumą ir gali būti viena iš prevencinių priemonių nuo vėžio (Modesitt *et al.* 2013: 431–436).

1.6. Atliktos analizės apibendrinimas ir tyrimo pagrindimas

Išanalizavus kūno kompoziciją, jos modelius, tyrimo metodiką, aprašius fizinio pajėgumo sąvokas, nustatymo būdus, atlikus ryšio tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo analizę, galima daryti šias išvadas:

1. Išanalizavus kūno kompoziciją buvo išsiaiškinta, kad tyrimams plačiausiai naudojamas dviejų komponentų modelis, kuriame žmogaus kūno sudėtis yra išskaidoma į du pagrindinius skyrius: bendroji riebalinė ir neriebalinė masė. Bendroji riebalinė masė yra apibūdinama kaip pagrindinis energijos rezervuaras, o neriebalinę masę sudaro mineralai, baltymai, glikogenai ir vanduo.

2. Kūno kompozicija domina mitybos specialistus, sveikatos priežiūros personalą, fizinio paruošimo trenerius bei biomechanikos inžinierius, nes mitybos būdas, specifinės dietos, treniravimasis, ligos ir genetika gali turėti didžiulį poveikį žmogaus kūno komponentams, t. y. atominiams, molekuliniams, ląsteliniams, audinio ir viso kūno lygiams. Kadangi tiesioginiai matavimai su žmonėmis yra negalimi, todėl buvo išrasta daug netiesioginių kūno sudedamųjų dalių apskaičiavimo metodų.

3. Šiuo metu labiausiai paplitę keturi metodai: riebalų raukšlių matavimas slankmačiu (antropometrija), bioelektrinės varžos analizė, dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcija ir kompiuterinė tomografija. Matavimai atliekami odos raukšlių slankmačiu ar bioelektrinės varžos analizės metodu yra paprasti, greiti ir gali būti naudojami ne tik medicinos įstaigose. Dvigubos energijos rentgeno spindulių absorbcijos ir kompiuterinės tomografijos metodais gaunami labai tikslūs rezultatai, tačiau reikalauja specialiai paruošto personalo, yra brangūs ir atliekami tik medicinos įstaigose.

4. Fizinis pajėgumas yra apibrėžiamas penkiais komponentais: aerobinis pajėgumas, raumenų jėga, raumenų ištvermė, lankstumas ir kūno sudėtis. Pasak E. Adaškevičienės fizinis pajėgumas yra siejamas su fizinėmis savybėmis ir suprantamas kaip sudedamoji sporto, fizinio lavinimo, sveikatos ir sveikatos gerinimo dalis. Tačiau A. Skurvydas, S. Stonkus ir V. Volbiekienė taip pat teigia, kad fizinis pajėgumas teikia ir moralinių vertybių, tokių kaip geresnis mokymosi lygis, miego stiprinimas, lengvesnis susidorojimas su stresinėmis situacijomis bei didesnė savigarba.

5. Fiziniam pajėgumui nustatyti galima naudoti įvairias metodikas, tačiau išnagrinėti tik „EUROFIT“ testai. Jie naudojami nustatyti fizinio pajėgumo komponentus, taip pat jie yra išskirstomi į I – III reikšmingumo lygius. Buvo pasirinktas ir aprašytas veloergometrijos testas (aerobiniam pajėgumui), dinaminis sėstis ir gultis (raumenų jėgai ir ištvermei), sėstis ir siekti (lankstumui), stovėjimas ant vienos kojos (pusiausvyrai) ir tepingo testas (greitumui).

6. Straipsnių analizė parodė, kad kūno kompozicija dažniausiai yra vertinama pagal kūno masės indeksą, o fizinis pajėgumas taikant sėstis ir gultis, sėstis ir siekti, stovėjimas ant vienos kojos užrištomis akimis, šuolis į aukštį iš vietos ir plaštakos suspaudimo testus.

Iš atliktos darbų analizės matyti:

1. Tyrimuose dažniausiai naudojamas kūno masės indekso ir fizinio pajėgumo testų palyginimas. Tačiau nėra analizuojamas ryšys tarp konkrečių kūno kompozicijos komponentų, gautų naudojant bioelektrinės varžos analizės metodą ar odos raukšlių slankmatį, ir fizinio pajėgumo testų.

Detalesnė analizė leistų pamatyti, kurie konkretūs komponentai priklauso nuo žmogaus fizinio pajėgumo.

2. Lietuvoje atlikti keli tyrimai susiję su kūno kompozicija ir fiziniu pajėgumu. R. Pikutytė atliko sporto šakų atstovų kūno kompozicijos analizę ir gautus duomenis palygino tarpusavyje. D. Rimavičienė atliko kūno kompozicijos ir fizinio aktyvumo analizę, tačiau šiame darbe buvo lyginamas ryšys tarp kūno masės indekso ir fizinio pajėgumo testų rezultatų.

Remiantis šiomis išvadomis suformuluojamas pagrindinis darbo tikslas:

Sudaryti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo eksperimentinio tyrimo metodiką. Naudojant skirtingus metodus ir testus gauti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrus. Galiausiai rasti ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo.

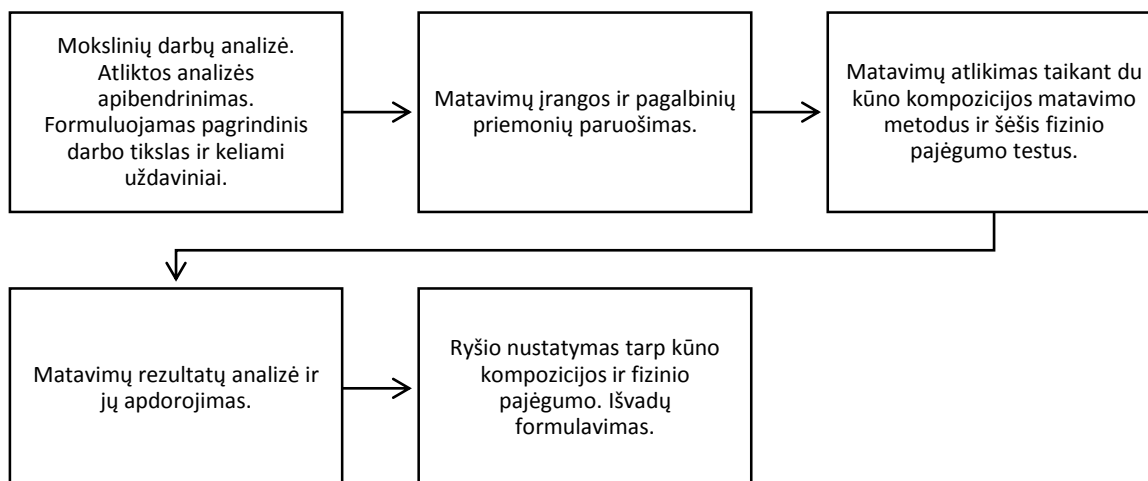
Keliami uždaviniai:

1. Sukurti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo eksperimentinio tyrimo metodiką.
3. Naudoti du kūno kompozicijos (bioelektrinės varžos analizė ir antropometrija) ir šešis fizinio pajėgumo (veloergometrija, dinaminis sėstis ir gultis, sėstis ir siekti, pusiausvyros stovint ant vienos kojos, tepingo ir nugaros raumenų jėgos dinamometras) testus, ir rasti ryšį tarp šių parametrų.

2. METODOLOGINĖ DALIS

2.1. Parametrų matavimo etapai

Matavimai atliekami Biomechanikos katedros medicinos, reabilitacinės ir kompensacinės technikos mokomojoje laboratorijoje. Parametrų matavimo metodikos etapai pateikiami 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Parametrų matavimo etapai

Matavimams naudojama:

- Du kūno kompozicijos metodai:
 - Antropometriniai matavimai;
 - Bioelektrinės varžos analizė.
- Šeši fizinio pajėgumo testai:
 - Veloergometrija;
 - Sėstis ir gultis;
 - Sėstis ir siekti;
 - Pusiausvyros, stovint ant vienos kojos;
 - Tepingas;
 - Jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru.

Matavimų tikslas nustatyti ryšį tarp kūno kompozicijos komponentų parametrų ir fizinio pajėgumo testų rezultatų.

2.2. Tiriamųjų parinkimas

Tyrime dalyvavo 30 sveikų žmonių (14 merginų ir 16 vaikų), kurių amžiaus riba buvo nuo 18 iki 26 metų. Visi tiriamieji pasirašė tiriamojo asmens sutikimo formą (2 priedas). Jiems buvo išmatuoti šie parametrai:

- Kūno kompozicijos;
 - Keturių kūno vietų antropometriniai matavimai (mm);
 - Kūno riebalų kiekis (%);
 - Raumenų masė (kg);
 - Kaulų masė (kg);
 - Kūno masės indeksas (kg/m^2);
 - Metabolinis amžius;
 - Procentinė kūno skysčių išraiška (%);
 - Visceraliniai riebalai;
 - Svoris (kg).
- Fizinio pajėgumo;
 - Maksimalus deguonies suvartojimas (ml/kg/min);
 - Sėstis ir gultis testo rezultatų skaičius per 30 sekundžių;
 - Sėstis ir siekti testo rezultatai (cm);
 - Pusiausvyros stovint ant vienos kojos testo suklydimų skaičius per 1 minutę;
 - Tepingo testo 25 pilnų judesių atlikimo laikas (s);
 - Jėgos matavimo dinamometru rezultatai (%).

2.3. Kūno kompozicijos matavimo metodikos ir tyrimų eiga

Kūno kompozicijos parametrai nustatomi odos raukšlių matavimu slankmačiu ir bioelektrinės varžos analizės metodu.

Antropometriniams matavimams naudojamas Baseline® kompanijos odos raukšlių slankmatis (12-1112). Juo išmatuojamos pasirinktos keturios vietos. Odos raukšlių matavimai atliekami pagal tokią metodiką:

- Prietaisas dedamas tiesiai ant odos, o ne per rūbus;
- Reikia paimti ir laikyti odos raukšlę su viena ranka, o su kita matuoti odos raukšlių storį, naudojant slankmatį;

- Reikia atlikti tris matavimus pasirinktoje vietoje. Galutinis rezultatas bus šių trijų matavimų vidurkis.

Kiekvienas matavimas turi būti pasirenkamas atidžiai. Rezultatai gali kisti, jeigu įrenginys pridedamas ne toje pačioje vietoje ir slankmatis prispaudžiamas ne su tokia pačia jėga. Visų odos raukšlių matavimui atliekama ši procedūra:

- Su pieštuku pasižymėti matavimo tašką odos raukšlių vietoje (3 priedas);
- Paimti odos raukšlę su kairės rankos nykščiu ir smiliumi;
- Pridėti slankmatį prie pažymėtos vietos taip, kad pieštuko žymė būtų per vidurį tarp slankmačio žnyplių;
- Nuimti dešinės rankos nykštį nuo slankmačio svirto, kad žnyplės suspaustų odos raukšlę visa jėga;
- Pasižiūrėti kokius parodymus (milimetrais) rodo slankmatis (R_1);
- Procedūra atlikti dar du kartus (R_2 ir R_3). Trys matavimai reikalaujami tikslesniems rezultatams;
- Odos raukšlių matavimo rezultatas (R) gaunamas apskaičiavus vidurkį:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} . \quad (2.1)$$

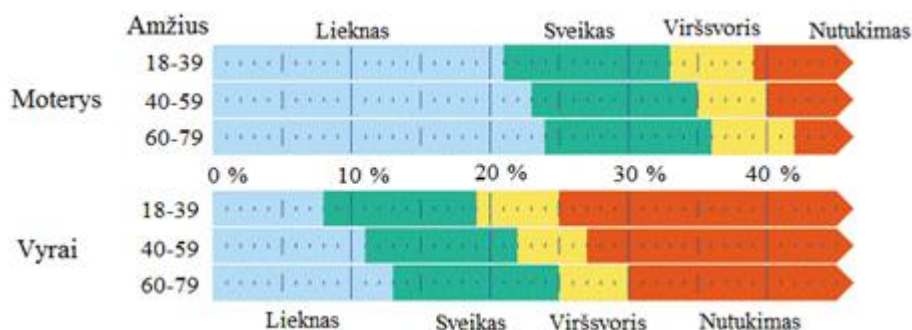
Odos raukšlių matavimų gauti duomenys gali būti paversti į kūno riebalų procentinį kiekį. Procentinė išraiška priklauso nuo amžiaus ir lyties. Norint nustatyti procentinę riebalų kiekio išraišką moterims ir vyrams, reikia atlikti šiuos veiksmus:

1. Sudėti visų keturių odos raukšlių matavimų vidurkius (bicepso, tricepso, mentikaulio ir klubo);
2. Naudoti tinkamą procentinę kūno svorio lentelę (4 priedas). Išreikšti riebalų kiekį procentais (Lee *et al.* 2008: 566–72).

Bioelektrinės varžos analizė yra naudojama TANITA kompanijos segmentinis kūno kompozicijos analizatorius BC-601. Kūno kompozicijos duomenys yra gaunami tik tada, kai svarstyklių atmintyje suvedami individualūs tiriamųjų duomenys. Galima saugoti keturių žmonių duomenis vienu metu. Spaudžiamas SET mygtukas tam, kad būtų įjungtas analizatorius. Naudojant šias svarstykles gaunami tokie duomenys (Guptaa *et al.* 2011: 33–35):

- Svoris (kg);

- Kūno riebalų kiekis (proc.) (2.2 pav.). Tai riebalų kiekio esančio organizme išraiška procentais. Per didelis riebalų kiekis gali sukelti įvairias ligas – per aukštas kraujo spaudimas, širdies veiklos sutrikimas, diabetas, vėžys ir kt.;



2.2 pav. Kūno riebalų procentinės išraiškos lentelė

- Raumenų masė (kg). Šiam rodikliui priskiriama griaučių ir lygieji raumenys (pavyzdžiui, širdies arba virškinimo) bei vandens koncentracija juose. Raumenys yra labai svarbūs judant bei vartojant energiją;
- Kaulų masė (kg). Žmogus, o ypač atletas, turintis daugiau raumenų, tuo pačiu turi stiprius, sveikus kaulus. Jei kaulų struktūra nepatenkinama, jie turi polinkį lūžti. 2.1 ir 2.2 lentelėse pateiktas 20–40 metų amžiaus vyrų bei moterų kaulų masės vidurkis;

2.1 lentelė. Moterų kaulų masės vidurkis

Svoris		
Mažiau, nei 50 kg	50 kg – 75 kg	Daugiau, nei 75 kg
1,95 kg	2,40 kg	2,95 kg

2.2 lentelė. Vyrų kaulų masės vidurkis

Svoris		
Mažiau, nei 65 kg	65 kg – 95 kg	Daugiau, nei 95 kg
2,65 kg	3,29 kg	3,69 kg

- Kūno masės indeksas (kg/m^2). Žmogaus masės ir ūgio kvadrato santykis, medicinoje ir mityboje naudojamas kaip rodiklis, leidžiantis įvertinti ar žmogaus masė yra normali, ar yra antsvoris bei nutukimas, ar svorio trūkumas. 5 priede pateikiama kūno masės indekso ribos ir išvados;

- Dienos kalorijų norma. Tai yra bazinės medžiagų ir kasdieninės veiklos (įskaitant kasdieninius namų ruošos darbus) apykaitos suma ir dietos įtakos įvertinimas;
- Metabolinis amžius. Ši funkcija nurodo, koks vidutiniškai turėtų būti amžius, atsižvelgiant į medžiagų apykaitą. Jei amžius, pagal medžiagų apykaitą yra didesnis, nei faktinis amžius, vadinasi reikia gerinti medžiagų apykaitą. Didinamas fizinis krūvis, padidins raumenų kiekį, o tai greitis medžiagų apykaitą;
- Kūno vandens kiekis (%) – tai kūno skysčių procentinė išraiška nuo viso kūno svorio. Normalus kūno skysčių procentas suaugusiems (%TBW): moterims nuo 45 % iki 60 %, vyrams nuo 50 % iki 65 %;
- Visceralinių riebalų lygis. Ši funkcija įvertina tiriamojo visceralinių riebalų kiekį. Visceraliniai riebalai – riebalai, esantys aplink pilvo ertmę, gyvybiškai svarbius organus, liemens srityje. Tyrimai rodo, kad nors kūno svoris bei riebalų masė išlieka pastovi, senstant, labiau tikėtina, kad jie ims kauptis būtent liemens srityje. Visceralinių riebalų kiekio sekimas, bei kontrolė gali sumažinti tam tikrą ligų (aukštas kraujo spaudimas, 2 tipo cukrinis diabetas ir pan.) riziką. TANITA kūno kompozicijos analizatorius visceralinių riebalų indeksą nustato indikatoriumi nuo 1 iki 59:
 - nuo 1 iki 12 parodo, kad visceralinių riebalų kiekis yra normalus;
 - nuo 13 iki 59 parodo, kad yra visceralinių riebalų perteklius.

2.4. Fizinio pajėgumo matavimo metodikos ir tyrimų eiga

Veloergometro testas

Šio testo tikslas yra nustatyti maksimalų deguonies suvartojimą. Jis yra grindžiamas tuo, kad širdies susitraukimų dažnis laikomas tinkamiausiu rodikliu netiesiogiai nustatant maksimalųjį aerobinį galingumą, kadangi jam būdinga beveik tiesinė priklausomybė nuo didėjančio darbo sunkumo ir deguonies suvartojimo. Paprastai širdies susitraukimų dažnis būna maksimalus, kai pasiekiamas darbo galingumas, atitinkantis maksimalųjį aerobinį krūvį.

Reikalinga įranga:

- Mechaniniu ar elektriniu būdu stabdomas veloergometras;
- Prietaisas širdies susitraukimų dažniui registruoti;
- Chronometras.

Testas pradedamas tuo, kad testuojamasis susipažįsta su pratimu, įpranta prie aplinkos ir nusiramina. Jo širdies susitraukimų dažnis paprastai sumažėja ir nusistovi. Tuomet nustatomas tinkamas sėdynės aukštis ir testuojamajam paaiškinama, kaip atlikti pratimą. Testo atlikėjas pradeda

minti ir palengva pasiekia 60 k./min dažnį. Krūvis turi būti nedidelis. Tokia pramankšta leidžia įvertinti testuojamojo būseną ir numatyti kito (pradinio) krūvio dydį. Testo atlikėjas po 2–4 min. lengvos pramankštos įveikia tris po 4 min. truncančius tolydžiai sunkėjančius krūvius veloergometru. Paskutinio krūvio metu širdies susitraukimų dažnis turi pasiekti 70–85 % pagal testuojamojo amžių apskaičiuotos maksimaliojo ŠSD reikšmės (2.3 lentelė). Širdies susitraukimų dažnis registruojamas kiekvienos minutės pabaigoje, išskyrus paskutinę kiekvienos krūvio pakopos minutę, kai ŠSD registruojamas 15–20 s. iki minutės pabaigos, kad liktų laiko pasirengti naujam krūvio padidėjimui. Pasibaigus paskutiniam krūviui, testuojamojo prašoma minti dar 30–60 s. Krūvis sumažinamas iki pramankštos dydžio ir palengva mažinamas mynimo dažnis. Šioje fazėje taip pat atidžiai stebima testo atlikėjo būseną.

2.3 lentelė. Pageidaujamas ŠSD atskirose krūvio pakopose

Mažiau negu 50 metų	Daugiau negu 50 metų
1 pakopa 110–120 k./min	1 pakopa 100–110 k./min
2 pakopa 130–140 k./min	2 pakopa 120–130 k./min
3 pakopa 150–160 k./min	3 pakopa 140–150 k./min

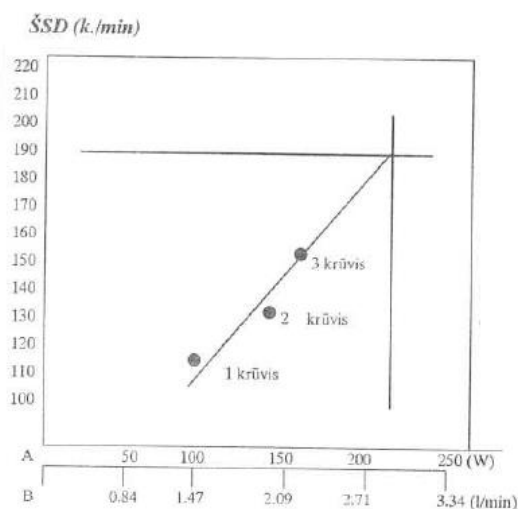
Pakopų krūviai pasirenkami pagal 2.4 lentelę.

2.4 lentelė. Krūvio parinkimas atliekant trijų pakopų veloergometro testą

Fizinio aktyvumo lygis	Jauni ir vidutinio amžiaus suaugę asmenys (20 – 50–55 metų)		Senyvo amžiaus suaugusieji (50–55 – 60–65 metų)
Labai aktyvūs	Moterys	100–125–150–175 W	50–75–100–125 W
	Vyrai	100–150–200–250 W	100–150–175 W
Mažai ir vidutiniškai aktyvūs	Moterys	50–75–100–125 W	25–50–75–100 W
	Vyrai	50–100–150–175 W	50–75–100–125 W

Atlikus testą reikia apskaičiuoti maksimalųjį krūvį ir VO_2 . Trys ŠSD reikšmės submaksimalių krūvių metu ir maksimalusis ŠSD yra naudojamas skaičiavimuose. Maksimalus krūvis gaunamas iš grafiko, kuris atvaizduojamas 2.3 paveiksle. Jame yra atidedamos širdies susitraukimo dažnių vidurkių ir krūvių koordinatės. Širdies susitraukimo dažnių maksimumo linija yra išbrėžiama. Nuleidžiamas statmuo toje vietoje, kur susikerta prieš tai minėtos dvi linijos. Statmuo ir parodys

maksimalaus krūvio reikšmę. Maksimalusis deguonies suvartojimas yra apskaičiuojamas pagal ŠSD dydį trijų krūvių metu, naudojantis 2.2 formulę.



2.3 pav. Maksimalaus krūvio nustatymo grafikas

$$MDS = \frac{W_{maks} \cdot 12,48 + 217}{kūno\ svoris\ (kg)} \quad (2.2)$$

Maksimalios deguonies suvartojimo normos pateikiamos 2.5 ir 2.6 lentelėse (Langeskov-Christensen *et al.* 2014: 79–87).

2.5 lentelė. Maksimalios deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normos vyrams

	18–25 metai	26–35 metai	36–45 metai	46–55 metai	56–65 metai	65+ metai
Puiku	>60	>56	>51	>45	>41	>37
Gera	52–60	49–56	43–51	39–45	36–41	33–37
Vidutiniškai	47–51	43–48	39–42	35–38	32–35	29–32
Vidutiniškai	42–46	40–42	35–38	32–35	30–31	26–28
Vidutiniškai	37–41	35–39	31–34	29–31	26–29	22–25
Prastai	30–36	30–34	26–30	25–28	22–25	20–21
Labai prastai	<30	<30	<26	<25	<22	<20

2.6 lentelė. Maksimalios deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normos moterims

	18–25 metai	26–35 metai	36–45 metai	46–55 metai	56–65 metai	65+ metai
Puiku	>56	>52	>45	>40	>37	>32
Gerai	47–56	45–52	38–45	34–40	32–37	28–32
Vidutiniškai	42–46	39–44	34–37	31–33	28–31	25–27
Vidutiniškai	38–41	35–38	31–33	28–30	25–27	22–24
Vidutiniškai	33–37	31–34	27–30	25–27	22–24	19–22
Prastai	28–32	26–30	22–26	20–24	18–21	17–18
Labai prastai	<28	<26	<22	<20	<18	<17

Sėstis ir gultis testas

Šio testo tikslas yra nustatyti liemens raumenų jėgą ir ištvermę. Jis yra grindžiamas tuo, kad liemens raumenų jėga yra tiesiogiai susijusi su žmogaus judėjimo pajėgumu, laikysena ir stuburo profilaktika. Jo metu reikia atlikti kuo daugiau atsilenkimų per 30 sekundžių.

Reikalinga įranga:

- Gimnastikos paklotas ar kiliminė danga.

Testo atlikėjas gerai informuojamas apie testo eigą. Atsisėdama ant pakloto. Padėtis: nugara tiesi, plaštakos sunertos už galvos, kojos sulenktos per kelius 90° kampų, visa pėda remiasi į čiužinį. Gulamasi ant nugaros, pečiais paliečiama paklota, ir grįžtama į sėdimą padėtį, alkūnėmis paliečiant kelius. Rankos visą laiką sunertos už galvos. Šis veiksmas kartojamas 30 sekundžių (2.4 pav.). Rezultatų vertinimas pateikiamas 2.7 ir 2.8 lentelėse (Muliarčikas *et al.* 2007: 34–35).



2.4 pav. Sėstis ir gultis testas

2.7 lentelė. Sėstis ir gultis (k./30 s) testo rezultatų vertinimas moterims

Vertinimas	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	<19	<16
Pakankamas	19–24	16–20
Geras	25–28	21–25
Labai geras	>28	>25

2.8 lentelė. Sėstis ir gultis (k./30 s) testo rezultatų vertinimas vyrams

Vertinimas	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	<23	<19
Pakankamas	23–27	19–25
Geras	28–32	26–30
Labai geras	>32	>30

Sėstis ir siekti testas

Šio testo tikslas yra įvertinti liemens lankstumą ir kelių sausgyslių standumą. Jis yra grindžiamas tuo, kad testo rezultatai yra susiję su stuburo pajėgumu, judėjimo galimybėmis kasdieniniame gyvenime (2.5 pav.).

Reikalinga įranga:

- 35 cm ilgio, 45 cm pločio ir 32 cm aukščio matavimo dėžė. Dėžės viršus – 55 cm ilgio ir 45 cm pločio plokštė, per 15 cm ilgesnė už dėžės šoninę plokštumą, į kurią turi remtis testo atlikėjo pėdos. Ant matavimo dėžės viršutinės plokštumos vidurio yra matavimo skalė, sužymėta padalomis nuo 0 iki 50 cm. Ant dėžės viršaus padėta apie 30 cm ilgio liniuotė, kurią testo atlikėjas stumia, siekdamas kuo tolimesnio taško.

Prieš testą būtina pramankšta, be maksimalių pastangų atliekama keletas bandomųjų pasilenkimų į priekį sėdint ištiestomis ant grindų basomis kojomis. Tuomet daromi du pasilenkimai maksimaliomis pastangomis. Testo vadovas laiko atlikėjo kojas, kad šis nelenktų jų per kelius. Testo atlikėjas, lėtai lenkdamasis pirmyn, siekia rankomis kuo tolimesnio taško. Pasiekus tolimiausią tašką, reikia išbūti 2 s. Lenkimosi judesys turi būti vientisas, netrūkčiojantis. Užskaitomas geresnis rezultatas (centimetrais). Testo atlikėjo, pasiekusio savo kojų pirštus, rezultatas yra 15 cm, o 7 cm toliau – 22 cm. Rezultatų vertinimas pateikiamas 2.9 ir 2.10 lentelėse (Muliarčikas *et al.* 2007: 35–36).



2.5 pav. Sėstis ir siekti testas

2.9 lentelė. Sėstis ir siekti (cm) rezultatų vertinimas moterims

Sėstis ir siekti (cm)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	<23	<22
Pakankamas	23–29	22–28
Geras	30–35	29–34
Labai geras	>35	>34

2.10 lentelė. Sėstis ir siekti (cm) rezultatų vertinimas vyrams

Sėstis ir siekti (cm)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	<19	<17
Pakankamas	19–27	17–25
Geras	28–35	26–33
Labai geras	>35	>33

Pusiausvyra stovint ant vienos kojos

Šio testo tikslas yra nustatyti kūno pusiausvyrą. Jis yra grindžiamas tuo, kad pusiausvyra turi įtakos judėjimo gebėjimams, padeda išvengti traumų, ypač vyresniame amžiuje.

Reikalinga įranga:

- Chronometras;
- Erdvi testavimo vieta su kietomis, lygiomis grindimis.

Testo atlikėjas turi užsimerkęs stovėti ant vienos kojos. Pusiausvyrą parodo bandymų išlaikyti ją stovint ant vienos kojos skaičius per 1 minutę. Jeigu testo atlikėjas per pirmąsias 15 s praranda pusiausvyrą 15 kartų arba iš viso negali jos išlaikyti nurodytoje stovėsenoje (2.6 pav.), testo rezultatas yra 30. Testas atliekamas be apavo (basomis arba apsiavus kojines). Balansuojama ant parankesnės kojos jos nekeičiant. Prieš testą pasinaudojama vienu trumpu bandymu. Tuomet testo atlikėjui užėmus pradinę padėtį, įjungiamas chronometras. Kai tiriamasis netenka pusiausvyros, chronometras išjungiamas. Testo atlikėjas vėl greitai užima pradinę padėtį, chronometras vėl įjungiamas ir t. t. Palietus grindis laisvos kojos pėda, testavimas tęsiamas, t. y. chronometras neišjungiamas, tačiau

rezultatas padidėja vienu skaičiumi. Balansuojant galima atlikti judesius rankomis ir laisva koja. Atraminės kojos pėda negali pajudėti iš vietos. Rezultatų vertinimas pateikiamas 2.11 ir 2.12 lentelėse (Muliarčikas *et al.* 2007: 30–31).



2.6 pav. Pusiausvyros testas

2.11 lentelė. Pusiausvyros testo (k./min) rezultatų vertinimas moterims

Pusiausvyros testas (k./min)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	>14	>14
Pakankamas	9–14	8–14
Geras	4–8	4–7
Labai geras	<4	<4

2.12 lentelė. Pusiausvyros testo (k./min) rezultatų vertinimas vyrams

Pusiausvyros testas (k./min)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	>14	>14
Pakankamas	9–14	8–14
Geras	3–8	4–7
Labai geras	<3	<4

Tepingas

Šio testo tikslas yra išmatuoti kartotinių rankos judesių greitį. Jis yra grindžiamas tuo, kad rankų koordinacija ir greitis rodo rankų miklumą, kuris yra reikalingas kasdieninėje veikloje, ypač dirbant rankų darbus.

Reikalinga įranga:

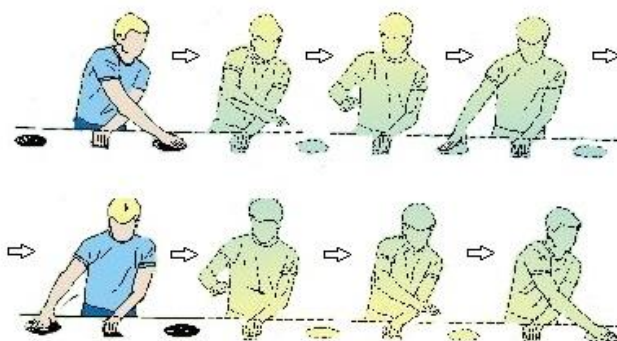
- Stalas, kurio aukštis reguliuojamas;

- Du vienoje tiesėje prie stalo pritvirtinti guminiai skrituliai, kiekvienas 20 cm skersmens;
- Atstumas tarp skritulių centrų – 80 cm;
- 10x20 cm stačiakampis, pritvirtintas tarp dviejų skritulių vienodu atstumu tarp kiekvieno;
- Chronometras.

Testuojamasis asmuo turi būti labai gerai supažindintas su testavimo procedūra. Testo atlikėjas stovi prie stalo, padėjęs parankesnę ranką ant priešingo skritulio (pvz., kairę ranką ant dešinio skritulio). Kita ranka padėta ant centre esančio stačiakampio, taigi rankos yra sukryžiuotos. Parankesne ranka, virš centre esančios rankos, daromi kiek galima greitesni judesiai pirmyn ir atgal tarp dviejų skritulių. Uždutis – parankesne ranka kiek galima greičiau padaryti 25 pilnus judesius (judesių ciklus), pakaitomis paliečiant du ant stalo pritvirtintus skritulius (2.7 pav.). Testas atliekamas du kartus, trumpai pailsint po pirmo bandymo. Leidžiama testą pabandyti, kad testuojamasis galėtų nusistatyti parankesnę ranką. Rezultatų vertinimas pateikiamas 2.13 ir 2.14 lentelėse (Muliarčikas *et al.* 2007: 32–34).

Svarbu sekti, kad:

- Stalo aukštis būtų kiek žemiau testuojamojo liemens;
- Testuojamojo ranka turi būti laikoma ant stačiakampio viso testo metu.



2.7 pav. Tepingo testas

2.13 lentelė. Tepingo testo rezultatų vertinimas moterims

Tepingas (s)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	>12,7	>12,9
Pakankamas	11,5–12,7	11,5–12,9
Geras	10,3–11,4	10–11,4
Labai geras	<10,3	<10

2.14 lentelė. Tepingo testo rezultatų vertinimas vyrams

Tepingas (s)	19–24 metai	25–29 metai
Nepakankamas	>11,3	>12,2
Pakankamas	10,3–11,3	10,4–12,2
Geras	9,5–10,2	9,3–10,3
Labai geras	<9,5	<9,3

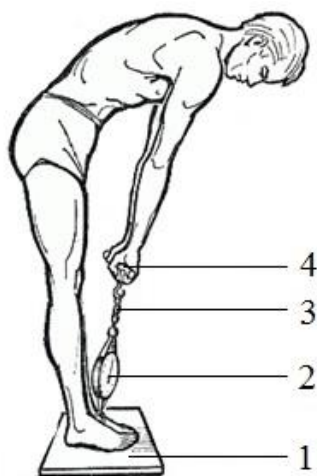
Jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru

Šio testo tikslas yra išmatuoti maksimalią nugaros raumenų jėgą.

Reikalinga įranga:

- Nugaros-kojų-krūtinės dinamometras, kurio skalė yra nuo 0 iki 300 kg.

Tiriamasis atsistoja ant pagrindo 1, dinamometras 2 turi būti tarp pėdų. Pradinė pozicija – testo atlikėjas šiek tiek palinkęs į priekį (nesulenkiant kelių) (2.8 pav.). Rankena – kelių lygyje. Rankomis suimama rankena 4 per grandinę 3 ir tempiamas dinamometras į viršų. Matavimai atliekami 3 kartus ir tuomet suskaičiuojamas vidurkis (Hu *et al.* 2014: 311–316).



2.8 pav. Pradinė pozicija

1 – dinamometro pagrindas, 2 – dinamometras, 3 – grandinė ir 4 – rankenos.

Atlikus matavimus yra paskaičiuojama santykinė reikšmė (*SR*). Ji gaunama dinamometro parodymus (maksimali jėga *F*, kg) dalinant iš kūno svorio (*m*, kg) ir padauginant iš 100 % (2.3 formulė):

$$SR = \frac{F \cdot 100\%}{m} \quad (2.3)$$

Paprastai nugaros jėgos santykinis dydis yra 180–200 %. Priimta, kad:

- Mažiau nei 170 % – nugaros raumenų jėga maža.
- 170–200 % – mažesnė nei vidutinė;
- 200–230 % – vidutinė;
- 230–250 % – didesnė nei vidutinė;
- Daugiau nei 260 % – didelė.

3. TIRIAMOJI ANALITINĖ DALIS

3.1. Vyrų ir moterų kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas

Atlikus tyrimą, buvo gauti moterų, kurie pateikiami 3.1 lentelėje, ir vyrų kūno kompozicijos rodikliai, kurie pateikiami 3.2 lentelėje. Tyrime dalyvavę vyrai (180,81 cm (6,86)) yra aukštesni už moteris (169,07 cm (5,98)), vyrai (71,08 kg (9,68)) sveria daugiau už moteris (61,43 kg (8,99)), vyrų (22,52 (2,57)) kūno masės indeksas yra didesnis už moterų (21,46 (2,61)), vyrų (60,52 kg (6,57)) raumenų masė yra didesnė už moterų (43,27 kg (4,10)), vyrų (3,18 kg (0,32)) kaulų masė yra didesnė už moterų (2,33 kg (0,22)) ir vyrų (62,56 % (4,85)) kūno vandens kiekis yra didesnis už moterų (55,59 % (4,42)). Tačiau nustatyta, kad moterų (25,11 % (6,27)) kūno riebalų kiekis yra didesnis už vyrų (12,61 % (5,26)). Gauta, kad vyrų ir moterų kūno kompozicijos rodikliams statistiškai reikšmingai nulinė hipotezė atmetama ($t_{kr} < 2,04$, $p < 0,05$).

3.1 lentelė. Moterų kūno kompozicijos rodikliai

	Vidurkis	Standartinis nuokrypis	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Pasikliautinas intervalas
Ūgis, cm	169,07	5,98	162,00	180,00	165,62–172,52
Svoris, kg	61,43	8,99	50,80	80,80	56,24–66,62
Kūno masės indeksas	21,46	2,61	18,50	26,20	19,95–22,96
Kūno riebalų kiekis, %	25,11	6,27	16,10	35,30	21,49–28,73
Raumenų masė, kg	43,27	4,10	37,60	52,70	40,90–45,64
Kaulų masė, kg	2,33	0,22	2,00	2,80	2,20–2,46
Kūno vandens kiekis, %	55,59	4,42	48,60	62,00	53,03–58,14

3.2 lentelė. Vyrų kūno kompozicijos rodikliai

	Vidurkis	Standartinis nuokrypis	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Pasikliautinas intervalas
Ūgis, cm	180,81	6,86	166,00	193,00	177,16–184,47
Svoris, kg	73,08	9,68	56,80	87,80	67,92–78,23
Kūno masės indeksas	22,52	2,57	18,50	27,30	21,15–23,89
Kūno riebalų kiekis, %	12,61	5,26	5,00	22,20	9,80–15,41
Raumenų masė, kg	60,52	6,57	50,80	73,10	57,02–64,02
Kaulų masė, kg	3,18	0,32	2,70	3,80	3,01–3,35
Kūno vandens kiekis, %	62,56	4,85	54,90	72,00	59,98–65,15

Buvo gauti moterų, kurie pateikiami 3.3 lentelėje, ir vyrų fizinio pajėgumo rodikliai, kurie pateikiami 3.4 lentelėje. Tyrime dalyvavusių vyrų (39,39 ml/kg/min (9,22)) maksimalus deguonies suvartojimas yra didesnis už moterų (36,42 ml/kg/min (6,27)), vyrų (27,50 k./30s (4,37)) atsilenkimų skaičius per 30 sekundžių buvo didesnis už moterų (21,93 k./30s (3,99)) ir vyrų (194,74 % (49,54)) nugaros raumenų jėgos santykinė reikšmė buvo didesnė už moterų (111,50 % (35,87)). Tačiau nustatyta, kad moterų (24,19 cm (6,31)) liemens lankstumas ir kelių sausgyslių standumas yra geresnis už vyrų (22,27 cm (9,33)), moterys (1,64 k./min (1,69)) atlikdamos pusiausvyros testą padarė mažiau klaidų negu vyrai (2,44 k./min (1,97)) ir moterys (16,82 s (4,06)) ilgiau užtrunka atlikdamos tepingo testą palyginti su vyrais (13,05 s (3,32)). Gauta, kad vyrų ir moterų fizinio pajėgumo rodikliams statistiškai nulinė hipotezė atmetama ($t_{kr} < 2,04$, $p < 0,05$).

3.3 lentelė. Moterų fizinio pajėgumo rodikliai

	Vidurkis	Standartinis nuokrypis	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Pasikliautinas intervalas
Maksimalus deguonies suvartojimas, ml/kg/min	36,42	6,27	27,88	54,17	32,80–40,03
Atsilenkimų skaičius, k./30s	21,93	3,99	16,00	29,00	19,63–24,23
Siekimo atstumas, cm	24,19	6,31	9,10	33,85	20,55–27,84
Suklydimų skaičius, k./min	1,64	1,69	0,00	6,00	0,67–2,61
Tepingo laikas, s	16,82	4,06	12,32	27,22	14,48–19,17
Nugaros jėga, %	111,50	35,87	44,81	169,39	90,79–132,20

3.4 lentelė. Vyrų fizinio pajėgumo rodikliai

	Vidurkis	Standartinis nuokrypis	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Pasikliautinas intervalas
Maksimalus deguonies suvartojimas, ml/kg/min	39,39	9,22	27,66	57,03	34,48–44,30
Atsilenkimų skaičius, k./30s	27,50	4,37	20,00	35,00	25,17–29,83
Siekimo atstumas, cm	22,27	9,33	5,40	37,05	17,30–27,24
Suklydimų skaičius, k./min	2,44	1,97	0,00	6,00	1,39–3,48

3.4 lentelės tęsinys

Tepingo laikas, s	13,05	3,32	9,22	23,84	11,28–14,82
Nugaros jėga, %	194,74	49,54	119,75	289,32	168,34–221,14

3.2. Ryšys tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo

Atlikus regresinę analizę tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių, nustatyta, kad moterų grupėje, kurios koreliacijos koeficientai pateikiami 3.5 lentelėje, egzistuoja vidutinė koreliacija tarp ūgio ir maksimalaus deguonies suvartojimo ($r = -0,602$) bei atsilenkimų skaičiaus ($r = 0,526$), kūno riebalų kiekio ir pusiausvyros testo suklydimų skaičius ($r = 0,536$), raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo ($r = -0,635$) bei atsilenkimų skaičiaus ($r = 0,514$), kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo ($r = -0,636$), kūno vandens kiekio ir pusiausvyros testo suklydimų skaičiaus ($r = -0,527$). Tarp kitų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių egzistuoja silpna ($0,2 < r < 0,5$ arba $-0,2 < r < -0,5$) arba labai silpna koreliacija ($0 < r < 0,2$ arba $0 < r < -0,2$). Vyrų grupėje, kurios koreliacijos koeficientai pateikiami 3.6 lentelėje, egzistuoja vidutinė koreliacija tarp kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo ($r = -0,580$) bei siekimo atstumo ($r = -0,601$), kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo ($r = 0,537$) taip pat siekimo atstumo ($r = 0,559$). Tarp kitų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių egzistuoja silpna arba labai silpna koreliacija.

3.5 lentelė. Koreliacijos koeficientas (r) tarp moterų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių

	Maksimalus deguonies suvartojimas, ml/kg/min	Atsilenkimų skaičius, k./30s	Siekimo atstumas, cm	Suklydimų skaičius, k./min	Tepingo laikas, s	Nugaros jėga, %
Ūgis, cm	-0,602	0,526	-0,365	0,246	0,053	-0,270
Svoris, kg	-0,013	0,412	-0,337	0,441	-0,004	-0,323
Kūno masės indeksas	-0,405	0,214	-0,175	0,391	-0,010	-0,239

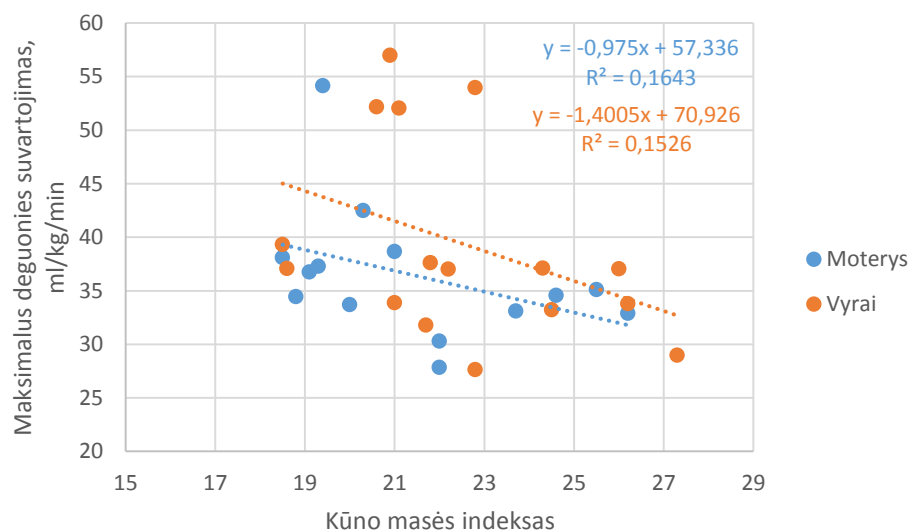
3.5 lentelės tęsinys

Kūno riebalų kiekis, %	-0,375	0,181	-0,338	0,536	-0,085	-0,267
Raumenų masė, kg	-0,635	0,514	0,250	0,181	0,103	-0,284
Kaulų masė, kg	-0,636	0,494	0,243	0,172	0,109	-0,312
Kūno vandens kiekis, %	0,333	-0,146	0,331	-0,527	0,095	0,257

3.6 lentelė. Koreliacijos koeficientas (r) tarp vyrų kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių

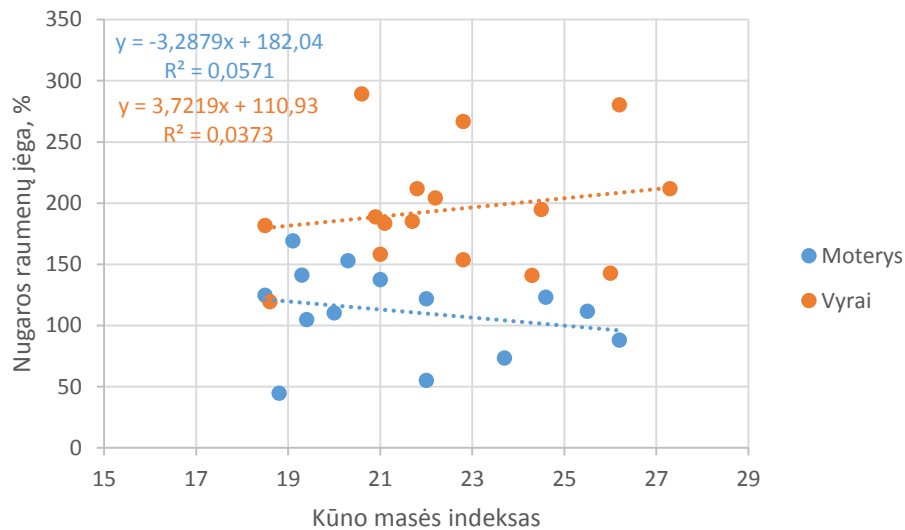
	Maksimalus deguonies suvartojimas, ml/kg/min	Atsilenkimų skaičius, k./30s	Siekimo atstumas, cm	Suklydimų skaičius, k./min	Tepingo laikas, s	Nugaros jėga, %
Ūgis, cm	0,122	0,050	0,148	-0,300	-0,318	0,045
Svoris, kg	-0,215	-0,140	0,010	-0,392	0,063	0,111
Kūno masės indeksas	-0,391	-0,172	-0,092	-0,251	0,252	0,193
Kūno riebalų kiekis, %	-0,580	-0,405	-0,601	-0,278	0,435	-0,214
Raumenų masė, kg	0,056	0,060	0,358	-0,300	-0,180	0,260
Kaulų masė, kg	0,040	0,027	0,328	-0,275	-0,142	0,237
Kūno vandens kiekis, %	0,537	0,411	0,559	0,253	-0,390	0,266

Nustatyta, kad moterų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 36,42 ml/kg/min, ribos: 27,88–54,17 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su kūno masės indeksu (vidurkis: 21,46, ribos (x_{min} – x_{max}): 18,50–26,20)). ($r = -0,405$, $p > 0,05$). Vyrų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 39,39 ml/kg/min, ribos: 27,66–57,03 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su kūno masės indeksu (vidurkis: 22,52, ribos: 18,50–27,30)). ($r = -0,391$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.1 paveiksle. Didėjantis žmogaus kūno masės indeksas mažina fizinę pajėgumą, tai parodo žymus deguonies suvartojimo sumažėjimas.



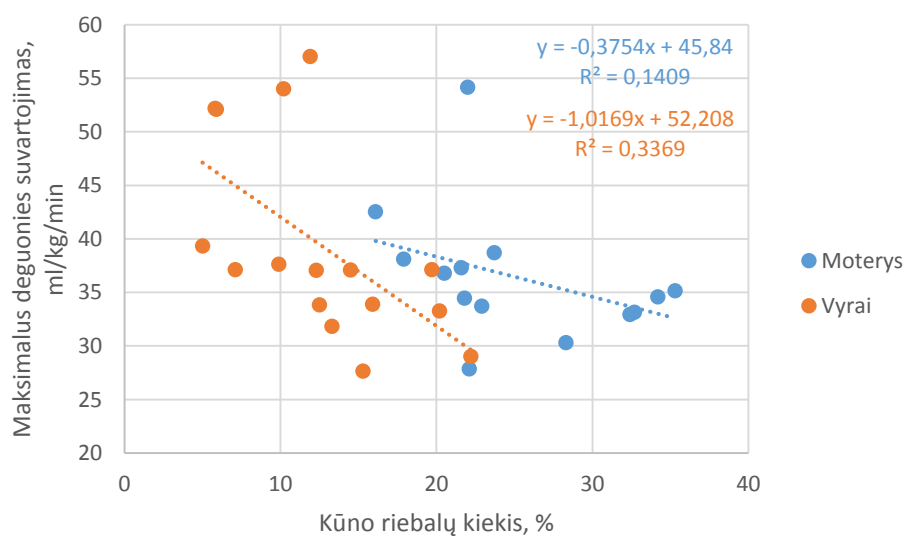
3.1 pav. Ryšys tarp kūno masės indekso ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 111,50 %, ribos: 44,81–169,39 %) yra atvirkščiai susijusi su kūno masės indeksu (vidurkis: 21,46, ribos: 18,50–26,20)). ($r = -0,239$, $p > 0,05$). Vyrų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 194,74 %, ribos: 119,75–289,32 %) yra tiesiogiai susijusi su kūno masės indeksu (vidurkis: 22,52, ribos: 18,50–27,30)). ($r = 0,193$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.2 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno masės indeksui, mažėja moterų nugaros raumenų jėga, o vyrų didėja. Tai paaiškinama tuo, kad moterų kūno riebalų kiekis yra didesnis už vyrų, ir moterys turi mažiau raumeninės masės.



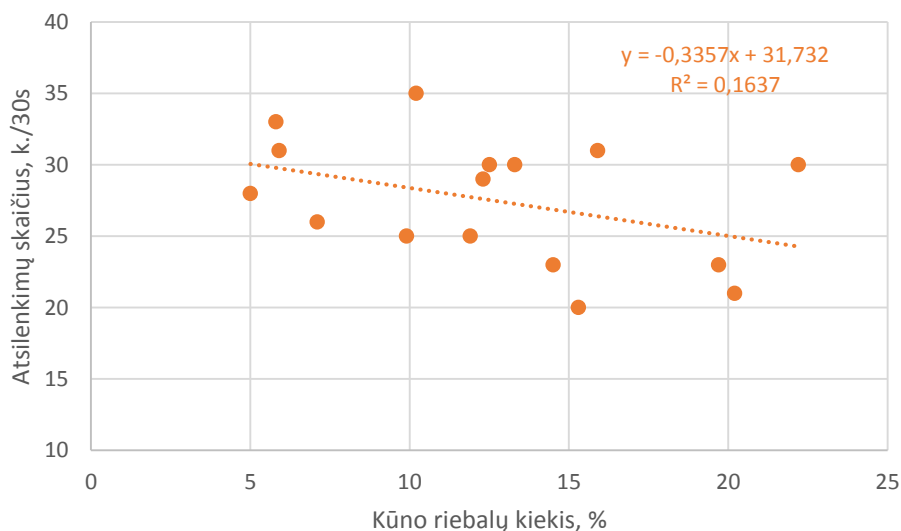
3.2 pav. Ryšys tarp kūno masės indekso ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 36,42 ml/kg/min, ribos: 27,88–54,17 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su kūno riebalų kiekiu (vidurkis: 25,11 %, ribos: 16,10–35,30 %)). ($r = -0,375$, $p > 0,05$). Vyrų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 39,39 ml/kg/min, ribos: 27,66–57,03 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su kūno riebalų kiekiu (vidurkis: 12,61 %, ribos: 5,00–22,20 %)). ($r = -0,580$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.3 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno riebalų kiekiui, mažėja maksimalus deguonies suvartojimas.



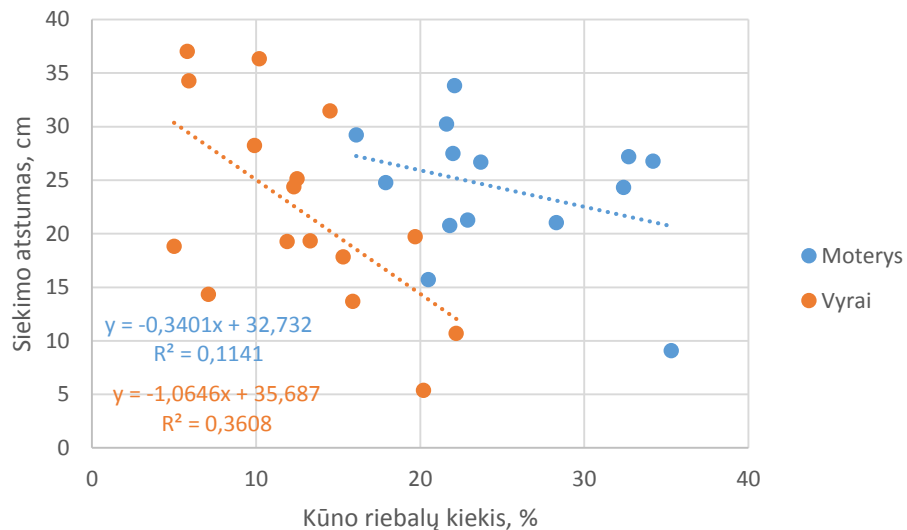
3.3 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad vyrų atsilenkimų skaičius (vidurkis: 27,50 k./30s, ribos: 20,00–35,00 k./30s)) yra atvirkščiai susijęs su kūno riebalų kiekiu (vidurkis: 12,61 %, ribos: 5,00–22,20 %)). ($r = -0,405$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.4 paveiksle. Matyti, kad didėjant kūno riebalų kiekiui, mažėja padarytų atsilenkimų skaičius. Tarp moterų atsilenkimų skaičiaus ir kūno riebalų kiekio nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,181$, $p > 0,05$).



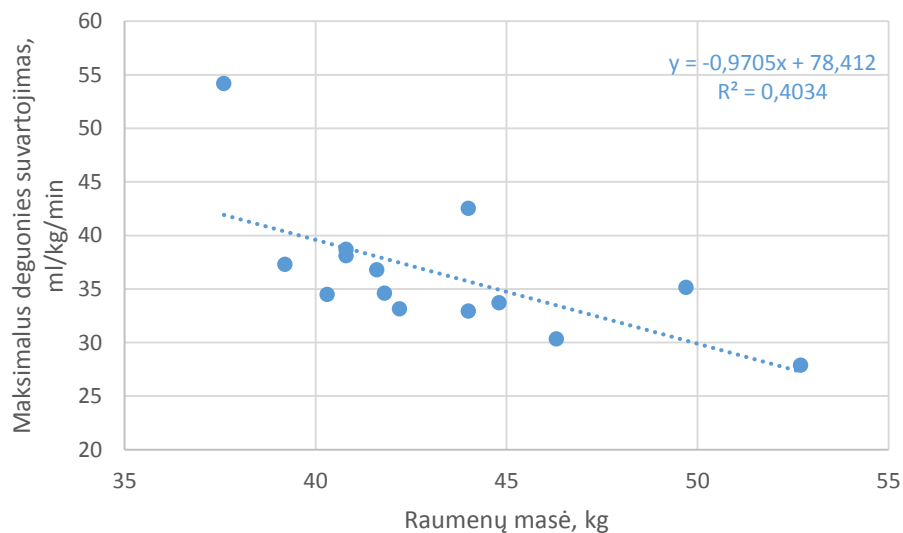
3.4 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir atsilenkimų skaičiaus vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų siekimo atstumas (vidurkis: 24,19 cm, ribos: 9,10–33,85 cm)) yra atvirkščiai susijęs su kūno riebalų kiekiu (vidurkis: 25,11 %, ribos: 16,10–35,30 %)). ($r = -0,338$, $p > 0,05$). Vyrų siekimo atstumas (vidurkis: 22,27 cm, ribos: 5,40–37,05 cm)) yra atvirkščiai susijęs su kūno riebalų kiekiu (vidurkis: 12,61 %, ribos: 5,00–22,20 %)). ($r = -0,601$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.5 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno riebalų kiekiui, mažėja siekimo atstumas.



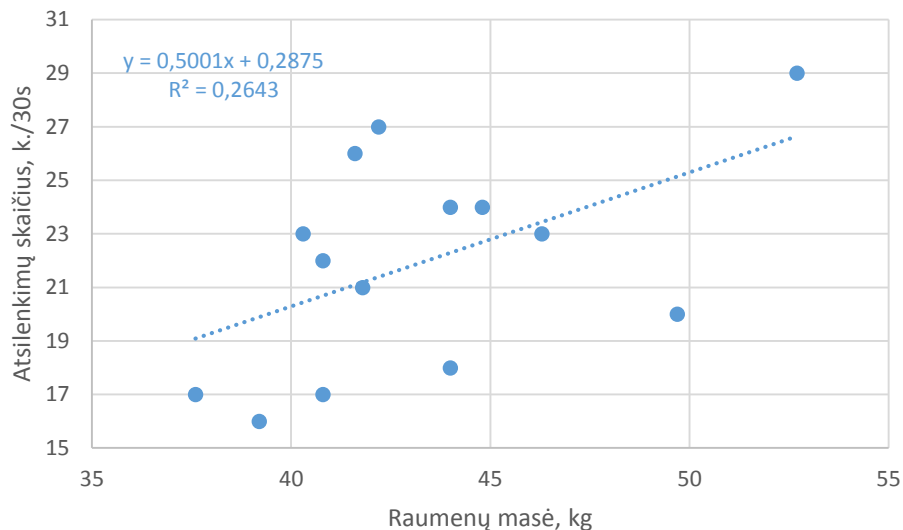
3.5 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 36,42 ml/kg/min, ribos: 27,88–54,17 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su raumenų mase (vidurkis: 43,27 kg, ribos: 37,60–52,70 kg)). ($r = -0,635$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.6 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant raumenų masei, mažėja maksimalus deguonies suvartojimas. Tai paaiškinama tuo, kad didėjant žmogaus kūno masei, tuo pačiu ir raumenų masei, deguonies suvartojimas mažėja (Bassett *et al.* 2000: 70–84). Tarp vyrų maksimalaus deguonies suvartojimo ir raumenų masės nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,056$, $p > 0,05$).



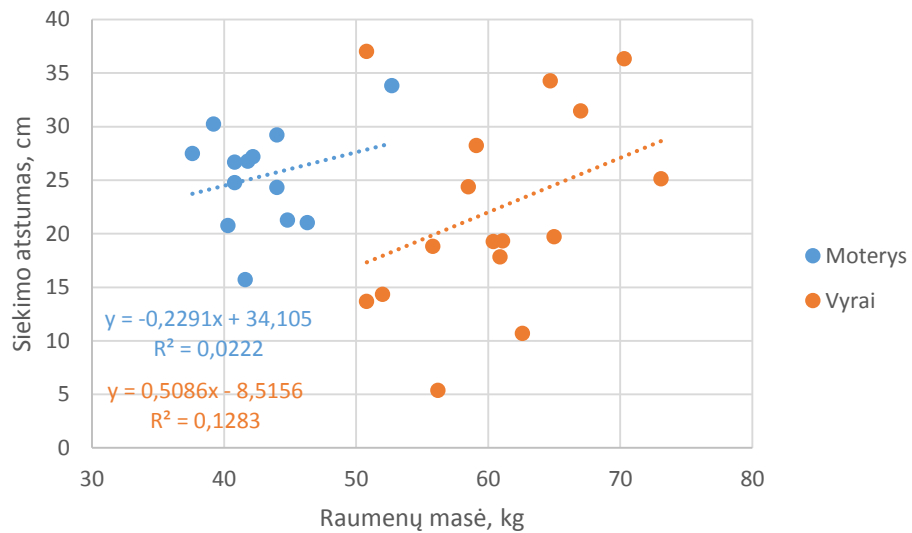
3.6 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$)

Nustatyta, kad moterų atsilenkimų skaičius (vidurkis: 21,93 k./30s, ribos: 16,00–29,00 k./30s)) yra tiesiogiai susijęs su raumenų mase (vidurkis: 43,27 kg, ribos: 37,60–52,70 kg)). ($r = 0,514$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.7 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant raumenų masei, didėja atliktų atsilenkimų skaičius. Tarp vyrų atsilenkimų skaičiaus ir raumenų masės nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,060$, $p > 0,05$).



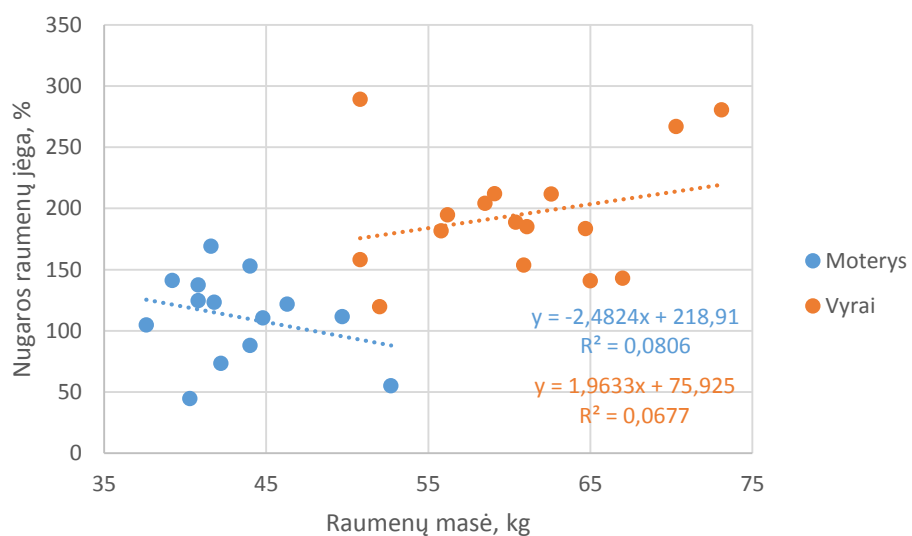
3.7 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus moterims ($n = 14$)

Nustatyta, kad moterų siekimo atstumas (vidurkis: 24,19 cm, ribos: 9,10–33,85 cm)) yra tiesiogiai susijęs su raumenų mase (vidurkis: 43,27 kg, ribos: 37,60–52,70 kg)). ($r = 0,250$, $p > 0,05$). Vyrų siekimo atstumas (vidurkis: 22,27 cm, ribos: 5,40–37,05 cm)) yra tiesiogiai susijęs su raumenų mase (vidurkis: 60,52 kg, ribos: 50,80–73,10 kg)). ($r = 0,358$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.8 paveiksle. ir matyti, kad didėjant raumenų masei, didėja siekimo atstumas.



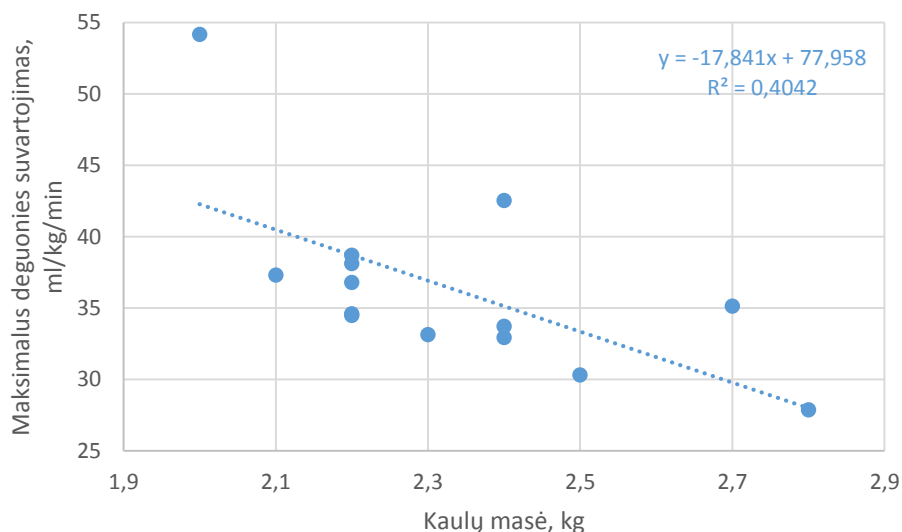
3.8 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 111,50 %, ribos: 44,81–169,39 %) yra atvirkščiai susijusi su raumenų mase (vidurkis: 43,27 kg, ribos: 37,60–52,70 kg)). ($r = -0,284$, $p > 0,05$). Vyrų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 194,74 %, ribos: 119,75–289,32 %) yra tiesiogiai susijusi su raumenų mase (vidurkis: 60,52 kg, ribos: 50,80–73,10 kg)). ($r = 0,260$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.9 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant raumenų masei, didėja vyrų nugaros raumenų jėga, o moterų mažėja. Taip yra, nes treniruojantis moterų rankų ir kojų raumenys labiau didėja negu liemens ir nugaros (Chilibeck *et al.* 1998: 170–175). Vyrus visi raumenys treniruojantis didėja proporcingai.



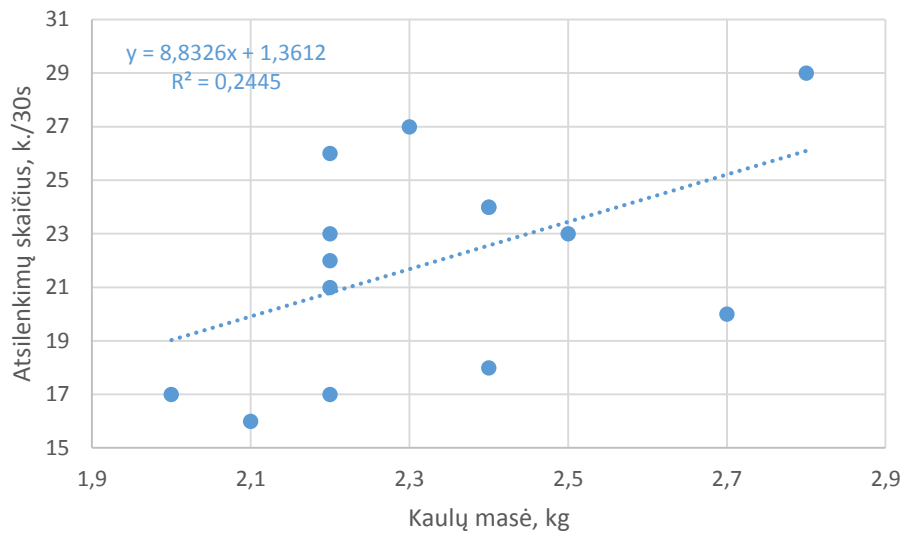
3.9 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 36,42 ml/kg/min, ribos: 27,88–54,17 ml/kg/min)) yra atvirkščiai susijęs su kaulų mase (vidurkis: 2,33 kg, ribos: 2,00–2,80 kg)). ($r = -0,636$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.10 paveiksle. ir matyti, kad didėjant raumenų masei, mažėja maksimalus deguonies suvartojimas. Tarp vyrų maksimalaus deguonies suvartojimo ir kaulų masės nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,040$, $p > 0,05$).



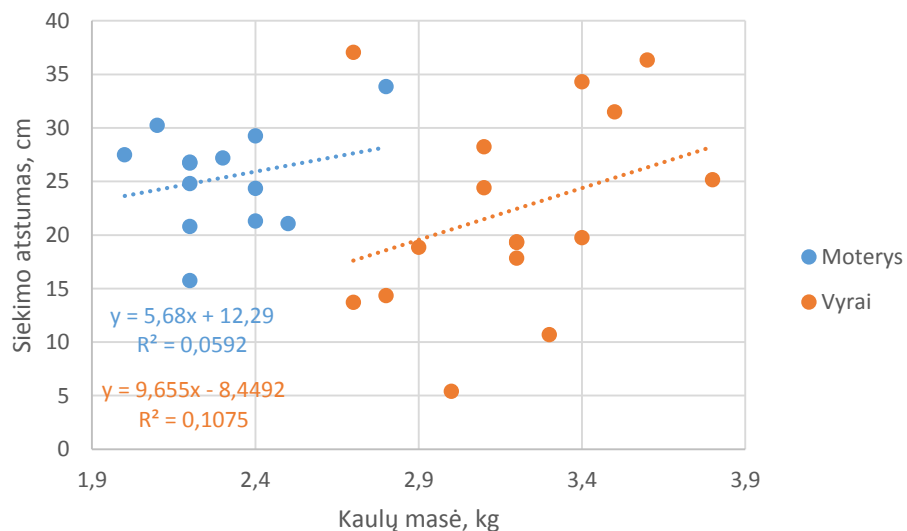
3.10 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$)

Nustatyta, kad moterų atsilenkimų skaičius (vidurkis: 21,93 k./30s, ribos: 16,00–29,00 k./30s)) yra tiesiogiai susijęs su kaulų mase (vidurkis: 2,33 kg, ribos: 2,00–2,80 kg)). ($r = 0,494$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.11 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kaulų masei, didėja atliktų atsilenkimų skaičius. Tarp vyrų atsilenkimų skaičiaus ir kaulų masės nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,027$, $p > 0,05$).



3.11 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir atsilenkimų skaičiaus moterims ($n = 14$)

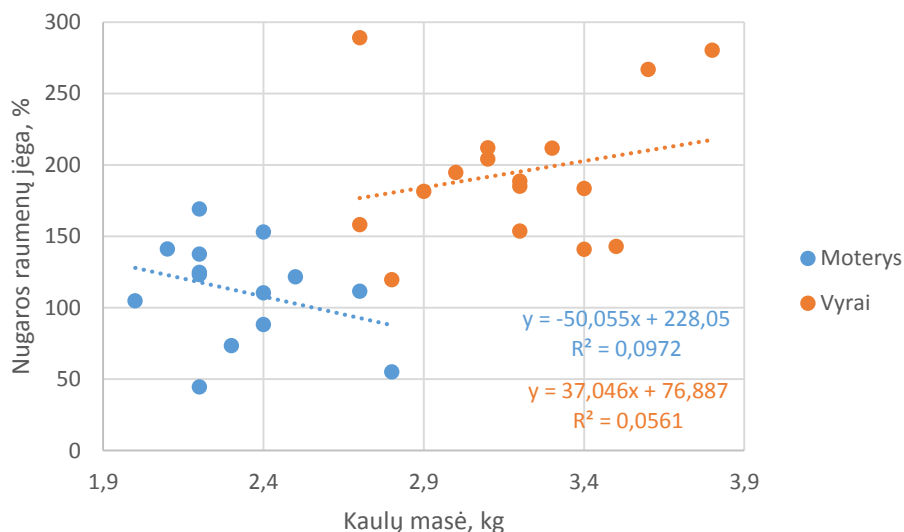
Nustatyta, kad moterų siekimo atstumas (vidurkis: 24,19 cm, ribos: 9,10–33,85 cm)) yra tiesiogiai susijęs su kaulų mase (vidurkis: 2,33 kg, ribos: 2,00–2,80 kg)). ($r = 0,243$, $p > 0,05$). Vyrų siekimo atstumas (vidurkis: 22,27 cm, ribos: 5,40–37,05 cm)) yra tiesiogiai susijęs su kaulų mase (vidurkis: 3,18 kg, ribos: 2,70–3,80 kg)). ($r = 0,328$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.12 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kaulų masei, didėja siekimo atstumas.



3.12 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

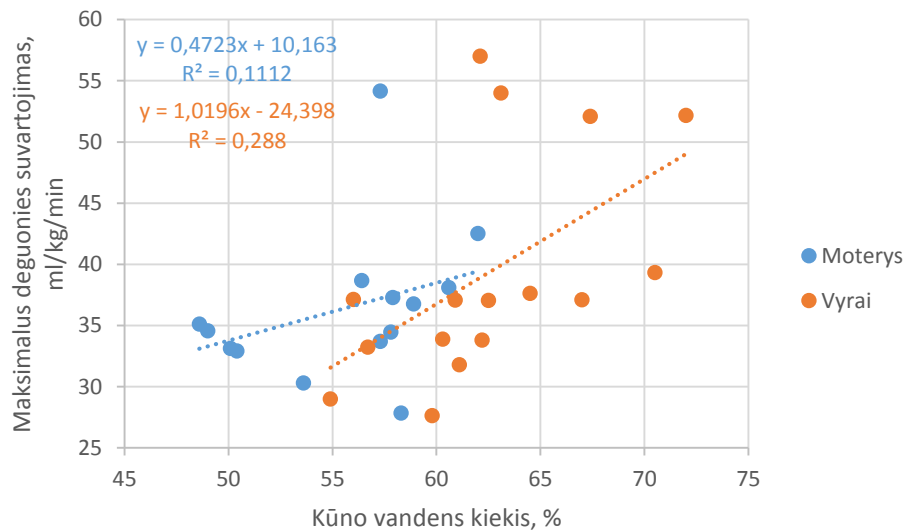
Nustatyta, kad moterų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 111,50 %, ribos: 44,81–169,39 %) yra atvirkščiai susijusi su kaulų mase (vidurkis: 2,33 kg, ribos: 2,00–2,80 kg)). ($r = -0,312$, $p > 0,05$). Vyrų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 194,74 %, ribos: 119,75–289,32 %) yra tiesiogiai susijusi

su kaulų mase (vidurkis: 3,18 kg, ribos: 2,70–3,80 kg)). ($r = 0,237$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.13 paveiksle. Didėjant kaulų masei, didėja vyrų nugaros raumenų jėga, o moterų mažėja. Taip yra, nes kaulų masė yra proporcinga raumenų masei, o treniruojantis moterų rankų ir kojų raumenys labiau didėja negu liemens ir nugaros. Vyrų visi raumenys treniruojantis didėja proporcingai.



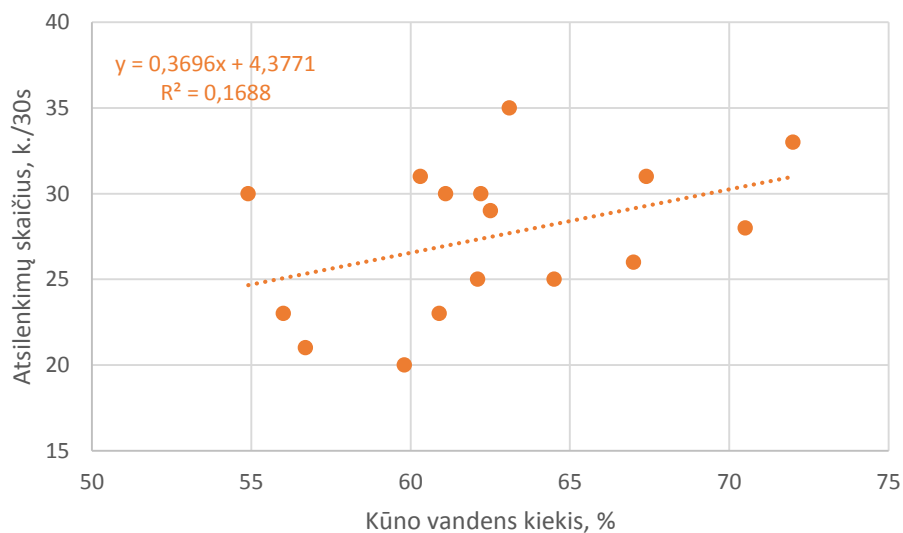
3.13 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 36,42 ml/kg/min, ribos: 27,88–54,17 ml/kg/min)) yra tiesiogiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 55,59 %, ribos: 48,60–62,00 %)). ($r = 0,333$, $p > 0,05$). Vyrų maksimalus deguonies suvartojimas (vidurkis: 39,39 ml/kg/min, ribos: 27,66–57,03 ml/kg/min)) yra tiesiogiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 62,56 %, ribos: 54,90–72,00 %)). ($r = 0,537$, $p < 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.14 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno vandens kiekiui, didėja maksimalus deguonies suvartojimas.



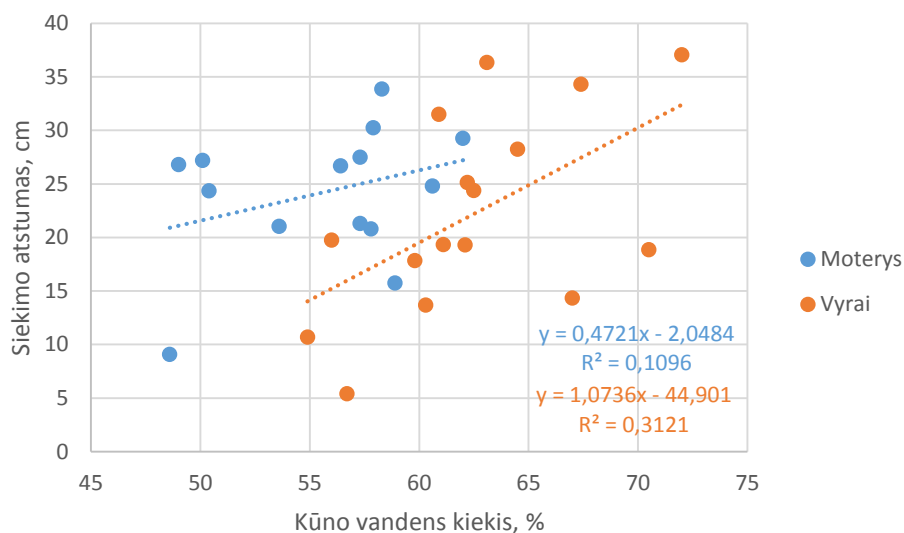
3.14 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad vyrų atsilenkimų skaičius (vidurkis: 27,50 k./30s, ribos: 20,00–35,00 k./30s)) yra tiesiogiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 62,56 %, ribos: 54,90–72,00 %)). ($r = 0,411$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.15 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno vandens kiekiui, didėja atliekamų atsilenkimų skaičius. Tarp moterų atsilenkimų skaičiaus ir kūno vandens kiekio nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = -0,146$, $p > 0,05$).



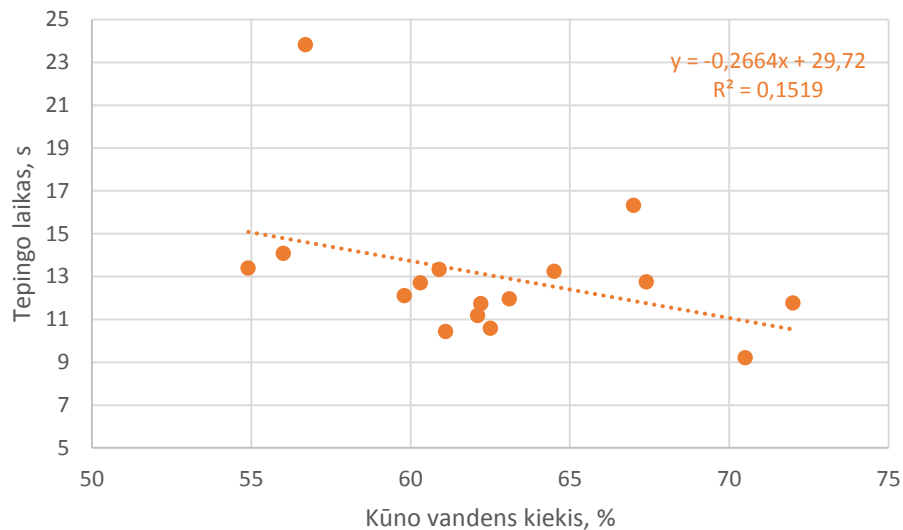
3.15 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir atsilenkimų skaičiaus vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų siekimo atstumas (vidurkis: 24,19 cm, ribos: 9,10–33,85 cm)) yra tiesiogiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 55,59 %, ribos: 48,60–62,00 %)). ($r = 0,331$, $p > 0,05$). Vyrų siekimo atstumas (vidurkis: 22,27 cm, ribos: 5,40–37,05 cm)) yra tiesiogiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 62,56 %, ribos: 54,90–72,00 %)). ($r = 0,559$, $p < 0,001$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.16 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno vandens kiekiui, didėja siekimo atstumas.



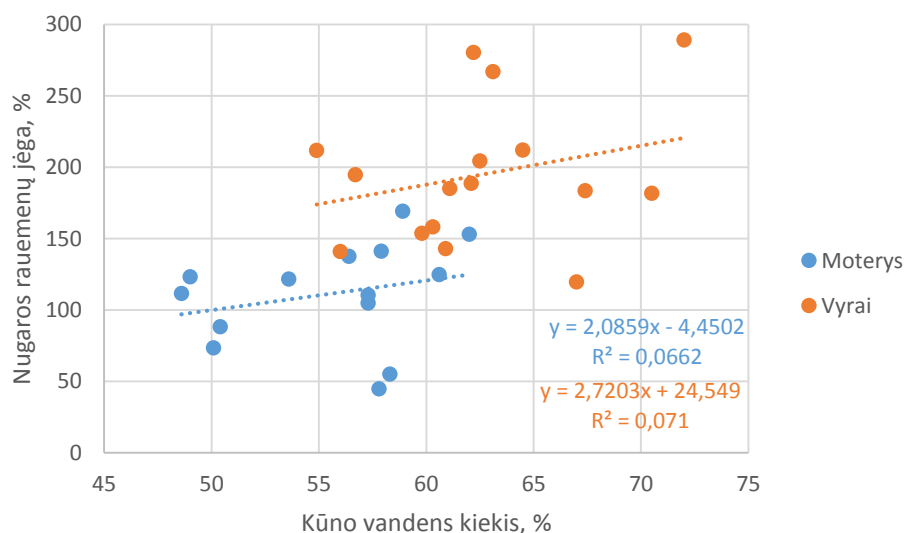
3.16 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir siekimo atstumo moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad vyrų tepingo laikas (vidurkis: 13,05 s, ribos: 9,22–23,84 s)) yra atvirkščiai susijęs su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 62,56 %, ribos: 54,90–72,00 %)). ($r = -0,390$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.17 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno vandens kiekiui, mažėja tepingo laikas. Tarp moterų tepingo laiko ir kūno vandens kiekio nebuvo nustatyta tiesioginė ar atvirkštinė priklausomybė. ($r = 0,095$, $p > 0,05$).



3.17 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir tepingo laiko vyrams ($n = 16$)

Nustatyta, kad moterų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 111,50 %, ribos: 44,81–169,39 %) yra tiesiogiai susijusi su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 55,59 %, ribos: 48,60–62,00 %). ($r = 0,257$, $p > 0,05$). Vyrų nugaros raumenų jėga (vidurkis: 194,74 %, ribos: 119,75–289,32 %) yra tiesiogiai susijusi su kūno vandens kiekiu (vidurkis: 62,56 %, ribos: 54,90–72,00 %). ($r = 0,266$, $p > 0,05$). Parametrų priklausomybė atvaizduojama 3.18 paveiksle. Tyrimai parodė, kad didėjant kūno vandens kiekiui, didėja nugaros raumenų jėga.

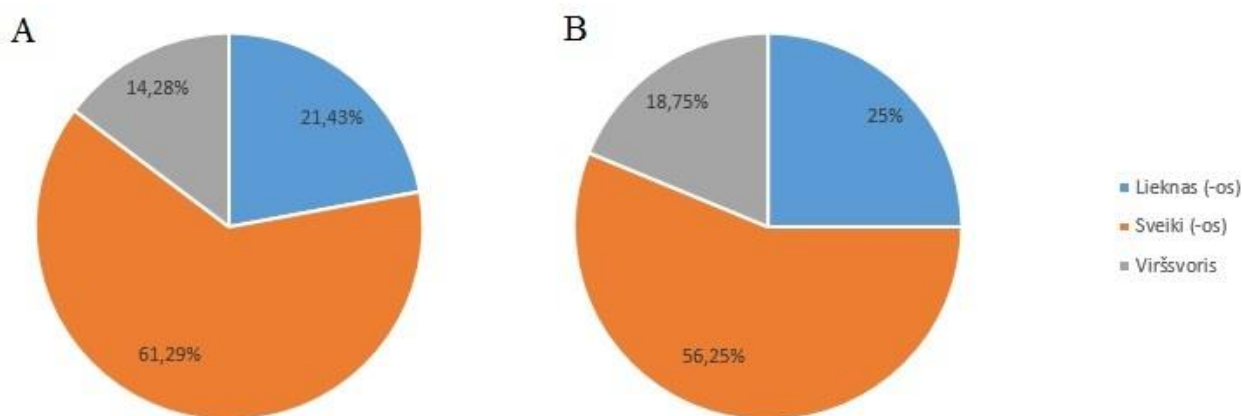


3.18 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir nugaros raumenų jėgos moterims ($n = 14$) ir vyrams ($n = 16$)

Nebuvo nustatyto jokio ryšio tarp kūno masės indekso ir atsilenkimų skaičiaus, siekimo atstumo, suklydimų skaičiaus ir tepingo laiko, kūno riebalų kiekio ir suklydimų skaičiaus, tepingo laiko ir nugaros raumenų jėgos, raumenų masės ir suklydimų skaičiaus bei tepingo laiko, kaulų masės ir suklydimų skaičiaus bei tepingo laiko, ir kūno vandens kiekio ir suklydimų skaičiaus.

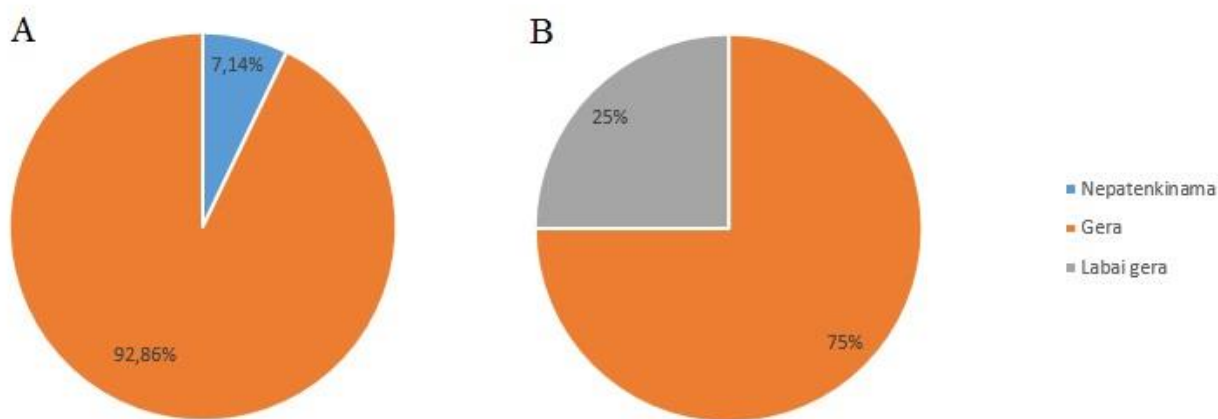
3.3. Tiriamųjų rezultatų palyginimas su normomis

Atlikus tyrimą, buvo gautas 14 moterų ir 16 vaikinių (iš viso 30 tiriamųjų) kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rezultatų palyginimas su normomis. Pagal kūno riebalų kiekį buvo nustatyta 3 lieknos (21,43 %), 9 sveikos (61,29 %) ir 2 viršsvorį (14,28 %) turinčios moterys, tuomet 4 liekni (25 %), 9 sveiki (56,25 %) ir 3 viršsvorį (18,75 %) turintys vyrai. Iš viso 7 liekni (23,33 %), 18 sveiki (60 %) ir 5 viršsvorį (16,67 %) turintys tiriamieji. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.19 paveiksle. Normos moterims: 0–21 % – liekna, 21–33 % – sveika, 33–39 % – viršsvoris ir >39 % – nutukimas, vyrams: 0–8 % – lieknas, 8–19 % – sveikas, 19–25 % – viršsvoris ir >25 % – nutukimas.



3.19 pav. Kūno riebalų kiekio (%) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

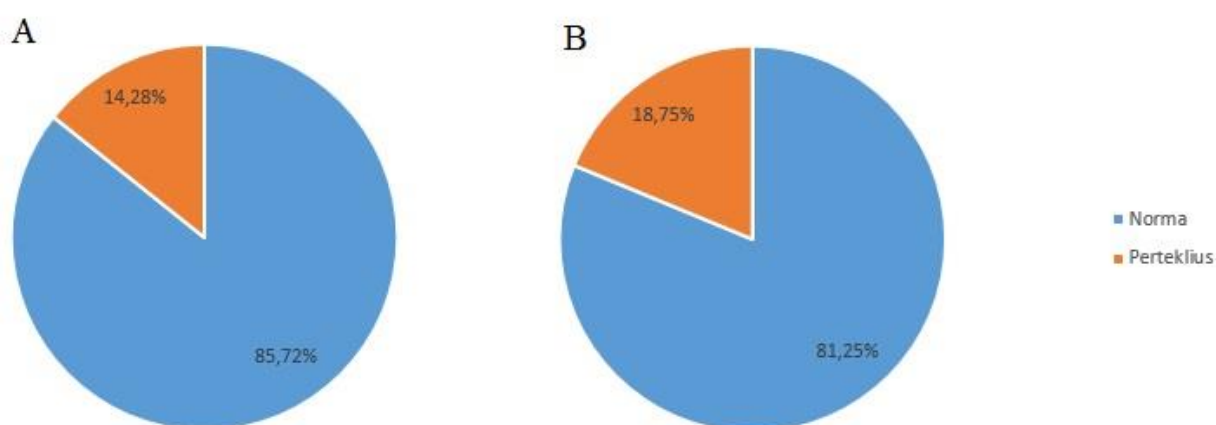
Pagal kaulų masę buvo nustatyta 1 nepatenkinamą (7,14 %) ir 3 gerą (92,86 %) kaulų struktūrą turinčios moterys, tuomet 12 gerą (75 %) ir 4 labai gerą (25 %) kaulų struktūrą turinčių vyrų. Iš viso 1 nepatenkinamą (3,33 %), 25 gerą (83,33 %) ir 4 labai gerą (13,34 %) kaulų struktūrą turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.20 paveiksle. Normos moterims: jeigu kūno svoris mažiau nei 50 kg, tai optimalus kaulų svoris 1,95 kg, kūno svoris nuo 50 kg iki 75 kg – 2,40 kg ir kūno svoris daugiau nei 75 kg – 2,95 kg. Normos vyrams: jeigu kūno svoris mažiau nei 65 kg, tai optimalus kaulų svoris 2,65 kg, kūno svoris nuo 65 kg iki 95 kg – 3,29 kg ir kūno svoris daugiau nei 95 kg – 3,69 kg.



3.20 pav. Kaulų masės (kg) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal kūno masės indeksą buvo nustatyta 12 normalią (85,72 %) ir 2 perteklinę (14,28 %) kūno masę turinčios moterys, tuomet 13 normalią (81,25 %) ir 3 perteklinę (18,75 %) kūno masę turintys vyrai. Iš viso 25 normalią (63,33 %) ir perteklinę (16,67 %) kūno masę turintys tiriamieji. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.21 paveiksle. Normos:

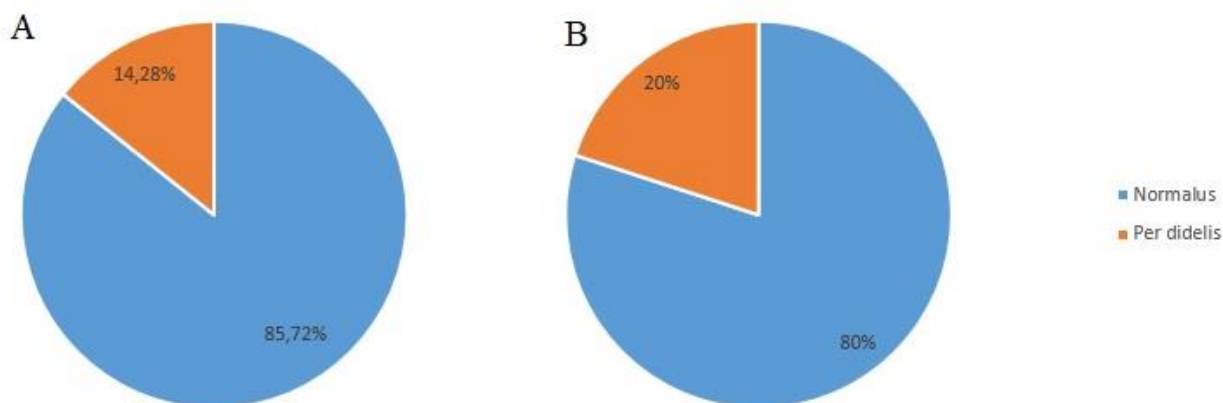
- 16 ir mažiau – ryškus kūno masės trūkumas;
- 16–18 – nepakankama kūno masė;
- 18–25 – norma;
- 25–30 – kūno masės perteklius;
- 30 ir daugiau – nutukimas.



3.21 pav. Kūno masės indekso normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal procentinę kūno skysčių išraišką buvo nustatyta 12 normalų (85,72 %) ir 2 per didelį (14,28 %) kiekį turinčių moterų, tuomet 12 normalų (75 %) ir 4 per didelį (25 %) kiekį turinčių vyrų.

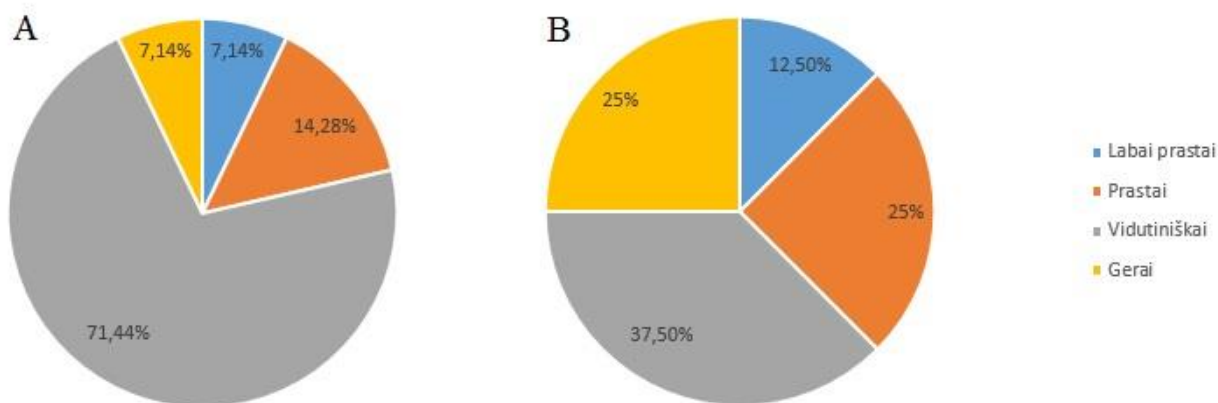
Iš viso 24 normalų (80 %) ir 6 per didelį (20 %) kiekį turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.22 paveiksle. Normos moterims: per mažas kūno skysčių procentas, kai rezultatas yra mažiau nei 45 %, normalus – yra nuo 45 % iki 60 %, per didelis – daugiau nei 60 %. Normos vyrams: per mažas kūno skysčių procentas, kai rezultatas yra mažiau nei 50 %, normalus – yra nuo 50 % iki 65 %, per didelis – daugiau nei 65 %.



3.22 pav. Kūno skysčio (%) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

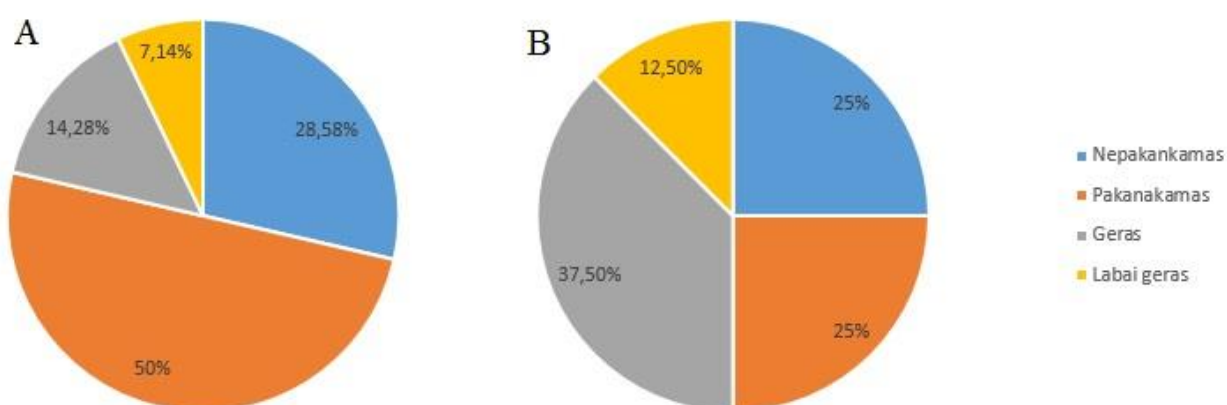
Pagal visceralinių riebalų indeksą buvo nustatyta 14 normalų (100 %) kiekį turinčių moterų, 16 normalų (100 %) kiekį turinčių vyrų ir iš viso 30 normalų (100 %) kiekį turinčių tiriamųjų. Normos: nuo 1 iki 12 parodo, kad visceralinių riebalų kiekis yra normalus, o nuo 13 iki 59, kad yra visceralinių riebalų perteklius.

Tuomet pagal maksimalų deguonies suvartojimą buvo nustatyta 1 labai prastą (7,14 %), 2 prastus (14,28 %), 10 vidutinių (71,44 %) ir 1 gerą (7,14 %) rezultatus turinčios moterys, tuomet 2 labai prastus (12,5 %), 4 prastus (25 %), 6 vidutinius (37,5 %) ir 4 gerus (25 %) rezultatus turinčių vyrų. Iš viso 3 labai prastus (10 %), 6 prastus (20 %), 16 vidutinių (53,33 %) ir 5 gerus (16,67 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.23 paveiksle. Normos moterims: >56 ml/kg/min – puiku, 47–56 ml/kg/min – gerai, 33–46 ml/kg/min – vidutiniškai, 28–32 ml/kg/min – prastai ir <28 ml/kg/min – labai prastai. Normos vyrams: >60 ml/kg/min – puiku, 52–60 ml/kg/min – gerai, 37–51 ml/kg/min – vidutiniškai, 30–36 ml/kg/min – prastai ir <30 ml/kg/min – labai prastai.



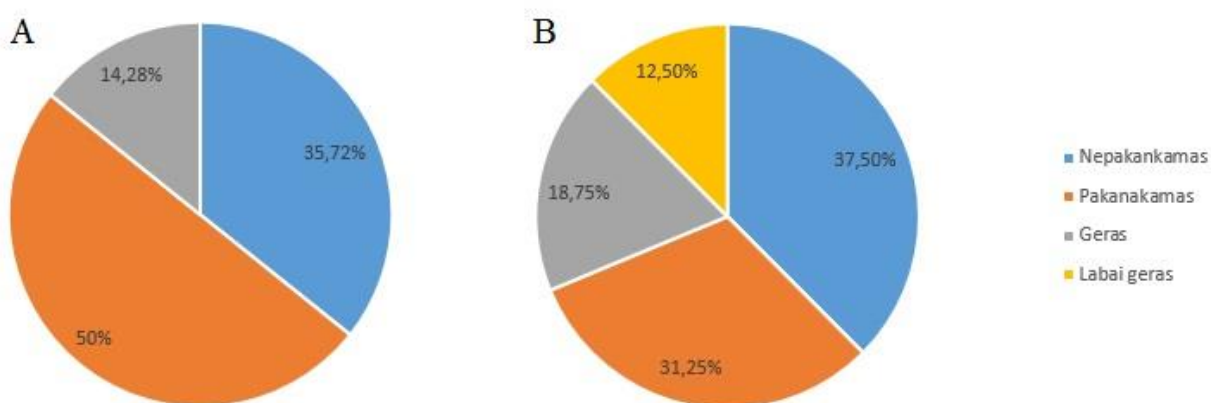
3.23 pav. Maksimalaus deguonies suvartojimo (ml/kg/min) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal atsilenkimų skaičių buvo nustatyta 4 nepakankamus (28,58 %), 7 pakankamus (50 %), 2 gerus (14,28 %) ir 1 labai gerą (7,14 %) rezultatus turinčių moterų, tuomet 4 nepakankamus (25 %), 4 pakankamus (25 %), 6 gerus (37,5 %) ir 2 labai gerus (12,5 %) rezultatus turinčius vyrus. Iš viso 8 nepakankamus (26,67 %), 11 pakankamus (36,66 %), 8 gerus (26,67 %) ir 3 labai gerus (10 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.24 paveiksle. Normos moterims: >28 k./30s – labai gerai, 25–28 k./30s – gerai, 19–24 k./30s – pakankamas, <19 k./30s – nepakankamas. Normos vyrams: >32 k./30s – labai gerai, 28–32 k./30s – gerai, 23–27 k./30s – pakankamas, <23 k./30s – nepakankamas.



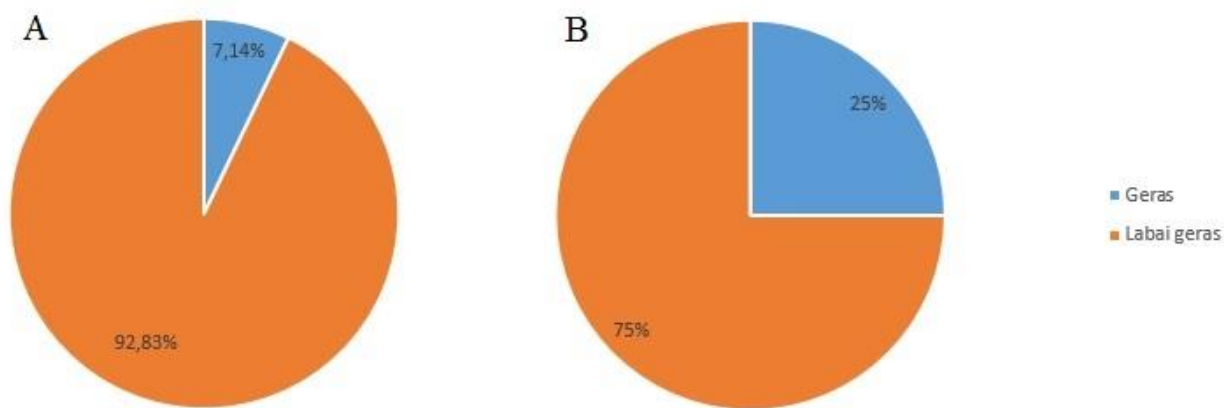
3.24 pav. Sėstis ir gultis testo (k./30s) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal siekimo atstumą buvo nustatyta 5 nepakankamus (35,72 %), 7 pakankamus (50 %) ir 2 gerus (14,28 %) rezultatus turinčių moterų, tuomet 6 nepakankamus (37,5 %), 5 pakankamus (31,25 %), 3 gerus (18,75 %) ir 2 labai gerus (12,5 %) rezultatus turinčius vyrus. Iš viso 13 nepakankamus (36,66 %), 10 pakankamus (40 %), 5 gerus (16,67 %) ir 2 labai gerus (6,67 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.25 paveiksle. Normos moterims: >35 cm – labai gerai, 30–35 cm – gerai, 23–29 cm – pakankamas, <23 cm – nepakankamas. Normos vyrams: >35 cm – labai gerai, 28–35 cm – gerai, 19–27 cm – pakankamas, <19 cm – nepakankamas.



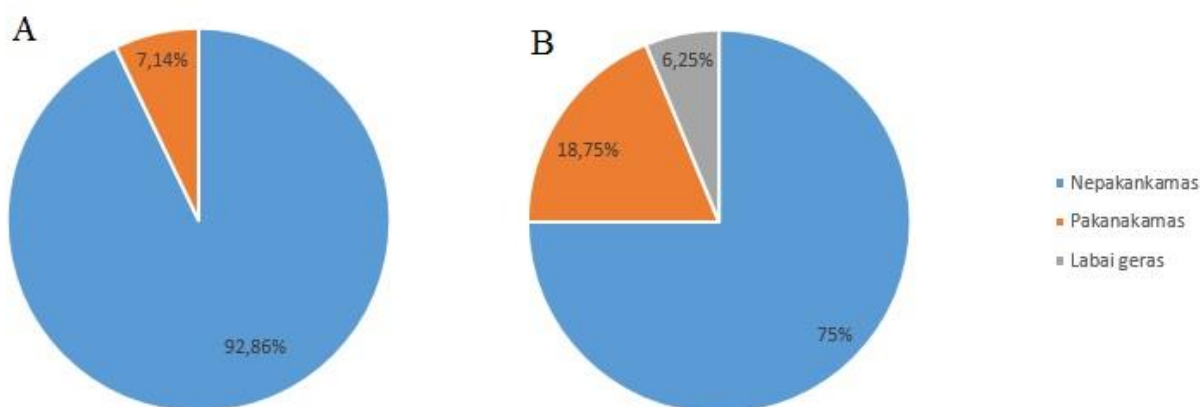
3.25 pav. Sėstis ir siekti testo (cm) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal suklydimų skaičių buvo nustatyta 1 geras (7,14 %) ir 13 labai gerus (92,86 %) rezultatus turinčių moterų, tuomet 4 gerus (25 %) ir 12 labai gerus (75 %) rezultatus turinčius vyrus. Iš viso 5 gerus (16,67 %) ir 25 labai gerus (83,33 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.26 paveiksle. Normos moterims: <4 k./min – labai gerai, 4–8 k./min – gerai, 9–14 k./min – pakankamas, >14 k./min – nepakankamas. Normos vyrams: <3 k./min – labai gerai, 3–8 k./min – gerai, 9–14 k./min – pakankamas, >14 k./min – nepakankamas.



3.26 pav. Pusiausvyros testo (k./min) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal tepingo laiką buvo nustatyta 13 nepakankamus (92,86 %) ir 1 pakankamą (7,14 %) rezultatus turinčių moterų, tuomet 12 nepakankamus (75 %), 3 pakankamus (18,75 %) ir 1 labai gerą (6,25 %) rezultatus turinčius vyrus. Iš viso 25 nepakankamus (83,33 %), 4 pakankamus (13,33 %) ir 1 labai gerą (3,34 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagramos pateikiamos 3.27 paveiksle. Normos moterims: <10,3 s – labai gerai, 10,3–11,4 s – gerai, 11,5–12,7 s – pakankamas, >12,7 s – nepakankamas. Normos vyrams: <9,5 s – labai gerai, 9,5–10,2 s – gerai, 10,3–11,3 s – pakankamas, >11,3 s – nepakankamas.

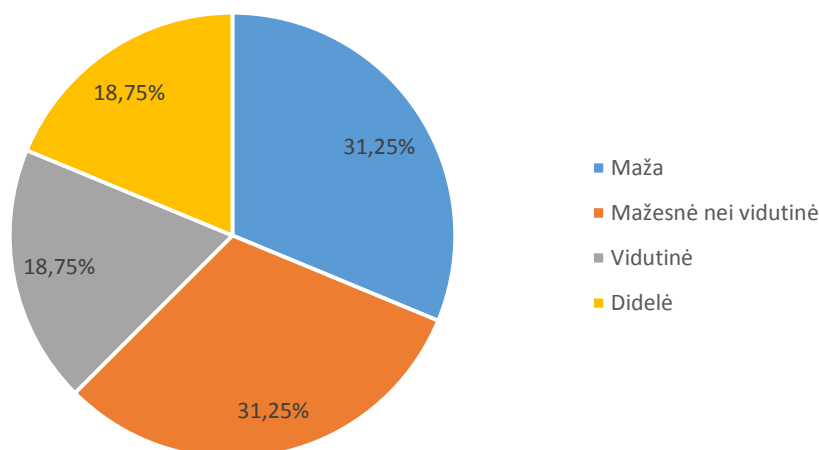


3.27 pav. Tepingo testo (s) normų pasiskirstymo diagramos moterims (A) ir vyrams (B)

Pagal nugaros raumenų jėgą buvo nustatyta 14 mažus (100 %) rezultatus turinčių moterų, tuomet 5 mažus (31,25 %), 5 mažesnius nei vidutinius (31,25 %), 3 vidutinius (18,75 %) ir 3 didelius (18,75 %) rezultatus turinčius vyrus. Iš viso 19 mažus (63,33 %), 5 mažesnius nei vidutinius (16,67

%), 3 vidutinius (10 %) ir 3 didelius (10 %) rezultatus turinčių tiriamųjų. Rezultatų diagrama pateikiama 3.28 paveiksle. Normos:

- Mažiau nei 170 % – nugaros raumenų jėga maža.
- 170–200 % – mažesnė nei vidutinė;
- 200–230 % – vidutinė;
- 230–250 % – didesnė nei vidutinė;
- Daugiau nei 260 % – didelė.



3.28 pav. Nugaros-kojų-krūtinės dinamometro (%) normų pasiskirstymo diagrama vyrams

Kūno riebalų kiekio (%) viršsvoris parodo maksimalaus deguonies suvartojimo (ml/kg/min) labai prastus arba prastus, atsilenkimų skaičiaus (k./30s), siekimo atstumo (cm) ir tepingo laiko (s) nepakankamus rezultatus. Esant nepakankamai kaulų masei (kg), siekimo atstumas (cm) ir tepingo laikas (s) yra nepakankami. Perteklinis kūno masės indeksas parodo deguonies suvartojimo (ml/kg/min) labai prastus arba prastus, siekimo atstumo (cm) ir tepingo laiko (s) nepakankamus rezultatus.

3.4. Aptarimas

Žmogaus kūno kompozicijos įvertinimas ir fizinio pajėgumo rodiklių gavimas yra daugelio mokslininkų tyrimų pagrindiniai objektai. Kūno kompozicijos nustatymui naudojama nuo paprasčiausių riebalų raukšlių slankmačių (McRae 2010: 157–161; Aboul-Seoud 2001: 201–206; Whitehead *et al.* 2003: 461–476) ar bioelektrinės varžos analizės (Kyle *et al.* 2004: 1226–1243; Bosaeus *et al.* 2014: 471–477; Guida *et al.* 2007: 175–180) iki dvigubos energijos rentgeno spindulių

absorbcijos (Chen *et al.* 2015: 24–28; Knegt *et al.* 2015: 117–123; Lundqvist *et al.* 2009: 12–19). Fizinio pajėgumo rodiklių nustatymui naudojami Eurofit'o testai (Volbekienė, 1997) ar fizinės būklės nustatymo metodikas (Muliarčikas *et al.* 2007: 16–17).

Kūno kompozicijos tyrimo metu buvo siekiama nustatyti kaulų raumenų ir kaulų masę (kg), kūno vandens kiekį (%), kūno masės indeksą ir svorį (kg), naudojant bioelektrinės varžos analizės metodą. Kūno riebalų kiekis (%) – riebalų raukšlių slankmačiu. Atlikus tyrimą buvo pastebėta, jog kūno riebalų kiekio rezultatai skyrėsi tarp abiejų matavimo metodų. Buvo nuspręsta, kad ryšio nustatymui nebus naudojama riebalų raukšlių slankmačio gauti duomenys. Kiti mokslininkai pastebėjo rezultatų skirtumus tarp šių dviejų metodų. Moterų grupės parametrai labai skyrėsi tarpusavyje, o vyrų buvo šiek tiek tikslesni (McRae 2010: 157–161).

Fiziniam pajėgumui nustatyti buvo pasirinkti šeši testai. Maksimalaus aerobinio galingumo nustatymui naudojamas veloergometrijos testas, kuriuo pagrindinis parametras yra maksimalaus deguonies suvartojimas (ml/kg/min) (Bishop *et al.* 1998: 171–178). Raumenų jėgai ir ištvermei nustatyti buvo pasirinktas dinaminis sėstis ir gultis testas, kurio pagrindinis parametras yra atsilenkimų skaičius (k./30 s) (Cordo *et al.* 2006: 506–521), ir jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru, kurio pagrindinis parametras yra santykinė nugaros jėgos reikšmė (%) (Moreau *et al.* 2001: 110–122). Ištirti lankstumą buvo pasirinktas sėstis ir siekti testas, kurio pagrindinis parametras yra siekimo atstumas (cm) (Ayala *et al.* 2012: 57–66). Pusiausvyros nustatymui naudojamas stovėjimas ant vienos kojos testas, kurio pagrindinis parametras yra suklydimų skaičius (k./min) (Colakoglu *et al.* 2014: 403–408). Greitumui nustatyti buvo pasirinkta tepingo testas, kurio pagrindinis parametras yra laikas (s) per kurį atliekama 25 pilni judesiai (Sozen 2012: 1455–1460).

Atlikus tyrimus buvo nustatyta atvirkštinis ryšys tarp kūno masės indekso ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims $r = -0,405$, vyrams $r = -0,391$). Tokius pačius rezultatus nustatė ir kiti mokslininkai (Kim *et al.* 2005: 1246–1254; Hussey *et al.* 2007: 311–316; McGavock *et al.* 2009: 1802–1807). Moterų grupėje buvo gautas atvirkštinis ryšys tarp kūno masės indekso ir santykinės nugaros jėgos reikšmės ($r = -0,239$), kai kiti mokslininkai pastebėjo, jog raumenų jėga mažėja nuo apkrovos laiko ir kūno masės indekso (Kankaanpää *et al.* 1998: 1069–1075), o vyrų grupėje buvo gautas tiesioginis ryšys ($r = 0,193$). Tačiau nebuvo pastebėtas ryšys tarp kūno masės indekso ir atsilenkimų skaičiaus, siekimo atstumo, suklydimų skaičiaus ar tepingo laiko.

Atvirkštiniai ryšiai buvo nustatyti tarp riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims $r = -0,375$, vyrams $r = -0,580$), atsilenkimų skaičiaus (vyrams $r = -0,405$), bei siekimo atstumo (moterims $r = -0,338$, vyrams $r = -0,601$). Didelis riebalų kiekis daro neigiamą įtaką aerobiniui pajėgumui (McAuley *et al.* 2012: 443–451; McAuley *et al.* 2014: 434–440; Sui *et al.* 2007: 1413–1423), raumenų jėgai (Nindl *et al.* 2011: 124–128; Karacan 2010: 39–46; Carrel *et al.*

1999: 215–221) ir lankstumui (Rodrigues *et al.* 2013: 118–123; Chillón *et al.* 2011: 417–423) pastebėjo ir kiti mokslininkai. Tačiau nebuvo rastas ryšys tarp riebalų kiekio ir atsilenkimų skaičiaus (moterims), siekimo atstumo, tepingo laiko ir nugaros raumenų jėgos.

Tiesioginis ryšys buvo nustatytas tarp raumenų masės (taip pat ir kaulų masės) ir atsilenkimų skaičiaus (raumenis: moterims $r = 0,514$, kaulams: $r = 0,494$), siekimo atstumo (raumenis: moterims $r = 0,250$, vyrams $r = 0,358$, kaulams: moterims $r = 0,243$, vyrams $r = 0,328$), nugaros raumenų jėgos (raumenims: vyrams $r = 0,260$, kaulams: vyrams $r = 0,237$), o atvirkštinis tarp raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (raumenims: moterims $r = -0,635$, kaulams: moterims $r = -0,636$), nugaros raumenų jėgos (raumenis: moterims $r = -0,284$, kaulams: moterims $r = -0,312$). Kiti mokslininkai pastebėjo, jog didesnis raumenų kiekis (tuo pačiu ir kaulų masė) neigiamai veikia aerobinį pajėgumą (Kosola *et al.* 2013: 992–999; Brogårdh *et al.* 2012: 901–907). Tiesioginė priklausomybė tarp raumenų masės ir raumenų jėgos, lankstumo buvo aptarta kituose moksliniuose darbuose (Cordo *et al.* 2006: 506–521; Learman *et al.* 2014: 1–8). Tyrimai parodė, kad didėjant raumenų masei, didėja vyrų nugaros raumenų jėga, o moterų mažėja. Taip yra, nes treniruojančios moterų rankų ir kojų raumenys labiau didėja negu liemens ir nugaros (Chilibeck *et al.* 1998: 170–175). Tačiau nebuvo pastebėtas ryšys tarp raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (vyrams), atsilenkimų skaičiaus (vyrams), suklydimų skaičiaus ir tepingo laiko.

Galiausiai buvo nustatytas tiesioginis ryšys tarp kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims $r = 0,333$, vyrams $r = 0,537$), atsilenkimų skaičiaus (vyrams $r = 0,411$), siekimo atstumo (moterims $r = 0,331$, vyrams $r = 0,559$), nugaros raumenų jėgos (moterims $r = 0,257$, vyrams $r = 0,266$). Kūno vandens kiekis atvirkščiai proporcingas tepingo laikui (vyrams $r = -0,390$). Tačiau nebuvo pastebėtas ryšys tarp kūno vandens kiekio ir atsilenkimų skaičiaus (moterims), suklydimų skaičiaus, tepingo laiko (moterims).

IŠVADOS

1. Išanalizuoti kūno kompozicijos modeliai: dviejų ir penkių komponentų. Kūno kompozicijos parametrų gauti naudoti keturi pagrindiniai metodai: raukšlių matavimas slankmačiu, bioelektrinės varžos analizė, dvigubos energijos Rentgeno spindulių absorbcija ir kompiuterinė tomografija. Buvo išnagrinėti visų metodų privalumai ir trūkumai.
2. Aprašyta fizinio pajėgumo sąvoka ir kokie veiksniai daro įtaką žmogaus aktyvumui. Išskirti fizinio pajėgumo komponentai: aerobinis pajėgumas, raumenų jėga ir ištvermė, pusiausvyra. Išanalizuoti fizinio pajėgumo metodai, naudojant kitų autorių mokslinę literatūrą.
3. Atlikta ryšio tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo analizė, naudojantis kitų mokslininkų tyrimais. Pastebėta, kad palyginimui plačiausiai naudojamas kūno masės indeksas ir įvairūs fizinio pajėgumo rodikliai, tačiau nėra detalesnių tyrimų tarp minėtų metodų įvairių parametrų.
4. Pasiriktas riebalų raukšlių matavimas slankmačiu ir bioelektrinės varžos analizė kūno kompozicijai tirti. Minėtais metodais gaunami šie parametrai: svoris (kg), kūno masės indeksas (kg/m^2), kūno riebalų kiekis (%), raumenų ir kaulų masės (kg), kūno vandens kiekis (%).
5. Fizinis pajėgumas nustatomas šešiais testais: veloergometrija (maksimalus deguonies suvartojimas (ml/kg/min)), sėstis ir gultis (atsilenkimų skaičius (k./30 s)), sėstis ir siekti (siekimo atstumas (cm)), pusiausvyra stovint ant vienos kojos (suklydimų skaičius (k./min)), tepingas (laikas (s)) ir jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru (nugaros raumenų jėga (%)).
6. Sudaryta kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo matavimo metodikos ir tyrimų eiga. Surašytos visų parametrų normos vyrams ir moterims bei parengta tiriamojo asmens sutikimo forma.
7. Išmatuoti 30 žmonių (14 merginų ir 16 vaikų) kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrai. Suskaičiuoti šių parametrų vidurkiai, standartiniai nuokrypiai, minimalios ir maksimalios reikšmės, pasikliautinis intervalas.
8. Prieš randant ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo buvo atlikta regresinė analizė. Nustatyti kiekvieno kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrų koreliacijos koeficientai.
9. Nustatytas atvirkštinis ryšys tarp šių parametrų:
 - a. kūno masės indekso ir maksimalaus deguonies suvartojimo, nugaros raumenų jėgos (tik moterims);

- b. kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo, atsilenkimų skaičiaus (tik vyrams), siekimo atstumo;
- c. raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (tik moterims), nugaros raumenų jėgos (tik moterims);
- d. kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (tik moterims), nugaros raumenų jėgos (tik moterims);
- e. kūno vandens kiekio ir tepingo laiko (tik vyrams).

10. Nustatytas tiesioginis ryšys tarp šių parametrų:

- a. kūno masės indekso ir nugaros raumenų jėgos (tik vyrams);
- b. raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus (tik moterims), siekimo atstumo, nugaros raumenų jėgos (tik vyrams);
- c. kaulų masės ir atsilenkimų skaičiaus (tik moterims), siekimo atstumo, nugaros raumenų jėgos (tik vyrams);
- d. kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo, atsilenkimų skaičiaus (tik vyrams), siekimo atstumo, nugaros raumenų jėgos.

11. Atlikta tiriamųjų rezultatų palyginimas su normomis. Sudarytos diagramos, kurios pavaizduoja, kiek žmonių (procentais) atitinka tam tikras normų ribas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Aboul-Seoud, M. A; Aboul-Seoud, A. 2001. Estimation of body fat from skinfold thickness, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 65(3): 201–206.
- Adaškevičienė, E. 1994. Vaikų fizinio ugdymo pedagogika. Vilnius: Egaldas;
- Ayala, F., *et al.* 2012. Reliability and validity of sit-and-reach tests: systematic review, *Rev Andal Med Deporte*, 5(2): 57–66.
- Andersson, D. P., *et al.* 2011. Visceral fat cell lipolysis and cardiovascular risk factors in obesity, *Horm Metab Res*, 43: 809–815.
- Avalla, F.; Sainz de Baranda, P.; De Ste Croix, M.; Santonja, F. 2012. Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults, *Physical Therapy in Sport*, 13(4): 219–226.
- Baracos, V. E., *et al.* 2010. Body composition in patients with non-small cell lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis, *Am J Clin Nutr*, 91: 1133–1175.
- Bassett, D. R.; Howley, E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance, *Med. Sci. Sports Exerc*, 32: 70–84.
- Behnke, J. R.; Feen, B. G.; Welham, W. C. 1942. The specific gravity of healthy men, *JAMA* 118: 495 – 498.
- Berral, F. J.; Escribano, A.; Berral, C. J.; Lanco, J. L. 1992. Body composition of top performance athletes determined by a modification of Kerr's method, *Med Sci Sports Exerc*, 2: 4–6.
- Biosca, M., *et al.* 2011. Central adiposity in children born small and large for gestational age. *Nutr Hosp*, 26: 971–976.
- Bishop, D.; Jenkins, D. G.; Mackinnon, L. T. 1998. The Effect of Stage Duration on the Calculation of Peak VO₂ during Cycle Ergometry, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1: 171–178.
- Bolton, C. E., *et al.* 2004. Associated loss of fat-free mass and bone mineral density in chronic obstructive pulmonary disease, *Am J Respir Crit Care Med*, 170: 1286–1293.
- Boneva-Asiova, Z.; Boyanov, M. 2001. Age-related changes of body composition and abdominal adipose tissue assessed by bio-electrical impedance analysis and computed tomography, *Endocrinol Nutr*, 58(9): 472–477.
- Bosaeus, M., *et al.* 2014. Accuracy of quantitative magnetic resonance and eight-electrode bioelectrical impedance analysis in normal weight and obese women, *Clinical Nutrition*, 33: 471–477.
- Brogårdh, C.; Lexell, J. 2012. Effects of Cardiorespiratory Fitness and MuscleResistance Training After Stroke, *PM R*, 4(11): 901–907.

- Camliguney, A. F., *et al.* 2012. The comparison of public and private primary schools children physical fitness, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46: 4703–4707.
- Carrel, A. L.; Myers, S. E.; Whitman, B. Y., *et al.* 1999: Growth hormone improves body composition, fat utilization, physical strength and agility, and growth in Prader-Willi syndrome: A controlled study, *The Journal of Pediatrics*, 134(2): 215–221.
- Chen, A., *et al.* 2015. Fat to muscle ratio measurements with dual energy x-ray absorptiometry, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 788 (11): 24–28.
- Chilibeck, P. D.; Calder, A. W., *et al.* 1998. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women, *Eur J Appl Physiol*, 77: 170–175.
- Chillón, P.; Ortega, F. B., *et al.* 2011. Physical fitness in rural and urban children and adolescents from Spain, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14: 417–423.
- Colakoglu, T., *et al.* 2014. Evaluation of physical, physiological and some performance parameters of the Turkish elite orienteers, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152: 403–408.
- Cordo, P. J., *et al.* 2006. Scaling and non-scaling of muscle activity, kinematics, and dynamics in sit-ups with different degrees of difficulty, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16: 506–521.
- De Lorenzo, A. D.; Andreoli, A. 2003. Segmental bioelectrical impedance analysis, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 6: 551–555.
- Drinkwater, D. T.; Martin, A. D.; Ross, W. D.; Clarys, J. P. 1984. Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in adults humans. In: Day JAP, editor. Perspectives in kinanthropometry, Champaign: *Human Kinetics*, 6: 87–95.
- Eather, N.; Morgan, P. J.; Lubans, D. R. 2013. Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial, *Preventive Medicine*, 56: 12–19.
- Eriksson, B., *et al.* 2011. Fat-free mass hydration in newborns: assessment and implications for body composition studies, *Acta Paediatr*, 100: 680–686.
- Gaigalienė, B. 1999. Pagyvenusių žmonių fizinis pajėgumas, aktyvus gyvenimo būdas ir sveikata. Vilnius: Lietuvos sporto informacijos centras.
- Genton, L.; Hans, D.; Kyle, U. G.; Pichard, C. 2002. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition: differences between devices and comparison with reference methods, *Nutrition* 18: 66–70.
- Guida, B., *et al.* 2007. Bioelectrical impedance analysis and age-related differences of body composition in the elderly, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 17: 175–180.

- Guptaa, N., *et al.* 2011. Comparison of body composition with bioelectric impedance (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) among Singapore Chinese, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14: 33–35.
- He, Q., *et al.* 2011. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children, *Preventive Medicine*, 52: 109–113.
- Heitmann, B. 1994. Impedance: a valid method in assessment of body composition, *Eur J Clin Nutr*, 48: 228–240.
- Heymsfield, S. B.; Matthews, D. 1994. Body composition: research and clinical advances 1993 A.S.P.E.N. research workshop, *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 18: 91–103.
- Hu, B., Shan, X., *et al.* 2014. The effects of stance width and foot posture on lumbar muscle flexion-relaxation phenomenon, *Clinical Biomechanics*, 29: 311–316.
- Hussey, J.; Bell, C.; Bennett, K., *et al.* 2007. Relationship between the intensity of physical activity, inactivity, cardiorespiratory fitness and body composition in 7–10-year-old Dublin children, *Br. J. Sports Med*, 41: 311–316.
- Yu, R.; Yau, F.; Hob, S.; Woo, J. 2011. Cardiorespiratory fitness and its association with body composition and physical activity in Hong Kong Chinese women aged from 55 to 94 years, *Maturitasi*, 69: 348–353.
- Jussi Kosola, J.; Vaara, J. P.; Ahotupa, M., *et al.* 2013. Elevated concentration of oxidized LDL together with poor cardiorespiratory and abdominal muscle fitness predicts metabolic syndrome in young men, *Metabolism*, 62: 992–999.
- Kankaanpää, M.; Laaksonen, D.; Taimela, S., *et al.* 1998. Age, sex, and body mass index as determinants of back and hip extensor fatigue in the isometric Sørensen back endurance test, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(9): 1069–1075.
- Karacan, S. 2010. Effects of long-term aerobic exercise on physical fitness and postmenopausal symptoms with menopausal rating scale, *Science & Sports*, 25: 39–46.
- Kaur, M.; Talwar, I. 2011. Body composition and fat distribution among older Jat females: a rural–urban comparison, *Homo*, 62: 374–85.
- Keys, A.; Brozek, J. 1953. Body composition in adult man, *Physiol Rev* 33: 245–325.
- Kerr, D. A. 1988. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years, *Thesis Doctoral*, 16: 235–241.
- Ketel, I. J., *et al.* 2007. Superiority of skinfold measurements and waist over waist-to-hip ratio for determination of body fat distribution in a population-based cohort of Caucasian Dutch adults, *Eur J Endocrinol*, 156(6): 655–661.
- Kim, J. W.; Seob, D.; Swearinginc, B.; So, W. Y. 2013. Association between obesity and various parameters of physical fitness in Korean students, *Obesity Research & Clinical Practice*, 7: 67–74.

- Kim, J.; Must, A., Fitzmaurice, G. M., *et al.* 2005. Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren, *Obes. Res*, 13: 1246–1254.
- Kyle, U. G., *et al.* 2004. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods, *Clinical Nutrition* 23: 1226–1243.
- Kyle, U. G., *et al.* 2004. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice, *Clinical Nutrition* 23: 1430–1453.
- Knegt, V. E., *et al.* 2015. DXA Performance in a Pediatric Population: Precision of Body Composition Measurements in Healthy Term-Born Infants Using Dual-Energy X-ray Absorptiometry, *Journal of Clinical Densitometry*, 18: 117–123.
- Langeskov-Christensen, M., Langeskov-Christensen, D., *et al.* 2014. Validity and reliability of VO₂-max measurements in persons with multiple sclerosis, *Journal of the Neurological Sciences*, 342: 79–87.
- Learman, K.; Pintar, J.; Ellis, A. 2014. The effect of abdominal strength or endurance exercises on abdominal peak torque and endurance field tests of healthy participants: A randomized controlled trial, *Physical Therapy in Sport*, 8: 1–8.
- Lee, S. Y.; Gallagher, D. 2008. Assessment methods in human body composition, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 11(5): 566–572.
- Lundqvist, K., *et al.* 2009. Use of dual-energy X-ray absorptiometry in obese individuals: The possibility to estimate whole body composition from DXA half-body scans, *Radiography*, 15: 12–19.
- Martin, A. D.; Drinkwater, D. T.; Clarys, J. P. 1984. Prediction of body fat skinfold callipers: assumptions and cadaver evidence, *Int J Obes*, 7: 17–25.
- Matiegka, J. 1921. The testing of physical efficiency, *Am J Phys Anthropol* 4: 223–230.
- McAuley, P. A.; Artero, E.G.; Sui, X., *et al.* 2012. The obesity paradox, cardiorespiratory fitness, and coronary heart disease, *Mayo Clin Proc*, 87: 443–451.
- McAuley, P. A.; Beavers, K. M. 2014. Contribution of Cardiorespiratory Fitness to the Obesity Paradox, *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4): 434–440.
- McGavock, J. M.; Torrance, B.D.; McGuire, K.A., *et al.* 2009. Cardiorespiratory fitness and the risk of overweight in youth: the Healthy Hearts Longitudinal Study of Cardiometabolic Health, *Obesity*, 17: 1802–1807.
- McRae, M. P. 2010. Male and female differences in variability with estimating body fat composition using skinfold calipers, *Journal of Chiropractic Medicine*, 9: 157–161.
- Meeuwsena, S.; Horganb, G. W.; Elia, M. 2010. The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex, *Clinical Nutrition*, 29: 560–566.

- Modesitt, S. C.; Geffell, D. L.; Via, J.; Weltman, A. L. 2012. Morbidly obese women with and without endometrial cancer: Are there differences in measured physical fitness, body composition, or hormones?, *Gynecologic Oncology*, 124: 431–436.
- Moreau, C. E., et al. 2001. Isometric Back Extension Endurance Tests: A Review of the Literature, *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 24(2): 110–122.
- Moschonis, G., et al. 2011. Association of total body and visceral fat mass with iron deficiency in preadolescents: the Healthy Growth Study, *Br J Nutr*, 16: 1–10.
- Mourtzakis, M., et al. 2008. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care, *Appl Physiol Nutr Metab*, 33: 997–1006.
- Muliarčikas, A.; Volbekienė, V.; Šiupšinskas, L. 2007. Lietuvos gyventojų fizinio pajėgumo testavimo ir fizinės būklės nustatymo metodika. Sveikos gyvensenos, fiziškai aktyvaus gyvenimo būdo ir jo praktinio realizavimo metodinės rekomendacijos. Mokomoji knyga. Lietuvos sporto informacijos centras. Vilnius.
- Nindl, B. C.; Santtila, M.; Vaara, J., et al. 2011. Circulating IGF-I is associated with fitness and health outcomes in a population of 846 young healthy men, *Growth Hormone & IGF Research*, 21: 124–128.
- Ostojic, S. M. 2006. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs. bioelectrical impedance, *J Sports Med Phys Fitness*, 46: 442–446.
- Park, H., et al. 2011. Gender differences in relationship between fat-free mass index and fat mass index among Korean children using body composition chart, *Yonsei Med J*, 52: 948–52.
- Parm A. L., et al. 2011. Relationships between anthropometric, body composition and bone mineral parameters in 7–8 year-old rhythmic gymnasts compared with controls, *Coll Antropol*, 35: 739–45.
- Pereira-Lancha, L. O.; Coelho, D. F.; de Campos-Ferraz, P. L.; Lancha Jr, A. H. 2010. Body fat regulation: is it a result of a simple energy balance or a high fat intake?, *J Am Coll Nutr*, 29: 343–351.
- Resende, C. M., et al. 2011. Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance, *Braz J Med Biol Res*, 44: 1164–1170.
- Rodrigues, P. L.; Leitão, R.; Lopes, V. P. 2013. Physical fitness predicts adiposity longitudinal changes over childhood and adolescence, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16: 118–123.
- Rodríguez, P. L., et al. 2008. Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren, *Science & Sports*, 23: 170–175.
- Ross, W. D.; Wilson, N. C. 1974. Astratagem for proporcional growth assessment. Children and exercise, *Acta Paediatr Belg* 4: 169–182.

- Runhaar, J., *et al.* 2010. Motor fitness in Dutch youth: Differences over a 26-year period (1980–2006), *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13: 323–328.
- Shafer, K. J., *et al.* 2009. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes, *Nutrition*, 25: 25–32.
- Skurvydas, A.; Stonkus, S.; Volbiekienė, V. 2006. Kūno kultūra geras ir gražus žmogus, knyga moksleiviams. Kaunas: LKKA "ARX Baltica".
- So, R.; Eto, M.; Tsujimoto, T.; Tanaka, K. 2014. Acceleration training for improving physical fitness and weight loss in obese women, *Obesity Research & Clinical Practice*, 8: 238–248.
- Sozen, H. 2012. The effect of volleyball training on the physical fitness of high school students, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46: 1455–1460.
- Stonkus, S. 2002. Sporto terminų žodynas. Kaunas: Aušra.
- Sui, X.; LaMonte, M.J.; Blair S. N. 2007. Cardiorespiratory fitness as a predictor of nonfatal cardiovascular events in asymptomatic women and men, *Am J Epidemiol*, 165: 1413–1423.
- Thibault, R.; Cano, N.; Pichard, C. 2011. Quantification of lean tissue losses during cancer and HIV infection/acquired immunodeficiency syndrome (AIDS), *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 14: 261–267.
- Tojo, R.; Leis, R. 2001. *Obesidad infantil. Factores de riesgo y comorbilidades*. Barcelona: Masson. 111 p.
- Volbekienė, V. 1997. Eurofit'o testai suaugusiems. Metodinė priemonė. Vilnius: LSIC.
- Wang, Z. M.; Pierson, R. N.; Heymsfield, S. B. 1992. The five level method: a new approach to organizing body-composition research, *Am J Clin Nutr*, 56: 19–28.
- Warren, M.; Shangold, M. 1997. *Sports gynecology: problems and care of the athletic female*. Cambridge, MA: Blackwell Scientific Publications, 33–35 p.
- Whitehead, J. R.; Eklund, R.C.; Williams, A.C. 2003. Using skinfold calipers while teaching body fatnessrelated concepts: Cognitive and affective outcomes, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6: 461–476.

RYŠIO TARP KŪNO SUDĖTIES IR FIZINIO PAJĖGUMO TYRIMAS

Dainius Taraškevičius¹, Andžela Šešok²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹dainius.taraskevicius@stud.vgtu.lt; ²andzela.sesok@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo tyrimų svarba bei pritaikymo galimybės. Sudaryta kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo matavimo metodika. Kūno kompozicijos parametrams gauti naudojami odos raukšlių kaliperio ir bioelektrinės varžos analizės būdai, o fizinis pajėgumas vertinamas taikant veloergometriją, sėstis-gultis, sėstis-siekti, pusiausvyros, tepingo ir nugaros raumenų dinamometro testus. Atlikus tyrimus nustatytas ryšys tarp: raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims, $r = -0,635$, $p < 0,05$), raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus (moterims, $r = 0,514$, $p > 0,05$), kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims, $r = -0,636$, $p < 0,05$), kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo (vyrams, $r = -0,580$, $p < 0,05$), kūno riebalų kiekio ir siekimo atstumo (vyrams, $r = -0,601$, $p < 0,05$), kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo (vyrams, $r = 0,537$, $p < 0,05$), kūno vandens kiekio ir siekimo atstumo (vyrams, $r = 0,559$, $p < 0,05$).

Reikšminiai žodžiai: kūno kompozicija, fizinis pajėgumas, parametrai, ryšys.

Išvadas

Kūno kompozicija domina mitybos specialistus, sveikatos priežiūros personalą, fizinio paruošimo trenerius, bei biomechanikos inžinierius, nes mitybos būdas, specifinės dietos, treniravimasis, ligos ir genetika gali turėti didžiulį poveikį žmogaus kūno komponentams, t. y. atominiams, molekuliniais, ląsteliniams, audinio ir viso kūno lygiams. Kadangi tiesioginiai matavimai su žmonėmis yra negalimi, todėl buvo išrasta daug netiesioginių kūno sudedamųjų dalių apskaičiavimo metodų, kurių dėka ir galima pasiekti užsibrėžtų tikslų (Matiegka 1921; Drinkwater *et al.* 1984; Kerr 1988; Wang *et al.* 1992).

Kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas yra svarbūs faktoriai žmogaus gyvenime, kurie lemia kūno sudėjimą, sveikatos bei emocinę būklę. Esant viršsvoriui, nutukimui ir mažam fiziniui pajėgumui, žmogaus gyvenimo kokybė tampa bloga. Siekiant išlaikyti gerą kūno sudėjimą bei būti fiziškai aktyviam, žmogus privalo sveikai maitintis ir palaikyti fiziškai aktyvų gyvenimą, t. y. daug sportuoti. Taipogi kūno kompozicija ir fizinis pajėgumas yra tarpusavyje susiję. Egzistuoja daugybė matavimo metodų ir testų, kurie nustato kokie komponentai ir kiek procentų sudaro žmogaus kūną, bei koks yra žmogaus fizinio pajėgumo lygis (Ostojic 2006; Eather *et al.* 2013). Šiems metodams keliama keli reikalavimai. Pirmasis, kad metodas būtų paprastas atlikti. Antrasis, kad gauti duomenys būtų tikslūs ir lengvai suprantami. Trečiasis, kad matavimo

metodai nebūtų invaziniai. Ketvirtasis reikalavimas yra metodu prieinamumas plačiai visuomenei. Nustačius ir išmatavus kūno kompoziciją bei fizinį pajėgumą ir ryšį tarp jų, galima pateikti įvairius pasiūlymus, kaip žmogui pagerinti savo sudėjimą, kokias fizinio lavinimo programas naudoti, kad pagerinti gyvenimo kokybę.

Mokslinėje literatūroje dažniausiai atliekami ryšio nustatymo tyrimai tarp kūno masės indekso (KMI) ir fizinio pajėgumo, tačiau nevertinami atskiri kūno kompozicijos komponentai, tokie kaip riebalų, kaulų masė, vandens kiekis (He *et al.* 2011; So *et al.* 2014; Kim *et al.* 2013).

Pagrindinis darbo tikslas – naudojant skirtingus metodus ir testus gauti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrus. Galiausiai rasti ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo.

Metodai

Tyrime dalyvavo 30 sveikų žmonių (14 merginų ir 16 vaikų), kurių amžiaus riba buvo nuo 18 iki 26 metų.

Kūno kompozicijos

Riebalų raukšlių matavimas kaliperiu yra skirtas įvertinti kūno kompoziciją panaudojant odos raukšlių storį, kuris būna išmatuojamas įvairiuose vietose, kaulų matmenis ir galūnių apskritimų ilgius. Šie duomenys naudojami lygtyse, kuriose nustatomas procentinis kūno tankis arba kūno riebalų kiekis. Kūno riebalų skaičiavimas, naudojant odos raukšles, yra vienas iš dažniausiai

naudojamų metodų laboratorijose ir vertinant kūno kompoziciją, bei mitybos būdus kasdieniniame gyvenime (Lee *et al.* 2008).

Odos raukšlių matavimų pagrindinis tikslas yra apskaičiuoti bendrąjį riebalų kiekį ir poodinio riebalų sluoksnio pasiskirstymą. Poodinis riebalų sluoksnis atspindi viso kūno riebalus, kurie kinta priklausomai nuo amžiaus, lyties ir gyvenamosios vietos (Ketel *et al.* 2007). Tačiau individualūs skirtumai neleidžia sukurti visiems tinkančių lygčių, kurios apskaičiuotų riebalų kiekį (McRae 2010). Odos riebalinių klosčių matavimas atliekamas kaliperiu BASELINE Skinfold caliper 12-1112.

Bioelektrinės varžos analizė yra plačiai naudojama tiek medicinos personalo, tiek pačių pacientų, nes tai yra gana paprastas ir aiškus metodas. Tačiau, siekiant gauti tikslus rezultatus, privaloma naudotis tam tikrais matavimų standartais ir kokybės kontrole. Bioelektrinės varžos analizės matavimai leidžia nustatyti be riebalinę masę ir viso kūno vandens kiekį, bet reikia pasirinkti specialias lygtis, kurios skiriasi priklausomai nuo žmogaus gyvenamosios vietos, amžiaus ar patologijų (Kyle *et al.* 2004). Taikomas segmentinis kūno kompozicijos analizatorius Tanita BC-601 (*Japonija*), veikiantis bioelektrinės varžos matavimo principu.

Fizinio pajėgumo

Veloergometrija yra naudojama aerobiniam pajėgumui tirti, t. y. širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) yra laikomas tinkamiausiu rodikliu netiesiogiai nustatant maksimalųjį aerobinį galingumą, kadangi jam būdinga beveik tiesinė priklausomybė nuo didėjančio darbo galinumo ir deguonies suvartojimo. Paprastai širdies susitraukimų dažnis būna maksimalus, kai pasiekiamas darbo galingumas, atitinkantis maksimalųjį aerobinį (Yu *et al.* 2011). Šio testo tikslas yra nustatyti maksimalųjį deguonies suvartojimą. Atlikti matavimus naudojamas mechaniniu būdu stabdomas veloergometras, prietaisas širdies susitraukimų dažniui registruoti ir chronometras.

Dinaminis sėstis ir gultis testas skirtas nustatyti liemens raumenų jėgą ir ištvermę. Šie parametrai yra tiesiogiai susiję su žmogaus judėjimo pajėgumu, laikysena ir stuburo profilaktika (Cordo *et al.* 2006). Testo metu reikia atlikti kuo daugiau atsilenkimų per 30 sekundžių. Tyrimui atlikti buvo naudojamas gimnastikos paklotas ir chronometras.

Sėstis ir siekti testas skirtas įvertinti liemens lanktumą ir kelių sausgyslių standumą. Testo rezultatai yra susiję su stuburo pajėgumu, judėjimo galimybėmis kasdieniniame gyvenime, ypač vyresnio amžiaus žmonių (autonominė nepriklausomybė senėjant) (Rodriguez *et*

al. 2008). Testo metu reikia atlikti kuo įmanoma didesnius pasilenkimus. Buvo naudojama 35 cm ilgio, 45 cm pločio ir 32 cm aukščio matavimo dėžė. Dėžės viršus – 55 cm ilgio ir 45 cm pločio plokštė, per 15 cm ilgesnė už dėžės šoninę plokštumą, į kurią turi remtis testo atlikėjo pėdos. Ant matavimo dėžės viršutinės plokštumos vidurio yra matavimo skalė, sužymėta padalomis nuo 0 iki 50 cm. Ant dėžės viršaus padėta apie 30 cm ilgio liniuotė, kurią testo atlikėjas stumia, siekdamas kuo tolimesnio taško.

Pusiausvyros, stovint ant vienos kojos, testas arba kitaip žinomas kaip flamingo testas yra skirtas nustatyti kūno pusiausvyrą. Šis veiksnys turi įtakos judėjimo gebėjimams, padeda išvengti traumų, ypač vyresnio amžiaus žmonėms (Camliguney *et al.* 2012). Testo esmė: bandymas išlaikyti pusiausvyrą 1 minutę stovint ant vienos kojos. Rezultatų vertinimui naudojami suklydimo kartai.

Tepingo testo tikslas išmatuoti kartotinių rankos judesių greitį. Rankų koordinacija ir greitis rodo rankų miklumą, kuris yra reikalingas kasdieninėje veikloje, ypač dirbant rankų darbus (Sozen 2012). Užduotis – parankesne ranka kiek galima greičiau padaryti 25 pilnus judesius (judesių ciklus), pakaitomis paliečiant du ant stalo pritvirtintus skritulius. Testui buvo naudojama: stalas, kurio aukštis reguliuojamas, du vienoje tiesėje prie stalo pritvirtinti popieriniai skrituliai (kiekvienas 20 cm skersmens), 10x20 cm stačiakampis, pritvirtintas tarp dviejų skritulių vienodu atstumu ir chronometras.

Jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru, kurio skalė yra nuo 0 iki 300 kg, skirtas išmatuoti maksimalią nugaros raumenų jėgą. Tiriamasis asmuo turi atsistoti ant dinamometro pagrindo ir iš visų jėgų tempti rankeną į viršų. Gauti dinamometro parodymai yra perskaiciuojami į santykinę nugaros raumenų reikšmę (Hu *et al.* 2014).

Rezultatai

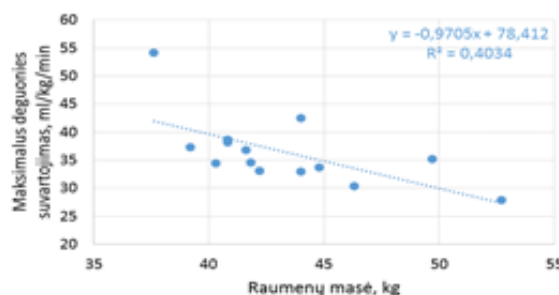
Išmatuoti kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrai pateikiami 1 lentelėje. Vyrai yra aukštesni, sunkesni, turi didesnę kūno masės indeksą ir vandens kiekį bei raumenų ir kaulų masę negu moterys, bet mažesnę riebalų kiekį. Vyrų maksimalus deguonies suvartojimas, atsilenkimų skaičius ir nugaros raumenų santykinė reikšmė yra didesnė už moterų, o liemens lankstumas, pusiausvyros rezultatas ir tepingo laikas mažesnis. Palyginimas tarp vyrų ir moterų grupių kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrų nėra statistškai reikšmingas ($p > 0,05$).

Atlikus ryšio nustatymą tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrų, buvo nustatyta kelios

1 lentelė. Dalyvių kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrai
Table 1. Body composition and physical fitness parameters of participants

Parametrai	Moterys (n=14)	Vyrai (n=16)	Iš viso (n=30)
Kūno kompozicija			
Ugis (cm)	169,07 ± 5,98	180,81 ± 6,86	175,33 ± 8,71
Svoris (kg)	61,4 ± 8,99	73,08 ± 9,68	67,64 ± 10,94
Kūno masės indeksas (kg/m ²)	21,46 ± 2,61	22,52 ± 2,57	22,02 ± 2,60
Kūno riebalų kiekis (%)	25,11 ± 6,27	12,61 ± 5,26	18,44 ± 8,50
Raumenų masė (kg)	43,27 ± 4,10	60,52 ± 6,57	52,47 ± 10,32
Kaulų masė (kg)	2,33 ± 0,22	3,18 ± 0,32	2,78 ± 0,51
Kūno vandens kiekis (%)	55,59 ± 4,42	62,56 ± 4,85	59,31 ± 5,79
Fizinis pajėgumas			
Maksimalus deguonies suvartojimas (ml/kg/min)	36,42 ± 6,27	39,39 ± 9,22	38,00 ± 7,99
Atsilenkimų skaičius (k./30s)	21,93 ± 3,99	27,50 ± 4,37	24,90 ± 5,00
Siekimo atstumas (cm)	24,19 ± 6,31	22,27 ± 9,33	23,17 ± 7,99
Suklydimų skaičius (k./min)	1,64 ± 1,69	2,44 ± 1,97	2,07 ± 1,86
Tepingo laikas (s)	16,82 ± 4,06	13,05 ± 3,32	14,81 ± 4,09
Nugaros raumenų jėga (%)	111,50 ± 35,87	194,74 ± 49,54	155,89 ± 60,25

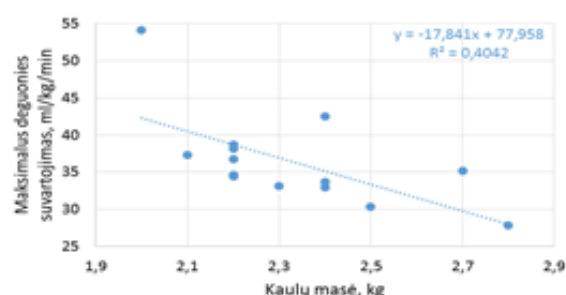
priklausomybės. 1 paveikslas rodo, kad moterų raumenų masė yra atvirkščiai susijusi su maksimaliu deguonies suvartojimu ($r = -0,635$, $p < 0,05$). Kadangi kaulų masė yra proporcinga raumenų kiekiui, taipogi pastebėtas atvirkštinis ryšys su maksimaliu deguonies suvartojimu ($r = -0,636$, $p > 0,05$) (2 pav.). Tyrimai parodė, kad didėjant raumenų masei, mažėja maksimalus deguonies suvartojimas. Tai paaiškinama tuo, kad didėjant žmogaus kūno masei, tuo pačiu ir raumenų masei, deguonies suvartojimas mažėja (Bassett *et al.* 2000).



1 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n=14$)

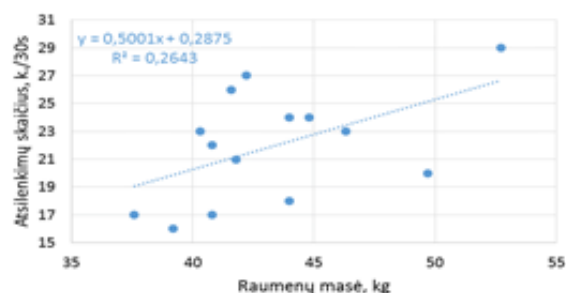
Fig. 1. The relationship between muscle mass and maximum oxygen uptake for female ($n=14$)

Kita moterų grupės raumenų masės priklausomybė atvaizduojama 3 paveiksle. Didėjanti raumenų masė yra tiesiogiai susijusi su didesniu atliktų atsilenkimų skaičiumi ($r = 0,514$, $p < 0,05$). Fizinis pajėgumas labiausiai parodo raumenų jėgą ir ypač siejamas su individo funkcinėmis galimybėmis – nepavargstant atlikti fizinis užduotis (Gaigalienė 1999).



2 pav. Ryšys tarp kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo moterims ($n=14$)

Fig. 2. The relationship between bone mass and maximum oxygen uptake for female ($n=14$)

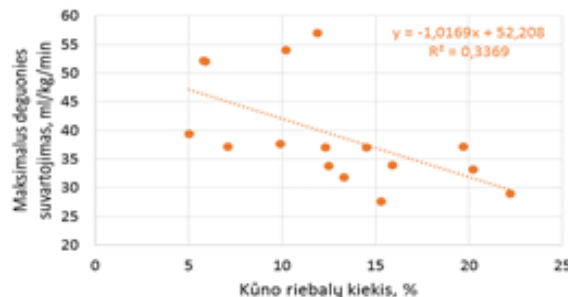


3 pav. Ryšys tarp raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus moterims ($n=14$)

Fig. 3. The relationship between muscle mass and sit-ups results for female ($n=14$)

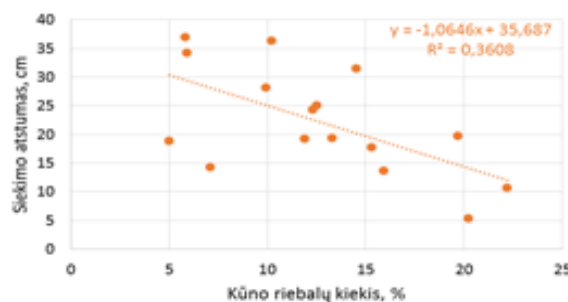
Vyrų grupėje buvo nustatyta keturios priklausomybės tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo rodiklių. Kūno riebalų kiekis yra atvirkščiai susijęs su maksimaliu deguonies suvartojimu ($r = -0,580$, $p < 0,05$) ir

atitinkamai atvaizduojami 4 ir 5 paveiksluose. Vyrų organizmas yra labiau linkęs kaupti riebalų sluoksnį, ypač juosmens dalyje. Esant per dideliui kiekiui, yra sunkiau atlikti kasdienines užduotis, tokias kaip pasilenkti, atsistoti ir panašiai (Andersson *et al.* 2011).



4 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo vyrams ($n=16$)

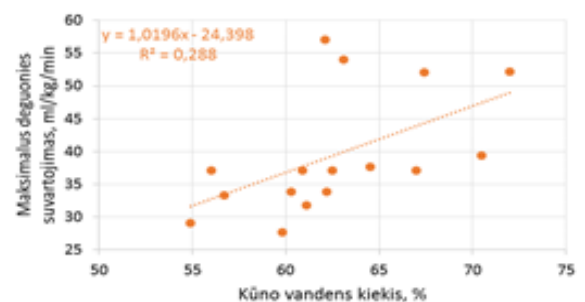
Fig. 4. The relationship between body fat mass and maximum oxygen uptake for male ($n=16$)



5 pav. Ryšys tarp kūno riebalų kiekio ir siekimo atstumo vyrams ($n=16$)

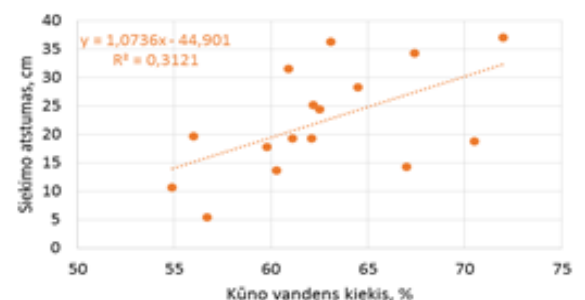
Fig. 5. The relationship between body fat mass and sit-and-reach results for male ($n=16$)

Galiausiai, nustatytas tiesioginis ryšys tarp kūno vandens kiekio ir fizinio pajėgumo parametrų: maksimalaus deguonies suvartojimo ($r=0,537$, $p<0,05$) ir siekimo atstumo ($r=0,559$, $p<0,05$). Nustatytos priklausomybės atitinkamai atvaizduojamos 6 ir 7 paveiksluose. Kūno vandens kiekis yra skirstomas į dvi sudedamąsias dalis: ląstelės viduje (2/3 kūno vandens) ir išorėje (1/3 kūno vandens) esantis skystis. plazma (1/5 išorinio skysčio) ir tarpaudininis (4/5 išorinio skysčio) skystis perneša biologiškai aktyvias medžiagas, medžiagų apykaitos produktus bei aprūpina organizmo ląsteles deguonimi (Pichler *et al.* 2013). Taigi kuo daugiau žmogaus organizmas turi vandens, tuo jis yra fiziškai aktyvesnis ir pajėgesnis.



6 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo vyrams ($n=16$)

Fig. 6. The relationship between total body water and maximum oxygen uptake for male ($n=16$)



7 pav. Ryšys tarp kūno vandens kiekio ir siekimo atstumo vyrams ($n=16$)

Fig. 7. The relationship between total body water and sit-and-reach results for male ($n=16$)

Išvados

1. Išanalizuota kūno kompozicijos metodai: raukšlių matavimas kaliperiu, bioelektrinės varžos analizė ir fizinio pajėgumo testai: veloergometrija, sėstis ir gultis, sėstis ir siekti, pusiausvyra stovint ant vienos kojos, tepingo ir jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometro.
2. Sudaryta kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo matavimo metodikos ir tyrimų eiga.
3. Išmatuota 30 žmonių (14 merginų ir 16 vaikų) kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrai ir atlikta statistinė analizė.
4. Prieš randant ryšį tarp kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo buvo atlikta regresinė analizė. Nustatyta kiekvieno kūno kompozicijos ir fizinio pajėgumo parametrų koreliacijos koeficientai.
5. Nustatytas atvirkštinis ryšys tarp: raumenų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims); kaulų masės ir maksimalaus deguonies suvartojimo (moterims); kūno riebalų kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo, siekimo atstumo (vyrams).
6. Nustatytas tiesioginis ryšys tarp: raumenų masės ir atsilenkimų skaičiaus (moterims); kūno van-

dens kiekio ir maksimalaus deguonies suvartojimo, siekimo atstumo (vyrams)..

Literatūra

- Andersson, D. P., et al. 2011. Visceral fat cell lipolysis and cardiovascular risk factors in obesity, *Horm Metab Res*, 43: 809–815.
- Bassett, D. R.; Howley, E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance, *Med Sci Sports Exerc*, 32: 70–84.
- Camliguney, A. F., et al. 2012. The comparison of public and private primary schools children physical fitness, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46: 4703–4707.
- Cordo, P. J., et al. 2006. Scaling and non-scaling of muscle activity, kinematics, and dynamics in sit-ups with different degrees of difficulty, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16: 506–521.
- Drinkwater, D. T.; Martin, A. D.; Ross, W. D.; Clarys, J. P. 1984. Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in adults humans. In: Day JAP, editor. Perspectives in kinanthropometry, Champaign: *Human Kinetics*, 6: 87–95.
- Eather, N.; Morgan, P. J.; Lubans, D. R. 2013. Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: Results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial, *Preventive Medicine*, 56: 12–19.
- Gaigalienė, B. 1999. Pagyvenusių žmonių fizinis pajėgumas, aktyvus gyvenimo būdas ir sveikata. Vilnius: Lietuvos sporto informacijos centras.
- He, Q., et al. 2011. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children, *Preventive Medicine*, 52: 109–113.
- Hu, B.; Shan, X., et al. 2014. The effects of stance width and foot posture on lumbar muscle flexion-relaxation phenomenon, *Clinical Biomechanics*, 29: 311–316.
- Kerr, D. A. 1988. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years, *Thesis Doctoral*, 16: 235–241.
- Ketel, I. J., et al. 2007. Superiority of skinfold measurements and waist over waist-to-hip ratio for determination of body fat distribution in a population-based cohort of Caucasian Dutch adults, *Eur J Endocrinol*, 156(6): 655–661.
- Kim, J. W.; Seob, D.; Swearinginc, B.; So, W. Y. 2013. Association between obesity and various parameters of physical fitness in Korean students, *Obesity Research & Clinical Practice*, 7: 67–74.
- Kyle, U. G., et al. 2004. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods, *Clinical Nutrition* 23: 1226–1243.
- Lee, S. Y.; Gallagher, D. 2008. Assessment methods in human body composition, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 11(5): 566–572.
- Matiegka, J. 1921. The testing of physical efficiency, *Am J Phys Anthropol* 4: 223–230.
- McRae, M. P. 2010. Male and female differences in variability with estimating body fat composition using skinfold calipers, *Journal of Chiropractic Medicine*, 9: 157–161.
- Ostojic, S. M. 2006. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs. bioelectrical impedance, *J Sports Med Phys Fitness*, 46: 442–446.
- Pichler, G. P.; Amouzadeh-Ghadikolai, O., et al. 2013. A critical analysis of whole body bioimpedance spectroscopy (BIS) for the estimation of body compartments in health and disease, *Medical Engineering & Physics*, 35: 616–625.
- Rodriguez, P. L., et al. 2008. Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren, *Science & Sports*, 23: 170–175.
- So, R.; Eto, M.; Tsujimoto, T.; Tanaka, K. 2014. Acceleration training for improving physical fitness and weight loss in obese women, *Obesity Research & Clinical Practice*, 8: 238–248.
- Sozen, H. 2012. The effect of volleyball training on the physical fitness of high school students, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46: 1455–1460.
- Wang, Z. M.; Pierson, R. N.; Heymsfield, S. B. 1992. The five level method: a new approach to organizing body-composition research, *Am J Clin Nutr*, 56: 19–28.
- Yu, R.; Yau, F.; Hob, S.; Woo, J. 2011. Cardiorespiratory fitness and its association with body composition and physical activity in Hong Kong Chinese women aged from 55 to 94 years, *Maturitas*, 69: 348–353.

RESEARCH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS

D. Taraškevičius, A. Šešok

Abstract

The article deals with importance and adaptation options of body composition and physical fitness. Measurement methodology of body composition and physical fitness was done. Skinfold caliper and bioelectrical impedance analysis techniques was used to obtain body composition parameters. Physical fitness was measured using veloergometry, sit-ups, sit-and-reach, flamingo balance, plate tapping and back muscle dynamometer tests. After research relationship was established between: muscle mass and maximum oxygen uptake (for female, $r = -0,635$, $p < 0,05$), muscle mass and sit-ups results (for female, $r = 0,514$, $p > 0,05$), bone mass and maximum oxygen uptake (for female, $r = -0,636$, $p < 0,05$), body fat mass and maximum oxygen uptake (for male, $r = -0,580$, $p < 0,05$), body fat mass and sit-and-reach results (for male, $r = -0,601$, $p < 0,05$), total body water and maximum oxygen uptake (for male, $r = 0,537$, $p < 0,05$), total body water and sit-and-reach results (for male, $r = 0,559$, $p < 0,05$).

Keywords: body composition, physical fitness, parameters, relationship.

TIRIAMOJO ASMENS SUTIKIMO FORMA**Versija: RTKSFPT-2014****Nr.** _____

Aš, _____, susipažinau su tyrimo metodika ir sutinku dalyvauti Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Mechanikos fakulteto Biomechanikos katedros studento Dainius Taraškevičiaus atliekamame tyrime, skirtame nustatyti ryšį tarp kūno sudėties ir fizinio pajėgumo, atliekant du kūno kompozicijos nustatymo metodus (antropometriai matavimai ir bioelektrinės varžos analizės metodas) ir šešis fizinio pajėgumo testus (veloergometrijos testas, dinaminis sėstis ir gultis testas, sėstis ir siekti testas, pusiausvyra stovint ant vienos kojos, tepingas ir jėgos matavimas nugaros-kojų-krūtinės dinamometru).

parašas

Data: _____

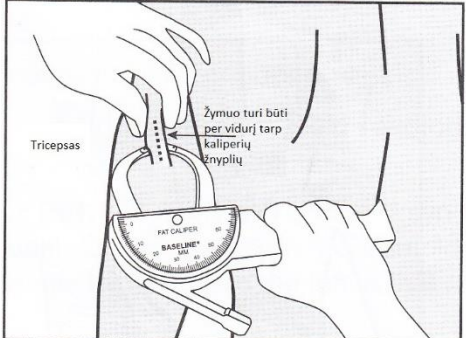
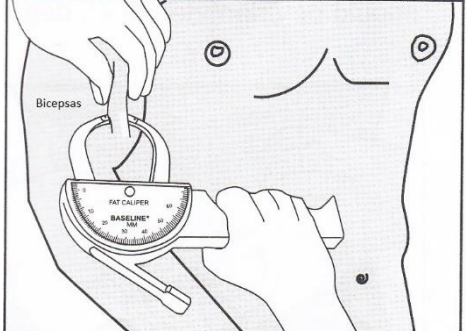
Mokslinio darbo vadovė

Doc. Andžela Šešok

Tyrėjas

Dainius Taraškevičius

Odos raukšlių matavimo vietos

Nr.	Matavimo vieta	Matavimo schema
1.	Matavimas atliekamas tarp alkūnės ir peties. Matavimo vieta pažymima nugarinėje rankos dalyje tarp alkūnės galo ir peties.	
2.	Vidurinis raumens taškas (paprastai šis taškas būna prieš spenelį). Matavimo vieta pažymima tarp įtempto bicepso galų. Kai atliekamas matavimas, raumuo (ranka) turi būti atpalaiduotas ir statmenoje padėtyje.	
3.	Žemiau mentikaulio viršūnės, 45° kampu vertikaliai. Matavimo vieta pažymima žemiau mentikaulio tarp stuburo ir šono. Atliekant matavimus slankmatis turi būti pakreiptas 45° kampu.	
4.	Virš klubo viršutinės dalies. Matavimo vieta pažymima virš (2,5 cm) klubo viršutinės dalies. Atliekant matavimus slankmatis turi būti pakreiptas 45° kampu.	

Procentinė riebalų kiekio išraiška

Keturių odos raukšlių vidurkių suma, mm	Amžius, metais			
	17-29 vyrai / moterys	30-39 vyrai / moterys	40-49 vyrai / moterys	50+ vyrai / moterys
15	4,8 / 10,5	- / -	- / -	- / -
20	8,1 / 14,1	12,2 / 17,0	12,2 / 19,8	12,6 / 21,4
25	10,5 / 16,8	14,2 / 19,4	15,0 / 22,2	15,6 / 24,0
30	12,9 / 19,5	16,2 / 21,8	17,7 / 24,5	18,6 / 26,0
35	14,7 / 21,5	17,7 / 23,7	19,6 / 26,4	20,8 / 28,5
40	16,4 / 23,4	19,2 / 25,5	21,4 / 28,2	22,9 / 30,3
45	17,7 / 25,0	20,4 / 26,9	23,0 / 29,6	24,7 / 31,9
50	19,0 / 26,5	21,5 / 28,2	24,6 / 31,0	26,5 / 33,4
55	20,1 / 27,8	22,5 / 29,4	25,9 / 32,1	27,9 / 34,6
60	21,2 / 29,1	23,5 / 30,6	27,1 / 33,2	29,2 / 35,7
65	22,2 / 30,2	24,3 / 31,6	28,2 / 34,1	30,4 / 36,7
70	23,1 / 31,2	25,1 / 32,5	29,3 / 35,0	31,6 / 37,7
75	24,0 / 32,2	25,9 / 33,4	30,3 / 35,9	32,7 / 38,7
80	24,8 / 33,1	26,6 / 34,3	31,2 / 36,7	33,8 / 39,6
85	25,5 / 34,0	27,2 / 35,1	32,1 / 37,5	34,8 / 40,4
90	26,2 / 34,8	27,8 / 35,8	33,0 / 38,3	35,8 / 41,2
95	26,9 / 35,6	28,4 / 36,5	33,7 / 39,0	36,6 / 41,9
100	27,6 / 36,4	29,0 / 37,2	34,4 / 39,7	37,4 / 42,6
105	28,2 / 37,1	29,6 / 37,9	35,1 / 40,4	38,2 / 43,3
110	28,8 / 37,8	30,1 / 38,6	35,8 / 41,0	39,0 / 43,9
115	29,4 / 38,4	30,6 / 39,1	36,4 / 41,5	39,7 / 44,5
120	30,0 / 39,0	31,1 / 39,6	37,0 / 42,0	40,4 / 45,1
125	30,5 / 39,6	31,5 / 40,1	37,6 / 42,5	41,1 / 45,7
130	31,0 / 40,2	31,9 / 40,6	38,2 / 43,0	41,8 / 46,2
135	31,5 / 40,8	32,3 / 41,1	38,7 / 43,5	42,5 / 46,7
140	32,0 / 41,3	32,7 / 41,6	39,2 / 44,0	43,0 / 47,2
145	32,5 / 41,8	33,1 / 42,1	39,7 / 44,5	43,6 / 47,7
150	32,9 / 42,3	33,5 / 42,6	40,2 / 45,0	44,1 / 48,2
155	33,3 / 42,8	33,9 / 43,1	40,7 / 45,5	44,6 / 48,7
160	33,7 / 43,3	34,3 / 43,6	41,2 / 45,8	45,1 / 49,2
165	34,1 / 43,7	34,6 / 44,0	41,6 / 46,2	45,6 / 49,6
170	34,5 / 44,1	34,8 / 44,4	42,0 / 46,6	46,1 / 50,0
175	34,9 / -	- / 44,8	- / 47,0	- / 50,4
180	35,3 / -	- / 45,2	- / 47,4	- / 50,8
185	35,6 / -	- / 45,6	- / 47,8	- / 51,2
190	35,9 / -	- / 45,9	- / 48,2	- / 51,6
195	- / -	- / 46,2	- / 48,5	- / 52,0
200	- / -	- / 46,5	- / 48,8	- / 52,4
205	- / -	- / -	- / 49,1	- / 52,7
210	- / -	- / -	- / 49,4	- / 53,0

Kūno masės indekso ribos ir išvados

Kūno masės indeksas	Išvados
16 ir mažiau	Ryškus kūno masės trūkumas
16 – 18	Nepakankama kūno masė
18 – 25	Norma
25 – 30	Kūno masės perteklius
30 – 35	Pirmo lygio nutukimas
35 – 40	Antro lygio nutukimas
40 ir daugiau	Trečio lygio nutukimas