



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS

Reabilitacijos studijų programa

Sveikatos mokslų institutas, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Viktorija Matulevičiūtė, II kursas, 1 grupė

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**Krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinų judesių atlikimo
sąsajos**

**Relationships Between Basketball Players Physical Capacity, Injury Risk and
Performance of Functional Movements**

Darbo vadovas

Doc. dr. Valentina Ginevičienė

Katedros vadovas

asistentas dr. Tomas Aukštikalnis

Vilnius, 2024

Studento elektroninio pašto adresas: viktorija.matuleviciute@mf.stud.vu.lt

DARBO ANOTACIJA

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo sąsajos“ atliktas – 2022-2024 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

Darbo autorius: Viktorija Matulevičiūtė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros Nuolatinių magistrantūros studijų Reabilitacijos magistro programos II kurso studentė.

Darbo vadovas: doc. dr. Valentina Ginevičienė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Biomedicinos mokslų institutas Žmogaus ir medicininės genetikos katedra.

Baigiamasis darbas apsvarstytas Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros Jungtinio Reabilitacijos studijų programų komiteto sudarytoje komisijoje 2024 m. balandžio mėn. 15 d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešai ginti.

Darbo recenzentas:

1. Doc. dr. Rūta Dadelienė

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo sąsajos“ ginamas viešame Reabilitacijos magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2024 m. gegužės mėn. 30 d. 10.00 val. Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros padalinyje, Žirmūnų g. 124.

Su darbu galima susipažinti Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

TURINYS

SANTRAUKA.....	5
ABSTRACT	7
TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI	9
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	10
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	11
ĮVADAS	12
2. LITERATŪROS APŽVALGA	14
2.1. Krepšinis.....	14
2.2. Fizinis pajėgumas krepšinyje.....	16
2.2.1. Aerobinis ir anaerobinis pajėgumas	18
2.2.2. Sprogstamoji jėga	20
2.2.3. Greitumas.....	21
2.2.4. Vikrumas	22
2.3. Traumų rizika krepšinyje.....	23
2.4. Funkcinių judesių atlikimas.....	25
3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA	28
3.1. Tyrimo organizavimas ir tiriamieji.....	28
3.2. Tyrimo metodika	29
3.2.1. Anketinė apklausa.....	29
3.2.2. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio testas (YYIR1).	29
3.2.3. Šuolio į aukštį testas.	30
3.2.4. 20m. sprinto testas.	31
3.2.5. T-Testas	32
3.2.6. Y balanso testas	33
3.2.7. LESS testas	34
3.2.8. Funkcinių judesių vertinimo sistema.....	35
3.3. Statistinė duomenų analizė	40

4. TYRIMO REZULTATAI.....	41
4.1. Krepšininkų fizinio pajėgumo vertinimo rezultatai.....	41
4.1.1. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio testo (YYIR1) vertinimo rezultatai.....	41
4.1.2. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatai.....	43
4.1.3. 20 metrų sprinto vertinimo rezultatai	45
4.2. Krepšininkų rizikos vertinimo patirti traumą rezultatai	47
4.2.1. Y balanso testo vertinimo rezultatai	47
4.2.2. LESS testo vertinimo rezultatai.....	48
4.3. Krepšininkų funkcinį judesių atlikimo stereotipo įvertinimo rezultatai.....	49
4.4. Fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinį judesių atlikimo testų vertinimo sąsajos.....	51
5. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS.....	54
6. IŠVADOS.....	56
7. REKOMENDACIJOS.....	57
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	58
9. PRIEDAI	63
1 PRIEDAS. Tiriamųjų anketinė apklausa ir tyrimo protokolas	63
2 PRIEDAS. LESS testo vertinimo kriterijai	64

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas Sveikatos mokslų universitetas
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra
Reabilitacijos magistro studijų programa

KREPŠININKŲ FIZINIO PAJĖGUMO, TRAUMŲ RIZIKOS IR FUNKCINIŲ JUDESIŲ ATLIKIMO SĄSAJOS Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas

Darbo autorė: VU MF Reabilitacijos magistro II kurso studentė Viktorija Matulevičiūtė

Darbo vadovas: Doc. Dr. Valentina Ginevičienė, Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas
Biomedicinos mokslų institutas Žmogaus ir medicininės genetikos katedra.

Pagrindinės sąvokos (raktiniai žodžiai): fizinis pajėgumas, traumų rizikia, funkcinių judesių vertinimas, krepšininkai.

Darbo tikslas: Nustatyti ir įvertinti krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo sąsajas.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti tiriamųjų krepšininkų funkcinio pajėgumo testavimą bei įvertinti jų fizinį pasirengimą ir funkcinį pajėgumą;
2. Ištirti ir įvertinti krepšininkų traumų riziką;
3. Ištirti ir įvertinti krepšininkų funkcinių judesių atlikimo kokybę;
4. Nustatyti krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir judesių atlikimo sąsajas.

Tyrimo metodai. Tyrimas atliktas 2022-2024 m. Tyrime dalyvavo 60 mėgėjų krepšininkų, žaidžiančių Sostinės krepšinio lygoje ir Moterų krepšinio lygoje, 34 moterys ir 26 vyrai. Atlikta tiriamųjų anketinė apklausa ir funkcinis testavimas pagal septynių testų tyrimo protokolus: Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėrmės ir atsigavimo 1 lygio testas, šuolio į aukštį testas, 20 m. sprinto testas, vikrumo T-testas, Y balanso testas, LESS (nusileidimo klaidų vertinimo sistema) ir funkcinio judesių vertinimo testas.

Rezultatai. Krepšininkų aerobinis pajėgumas buvo vertinamas teigiamai (Yo-yo nutrūkstamos ištvėrmės ir atsigavimo testo rezultatai). Sprogstamoji jėga (20 m. sprinto testo rezultatai) įvertinta patenkinamai, vidutinis pašokimo aukštis iš statinės padėties $36,72 \pm 7,31$ cm.; 20 metrų atstumas įveiktas per $3,34 \pm 0,29$ sekundes. Krepšininkai pasižymėjo prastu vikrumu ir testą (vikrumo T-testą) įveikė per $11,82 \pm 1,70$ sekundes. Didesne apatinių galūnių traumų rizika pasižymėjo 27 procentai tiriamųjų. Funkcinių judesių atlikimo vertinimas buvo geras, visi judesiai atlikti be skausmo. Sąsajos

buvo rastos tarp fizinio pajėgumo ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo bei traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo.

Išvados:

1. Įvertinus tiriamųjų fizinį pajėgumą nustatyta, kad krepšininkai geba gerai arba vidutiniškai atlikti didelio intensyvumo aerobinį darbą. Geresniu greitumu pasižymi vyrai krepšininkai. Tiriamųjų sprogstamoji jėga ir vikrumas buvo vertinami patenkinamai.
2. Ištyrus ir įvertintus traumų riziką Y balanso testu buvo nustatyta, kad 27 procentai tiriamųjų turi 3 kartus didesnę riziką patirti apatinių galūnių traumas. Nusileidimo klaidų vertinimo sistemos rezultatai rodo, kad 27 procentai tiriamųjų turi padidėjusią apatinių galūnių traumų riziką, jų šuolio nusileidimo biomechanika yra prasta;
3. Tirti krepšininkai funkcinius judesius atliko be skausmo. Kokybiškiausias atliktas judesys buvo pečių mobilumo, o prasčiausias – atsispaudimas stabiliu liemeniu. Netinkamas funkcinių judesių atlikimas gali įtakoti apatinių galūnių traumų rizikos padidėjimą.
4. Vertinant krepšininkų testavimo duomenys, nustatytos statistiškai reikšmingos koreliacijos tarp fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo. Aerobinė ištvermė siejama su sprogstamąja jėga, bendru funkcinių judesių atlikimo stereotipu bei žengimu per barjerą atskirai.

ABSTRACT

Vilnius University

Faculty of Medicine

Health Science Institute

Department of rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Master's Degree of Rehabilitation

RELATIONSHIPS BETWEEN BASKETBALL PLAYERS PHYSICAL CAPACITY, INJURY RISK AND PERFORMANCE OF FUNCTIONAL MOVEMENTS

Rehabilitation Master's Thesis

The Author: Viktorija Matulevičiūtė, second year student of rehabilitation, Vilnius University, Faculty of Medicine.

Academic supervisor: doc. Dr. Valentina Ginevičienė, Vilnius University Faculty of Medicine Institute of Biomedical science Department of Human and Medical Genetics.

Keywords: physical capacity, injury risk, functional movement screening, basketball players.

The aim of research work: To determine and evaluate the correlations between basketball players' physical capacity, injury risk and performance of functional movements.

Tasks of work:

1. To perform functional capacity testing of basketball players and to evaluate their physical fitness and functional capacity;
2. Investigate and assess the risk of basketball player injuries;
3. To study and evaluate the performance quality of functional movements of basketball players;
4. To determine the correlations between basketball players' physical capacity, injury risk and performance of movements.

Materials and methods: The study was conducted in 2023/2024 in December - January. 60 amateur basketball players, 34 women and 26 men, who play in the Capital Basketball League and the Women's Basketball League, participated in the study. A questionnaire survey and functional testing of the subjects were performed according to the study protocols of seven tests: Yo-yo Intermittent Intensity Endurance and Recovery Level 1 Test, Vertical Jump Test, 20 meter sprint test, agility T-test, Y balance test, Landing Error Scoring System and functional movement assessment test.

Results. The aerobic capacity of basketball players is good. The explosive force was evaluated satisfactorily, the average jump was 36.72 ± 7.31 centimeters. Covered a distance of 20 meters in

3.34 ± 0.29 seconds. The basketball players had poor agility and passed the test in 11.82 ± 1.70 seconds. 27 percent of the subjects had a higher risk of lower limb injuries. The evaluation of the performance of functional movements was good, all movements were performed without pain. Correlations were found between physical capacity and functional movement stereotype and injury risk and functional movement stereotype.

Conclusions:

1. After assessing the physical capacity, it was found that basketball players have a good or average ability to repeatedly perform high-intensity aerobic work. Male basketball players are characterized by better speed. Tests of explosive strength and specific agility are evaluated poor.

2. After examination and assessment of injury risk with the Y-balance test, 27 percent of subjects were found to have a 3-fold increased risk of lower extremity injury because their combined score was ≤94. LESS test results show that 27 percent of subjects have poor jump landing biomechanics and also have an increased risk of lower extremity injuries;

3. The studied basketball players performed all functional movements without pain. The movement with the highest quality was shoulder mobility, and the worst was the trunk stability push-up. Inadequate performance of functional movements can contribute to an increase in the risk of lower extremity injuries.

4. The relationship between basketball players' physical capacity, risk of injuries and performance of movements have been determined. The most correlations were found between aerobic endurance and explosive power, general stereotype of performing functional movements and stepping over the barrier separately. No associations were found between physical capacity assessment and risk of lower extremity injuries.

TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI

ATP – adenzino trifosfatas

ATP-PCr – adenzino trifosfato-fosfokreatino sistema

CMJ (angl. Countermovement jump) – šuolis su amortizuojančių pritūpimu

COD (angl. Change of direction) – krypties keitimas

CODS (angl. Change of direction speed) – krypties keitimo greitis

Cost-NN (angl. cost function of a neural network) – neuroninio tinklo sąnaudų funkcija

FIBA (angl. International Basketball Federation) - Tarptautinė krepšinio federacija

FMS (angl. Functional Movement Screening) – Funkcinių judesių vertinimas

NBA (angl. National Basketball Association) – Nacionalinė krepšinio asociacija

YYIR1 (angl. Yo-Yo intermittent Recovery Test Level 1) – Yo-yo nutrūkstamos ištvermės ir atsigavimo testas

YBT (angl. Y balance test) – Y balanso testas

KMI – kūno masės indeksas

LESS (angl. Landing Error Scoring System) - Nusileidimo klaidų vertinimo sistema

MPS (angl. muscle protein synthesis) – raumenų baltymų sintezė

PKR – priekinis kryžminis raištis

RA (angl. reactive agility) – reaktyvusis judrumas

SJ (angl. squat jump) – šuolis be amortizuojančio pritūpimo, iš statinės padėties pusiau pritūpus

VO₂max – maksimalus deguonies pasisavinimas

SEBT (angl. The Star Excursion Balance Test) – Žvaigždės nuokrypio testas

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Traumų pobūdis atsižvelgiant į lyčių skirtumus tarp komandinių sporto šakų sportininkų	25
2 lentelė. Tiriamųjų antropometriniai duomenys	28
3 lentelė. Bangsbo ir bendraautorių sudarytos YYIR1 testo vertinimo normos	30
4 lentelė. Sargent šuolio testo vertinimo normos	31
5 lentelė. T-testo vertinimo normos	33
6 lentelė. Fizinio pajėgumo rezultatų tarpusavio sąsajos	51
7 lentelė. Fizinio pajėgumo ir traumų rizikos sąsajos	52
8 lentelė. Funkcinių judesių atlikimo rezultatų tarpusavio sąsajos	52
9 lentelė. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo ir fizinio pajėgumo sąsajos	53
10 lentelė. Rizikos patirti apatinių galūnių traumas ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo sąsajos	53

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Sportininkų skaičiaus pasiskirstymas Lietuvoje.....	14
2 pav. Krepšinio aikštelė pagal 2022 metų FIBA taisykles	15
3 pav. Suaugusių krepšinininkų vyrų fizinių savybių testavimo rekomendacijos.	17
4 pav. Traumų rizikos prognozavimo modelio, pagrįsto sąnaudoms jautriu neuroniniu tinklu (Cost-NN), svarba.....	23
5 pav. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio testo atlikimo schema....	30
6 pav. Šuolio į aukštį atlikimas	31
7 pav. 20 metrų sprinto atlikimo schema	32
8 pav. T-Test atlikimo schema	32
9 pav. YBT atlikimo schema priekine (1), posteromedialine (2), posterolateraline (3) kryptimis ...	33
10 pav. YBT sudėtinio balo formulė.....	34
11 pav. LESS testo atlikimas.	35
12 pav. Gilaus pritūpimo atlikimas	36
13 pav. Kojos perkėlimo per kliūtį atlikimas	36
14 pav. Įtūpsto atlikimas	37
15 pav. Tiesios kojos kėlimo atlikimas	38
16 pav. Atsispaudimo atlikimas	38
17 pav. Rotacinio stabilumo atlikimas	39
18 pav. Peties mobilumo atlikimas	39
19 pav. YYRI1 testo vertinimo rezultatai	41
20 pav. YYIR1 testo rezultatų vertinimas grupėse	42
21 pav. Tiriamųjų YYIR1 testo rezultatų vidurkiai grupėse.....	42
22 pav. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatų pasiskirstymas.....	43
23 pav. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatai grupėse	44
24 pav. Šuolio į aukštį testo rezultatų vidurkių pasiskirstymas tarp grupių.....	44
25 pav. 20 metrų sprinto testo rezultatai grupėse.....	45
26 pav. T-testo rezultatų vertinimo pasiskirstymas.....	46
27 pav. Tiriamųjų T-testo rezultatų vertinimo pasiskirstymas tarp grupių	46
28 pav. Vikrumo T-testo rezultatų aritmetiniai vidurkiai grupėse	47
29 pav. Y balanso testo kombinuoti rezultatai	48
30 pav. LESS testo atlikimo vertinimas suminiu balu	48
31 pav. Funkcinių judesių stereotipo įvertinimo rezultatai	49
32 pav. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo rezultatai vyrų grupėje.....	50
33 pav. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo rezultatai moterų grupėje.....	51

ĮVADAS

Šiuolaikiniame sporte aktualiausia ir daug dėmesio reikalaujanti problema yra traumų profilaktika ir prevencija. Traumų pobūdis ir dažnis labai varijuoja priklausomai nuo sporto šakos, krūvio, funkcinių judesių atlikimo technikos, sportininkų lyties treniruotumo ir kt. Krepšinis yra viena populiariausių komandinių sporto šakų visame pasaulyje, kurioje dalyvauja nuo 2 iki 5 proc. suaugusiųjų (vyrensių nei 18 metų amžiaus), 7-14 proc. paauglių (13-17 metų), o tarp vaikų 5-25 proc. (5-12 metų amžiaus) Afrikos, Amerikos ir Vakarų Ramiojo vandenyno regionuose [1]. Ši komandinė sporto šaka pasižymi intensyviomis akistatomis, stipria konkurencija, dažnu fiziniu kontaktu ir didele traumų rizika [2].

Šiuolaikinis krepšininkas turi ypatingų fizinių savybių, kad galėtų efektyviai vystyti žaidimą [3], kadangi krepšinyje vyrauja konkrečios žaidimui būdingos veiklos, tokios kaip šuoliukai, sprintai, pagreitėjimai ir lėtėjimai, krypties keitimai, kuriuos žaidėjai pakartotinai atlieka gynybos ir puolimo situacijose. Tinkama pusiausvyra ir jėga taip pat yra labai svarbi, kad krepšininkai per varžybas galėtų atlikti įvairius daugiakrypčius, didelio intensyvumo veiksmus [4].

Sportas turi teigiamą ir neigiamą poveikį sveikatai. Teigiamas poveikis pasiekiamas fiziniu aktyvumu, pavyzdžiui, psichofiziologinis poveikis jaunų ir pagyvenusių žmonių sveikatai, asmeninis tobulėjimas, mažesnis alkoholio vartojimas, lavinamos žinios apie mitybą, mankštą ir sveikatą. Tuo tarpu neigiamas poveikis – dėl nesėkmių pablogėjusi psichinė sveikata, traumų rizika, valgymo sutrikimai, perdegimas ir fizinio krūvio sukeltas diskomfortas virškinimo trakte. Neigiamas poveikis dažniau pasitaiko elitinio lygio sporte [5].

Sporto praktikos ir medicinos specialistai turėtų atsižvelgti į sportininkų atliekamus konkrečiai sporto šakai būdingus judesius, nes manoma, kad netinkami judesių modeliai ir biomechaniniai trūkumai prisideda prie dažniausiai pasitaikančių sportinių kaulų - raumenų sistemos traumų [6]. Pasikartojantys šuoliai, nusileidimai, bėgimas, staigūs ir aštrūs krypties pasikeitimai apkrauna kaulų ir raumenų sistemą ir didina riziką vystytis traumoms [7].

Moksliniai tyrimai parodė esminius veiksnius didinančius sportinių traumų atsiradimo riziką: ankstesnės traumos, raiščių laisvumas, ribotos judesių amplitudės, žemas aerobinis pasirengimas, raumenų jėga, prasta pusiausvyra ir mažas ankstesnio fizinio aktyvumo dažnis. Daugumoje tyrimų šie veiksniai yra tiriami atskirai, tačiau trumų rizika yra daugiafaktorinė [6]. Prasti funkciniai judesių modeliai ir prasta šuolio nusileidimo biomechanika priešsezoninio patikrinimo metu buvo siejami su elitinių krepšininkų apatinių galūnių traumomis [8]. Todėl judėjimo įgūdžių vertinimas yra svarbus veiksnys fizinio tobulėjimo programose, o Funkcinių Judesių Vertinimas (FMS) yra naudinga priemonė sportininkų judesių modeliams įvertinti [9].

Vertinimas sporte yra pagrindas kiekvieno sportininko ir komandos treniruočių proceso įgyvendinime. Dažnai vertinimas grindžiamas subjektyvia asmenine patirtimi, specifinėmis žiniomis apie sportinę veiklą, jausmais, nuomonėmis ir išankstiniais nusistatymais, tačiau visas vertinimo procesas turi būti paremtas moksliniais tyrimais [10].

Darbo naujumas ir teorinė reikšmė: Krepšinis yra viena iš labiausiai praktikuojamų sporto šakų pasaulyje ir tą galima pastebėti iš mokslinių tyrimų gausos būtent šios sporto šakos tema. Tyrėjai tiria skirtingus tyrimo objektus, tokius kaip psichologinius, mitybos aspektus, technikos ir taktikos, fizinio pasirengimo arba žaidimo rodiklių. Tačiau tyrimo metodai dažnai apima tik atskiras sritis, neieškant sąsajų keliomis temomis. Krepšinio tyrimų raidai reikalingi tarpdisciplininiai tyrimai, kuriuose būtų tyrinėjamas ne vienas tyrimo objektas, o kelių sąveika, kadangi ši sporto šaka yra sudėtinga ir joje sąveikauja keli kintamieji. Šiuo darbu siekiama nustatyti fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo sąsajas, kadangi šių trijų kintamųjų ryšiai tarp krepšininkų nėra pakankamai ištyrinėti. Šio darbo rezultatai leistų fizinio pasirengimo treneriams, kineziterapeutams ir krepšinio sporto šakos treneriams sudaryti efektyvesnes įvertinimo strategijas ir treniruočių sistemas.

Hipotezė: krepšininkų fizinis pajėgumas, traumų rizika ir funkcinių judesių atlikimas yra susiję tarpusavyje.

Tyrimo objektas: fizinis pajėgumas, traumų rizika, funkcinių judesių atlikimo sąsajos.

Tyrimo subjektas: krepšininkai, vyrai ir moterys.

Tyrimo tikslas – Nustatyti ir įvertinti krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo sąsajas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti tiriamųjų krepšininkų funkcinio pajėgumo testavimą bei įvertinti jų fizinį pasirengimą ir funkcinį pajėgumą;
2. Ištirti ir įvertinti krepšininkų traumų riziką;
3. Ištirti ir įvertinti krepšininkų funkcinių judesių atlikimo kokybę;
4. Nustatyti krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir judesių atlikimo sąsajas.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Krepšinis

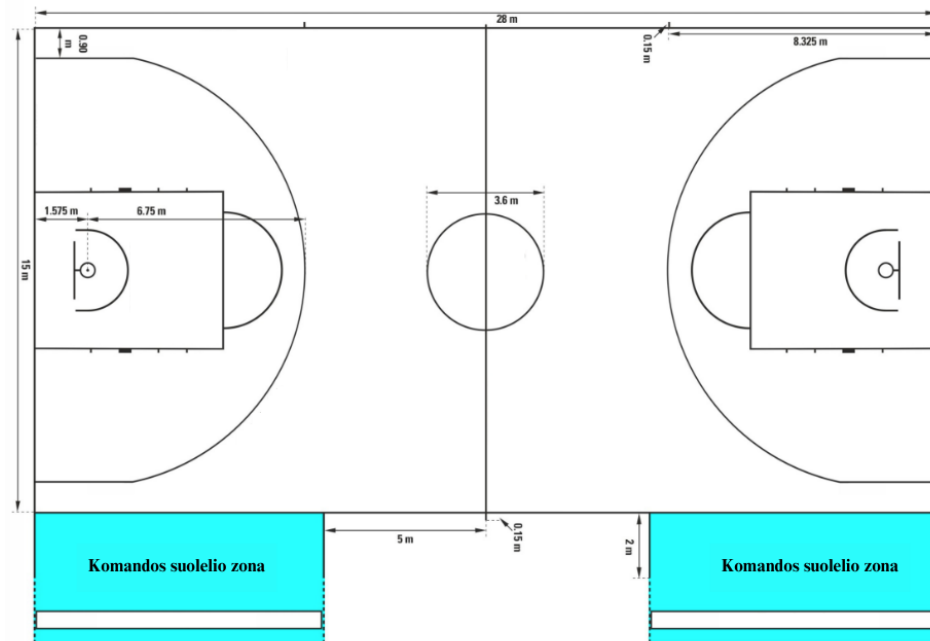
Sportas yra toks pats senas kaip ir žmonių visuomenė ir populiariausia socialinės veiklos forma. Tai tapo neatsiejama ugdymo proceso dalimi. Daugelis dalyvauja sporto veikloje norėdami pasilinksinti arba siekdami būti sveiki, sustiprėti ir dailinti kūno formas. Neretai sportas įgauna ir profesijos formą žmonėms, kurie pasižymi gerais įgūdžiais [11].

Krepšinis, kaip globali sporto šaka, ne tik parodo savo patrauklumą profesionaliu lygiu, bet ir daro didelę įtaką kasdieniam mokyklų ir bendruomenių gyvenimui [12]. Krepšinis yra viena iš labiausiai praktikuojamų sporto šakų pasaulyje [13]. Lietuvoje krepšinį neretai vadina antrąja religija, tą vaizduoja Oficialiosios statistikos portalo duomenys (1 pav.), kuriuose nurodoma, kad daugiausia sportininkų turi būtent krepšinis [14]. Lietuvoje yra Lietuvos krepšinio federaciją, kuri jungia septynias krepšinio lygas: Lietuvos krepšinio lyga, Nacionalinė krepšinio lyga, Moterų Lietuvos krepšinio lyga, Regionų krepšinio lyga, Lietuvos studentų krepšinio lyga, Lietuvos moksleivių krepšinio lyga ir Lietuvos krepšinio veteranų lyga [15].

	Sportininkų skaičius asmenys ¹		
	2020	2021	2022
Dziudo imtynės	3 278	3 203	3 232
Futbolas	21 040	20 483	21 697
Krepšinis	23 575	24 456	22 164
Lengvoji atletika	6 785	6 855	8 143
Plaukimas	8 637	10 118	7 788
Rankinis	3 571	3 538	3 158
Tinklinis	4 330	4 501	5 044

1 pav. Sportininkų skaičiaus pasiskirstymas Lietuvoje ¹ - Lietuvos sporto centro duomenys

Tai dinamiškas žaidimas, kuriame dvi komandos po penkis žaidėjus bėga pirmyn ir atgal, atakuoja ir gina 3,05 m aukštyje pastatytą krepšį [16]. Krepšinio aikštelė pagal 2022 metų FIBA (Tarptautinė krepšinio federacija) taisykles pavaizduota 2 paveiksle [17].



2 pav. Krepšinio aikštelė pagal 2022 metų FIBA taisykles

Kaip ir kitose komandinėse sporto šakose, krepšinio komandą sudaro 12-18 įvairaus amžiaus narių, tačiau amžiaus pasiskirstymas nėra vienodas. Pavyzdžiui, nuo 1978 m. tik 20 proc. Nacionalinės krepšinio asociacijos (NBA) žaidėjų yra vyresni nei 30 metų ir tik 4 proc. yra vyresni nei 35 metų. Be to, sistemingai pastebimas didelis NBA žaidėjų skaičiaus mažėjimas sulaukus maždaug 30 metų amžiaus [18].

Žaidimui būdingi didelio intensyvumo bėgimai su pertrūkiais, dažnai reikalaujantys planuotų ar nenuspėjamų krypties keitimų, įvairių specifinių techninių įgūdžių ir gerai išvystyto šuolio gebėjimo [16]. Svarbu tai, kad varžybose minėti gebėjimai turi būti išreikšti efektyviai ir ekonomiškai per keturis ketvirčius, naudojant tiek aerobines tiek anaerobines energijos sistemas [19]. Tyrimai parodė, kad žaidimo našumas skiriasi priklausomai nuo įvairių veiksnių, tokių kaip žaidėjo pozicija, konkurencijos, kontekstinių kintamųjų, varžybų tipo ir taisyklių pokyčių [18]. Aksovic ir bendraautorių atliktas tyrimas užfiksavo rungtynių metu padidėjusį judėjimo dažnį ir intensyvumą nei šis buvo iki 2000 metų. Manoma, kad tai susiję su taisyklių pakeitimais, kadangi buvo sumažintas atakai skirtas laikas nuo 30 sek. iki 24 sek., o kamuolio pervedimas į komandos puolimo zoną sumažintas nuo 10 sek. iki 8 sek. [20].

Žaidėjo pasiekimai ir sėkmė priklauso nuo fizinių gebėjimų, fiziologinio profilio, protinių gebėjimų ir taktinių įgūdžių bei nuo antropometrinių savybių, tokių kaip kūno ūgis ir svoris.

Krepšininkai vyrai ir moterys įveikia 5-6 kilometrų atstumą per vienas varžybas, kai vidutinis intensyvumas viršija laktato slenkstį ir 85 proc. maksimalaus širdies susitraukimų dažnio. Tiek aerobiniai, tiek anaerobiniai medžiagų apykaitos keliai prisideda prie žaidėjų energijos poreikio

aikštelėje. Konkrečiai kalbant glikolizė atlieka pagrindinį vaidmenį tekinant adenozino trifosfato (ATP) poreikius dėl didelio žaidimo pobūdžio. Atsižvelgiant į aukštą medžiagų apykaitos greitį žaidimo metu ir priklausomybę nuo glikolizės, angliavandeniai yra pagrindinis krepšinio žaidėjų energijos šaltinis. Taip pat buvo pastebėtas didelis prakaito neteikimas treniruočių ir varžybų metu, o individualus prakaito praradimas tarp žaidėjų labai skiriasi. Baltymų apykaita (ir poreikis) yra dar vienas svarbus atsistatymo po žaidimo veiksnys, palengvinantis raumenų atstatymą ir remodeliavimą dėl pasikartojančių ekscentrinių raumenų susitraukimų žaidimo metu. Be to, kolageno papildymas taip pat gali būti svarbus dėl didelio šuoliukų skaičiaus krepšinyje. Mitybos strategijos, orientuotos į rehidrataciją, raumenų baltymų sintezę (MPS, angl. muscle protein synthesis) ir angliavandenių papildymą yra labai svarbios skatinant atsigaunoti po treniruočių ir varžybų [21].

Krepšinio sporto šaka pasižymi intensyvumu, didele konkurencija ir dažnu fiziniu kontaktu. Besikeičiančios varžybų salės, treniruočių aplinka ir kiti faktoriai lemia, kad krepšinio žaidimo atstovai gali patirti sportinių traumų. Sportinės traumos krepšinio žaidėjams sukelia ne tik fizinių nepatogumų ar skausmo, bet ir paveikia kasdienį gyvenimą, darbą ir mokymąsi. Nors sudėtingi sužalojimai pasitaiko retai, tačiau dėl rimtesnių sužalojimų kai kurie žaidėjai tampa fiziškai neįgalūs ar net netenka gyvybės [2].

Krepšinyje, kaip ir bet kurioje sporto šakoje, sportininkų pasirengimas susideda iš keturių aspektų, į kuriuos reikia atsižvelgti ir kurie turėtų būti mokomi. Šiuo atveju krepšinininkų paruošimas apima fizinių, techninių, taktinių ir psichologinių savybių ugdymą. Teisingas bendras žaidėjų pasirengimas yra tiesiogiai susijęs tiek su individualiu, tiek su komandiniu pasirodymu. Orientuojantis į žaidėjo fizinį pasirengimą, reikia atsižvelgti į tai, kad jį būtų galima įvertinti, palaikyti ir, jei reikia, tobulinti [22].

Apibendrinant galima teigti, kad krepšinis yra su pertrūkais besivystanti ir įvairiapusė komandinė sporto šaka, kuriai reikia įvairių fizinių savybių, įskaitant gebėjimą atlikti pakartotinius sprintus, šuolius ir didelio intensyvumo bėgimus [23]. Ypatingi krepšinio sporto šakos reikalavimai atsispindi žaidėjų fiziniuose, techniniuose ir taktiniuose gebėjimuose. Šiuos gebėjimus įtakoja antropometrinis ar fiziologinis profilis, apimantis daugybę kintamųjų – nuo ūgio, kūno sudėjimo, raumenų skaidulų sudėties iki medžiagų apykaitos pajėgumo, raumenų susitraukimo savybių ar motorinių įgūdžių. Be šių savybių, taip pat yra nemažai psichologinių veiksnių, kurie įtakoja rezultatus, pavyzdžiui, sportininko motyvacija, pažinimo įgūdžiai ir emocinis intelektas [24].

2.2. Fizinis pajėgumas krepšinyje

Fizinis aktyvumas vienas iš svarbiausių veiksnių turinčių įtakos sportinei veiklai. Krepšinis yra varžybinė sporto šaka, kurios iš žaidėjų reikalauja didelio fizinio pajėgumo, kad galėtų lengvai ir

efektyviai atlikti įvaldytus techninius ir taktinius įgūdžius. Fizinio aktyvumo komponentai susiję su sveikata yra kūno sudėjimas, širdies ir kvėpavimo sistemos stiprumas, lankstumas, raumenų jėga ir raumenų ištvėrmė. Motorinis potencialas atlikti fizinę veiklą, atsižvelgiant į greitį, judrumą, galią, pusiausvyrą, koordinaciją ir reakcijos laiką, apibūdinamas su įgūdžiais susijusiu fiziniu pajėgumu [25].



3 pav. Suaugusių krepšinininkų vyrų fizinių savybių testavimo rekomendacijos. *CMJ (angl. Countermovement jump) – šuolis su amortizuojančių pritūpimu; SJ (angl. squat jump) – šuolis be amortizuojančio pritūpimo, iš statinės padėties pusiau pritūpus; „Isometric mid-thigh pull“ – izometriškai traukiamas grifas, kuris yra užfiksuotas ties šlaunų vidurio tašku; Yo-Yo IRL 1 – Yo-yo nutrūkstamos ištvėrmės ir atsigavimo testas [26].

Suaugusių krepšinininkų vyrų fizinių savybių testavimo rekomendacijos yra pateiktos 3 paveiksle. Testai, orientuoti į fizinį pasirengimą, yra plačiai naudojami komandinėse sporto šakose, siekiant įvertinti žaidėjų fizinio pajėgumo progresą sezono metu ir taip pat po traumos. Taigi konkrečios krepšinio treniruotės yra neva geriausias būdas pagerinti krepšinininkų fizinio pasirengimo charakteristikas. Fiziologiniai sporto poreikiai susideda iš gebėjimo kartoti įvairaus intensyvumo veiksmus. Kiti veiksniai, galintys turėti įtakos krepšinio poreikiams, yra žaidimo laikas, varžovų pasirodymas, žaidimo stilius ir trenerio naudojamos atsigavimo intervencijos. Šiuo atžvilgiu optimalus rezultatyvumas krepšinyje yra labai sudėtingas, nes reikia derinti techninius ir taktinius aspektus, gebėjimus ir aukštą fizinio pasirengimo lygį. Fizinis pajėgumas gali būti keičiamas sezono metu dėl įvairių veiksnių, tokių kaip treniruočių kiekis ir kokybė [22]. Norint išanalizuoti žaidėjo fizinį pasirengimą, reikia atsižvelgti į individualias sportininko savybes, kad būtų galima atlikti išsamų kiekvieno tiriamojo antropometrinių įvertinimą. Tai galima padaryti naudojant skirtingus

metodus, pvz., bioimpedansą arba matuojant odos raukšles. Ši informacija yra tiesiogiai susijęs su žaidėjo pasirengimo lygiu, atsižvelgiant į tai, kad krepšinis yra hibridinė ir labai visavertė sporto šaka [22].

Fizinio pasirengimo stebėjimas kiekvienu treniruočių periodu ir lytimi suteikia treneriui aktualią informaciją planuojant varžybas, egzistuojantį teigiamą ryšį tarp geresnio fizinio pasirengimo ir geresnio sportininko pasirodymo varžybose [27].

Žaidėjo fizinis pasirengimas priklausys nuo atliekamų pratimų tipo ir turėtų būti optimizuotas pagal sporto šakos specifiką. Krepšinis yra hibridinė sporto šaka – aerobinė, susidedanti iš įvairių didelio intensyvumo anaerobinių veiksmų. Ši savybė pasikeitė atsižvelgiant į žaidėjo keliamus reikalavimus ir varžybų intensyvumą. Šiuo požiūriu krepšinis yra nuolat besivystanti sporto šaka, todėl sprogstamųjų veiksmų intensyvumas, skaičius ir trukmė didėja. Ši raida reiškia, kad sportininko fizinė būklė taip pat vystosi taip, kad atitiktų reikalavimus [23].

Rungtynių metu šuoliai įvyksta maždaug kas minutę, o tai yra daugiau nei kitose komandinėse sporto šakose. Be to, krepšininkai atlieka daugybę sprintų ir didelio intensyvumo šoninių judesių, kurie pabrėžia būtinybę dėti maksimalias pastangas žaidimo metu. Naujausi tyrimai užfiksavo didesnį judėjimo dažnį ir intensyvumą su didesniais pertrūkių poreikiais, nei iš pradžių buvo užfiksuota krepšinio rungtynių metu. Dabartinių ir iki 2000 m. atliktų tyrimų skirtumai iš dalies gali būti siejami su taisyklių pakeitimais. Šie taisyklių pakeitimai, kurie apima atakos laiko sutrumpinimą perimant kamuolį (nuo 30 s iki 24 s) ir kamuolio perkėlimo į varžovo pusę laiko sutrumpinimą (nuo 10 s iki 8 s). Į šiuos pokyčius svarbu atkreipti dėmesį renkant įrodymus iš esamų tyrimų, apimančių dešimtmečius [20].

Taigi, fizinio pajėgumo įvertinimas būtinas tiek prieš sezoną, tiek sezono metu ir po sezono, norint įvertinti žaidėjų progresą sezono laikotarpiu ir keisti treniruočių strategijas sezono metu atsižvelgiant į fizinio pajėgumo trūkumus. Treniruočių strategijos turi būti orientuotos į sporto šakai būdingų judesių atlikimą.

2.2.1. Aerobinis ir anaerobinis pajėgumas

Krepšinis yra dinamiška ir pertraukiamo pobūdžio komandinė sporto šaka, suformuota iš greitų ir trumpų atkarpų, kur keičiasi greitis ir kryptis, o šuoliai yra neatsiejama žaidimo dalis. Šie krepšinyje vyraujantys veiksmai reikalauja gero fizinio pasirengimo, nes tai būtina norint sėkmingai žaisti. Tačiau poreikiai skiriasi priklausomai nuo žaidėjų amžiaus, lygio ir lyties. Tam fizinis pasirengimas gali būti vertinamas pagal skirtingus komponentus, įskaitant širdies ir kvėpavimo sistemas ar raumenų ištvėrmę [27].

Dėl abiejų medžiagų apykaitos (aerobinės ir anaerobinės) svarbos krepšinis klasifikuojama kaip hibridinė sporto šaka. Tyrimai nustatė, kad žaidėjai varžybų metu pasiekia vidutinį 169 širdies susitraukimo dažnį per minutę ir 192 maksimalų širdies susitraukimų dažnį per minutę. Be to, varžybų intensyvumas, analizuojamas procentais nuo maksimalaus pulso per žaidimo laiką (neskaičiuojant pertraukų ar sustojimų), buvo 85 proc. jų individualaus maksimalaus pulso dažnio. Atlikti tyrimai patvirtina, kad $19,3 \pm 3,5$ proc. žaidimo laiko žaidėjo pulsas viršija 95proc. maksimalios vertės, o $56,0 \pm 6,3$ proc. žaidimo laiko širdies susitraukimų dažnis yra 85–95 proc. maksimalaus širdies susitraukimų dažnio diapazone [27].

Širdies ir kvėpavimo sistemos ištvermė gali būti suskirstyta į aerobinę ir anaerobinę. Aerobinis atsparumas yra gebėjimas išlaikyti stimulą ilgą laiką. Dėl to sportininkas prisitaiko prie fizinio krūvio varžybų ar treniruočių metu. Po kurio laiko energijos gamyba bus mažesnė prieš tą patį stimulą ir pasieks energijos taupymo procesą. Šio pajėgumo svarbą lemia tai, kad sportininkas turi greitai atsigausti po intensyvių pastangų per trumpą laiką, kad galėtų kokybiškai žaisti varžybose [27].

Krepšiniui būdingas trumpas ir intensyvus vidutinio ir aukšto dažnio aktyvumas. Tokia veikla reikalauja aerobinių ir anaerobinių gebėjimų, tačiau daugiausia paremtas anaerobiniu metabolizmu. Anaerobinė galia ir pajėgumas vaidina lemiamą vaidmenį nustatant krepšininkų fizinį pasirengimą ir bendrą žaidimo našumą, ypač gynybos ir puolimo perėjimuose [28].

Be to krepšininkams labai svarbu gebėti atlikti nenutrūkstamus didelio intensyvumo veiksmus žaidimo metu. Nustatyta, kad didesnis anaerobinis pajėgumas yra būtinas krepšininkų rezultatyvumui varžybose ir treniruotėse. Ankstesni tyrimai atskleidė, kad aerobinis pasirengimas yra teigiamai susijęs su gebėjimu atsigausti po didelio intensyvumo pastangų, o tai aiškiai įtakoja sėkmingą fizinį pasirodymą žaidimo metu [29].

Tyrimai parodė, kad didelio intensyvumo veiksmų skaičius mažėja paskutinėmis žaidimo minutėmis. Nustatyta, kad sumažėjęs didelio intensyvumo veiksmų skaičius pirmojo ir antrojo žaidimo pusių pabaigoje yra nuovargio, kurį sukelia keli žaidimo fiziologiniai mechanizmai, rezultatas. Didelio intensyvumo bėgimo sumažėjimas žaidimo metu rodo, kad gebėjimas atsigausti po sprintavimo gali varžyti ne tik fizinius poreikius komandinėse sporto šakose, bet ir bendrą komandos elgesį. Buvo atlikta nemažai tyrimų, siekiant geriau suprasti pakartotinių sprinto treniruočių stimulų biomechaninę ir fiziologinę naudą. Tyrimai rodo, kad pasikartojančio sprinto našumą įtakoja darbo treniruočių trukmė, intensyvumas, kiekis ir pasiskirstymas, o nauji įrodymai patvirtina, kad pakartotinės sprinto treniruotės suteikia galimų biomechaninių ir fiziologinių dirgiklių, kurie yra labai svarbūs aukšto lygio rezultatyvumui komandinėse sporto šakose, ypač tam tikrais žaidimo situacijų momentais. Didelio intensyvumo veiksmai, atliekant maksimaliomis arba beveik maksimaliomis pastangomis, yra sėkmingų komandų sportininkų gebėjimai, todėl keliuose tyrimuose buvo nagrinėjamas manipuliavimo pasikartojančiais sprinto kintamaisiais, tokiais kaip atstumas (nuo 5 iki

80 m), sprintų skaičius (3–15 pakartojimų), trukmė (3–7 s) arba atsigavimo būdas (nuo 1:2 iki 1:10). Fiziologiniai dirgikliai, kuriuos suteikia tokio tipo treniruotės, sukelia aukštą nervų ir raumenų bei medžiagų apykaitos sistemų atsaką, padidinant aerobinių funkcijų dalyvavimą, priklausomai nuo sprintų skaičiaus ir dėl to pagerėjęs maksimalus deguonies pasisavinimas (VO₂max). Atitinkamai, atliekant pakartotinius sprinto pratimus, kartu su nerviniais veiksniais įdarbinami keli sudėtingi medžiagų apykaitos procesai [29].

Kita vertus, anaerobinis pasipriešinimas apibrėžiamas kaip energijos sąnaudos, sunaudojamos anaerobiniam metabolizmui (nenaudojant deguonies), trunkančiam mažiau nei 90 s, dedant visas pastangas. Anaerobinio metabolizmo metu, priklausomai nuo laiko, energija gaunama per adenozino trifosfato-fosfokreatino sistemą (ATP-PCr), kuri trunka nuo 3 iki 15 s didžiausių pastangų metu. Nuo to momento už energijos gamybą atsakinga sistema yra anaerobinė glikolizė, kuri gali būti palaikoma likusią visų pastangų dalį. Šio pajėgumo svarbą krepšinyje lemia tai, kad geriausiai rungtyniaujančios komandos sportininkai yra pajėgūs atlikti daugiau sprogstamųjų veiksmų [27].

Krepšininko palaikomas krūvis gali būti vertinamas naudojant skirtingus instrumentus ar metodiką. Šis įvertinimas gali būti atliekamas atsižvelgiant į sportininko vidinę ar išorinę apkrovą. Be to, šis vertinimas gali būti objektyvus arba subjektyvus tipo (priklausomai nuo priemonių ir išteklių). Šiuo metu vienas iš dažniausiai naudojamų sportininko nuovargiui vertinti yra nubėgamo atstumo žinojimas. Krepšinio rungtynių metu šį kintamąjį (kaip ir bet kurį kitą) gali paveikti skirtingi kontekstiniai kintamieji (amžius, lytis ar lygis), o kurių rezultatai yra nuo 6000 iki 7500 m. Be to, kalbant apie anaerobinį varžybų komponentą, apie 20 proc. visų atliktų veiksmų priskiriami didelio intensyvumo veiksmams. Tyrimai rodo, kad kiekvienas žaidėjas atlieka maždaug 1000 trumpų veiksmų, kurie keičiasi kas 2 s. [27].

Apibendrinant galima teigti, kad aerobinis ir anaerobinis pajėgumas krepšinyje yra vienas iš svarbiausių fizinio pajėgumo veiksnių norint efektyviai dalyvauti sportinėje veikloje. Krepšinio varžybų metu žaidėjų širdies ritmas dažniausiai viršija 85-95 proc. maksimalios vertės, o tai parodo sporto šakos intensyvumo lygį.

2.2.2. Sprogstamoji jėga

Kaip didelio intensyvumo sporto šaka, reikalaujanti greičio ir jėgos, krepšinis kelia didelius reikalavimus sportininkams fizinių gebėjimų atžvilgiu, o svarbiausias yra sprogstamoji jėga [30].

Sprogstamoji galia apibūdinama kaip gebėjimas per labai trumpą laiką (dažniausiai per 100 s) panaudoti didelę raumenų jėgą [31]. Daugelyje sporto šakų gebėjimas sukurti didelę raumenų jėgą yra svarbus sėkmės komponentas [32], o taip pat gali apsaugoti nuo traumų.

Paauglystėje sportininko organizmas sparčiai auga ir vystosi, todėl tai yra auksinis laikotarpis efektyviai ir be traumų išnaudoti sportininko fizinį potencialą [30]. Grajauskas L. ir bendraautorai teigia, kad krepšininkas per vienerias rungtynes pašoka vidutiniškai po 30-70 kartų didžiausiomis arba beveik didžiausiomis pastangomis [33]. Sumažinus atakai skirtą laiką iki 24 sekundžių, krepšinio žaidimas tapo daug greitesnis. Dėl šio pokyčio žaidėjams buvo keliami dideli fiziniai reikalavimai tiek gynybai tiek puolimui, todėl padidėjo jų sprogstamosios jėgos svarba [34].

Metimas į krepšį yra viena dažniausių ir svarbiausių techninių krepšinio žaidimo dalių. Gerai žinoma, kad krepšininkai turi atlikti metimą esant įvairioms sudėtingoms sąlygoms, tokioms kaip vidinė ir išorinė apkrova bei nuovargis. Svarbu pabrėžti, kad gerai išvystyta jėga gali teigiamai paveikti metimo našumą. Tyrimai parodė, kad apatinių galūnių sprogstamoji galia ir alkūnės tiesėjų izokinetinė jėga yra pagrindiniai tolimųjų metimų tikslumo veiksniai ir kad gerai išvystyta galia ir jėga gali pagerinti metimo efektyvumą [35].

Taigi, gebėjimas sukurti didelę sprogstamąją jėgą krepšinyje yra svarbus sėkmės komponentas, kuris geriausiai lavėja paauglystės laikotarpiu. Sprogstamoji jėga krepšinyje reikalinga ne tik dėl dažnų pašokimų, bet ir dėl gebėjimo greitai sprintuoti ir efektyviai keisti kryptis.

2.2.3. Greitumas

Priklausomai nuo varžybų lygio ir žaidimo pozicijos krepšininkai žaidimo metu keičia judėjimo kryptį ir greitį nuo 550 iki 1000 kartų. Mikolajec ir bendraautorai teigia, kad profesionalus žaidėjas žaidimo metu atlieka daugiau nei 997 ± 183 veiklas keisdamas judėjimo tempą ir kryptį kas 2 sekundes. Tie patys autoriai nurodo, kad profesionalūs krepšininkai atlieka iki 100 sprintų 3-5 metrų atstumu, o judesiai atliekami šonu sudaro 30 proc. žaidimo laiko [36].

Krepšinio rungtynių metu atliekant didelio intensyvumo judesius įveikiama apie 991 m. į kuriuos įeina 50-60 veiklų, susijusių su krypties keitimu ir sprintavim [36]. Krypties keitimo judesiai (COD, angl. change of direction) sudaro 20,7 proc. sprintavimo, o tai reiškia, kad vidutiniškai kas 1-3 sekundes žaidėjai turi atlikti staigius pagreitėjimus ir lėtėjimus kartu su krypties keitimu ir tempo palaikymu [36].

Ankstesnės ataskaitos parodė, kad varžybų krepšinio rungtynių metu žaidėjai atlieka vidutiniškai 105 didelio intensyvumo (nuo 2 iki 6 s) kovų kas 21 s, o sprinto intensyvumas svyruoja tarp $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ir $19 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Todėl gebėjimas atlikti pakartotinius sprintus žaidimo metu atrodo pagrindinis veiksnys norint pasiekti aukšto lygio rezultatus [29].

Taigi, vienas svarbiausių veiksnių krepšininkams yra greitumo jėga, kuri apibūdinama kaip raumenų susitraukimo galingumas. Daugelis autorių pažymi, kad greitumo jėga yra svarbiausia

krepšininkų jėgos apraiškų, atliekant technikos veiksmus, perduodant ar metant kamuolį į krepšį pašokus [8].

2.2.4. Vikrumas

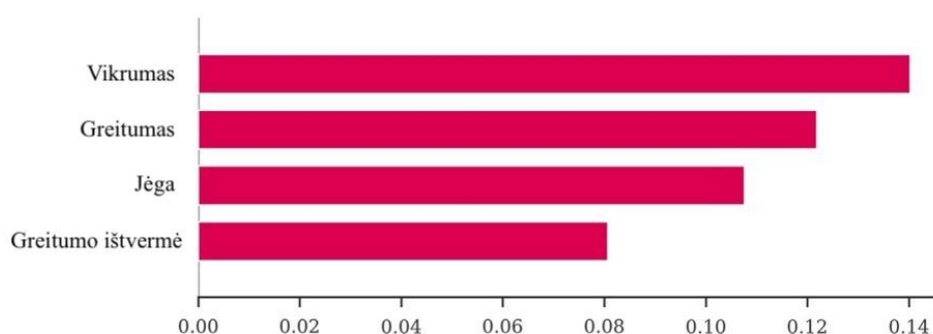
Daugelis tyrinėtojų mano, kad krepšinis yra viena įdomiausių komandinių sporto šakų ne tik žaidėjams, bet ir žiūrovams. Kadangi sporto šaka susideda iš dinamiško puolimo ir gynybos pasirodymo, todėl reikalauja iš krepšininkų didelio judrumo. Vikrumas yra esminis komandinio sporto, įskaitant krepšinio, elementas [37]. Krepšinio kontekste vikrumas apima įvairius aspektus, įskaitant reakcijos greitį, judesių tikslumą, greitus krypties pokyčius ir gebėjimus priimti greitus sprendimus. Todėl vikrumas yra labai sudėtinga ir konkrečiai apibrėžianti sportinė savybė krepšinyje. Sportininkų vertinimas ir treniruočių planai paprastai apima išsamias diskusijas apie greitį, jėgą, reakcijos laiką ir kitas susijusias savybes, tačiau šiuo metu sporto mokslo srityje nėra sutarimo dėl judrumo apibrėžimo. Remiantis mokslininkų diskusijomis, judrumas paprastai apibrėžiamas kaip reakcijos į dirgiklius greitis arba greiti krypties keitimo gebėjimų pokyčiai [12].

Kai kurie autoriai vikrumo terminą vartoja, kai greitas kūno judėjimas nėra susijęs su dirgikliu ir užduotis yra iš anksto suplanuota. Šiais laikais tai paprastai reiškia krypties keitimo greitį (CODS, angl. change of direction speed), kuris yra nepriklausomas gebėjimas, turintis tik nedidelį judrumo aspektą. Bendra krypties keitimo greičio testo ir vikrumo testo dispersija buvo tik 10%, o tai rodo, kad jie matuoja skirtingas savybes [38].

Šių laikų specialistai vikrumą suskirsto į keletą komponentų. Mokslininkai mano, kad yra išankstinis sportininkų atliekamų uždavų judesių planavimas. Prieš pradėdami judėti, kad pakeistų kryptį, sportininkai žino, kada ir kur judėti. Kadangi žaidimo situacijos nuolat ir greitai kinta, atsiranda kitokio pobūdžio judrumas [37]. Terminas „reaktyvusis judrumas“ (RA, angl. reactive agility) buvo sukurtas siekiant aiškiai atskirti iš anksto suplanuotą krypties greičio ir vikrumo keitimą, įskaitant suvokimo ir sprendimų priėmimo elementą. RA reikalauja, kad žaidėjas greitai pakeistų kryptį [37,38]. Reaktyvusis vikrumas yra reikšmingas rezultatyvumo kriterijus futbolo, rankinio, krepšinio, tinklinio, ledo ritulio, regbio ir kitose komandinėse sporto šakose [24]. Pirmajame modelyje, rodančiame veiksnius lemiančius RA, krypties greičio pokytis buvo vienas iš dviejų pagrindinių komponentų. Antrasis komponentas susideda iš suvokimo ir sprendimo priėmimo veiksmų. Vėliau šis modelis buvo modifikuotas, o vikrumą sporto šakose lėmė kognityviniai, fiziniai ir techniniai aspektai. Kognityvinis komponentas apėmė sprendimų priėmimą ir tikslumą (vizualinis nuskaitymas, numatymas, modelio atpažinimas), o fizinis komponentas pakeitė krypties greitį. Pirminis modelis buvo papildytas techniniu komponentu, kuris ankstesniame modelyje buvo krypties keitimo greičio sub-komponentė. Tačiau iki šiol jokiame tyrime nebuvo ištirtas techninio

komponento indėlis į reaktyvųjų vikrumą, nes tai sunku padaryti. Daugumoje tyrimų buvo įvertintas tik motorinis komponentas (fiziniai veiksniai), o reaktyvaus judrumo jutimo komponentas (suvokimo ir sprendimo priėmimo veiksniai) mažai ištirta [38].

Huang ir bendraautoriai atlikto tyrimo traumų rizikos prognozavimo modelio, pagrįsto sąnaudoms jautriu neuroniniu tinklu (Cost-NN, angl. cost function of a neural network), savybių svarbos analizę nustatė, kad vikrumo požymis turi didžiausią ypatybių svarbą (4 pav.). Šie rezultatai rodo, kad vikrumas turi įtakos siekiant numatyti jaunųjų krepšininkų nekontaktinio apatinių galūnių traumų riziką [39].



4 pav. Traumų rizikos prognozavimo modelio, pagrįsto sąnaudoms jautriu neuroniniu tinklu (Cost-NN), svarba

Taigi, klasikinis vikrumo apibrėžimas suprantamas kaip gebėjimas greitai ir tiksliai keisti judėjimo kryptį ar greitį, tačiau naujesni apibrėžimai integruoja kognityvinį komponentą, kuris apima tokius veiksnius kaip numatymas, vizualinis ir suvokimo atpažinimas, reakcijos greitis ir dėmesio įgūdžiai. Abu vikrumo apibrėžimai yra teisingi ir lemia jų reikšmę bei naudingumą tiek komandinėse tiek individualiose sporto šakose. Tačiau jų taikymas priklauso nuo to, kokį vikrumo komponentą išmatuojame ir įvertiname. Todėl, judėjimo scenarijai, apimantys reakciją į neplanuotą ar atsitiktinį dirgiklį, yra žinomi kaip reaktyvusis judrumas (RA), o iš anksto suplanuotas judėjimo situacijas be dirgiklio labiau lemia krypties pasikeitimo greitis (CODS) be jokio reaktyvaus ar pažinimo komponento [24].

2.3. Traumų rizika krepšinyje

Nepaisant visų privalumų, kuriuos suteikia dalyvavimas sporte, pvz., pagerėjusi kūno sudėtis, širdies ir kvėpavimo sistemos funkcija, didesnė jėga, pagerėjusi savigarba/psichosocialinė savijauta, svorio kontrolė ir mažesnis piktnaudžiavimas alkoholiu bei narkotikais, be kita ko, dalyvavimas sporte, pvz., krepšinyje, gali sukelti didesnę traumų riziką dėl atliekamų pasikartojančių šuoliukų

varžybų ir treniruočių metu, staigiai keičiamų krypčių, sprintavimo ir lėtėjimo [40]. Jei žaidėjui trūksta greičio, jėgos, vikrumo ir greičio ištvėrmės, bus sudėtinga konkurencingai žaisti intensyviose rungtynėse, o dėl to padidėja traumų tikimybė [39]. Su krepšiniu susijusių traumų dažnis skiriasi priklausomai nuo amžiaus, lyties, dalyvavimo lygio veikloje ir priimto sužalojimo apibrėžimo [41].

Apatinių galūnių traumų prevencija tapo itin aktuali krepšinio tema. Modifikuojamų rizikos veiksnių nustatymas yra svarbus traumų prevencijos žingsnis [41]. Dažniausiai patiriamos traumos yra čiurnos ir kelio, viena iš dažniausių ūmių sužalojimų yra priekinio kryžminio raiščio pažeidimas, ypač vidurinės mokyklos sportininkams. Dėl didelio krūvio kelio traumas yra dažnos krepšinyje. Mechaninės apkrovos padidėjimas dėl specifinių judesių gali sukelti ūminius sužalojimus arba dėl pasikartojančių judesių susikaupusi mechaninė apkrova gali sukelti pervargimo traumas [42].

Andreoli C.V. ir bendraautorai atliko krepšinyje vyraujančių kaulų-raumenų sistemos traumų epidemiologijos sisteminę literatūros apžvalgą. Tyrime viso buvo išskirta 12 960 sužalojimų, o kelio ir čiurnos sąnariai buvo pažeidžiami dažniausiai, atitinkamai 2832 (21,9 proc.) ir 2305 (7,8 proc.). Analizuojant traumas atskirai, išskiriant pagal lytį, ši tendencija pasikartojo ir moterų ir vyrų tarpe. Tarp moterų 19,5 proc. patirtų sužalojimų buvo čiurnos srityje ir 20,6 proc. kelio sąnaryje. Trečia labiausiai paveikiamos sritys buvo šlaunys ir klubai, 17,5proc. Vyrams 28,4 proc. traumų įvyko čiurnos ir pėdos srityse, šlaunys ir klubai 19,3 proc. bei keliai 17,5 proc. Išanalizavus patirtus sužalojimus pagal amžiaus ir įgūdžių kategorijas, vaikai ir paaugliai dažniausiai traumavo čiurnos ir pėdos sritis (37,7 proc., 2807 sužalojimai), kelio sąnarį (16,3 proc., 1214 sužalojimų), galvos ir kaklo (13,7 proc., 1024 sužalojimų), rankų, pirštų ir riešų (8,9 proc., 662 sužalojimai). Tarp profesionalių sportininkų traumų dažnis pasiskirstė taip: 24,8 proc. (1310 traumų) traumų įvyko pėdos ir čiurnos srityse, šlaunies, klubo ir blauzdos srityse įvyko 1074 sužalojimai (20,4 proc.), kelio – 19,5 proc. (1027), o korpuso ir stuburo sužalojimai – 11,1 proc. (586). Išskiriant kokrečią anatomicinę sritį daugiausia traumų įvyksta čiurnos srityje (2832 sužalojimų, 21,9 proc.), po to kelio (2305 traumas, 17,8 proc.). Dauguma autorių nurodė, kad kulkšnis yra dažniausiai traumuojama vieta, tačiau kai kurie autoriai teigia, kad labiausiai pažeidžiamas yra kelis. Kadangi krepšinio žaidimas susideda iš staigių krypties pasikeitimų, šuoliukų, nusileidimų, šie rezultatai nestebina ir tikimasi, kad apatinių galūnių traumas bus paplitusios labiausiai tarp krepšininkų [40].

Bendrosios krepšinio traumų epidemiologijos išmanymas – pirmasis žingsnis siekiant įgyvendinti efektyvias prevencines priemones, mažinančias traumų skaičių ir jų patiriamus nuostolius, įskaitant išlaidas, susijusias su gydytojais, ligoninėmis ir sportininkų atostogomis. Tyrimai rodo, kad nepriklausomai nuo lyties ir kategorijos krepšininkams labiausiai pažeidžiamos apatinės galūnės. Anatomicinėse srityse dažniausiai pasitaiko kelio ir kulkšnies traumas. Tikimybė susižaloti rankas, pirštus ir riešą yra vienoda vaikams, paaugliams ir profesionaliems suaugusiems.

Vaikų ir paauglių kategorijoje galvos ir kaklo traumų paplitimas buvo didesnis, palyginti su kitomis kategorijomis. Profesionalams buvo didesnis liemens ir stuburo traumų paplitimas [40].

1 lentelėje pateikiamos dažniausios komandinių sporto šakų traumos pagal lytį [43].

1 lentelė. Traumų pobūdis atsižvelgiant į lyčių skirtumus tarp komandinių sporto šakų sportininkų

Traumos nesusijusios su lytimi	Vyrų dažniausios traumos	Moterų dažniausios traumas
Traumos rungtynių metu	Bendro pobūdžio traumos	Priekinio kryžminio raiščio pažeidimai
Treniruočių traumos	Klubo/kirkšnies traumos	
Sunkūs sužalojimai	Viršutinių galūnių sužalojimai	
Smegenų sukrėtimai	Šlaunų sužalojimai	
Čiurnos patempimai	Pėdų traumos	
Achilo sausgyslės pažeidimai		
Galvos, korpuso, kelių ir čiurnos traumos		

Apibendrinant galima teigti, kad traumų mechanizmai yra sudėtingi ir priklauso nuo daugelio veiksnių, pvz., ankstesnės traumos, sąnarių nestabilumas, raumenų disbalansas ir anatominiai pažeidimai. Todėl kaulų-raumenų sistemos įvertinimas yra labai svarbus rizikos veiksnių nustatymui ir tinkamos išankstinės reabilitacijos programos sudarymui, kuri skirta sumažinti traumų dažnį tarp sportininkų [2].

2.4. Funkcinių judesių atlikimas

Funkciniai judesiai – tai gebėjimas atlikti judesius (pvz., gilus pritūpimas, atsispaudimas, įtūpstas), kurie reikalauja pusiausvyros, stabilizavimo ir koordinacijos be kompensacijos arba raumenų veiklos ar lankstumo iš kairės į dešinę disbalanso. Funkcinių judesių atlikimui įtakos gali turėti amžius, lytis, brendimas bei vidiniai veiksniai, tokie kaip raumenų aktyvacija, nervų ir raumenų kontrolė, mobilumas. Pagrindinių judesių modelio sutrikimas gali turėti įtakos sveikatos problemų atsiradimui, pvz., judėjimo efektyvumo sumažėjimas, atsiradęs skausmas fizinio aktyvumo metu ar raumenų ir kaulų sistemos pažeidimai, traumos [44].

Fincinių judesių vertinimo testas (FMS, angl. Functional Movement Screen) – buvo sukurtas kaip įrankis, skirtas įvertinti bendruosius viso kūno judesius, remiantis nuostatas, kad asmenys turi

turėti galimybę laisvai, simetriškai ir be skausmo judėti. Originalų FMS sudaro septyni testai, kurie atliekami siekiant įvertinti judėjimo galimybes, efektyvumą ir pusiausvyrą, stebint pagrindinius judėjimo modelius ir metodus. FMS gali būti naudojamas visose fiziškai aktyvių žmonių grupėse. FMS įvertinimui naudojamas sudėtinis balas (bendras balas 21), o kiekvienam judesiui įvertini naudojami balai nuo 0 iki 3, siekiant nustatyti traumų riziką ir kaip galimų sportinių rezultatų matuoklis. Konkretus ribinio balo naudojimo pagrindumas prognozuojant traumas įvairiose sporto šakose iki šiol yra prieštaringas [44].

FMS susideda iš septynių judesių testavimo, kuriais siekiama iširti judesių disfunkcijas:

- *Gilus pritūpimas* yra judesys, reikalingas daugelyje sporto šakų. Tai yra padėtis reikalinga dauleiui jėgos judesių, susijusių su apatinėmis galūnėmis. Tinkamai atliktas gilus pritūpimas meta iššūkį visai kūno mechanikai. Šis judesys naudojamas vertinant simetrišką, funkcinį klubų, kelių ir kulkšnių mobilumą. Virš galvos laikomas kaištis įvertina dvipusį, simetrišką pečių ir krūtinės ląstos judrumą, taip pat pagrindinių raumenų stabilumą ir motorinę kontrolę.

- *Kojos perkėlimas per kliūtį* yra sukurtas mesti iššūkį tinkamai kūno žingsnio mechanikai žengiant per kliūtį. Judėjimas reikalauja tinkamos koordinacijos ir stabilumo tarp klubų ir liemens žengimo judesio metu, taip pat gebėjimo stovėti viena koja. Žengimas per kliūtį įvertina klubų, kelių ir kulkšnių funkcinį mobilumą ir stabilumą.

- *Įtūpistas* bando pastatyti kūną tokioje padėtyje, kuri sutelktų dėmesį į įtempimus, limituojamus sukimosi, lėtėjimo ir šoninio tipo judesius. Įtūpistas – tai testas, kuriuo apatinės galūnės atsiduria „žirklių pozicijoje“ ir sukuriama siauras atramos plotas, verčiantis korpusą ir galūnes atsispirti sukimuisi ir išlaigyti tinkamą vienos linijos poziciją. Šiuo testu taip pat įvertinamas klubų ir čiurnos paslankumas ir stabilumas, keturgalvių raumenų lankstumas ir kelio stabilumas.

- *Pečių mobilumo* judesys įvertina abipusį peties judesių diapazoną, derindamas vidinį sukimąsi su vieno peties pritraukimu ir išorinį sukimąsi su kito atitraukimu. Tyrimui taip pat reikalingas mentės judrumas ir krūtininės stuburo dalies tiesimas.

- *Aktyvios kojos kėlimas* parodo gebėjimą atskirti apatines galūnes nuo korpuso išlankt liemens stabilumą. Šis testas įvertina aktyvų šlaunies ir blauzdos lankstumą, išlaikant stabilų dubenį ir korpusą bei gebėjimą aktyviai tiesti priešingą koją.

- *Atsispaudimas stabiliu liemeniu* tikrina gebėjimą stabilizuoti korpusą ir stuburą priekinėje ir užpakalinėje plokštumose uždaro grandinės viršutinės kūno dalies judesio metu. Testas įvertina korpuso stabilumą sagitalinėje plokštumoje, kai atliekamas simetriškas viršutinių galūnių atsispaudimas.

- *Rotacinis stabilumas* yra sudėtingas judesys reikalaujantis tinkamos nervų ir raumenų koordinacijos ir energijos perdavimo iš vieno kūno segmento į kitą per liemenį. Rotacinio stabilumo

testas įvertina daugiaplanį korpuso stabilumą kombinuoto viršutinės ir apatinės galūnių judesio metu [45,46].

Keil ir bendraautoriai tyrė vidurinės mokyklos jaunuosius krepšininkus, vyrus (n=10) ir moteris (n=8), kurių amžius buvo $15,6 \pm 1,6$, su tikslu įvertinti žaidėjų funkcinis judesius prieš ir po varžybinio sezono bei nustatyti ar buvo funkcinį judesį atlikimo skirtumų tarp jaunųjų krepšininkų (vyrų ir moterų). Tyrimo metu nebuvo rasta jokių reikšmingų skirtumų tarp testavimų prieš sezoną ir po sezono ar tarp lyčių pagal sudėtinius FMS balus. Taigi lyčių skirtumai, susiję su bendrais FMS sudėtiniais balais ar konkrečiais testo rezultatais, šioje amžiaus grupėje ar sporto šakoje nebuvo akivaizdūs [44].

Yra tyrimų, kuriuose buvo analizuojama, ar konkretūs kūno rengybos ir judesų kokybės testai, išmatuoti naudojant FMS, gali numatyti krepšinio komandos sportininkų atsparumą traumoms ir rungtynių rezultatyvumo statistiką. Tokie tyrimai parodė, kad geresnis rungtynių rezultatas buvo susijęs su kai kuriais fiziniais testais, įskaitant judrumo testus ir šuolius plačiu mastu. Svarbu pažymėti, kad ryšys tarp rungtynių rezultatų ir fizinio pasirengimo gali skirtis priklausomai nuo daugelio veiksnių, įskaitant amžių, veiklos lygį, lytį ir patirtį [22].

3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

3.1. Tyrimo organizavimas ir tiriamieji

Tyrimas atliktas 2022 gruodžio - 2024 m. sausio mėnesiais. Tyrime dalyvavo 60 mėgėjų krepšininkų, žaidžiančių Sostinės krepšinio lygoje ir Moterų krepšinio lygoje, 34 moterys ir 26 vyrai. Tyrimo protokolą sudarė septyni funkciniai testai:

1. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio testas,
2. Šuolio į aukštį testas (sprogstamosios jėgos vertinimui),
3. 20 m. sprinto testas,
4. Vikrumo T-testas,
5. Y balanso testas,
6. LESS (Nusileidimo klaidų vertinimo sistema) testas,
7. Funkcinių judesių vertinimo testas.

Darbe buvo naudojama informacija iš apklausos anketavimo duomenų (žr. 1 priedą). Anketų duomenys buvo atrinkti ir patalpinti į Excel failą bei paruošti tolesniam duomenų apdorojimui ir analizei. Tyrimo metu buvo užtikrinta tiriamųjų asmenų duomenų apsauga. Gauti duomenys buvo naudojami tik tyrimo tikslais.

Atlikus apklausą apie antropometrinius parametrus nustatyta, kad vidutinis krepšininkų vyrų (n=26) amžius buvo $24,7 \pm 3,8$ metai, vidutinis ūgis buvo $1,84 \pm 0,04$ m, svoris – $79,4 \pm 9,4$ kg, vidutinis krepšininkų moterų (n=34) amžius buvo $28,5 \pm 6,3$ metai, vidutinis ūgis buvo $1,76 \pm 0,06$ m, svoris – $75,9 \pm 8,7$ kg. Vidutinis krepšininkų vyrų kūno masės indeksas (KMI) buvo $23,49 \pm 2,66$ kg/m², moterų – $24,38 \pm 2,44$ kg/m². Krepšininkų vyrų ir moterų antropometriniai duomenys pateikti 1 lentelėje.

2 lentelė. Tiriamųjų antropometriniai duomenys

Kintamieji/ Charakteristika	Vyrai (n=26)			Moterys (n=34)		
	Vidurkis \pm SN	MIN	MAX	Vidurkis \pm SN	MIN	MAX
Amžius (metai)	$24,7 \pm 3,8$	20	33	$28,5 \pm 6,3$	19	44
Ūgis (m)	$1,84 \pm 0,04$	1,76	1,93	$1,76 \pm 0,06$	1,64	1,89
Svoris (kg)	$79,4 \pm 9,4$	62,9	95,3	$75,9 \pm 8,7$	58,9	92,1
KMI (kg/m ²)	$23,49 \pm 2,66$	18,79	28,63	$24,38 \pm 2,44$	19,91	29,74

KMI – kūno masės indeksas, SN – standartinis nuokrypis, MIN – minimali vertė, MAX – maksimali vertė.

3.2. Tyrimo metodika

Tyrimo metu buvo atlikta tiramųjų krepšininkų (n=60) anketinė apklausa bei atliktas funkcinio pajėgumo testavimas, taikant: Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio (YYIR1) testą; šuolio į aukštį testą; 20 m. sprinto testą; vikrumo T-testą; Y balanso testą; LESS testą; funkcinį judesių vertinimo sistemą (FMS).

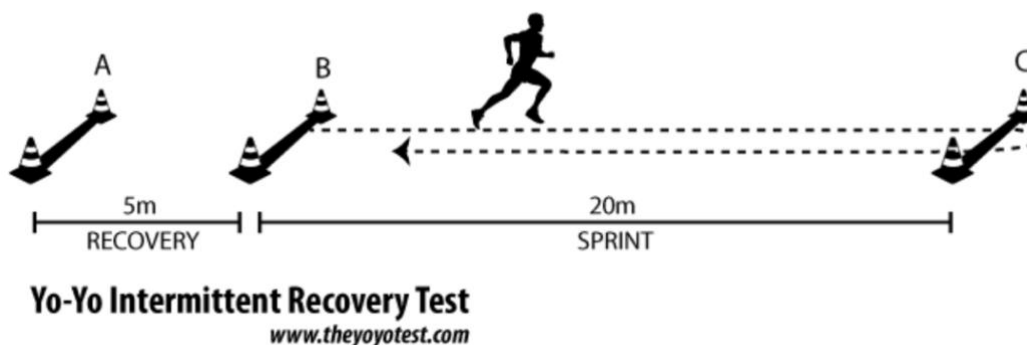
3.2.1. Anketinė apklausa

Tiriamieji krepšininkai, sutikę dalyvauti tyrime, užpildė klausimyną ir pateikė informaciją apie amžių, ūgį (metrais), svorį (0,1 kg tikslumu), traumos treniruočių arba varžybų metu 2022 - 2024 sezonuose, nurodant traumos pobūdį bei laiko tarpą kada nebuvo dalyvaujama sportinėje veikloje dėl traumos. Apklausos anketa pateikta 1 priede.

3.2.2. Yo-Yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio testas

Yo-Yo nutrūkstamo intensyvumo išvermės ir atsigavimo 1 lygio (YYIR1) testas buvo sukurtas siekiant įvertinti sportininko gebėjimą pakartotinai atlikti didelio intensyvumo aerobinį darbą. Tai vienas dažniausiai naudojamų aerobinių testų, kuris gali išmatuoti sportininko išvermę sportuojant su pertraukomis, kai atsigavimo periodai derinami su didelio intensyvumo veikla, tokia kaip krepšinis. Jis įvertina sportininko gebėjimą išlaikyti sportinį rezultatą kartojant intensyvius veiksmus.

YYIR1 testas susideda iš 20 metrų bėgimo zonos ir 5 metrų aktyvaus atsigavimo zonos (5 pav.). Kiekviena zona buvo sužymėta kūgeliais, padedantys sportininkams orientuotis bandymo metu. Testui naudojamas garso grotuvas, kurio pagalba yra teikiami nurodymai. Tiriamieji testą pradeda nuo starto linijos, po garsinio signalo bėga 20 metrų atstumą iki kūgio ir grįžta iki starto linijos kūgio iki garso signalo. Aktyvaus atsigavimo zonoje tiriamieji turi 10 sekundžių pertrauką ir vėl testas kartojamas iš naujo, greitis, reikalingas įveikti atstumą laipsniškai didėjo. Jei tiriamasis per nurodytą laiką neįveikia atstumo gauna įspėjimą, po antro įspėjimo testas nutraukiamas ir fiksuojamas nubėgtas atstumas [47].



5 pav. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėmės ir atsigavimo 1 lygio testo atlikimo schema.

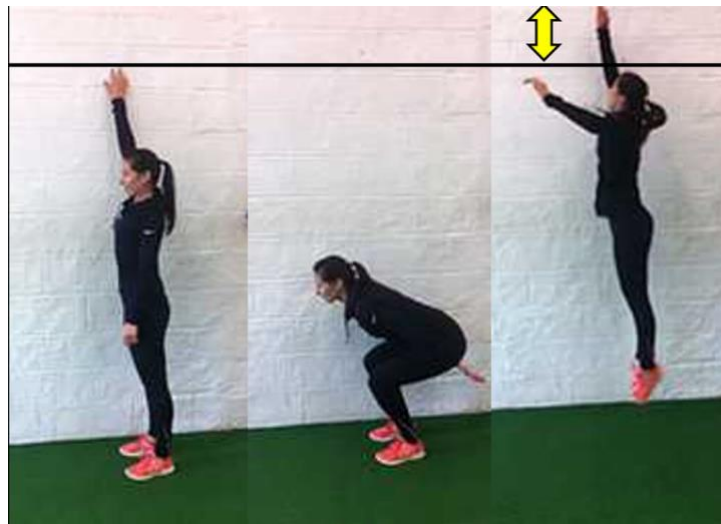
Pagal fiksuotą nubėgtą atstumą tiriamieji buvo priskirti vienai iš šešių vertinimo grupių, kurios pavazduotos 3 lentelėje [48].

3 lentelė. YYIR1 testo vertinimo normos (pagal Bangsbo ir bendraautorių)

Įvertinimas	Vyrai (metrai)	Moterys (metrai)
Puikus	>2400	>1600
Labai geras	2000-2400	1320-1600
Geras	1520-1960	1000-1280
Vidutinis	1040-1480	680-960
Žemiau vidutinio	520-1000	320-640
Prastas	<520	<320

3.2.3. Šuolio į aukštį testas.

Vertikalaus šuolio testas dažniausiai naudojamas kaip sprogstamosios jėgos įvertinimo metodas. Tyrime vertinant sprogstamąją jėgą buvo naudojamas Sargent šuolio testas, kadangi jis nereikalauja brangios įrangos. Tiriamųjų buvo paprašyta atsistoti dominuojančia ranka prie sienos, ant pirštų buvo užklijuota lipni juostelė. Tiriamieji dominuojančią ranką iškelia į viršų ir pažymi aukščiausią tašką užklijuojant lipnią juostelę ant sienos. Tuomet užklijuojama antra lipni juostelė, tiriamųjų paprašoma kuo aukščiau pašokti ir užklijuoti antrą lipnią juostelę ant sienos. Šuolio metu tiriamieji gali lenkti kojas, naudoti rankas mostui. Šuolio aukštis nustatomas matuojant skirtumus tarp dviejų ant sienos pažymėtų taškų (lipnių juostelių). Tiriamieji testą atliko tris kartus su 45 sekundžių pertrauka. Fiksuotas geriausias rezultatas. Testo atlikimas pavaizduotas 6 paveiksle [49].



6 pav. Šuolio į aukštį atlikimas

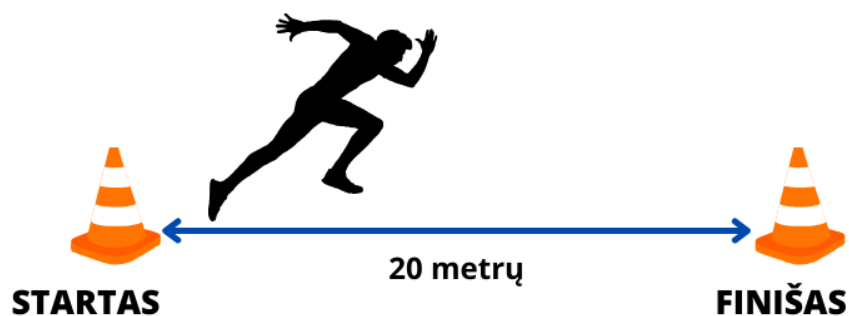
4 lentelėje pateiktos šuolio į aukštį (sprogstamosios jėgos) vertinimo normos sudarytos Arkinstall M. [50].

4 lentelė. Sargent šuolio testo vertinimo normos

Įvertinimas	Vyrai (centimetrai)	Moterys (centimetrai)
Puikus	>70	>60
Labai geras	56-70	46-60
Geras	41-55	31-45
Patenkinamas	31-40	21-30
Prastas	<30	<20

3.2.4. 20m. sprinto testas.

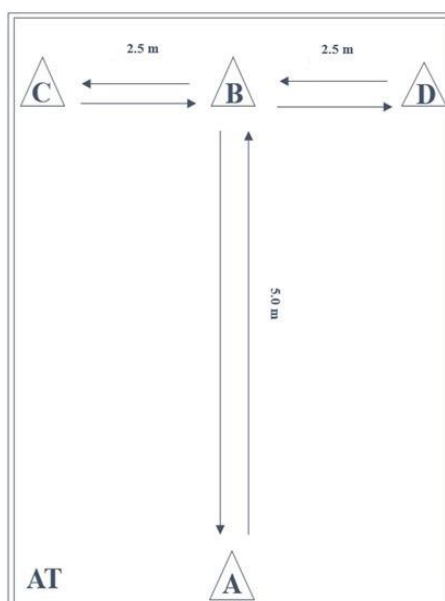
20 m. sprinto tesui atlikti krepšinio aikštelėje buvo pažymėta 20 metrų atkarpa (7 pav.). Greitis buvo užfiksuojamas chronometru. Tiriamieji bandymą kartojo tris kartus ir fiksuojamas geriausias rezultatas (sekundėmis). Tarp pakartojimų buvo leidžiama pilnai atsigauti [51].



7 pav. 20 metrų sprinto atlikimo schema

3.2.5. Vikrumo T-Testas

Vikrumo T-testas yra patikimas testas, skirtas matuoti vikrumą ir krypties keitimo greitį kai startuojama maksimaliu greičiu, bėgant pristatomu žingsniu į šonus ir atbulomis bėgant atgal. Testavimas susideda iš T raide sustatytų keturių kūgių (5m x 5m) (8 pav.). Tiriamieji testą pradeda stovėdami už pradinio taško ties kūgiu A. Po starto signalo tiriamieji bėga prie kūgio B, liesdami jį dešine ranka. Tada pristatomu žingsniu bėga į kairę iki kūgio C, paliesdami jį kaire ranka. Tuomet pristatomu žingsniu tiriamieji bėga į dešinę iki kūgio D, paliesdami jį dešine ranka, ir grįžta taip pat pristatomu žingsniu grįžta prie kūgio B, paliesdami jį kaire ranka. Nuo kūgio B, atbulomis bėga atgal iki kūgio A. Testo atlikimo laikas chronometru buvo skaičiuojamas sekundėmis (s) nuo pirmojo sprinto momento kai tik tiriamieji kerta A kūgį, iki paskutinio sprinto momento, kai tik tiriamieji grįžta prie A kūgio.



8 pav. T-Test atlikimo schema

Bandymai buvo laikomi negaliojančiais jei tiriamieji nelietė kūgių; bėgo į šonus kryžiodami kojas arba sprintavo [52]. 5 lentelėje pateikiamos T-testo vertinimo normos [53].

5 lentelė. T-testo vertinimo normos

Įvertinimas	Vyrai (sekundės)	Moterys (sekundės)
Puikus	<9.5	<10.5
Geras	9.5-10.5	10.5-11.5
Vidutinis	10.5-11.5	11.5-12.5
Prastas	>11.5	>12.5

3.2.6. Y balanso testas

Y balanso testas (YBT) yra dinaminis stabilumo testas, kuris laikomas efektyviu ir kliniškai pritaikomas siekiant tiksliai įvertinti apatinių galūnių nervų ir raumenų kontrolę, taip pat simetrijos svarbą. YBT buvo gerai žinomas nustatant lėtinį kulkšnies nestabilumą, kelio priekinio kryžminio raiščio (PKR) plyšimus ir traumų prognozę. Iš pradžių šis testas buvo vadinamas Žvaigždės nuokrypio testu (SEBT).

YBT metu tiriamasis stovi ant vienos kojos platformos centre, pirštai ties starto linija. Išlaikant padėtį ant vienos kojos tiriamojo prašoma pastumti indikatorių tikslinėje srityje kai laisva galūnė yra priekinėje, posteromedialinėje ir posterolateraline kryptimis [54].

Bandymų tvarka yra trys bandymai stovint ant dešinės pėdos pasiekiant priekinę kryptį bei trys bandymai stovint ant kairės pėdos siekiant priekinės krypties. Kartojama ši procedūra posteromedialinėje, o po to posterolateraline kryptimis [55].



9 pav. YBT atlikimo schema priekine (1), posteromedialine (2), posterolateraline (3) kryptimis

Po visų bandymų visose kryptyse fiksuojamas didžiausias nustumtas atstumas. Bandymas atmetamas ir kartojamas jeigu tiriamasis:

- neišlaiko pradinės pozicijos stovint viena koja ant platformos (pvz., prisiliečia prie grindų laisvąją koja arba nukrenta nuo platformos),
- neišlaiko laisvosios kojos kontakto su siekimo indikatoriumi kai ją stumia (pvz., nuspiria siekimo indikatorius),
- naudoja siekimo indikatorius padėties laikymui (pvz., uždeda pėdą ant viršaus siekimo indikatoriaus),
- po siekimo nesugeba grįžti į pradinę padėtį.

Testo rezultatai skaičiuojami pagal sudėtinio balo formulę (10 pav.), kojų ilgis išmatuojamas centimetrine juostele tiriamajam gulint ant nugaros nuo viršutinio klubakaulio dyglio iki šoninės šėivikaulio kulkšnies.

$$= \frac{\text{Priekinė kryptis} + |\text{striža į išorę kryptis}| + |\text{striža į vidų kryptis}|}{3 \times \text{Kojos ilgis}} \times 100$$

10 pav. YBT sudėtinio balo formulė.

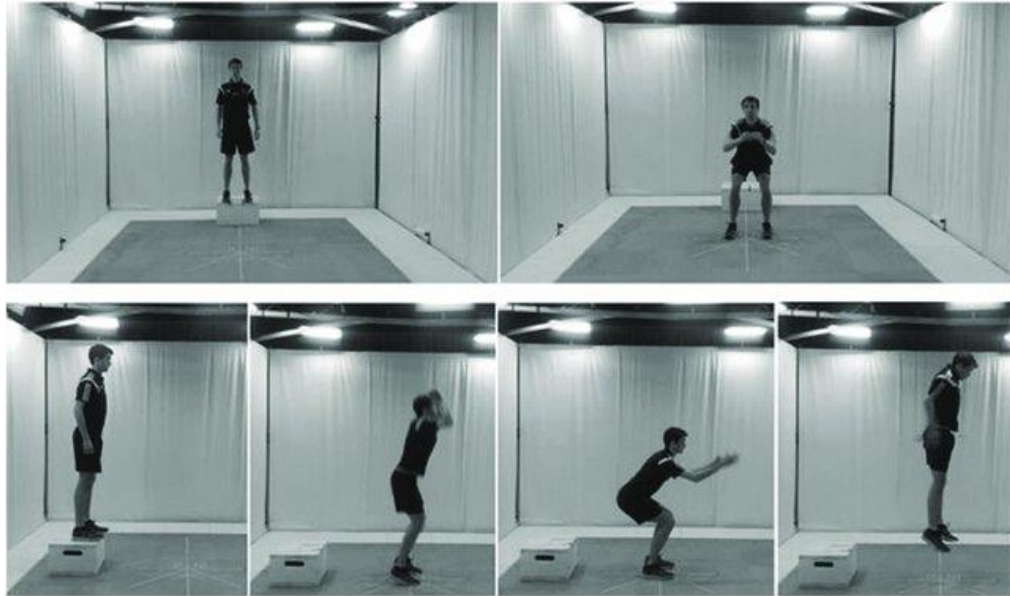
Tyrėjai nurodo, kad skirtumas tarp dešinės ir kairės kojų pasiekiamumo priekine kryptimi neturėtų viršyti 4 centimetrų, o posteromedialine ir posterolateraline kryptimis pasiekiamumo atstumo skirtumas neturėtų būti didesnis nei 6 centimetrai. Vertinant sudėtinį balą, jeigu jis yra ≤ 94 proc., galima teigti, kad tiriamasis turi 3 kartus didesnę tikimybę patirti apatinių galūnių traumas [54].

3.2.7. LESS testas

Nusileidimo klaidų vertinimo sistema (LESS, angl. Landing Error Scoring system) yra testas orientuotas į biomechanines nusileidimo judesio klaidas ir yra naudojamas kelių sporto šakų, tokių kaip futbolas ir krepšinis, kurios apima pasikartojančius šokinėjimo reikalavimus, kelių traumų rizikai įvertinti [56].

LESS testas atliekamas tiriamajam stovint ant 30 centimetrų aukščio dėžės ar platformos ir buvo paprašyta šokti į priekį pusę savo ūgio (nurodoma linija ant grindų), iš karto nusileidus reikėjo atlikti maksimalų vertikalų šuolį (11 pav.) [57]. Prieš testavimą dalyviams buvo pateiktas žodinis paaiškinimas ir vaizdinė demonstracija, jiems taip pat buvo leista atlikti praktinius bandymus. Kiekvienas tiriamasis atliko tris LESS bandymus ir analizei buvo naudotas vidurkis.

Visi LESS bandymai buvo filmuojami dvejose plokštumose, sagitalinėje ir priekinėje, o nusileidimas vertinamas pagal 17 elementų, kurie pateikti 2 priede. Gauti duomenys suskirstomi į keturias LESS balų kategorijas: puikiai (≤ 4), gerai (4-5), vidutiniškai (5-6) ir prastai (> 6) [58].



11 pav. LESS testo atlikimas.

3.2.8. Funkcinių judesių vertinimo sistema

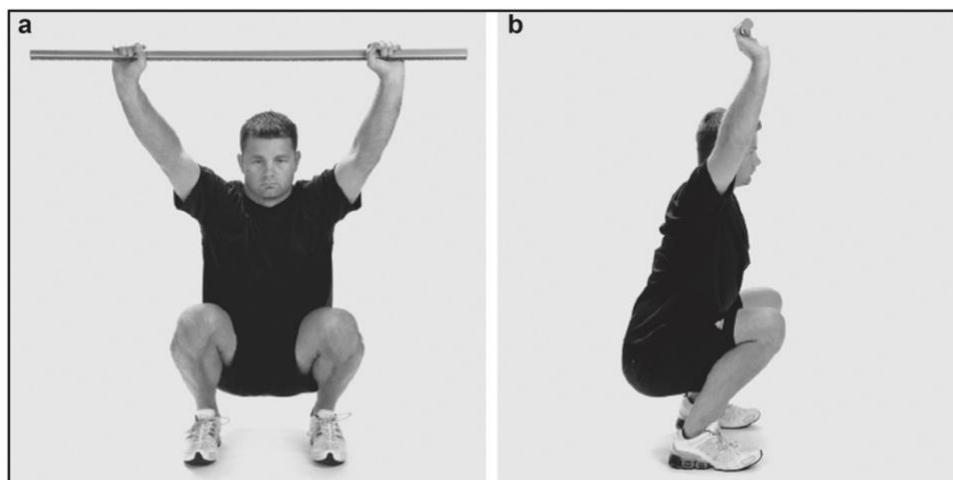
Funkcinis judesių įvertinimas (FMS) yra atrankos sistema, leidžianti specialistui įvertinti pagrindinius individo judesių modelius [45]. Ji susideda iš septynių testų, apimančių pagrindinius judesių modelius: gilus pritūpimas, kojos perkėlimas per kliūtį, įtūpstas, tiesios kojos kėlimas, atsispaudimas, rotacinio stabilumo testas, peties mobilumo testas. Kiekvienas tiriamasis užduotis atliko tris kartus, o užduoties atlikimas buvo vertinamas balais nuo 0 iki 3: 3 balai reiškia nepriekaištingą atlikimą, 2 balai skiriami jeigu įvyko judesio modelio kompensacija, 1 balas skiriamas jeigu tiriamasis negalėjo teisingai atlikti užduoties, o 0 balų skiriama kai atsirado skausmas, bet kurio judesio metu. Atliekant asimetrinius testus, dešinė ir kairė pusės buvo vertinamos atskirai ir fiksuojamas žemesnis balas, gautas atliekant duotą užduotį. Dešinė galūnė visada buvo vertinama pirmiausia. Atlikus visus testus buvo susumuojamas gautų taškų skaičius, kuris parodė sudėtinį FMS balą.

Toliau pateikiama FMS septynių testų charakteristika:

1. Gilus pritūpimas.

Tiriamasis užima pradinę padėtį padėdamas pėdas maždaug pečių plotyje, o pėdas išlygiuodamas sagitalinėje plokštumoje (12 pav.). Tada sureguliuojamos rankos ant lazdos, kad alkūnės būtų 90 laipsnių kampu su lazda virš galvos. Tada lazda iškeliamą virš galvos. Tiriamajam liepiama leisti kuo žemiau į pritūpimą išlaikant tiesią nugarą, prispaustus kulnus ir lazda ir galvos tiesiomis rankomis. Tokią padėtį reiktų išlaikyti vieną sekundę ir grįžti į pradinę padėtį, Galima atlikti

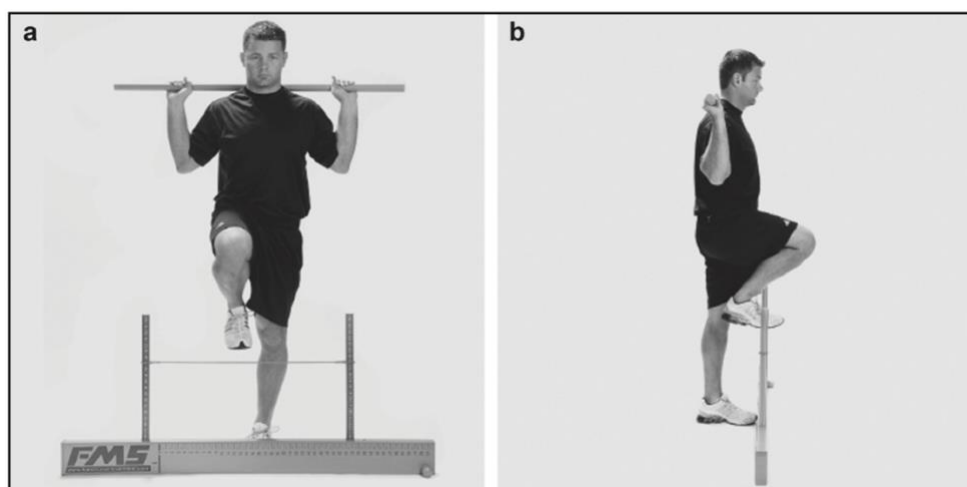
tris pakartojimus. Jei nepasiekiamas „3” balų kriterijus, tiriamojo prašoma atlikti testą su 2x6 bloku po kulnais [45].



12 pav. Gilaus pritūpimo atlikimas

2. Kojos perkėlimas per kliūtį

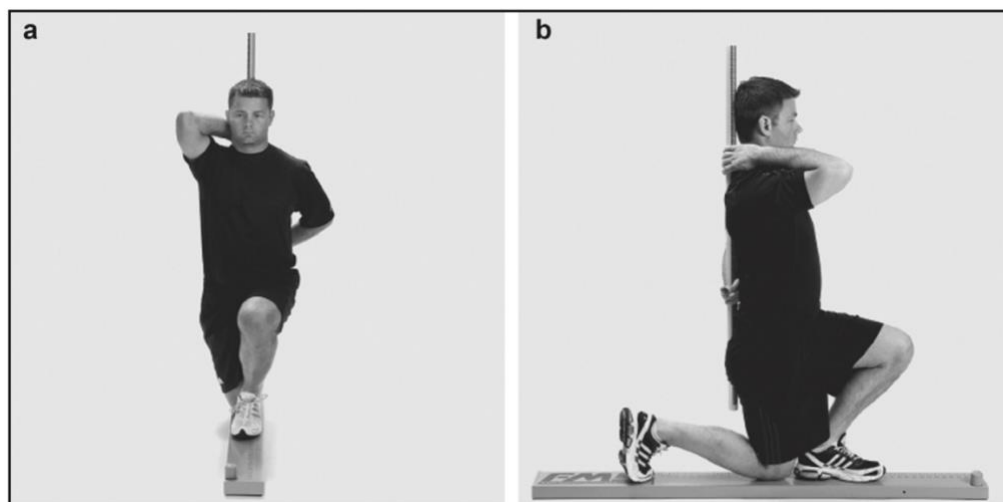
Tiriamasis atsistoja į pradinę padėtį, suglausdamas kojas ir kad pirštų galais liestų kliūties pagrindą. Kliūties aukštis sureguliuojamas pagal sportininko blauzdikaulio gumbų aukštį. Lazda suimama abim rankomis ir dedama už kaklo per pečius. Tada tiriamojo prašoma išlaikyti stačią laikyseną ir peržengti kliūtį pakeliant pėdą link blauzdos ir išlaikant pėdą, kelį ir klubą vienoje linijoje, ir paliesti kulnu grindis, tačiau nepernešant svorio (13 pav.). Tada judanti koja grąžinama į pradinę padėtį. Kojos perkėlimas per kliūtį turėtų būti atliekamas lėtai, kiekviena koja atliekant tris pakartojimus [45].



13 pav. Kojos perkėlimo per kliūtį atlikimas

3. Įtūpstas

Tiriamasis užima pradinę padėtį, prašoma atlikti įtūpstą išlaikant rankose lazdelę taip, kad ji liestų pakaušį, tarpumentę ir sėdmenų vidurio liniją, o viršutinė ranka būtų priešinga kojai, kuri statoma priekyje (14 pav.). Viena tiriamojo koja yra statoma ties nuline žyma, kita statoma blauzdikaulio ilgio atstumu nuo nulinės žymos. Atstumas matuojamas nuo vienos kojos pirštų iki kitos kojos kulno. Tiriamajam atliekant įtūpstą kelis turi paliesti pakylą, ant kurios yra stovima ir grįžti į pradinę padėtį. Judesys atliekamas iš lėto, abejomis kojomis po 3 kartus.



14 pav. Įtūpsto atlikimas

4. Tiesios kojos kėlimas

Tiriamasis užima pradinę padėtį gulėdamas ant nugaros, rankas laikydamas anatomicinėje padėtyje, kojas virš 2x6 platformos, o galvą atremdamas į grindis. Tada tyrėjas nustato vidurio tašką tarp priekinio viršutinio klubakaulio ir girmelės vidurio taško ant grindų ir šioje vietoje statmenai žemei pastatomas kaištis. Tiriamajam nurodoma lėtai pakelti bandomąją koją pėdą laikant į save ir per kelio sąnarį pilnai ištiesus (15 pav.). Atliekant bandymą kitos kojos kelis turi liesti žemę pėdą laikant į save [46].



15 pav. Tiesios kojos kėlimo atlikimas

5. Atsispaudimas

Tiriamasis užima gulimą poziciją. Rankos dedamos pečių plotyje, keliai visiškai ištiesti, pėdos sulenktos į save. Tiriamojo prašoma atlikti vieną atsispaudimą šioje pozicijoje (16 pav.). Kūnas turi būti pakeltas kaip vienetas, atliekant judesį juosmeninėje stuburo dalyje neturėtų atsirasti „atsilikimo“ (arba išsiritimo). Jei tiriamasis negali atlikti atsispaudimo šioje padėtyje, lengvinama padėtis [46].



16 pav. Atsispaudimo atlikimas

6. Rotacinio stabilumo testas

Tiriamasis atsistoja į pradinę padėtį keturpėscia, pečiai ir klubai sulenkti 90 laipsnių kampu liemens atžvilgiu, o tarp rankų ir kelių padėta 2x6 platforma. Tiriamasis sulenkia petį ir ištiesia to pačio šono klubą ir kelį (17 pav.). Tada tas pats petys tiesiamas, o kelias sulenkiamas pakankamai, kad alkūnė priliestų kelį. Tai atliekama dvišaliu būdu iki trijų bandymų kiekvienoje pusėje. Jei

tiriamasis negali atlikti šio judesio, jam nurodoma atlikti judesį įstrižai, naudojant petį ir klubą tokiu pat būdu [46].



17 pav. Rotacinio stabilumo atlikimas

7. Peties mobilumo testas

Pirmiausia tyrėjas išmatuoja plaštakos ilgį, atstumą nuo distalinės delno raukšlės iki didžiojo piršto galo. Paprašoma tiriamojo sugniaužti kumštį taip, kad nykštys būtų prispaustas prie visų pirštų, atliekamas sinchroniškav abiejų rankų siekimo judesys: viršutinė ranka už galvos kiek galima žemiau link sėdmenų, apatinė už nugaros, kiek galima aukščiau galvos link. Judesys atliekamas nuosekliai, be pirštų pagalbos. Atstumas matuojamas tarp abiejų rankų suspaustų kumščių (18 pav.).



18 pav. Peties mobilumo atlikimas

3.3. Statistinė duomenų analizė

Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant IBM SPSS ir Microsoft Office Excel 2022 statistinės analizės paketus. Koreliacijoms apskaičiuoti buvo naudojamas Pirsono ir Spirmeno koreliacijos koeficientai priklausomai nuo to ar duomenys tenkino normalumo sąlygą. Tikrinant statistines hipotezes buvo naudojamas $p < 0,05$ reikšmingumo lygmuo. Rezultatai pateikiami vidurkais su standartiniu nuokrypiu.

4. TYRIMO REZULTATAI

Siekiant įvertinti tiriamų krepšininkų (n=60) fizinį pajėgumą, traumų riziką ir funkcinį judesių atlikimo ypatumus buvo atliktas testavimas pagal funkcinis ir traumų rizikos testus: Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėrmės ir atsigavimo 1 lygio testas, šuolio į aukštį testas, 20 m. sprinto testas, vikrumo T-testas, Y balanso testas, LESS bei funkcinį judesių vertinimo testus.

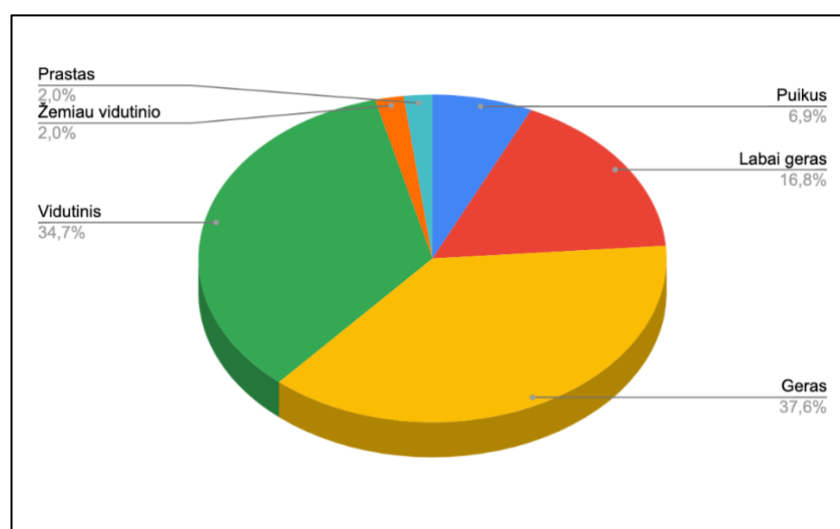
4.1. Krepšininkų fizinio pajėgumo vertinimo rezultatai

Krepšininkų fizinis pajėgumas buvo vertinamas taikant Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėrmės ir atsigavimo 1 lygio testą, šuolio į aukštį testą, 20 m. sprinto testą bei vikrumo T-testą.

4.1.1. Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėrmės ir atsigavimo 1 lygio testo vertinimo rezultatai

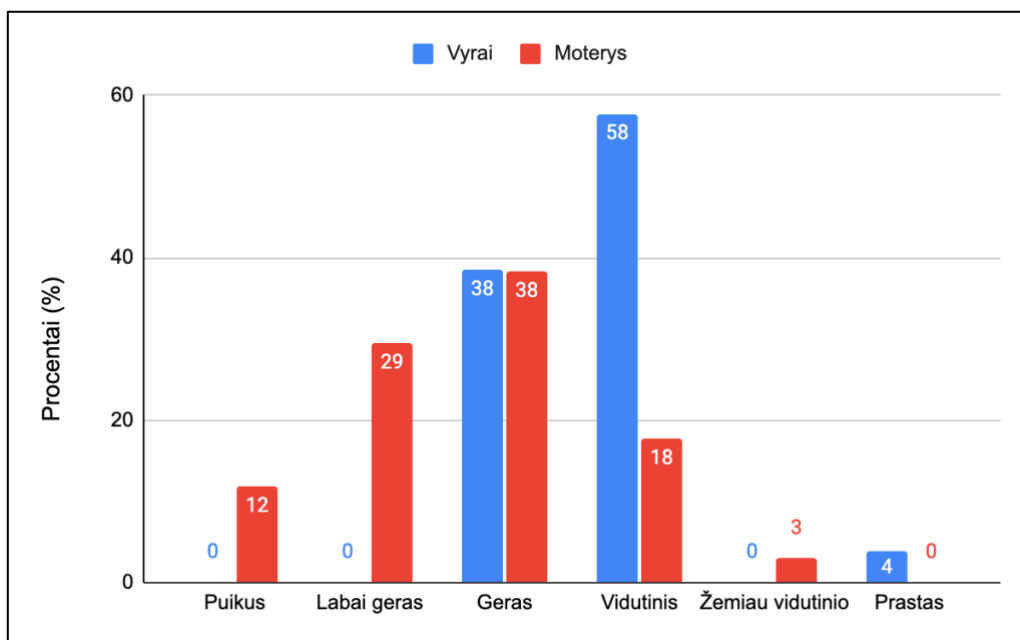
Siekiant įvertinti tiriamų krepšininkų gebėjimą pakartotinai atlikti didelio intensyvumo aerobinį darbą buvo atliktas Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvėrmės ir atsigavimo 1 lygio (YYIR1) testas.

Pagal gautus rezultatus tiriamieji buvo suskirstyti į šešias grupes: puikus, labai geras, geras, vidutinis, žemiau vidutinio, prastas. Rezultatų vertinimo pasiskirstymą rodo skritulinė diagrama (19 pav.). Rezultatai vidutinis ir geras pasiskirsto beveik tolygiai, geras vertinimui priskiriama 37,6 procentai tiriamųjų, o vertinimui vidutinis - 34,7 procentai tiriamųjų. Tolygiai pasiskirsto rezultatai prastas ir žemiau vidutinio - 2,0 procentai. Puikius rezultatus demonstravo 6,9 procentai tiriamųjų, o labai gerus rezultatus – 16,8 procentai tiriamųjų.



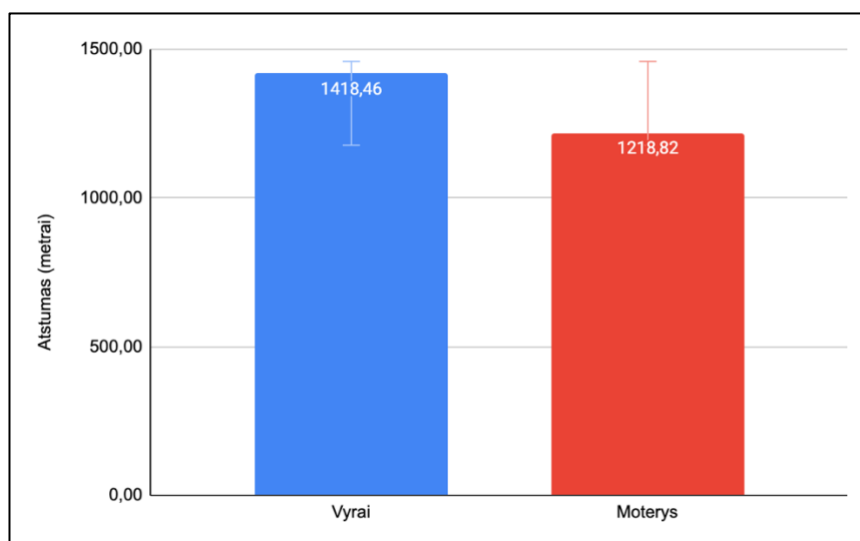
19 pav. YYIR1 testo vertinimo rezultatai

Analizuojant YYIR1 testo rezultatus grupėse, puikius rezultatus demonstrato tik moterys (12 proc.), o prastus tik vyrai (4 proc.). “Gerai” testą atliko vienodas procentas vyrų ir moterų ir tai sudarė 38 proc. Tarp tiriamųjų vyrų 58 proc. testą atliko vidutiniškai (20 pav.).



20 pav. YYIR1 testo rezultatų vertinimas grupėse

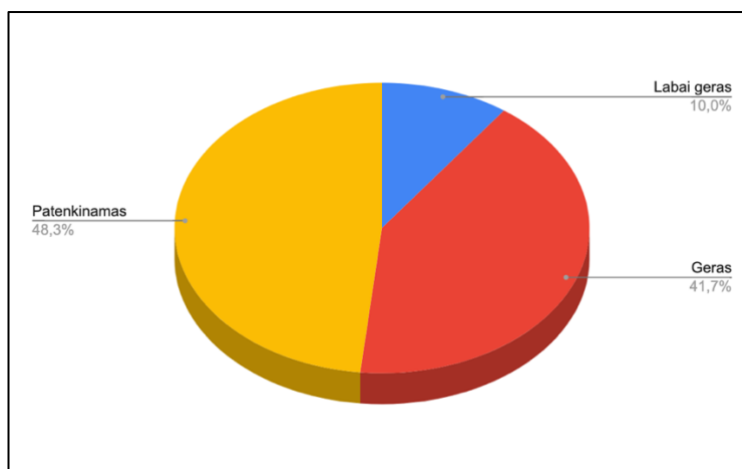
Įvertinus tiriamųjų YYIR1 testo rezultatus vidutiniškai buvo nubėgama $1305,33 \pm 311,41$ metrus. Vyrų vidutiniškai nubėgama $1418,46 \pm 295,08$ metrus, o moterys $1218,82 \pm 299,37$ metrus (21 pav.). Ilgiausias nubėgtas atstumas vyrų grupėje fiksuotas 1840 metrai, o moterų 1760 metrai. Vyrų tarpe trumpiausias nubėgtas atstumas buvo 440 metrų, tarp moterų 640 metrų.



21 pav. Tiriamųjų YYIR1 testo rezultatų vidurkiai grupėse

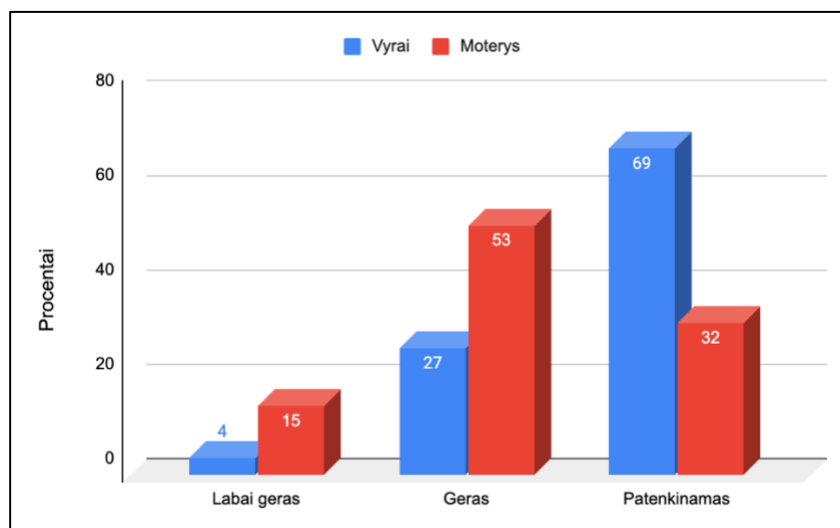
4.1.2. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatai

Norint įvertinti krepšininkų apatinių galūnių jėga buvo naudotas šuolio į aukštį testas. Gauti rezultatai buvo analizuojami pagal šuolio į aukštį vertinimo lentelę (4 lentelė). Šuolio į aukštį testo vertinimo rezultatų pasiskirstymą tarp tiriamųjų vaizduoja skritulinė diagrama pateikta 22 paveiksle. Beveik pusė tiriamųjų buvo priskirti vertinimui - patenkinamas, 48,3 procentai. Labai geram vertinimui - 10,0 procentų, o geram vertinimui - 41,7 procentų tiriamųjų. Nei vienas tiriamasis nebuvo priskirtas puikiam ir labai prastam vertinimui.



22 pav. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatų pasiskirstymas

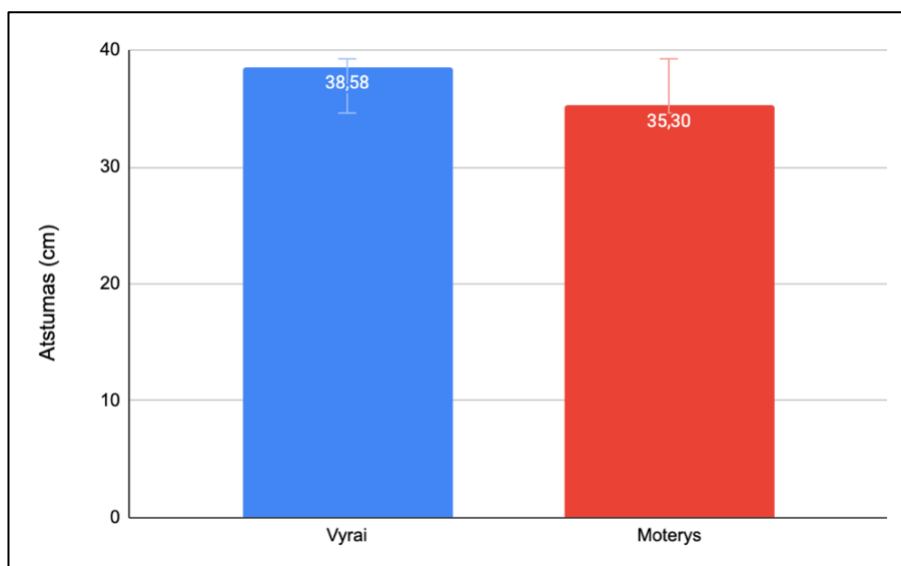
Analizuojant šuolio į aukštį testo vertinimo rezultatų pasiskirstymą tarp grupių nustatyta, kad vyrų tarpe dominavo rezultatai priskiriami vertinimui "patenkinamas", 69 procentai, tarp moterų daugiausia rezultatų priskirta „geras“ vertinimui – 53 procentai. Labai geram vertinimui priskiriama mažiausiai vyrų ir moterų, atitinkamai 4 procentai ir 15 procentų (23 pav.).



23 pav. Šuolio į aukštį vertinimo rezultatai grupėse

Išanalizavus šuolio į aukštį testo rezultatus paaiškėjo, kad tiriamieji vidutiniškai pašoko $36,72 \pm 7,31$ centimetrus. 24 paveikslas demonstruoja šuolio į aukštį aritmetinius vidurkius ir standartinius nuokrypius moterų ir vyrų tarpe. Tyrimo metu geriausias rezultatas fiksuotas vyrų tarpe, o prasčiausias moterų tarpe. Geriausią rezultatą fiksavęs vyras pašoko 56 centimetrus, prasčiausią 31 centimetrą. Tarp moterų aukščiausiai pašoko 51 centimetrą, prasčiausiai pašoko 23 centimetrus.

Analizuojant šuolio į aukštį rezultatus moterų ir vyrų grupėse buvo gauta, kad vyrų šuolio į aukštį vidurkis $38,58 \pm 5,49$ centimetrai, o moterų $35,30 \pm 8,24$ centimetrai.

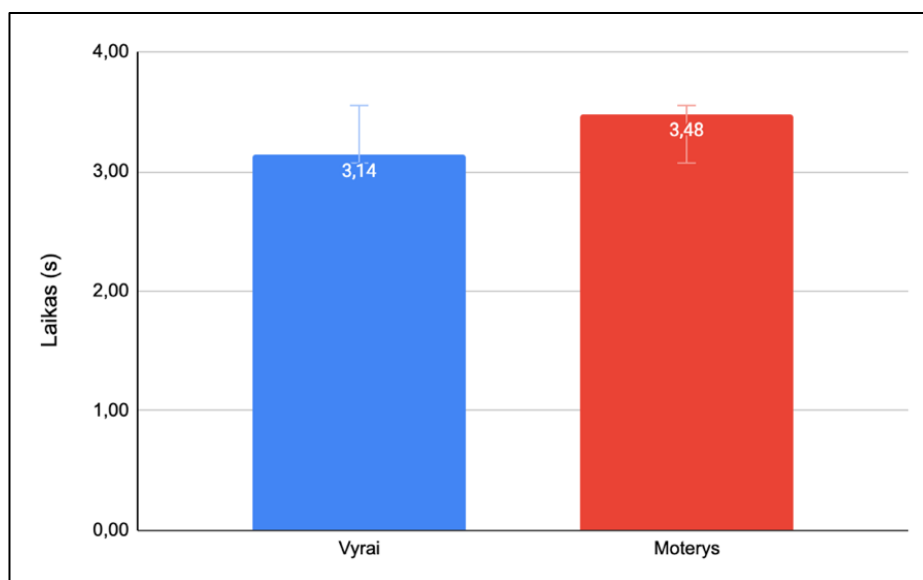


24 pav. Šuolio į aukštį testo rezultatų vidurkių pasiskirstymas tarp grupių

4.1.3. 20 metrų sprinto vertinimo rezultatai

Siekiant įvertinti tiriamųjų greitumą buvo naudotas 20 metrų sprinto testas. 25 paveikslas demonstruoja 20 metrų sprinto testo aritmetinius vidurkius ir standartinius nuokrypius vyrų ir moterų grupėse. Tyrimo metu greičiausias rezultatas fiksuotas vyrų grupėje, lėčiausias moterų. Tarp visų tiriamųjų greičiausiai 20 metrų atstumas buvo įveiktas per 3,00 sekundes, jį įveikė vyras, vos 0,01 sekunde atsiliko greičiausia tiriamoji moteris. Lėčiausiai atstumą įveikė moteris per 3,95 sekundes. Vyrų grupėje lėčiausiai 20 metrų atstumas buvo įveiktas per 3,57 sekundes.

Analizuojant 20 metrų sprinto aritmetinius vidurkius ir standartinius nuokrypius gauta, kad tiriamieji 20 metrų atstumą vidutiniškai įveikė per $3,34 \pm 0,29$ sekundės. Analizuojant rezultatus atskirai grupėse matoma (25 pav.), kad vyrai 20 metrų atstumą įveikė vidutiniškai per $3,14 \pm 0,11$ sekundės, o moterys per $3,48 \pm 0,29$ sekundės.

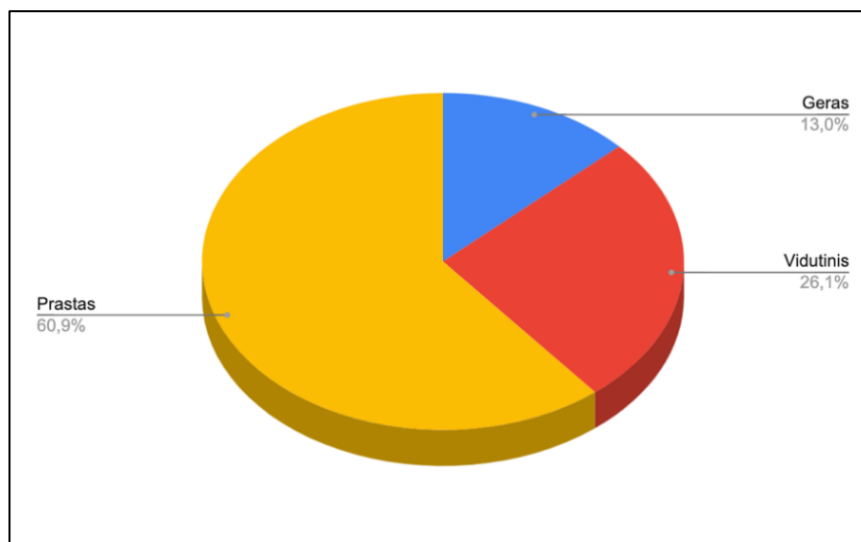


25 pav. 20 metrų sprinto testo rezultatai grupėse

4.1.4. T-testo vertinimo rezultatai

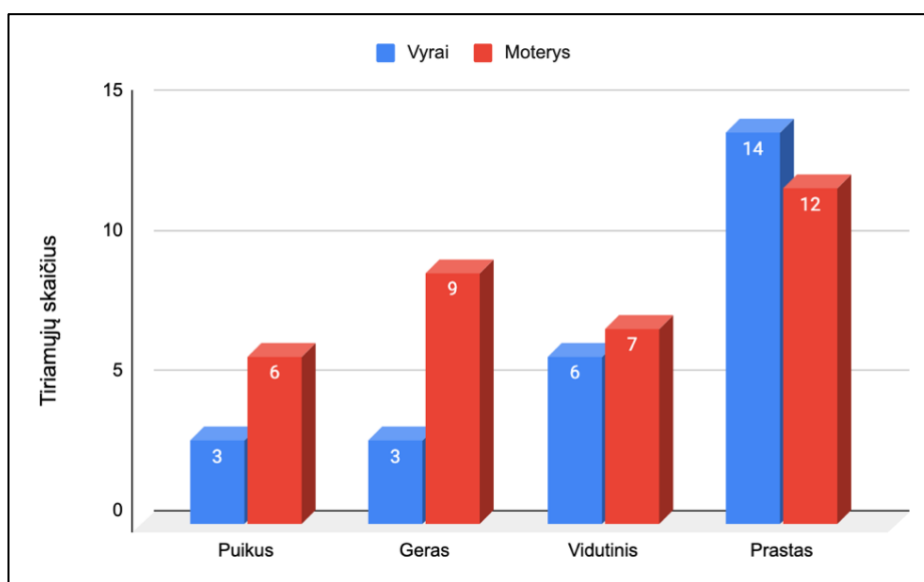
Tiriamųjų vikrumui įvertinti buvo naudojamas T-testas, kuris geriausiai parodo krepšininkų gebėjimą greitai keisti kryptis, kadangi susideda iš krepšinio žaidimui būdingų judesių: sprintavimo, judėjimo atbulomis, krypties keitimo, bei judėjimo šonu.

Tyrimo rezultatai parodė (26 pav.), kad net 60,9 procentai tiriamųjų buvo priskirti prastam testo vertinimui. Vidutiniam vertinimui priskirta 26,1 procentas tiriamųjų ir tik 13,0 procentų tiriamųjų testą atliko gream vertinimui.



26 pav. T-testo rezultatų vertinimo pasiskirstymas

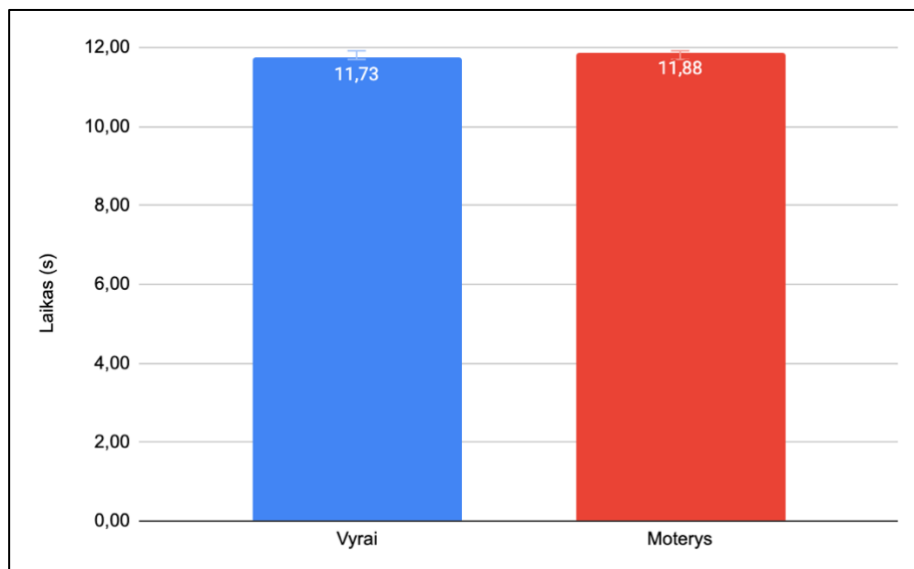
Analizuojant tyrimo rezultatus galime matyti (27 pav.), kad abeiose grupėse daugiausia tyrimųjų buvo priskirti prastam testo atlikimui, 14 vyrų ir 12 moterų. Vyrų grupėje vienos skaičius tyrimųjų buvo priskirti puikiam ir geram vertinimui, po 3 tiriamuosius, o vidutiniam testo atlikimo vertinimui buvo priskirti 6 vyrai. Moterų tarpe puikiam vertinimui buvo priskirtos 6 tiriamosios, geram – 9, o vidutiniam 7 moterys.



27 pav. Tiriamųjų T-testo rezultatų vertinimo pasiskirstymas tarp grupių

Išanalizavus vikrumo T-testo rezultatus nustatyta, kad tiriamieji testą įveikė vidutiniškai per $11,82 \pm 1,70$. Greičiausiai testas buvo atliktas per 8,67 sekundes, o ilgiausiai per 15,05 sekundes.

Analizuojant rezultatus grupėse (28 pav.), vikrumo testo atlikimo vidurkis vyrų grupėje $11,73 \pm 1,71$ sekundės, greičiausias vyras testą įveikė per 8,98 sekundes, o lėčiausias per 15,05 sekundes. Tuo tarpu moterų grupėje testo atlikimo aritmetinis vidurkis $11,88 \pm 1,72$ sekundės. Greičiausia moteris testą įveikė per 8,67 sekundes, o lėčiausiai – 15,01 sekundės.



28 pav. Vikrumo T-testo rezultatų aritmetiniai vidurkiai grupėse

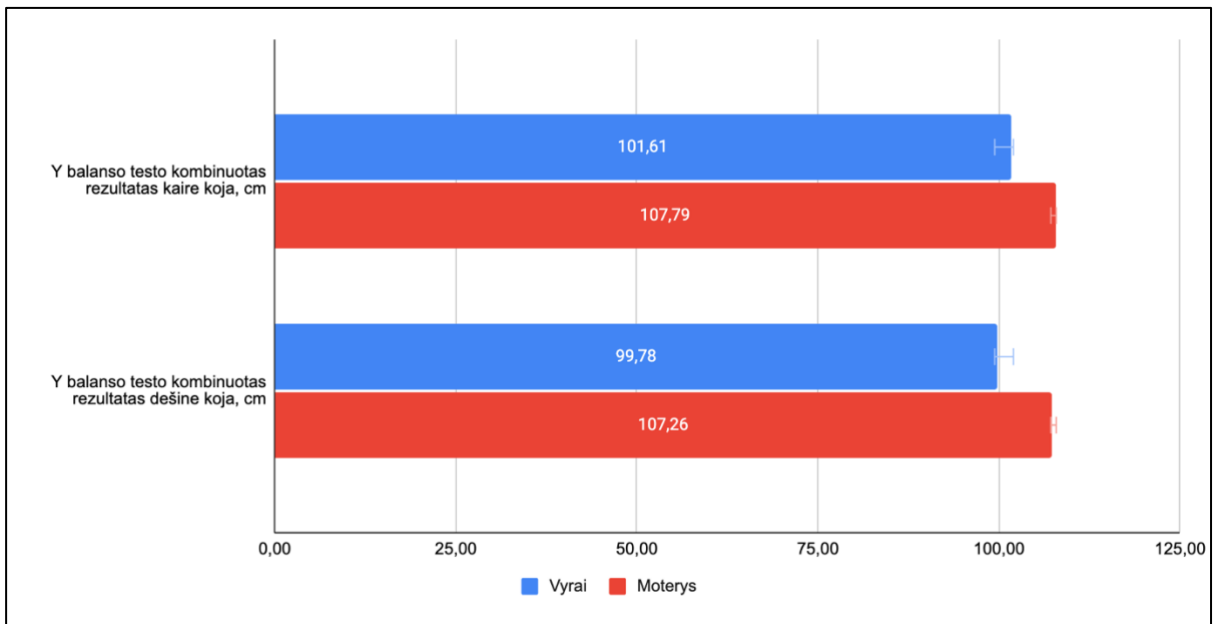
4.2. Krepšininkų rizikos vertinimo patirti traumą rezultatai

4.2.1. Y balanso testo vertinimo rezultatai

Tiriamų krepšininkų traumų rizikos įvertinimui buvo atliekamas dinaminio stabilumo Y balanso testas, kuris efektyviai ir kliniškai yra pritaikomas tiksliai nustatyti apatinių galūnių raumenų kontrolę ir įvertinti galimą riziką patirti apatinių galūnių traumas.

Išanalizavus tiriamųjų duomenis buvo nustatyta, kad krepšininkų vyrų vidutinis Y balanso testo kombinuotas rezultatas kaire koja $101,61 \pm 6,05$ centimetrai, o dešine koja $99,78 \pm 8,01$ centimetrai. Krepšininkų moterų vidutinis Y balanso testo kombinuotas rezultatas kaire koja $107,79 \pm 14,29$ centimetrai, o dešine koja $107,26 \pm 14,13$ centimetrai.

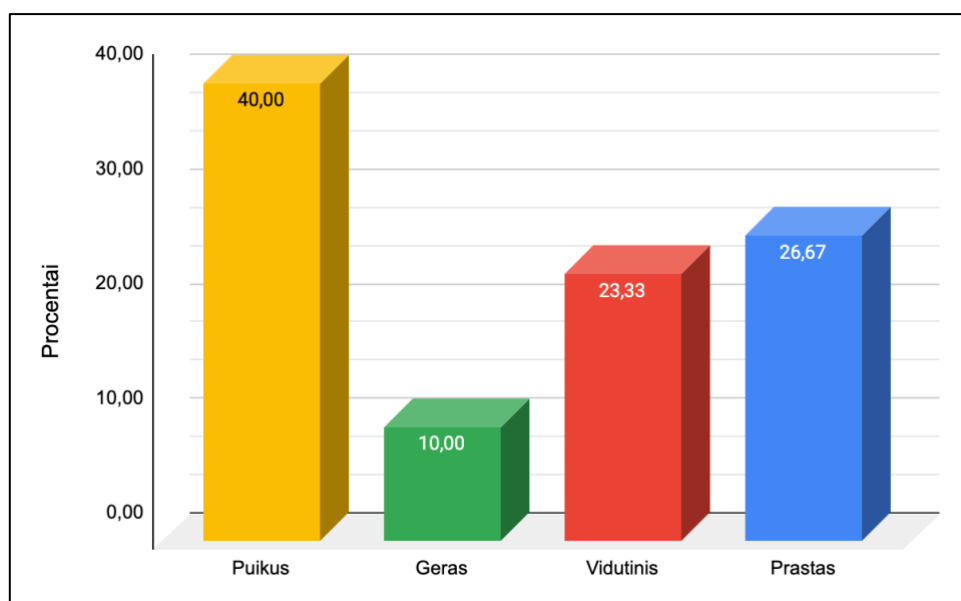
Y balanso testo kombinuoti kairės ir dešinės kojų rezultatai parodė, kad 27 procentai tiriamųjų turi 3 kartus didesnę riziką patirti apatinių galūnių traumas, nes jų kombinuotas įverttis buvo ≤ 94 procentai. Vertinant padidintą riziką patirti apatinių galūnių traumas grupėse, 23 procentai vyrų ir 29 procentai moterų turėjo 3 kartus didesnę riziką patirti apatinių galūnių traumas.



29 pav. Y balanso testo kombinuoti rezultatai

4.2.2. LESS testo vertinimo rezultatai

Taikant LESS testą buvo įvertintos biomechanines nusileidimo judesio klaidos. Išanalizavus suminio balo rezultatus paaiškėjo, kad 26,67 procentai tiriamųjų turi padidėjusią riziką patirti apatinių galūnių traumas, o 40 procentų tiriamųjų atitiko puikų vertinimą ir turi minimalią tikimybę patirti apatinių galūnių traumas. Geram vertinimui buvo priskirta tik 10,00 procentų tiriamųjų, o vidutiniam – 23,33 procentai. (30 pav.) Vidutinis LESS testo tiriamųjų suminio balo vertinimas buvo $4,72 \pm 2,56$. Mažiausias vertinimas buvo 1, o didžiausias – 9.

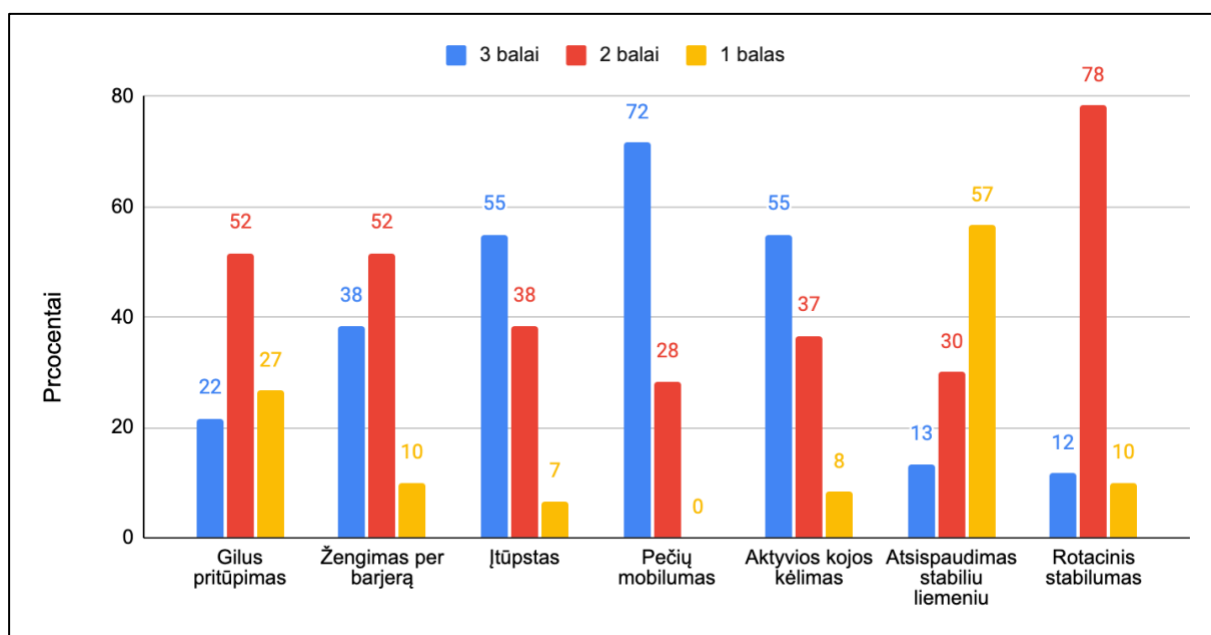


30 pav. LESS testo atlikimo vertinimas suminiu balu

4.3. Krepšininkų funkcinį judesių atlikimo stereotipo įvertinimo rezultatai

Krepšininkų septynių funkcinį judesių atlikimo stereotipas buvo vertinamas 3, 2, 1 ir 0 balų.

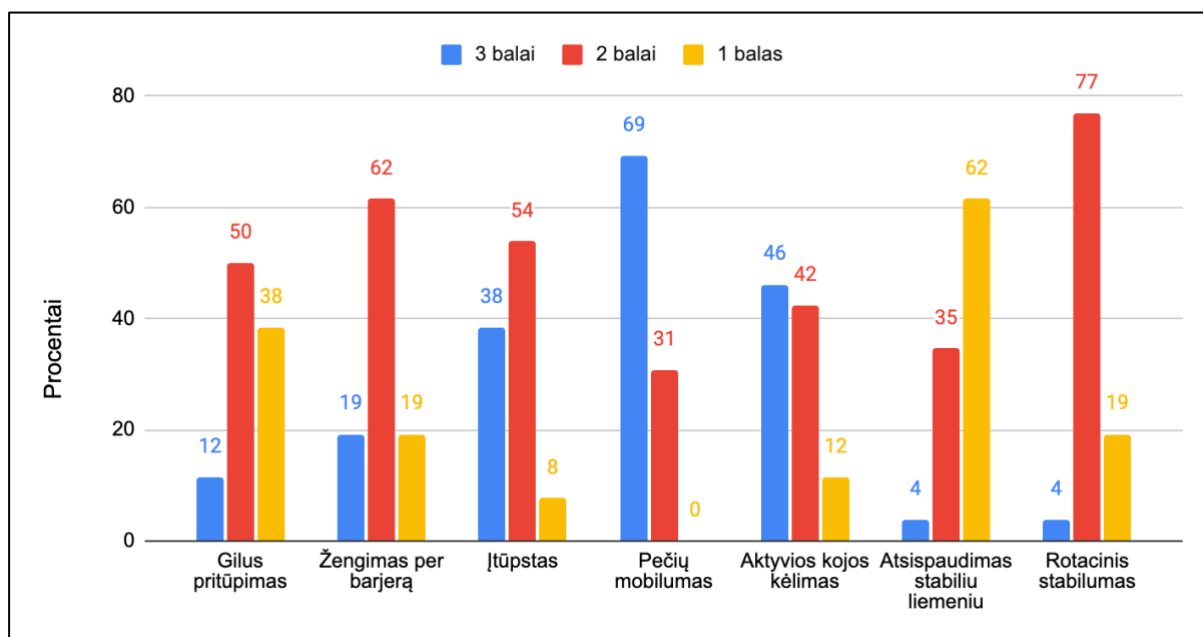
Išanalizavus duomenis gauta, kad 0 balų už funkcinį judesių atlikimo stereotipus negavo nei vienas tiriamasis (31 pav.). Tiriamieji krepšininkai kokybiškiausiai, t.y. gavo 3 balus, atliko pečių mobilumo funkcinį judesį – 72 proc. Vienodas procentas (55 proc.) tiriamųjų taip pat kokybiškai atliko įtūpsto ir aktyvios kojos kėlimo funkcinis judesius. Rotacinio stabilumo funkcinį judesį kokybiškai atliko tik 12 procentų tiriamųjų, tačiau net 78 procentai tiriamųjų rotacinio stabilumo funkcinį judesį atliko 2 balams. Po 52 procentus tiriamųjų gilaus pritūpimo ir žengimo per barjerą funkcinis judesius atliko taip pat 2 balams. Prasčiausiai įvertintas buvo atsispaudimo stabiliu liemeniu funkcinis judesys, 57 procentai tiriamųjų gavo 1 balo įvertinimą. Pečių mobilumo funkcinis judesys buvo atliekamas kokybiškiausiai ir 1 balo įvertinimui nebuvo priskirstas nei vienas tiriamasis.



31 pav. Funkcinį judesių stereotipo įvertinimo rezultatai

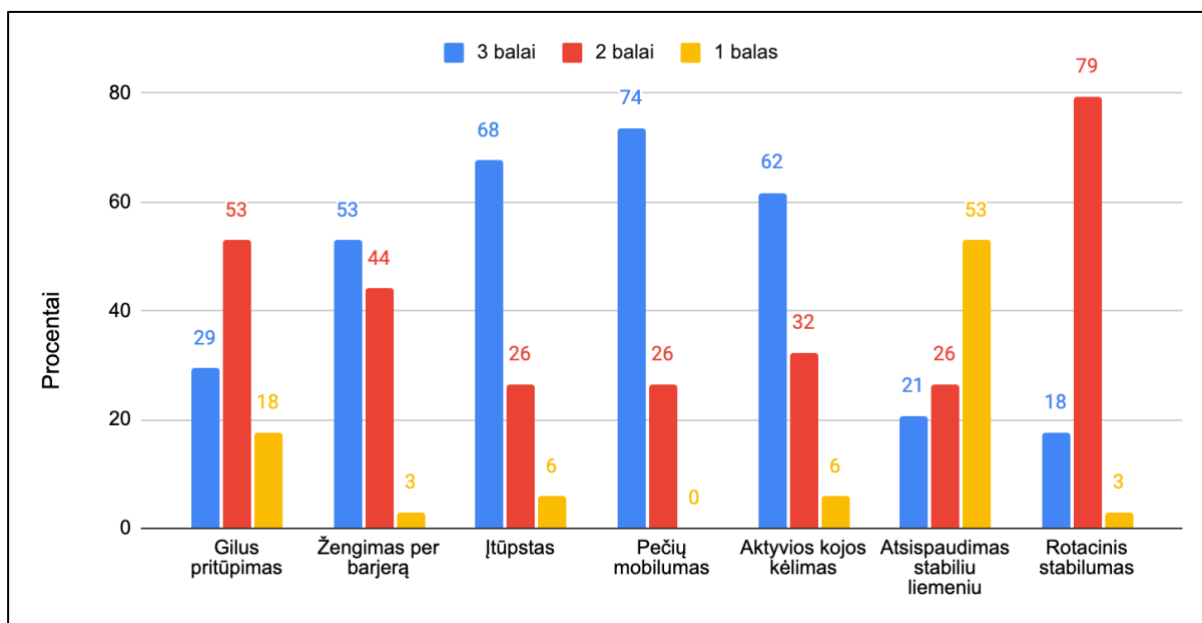
Analizuojant funkcinį judesių atlikimo stereotipo įvertinimo rezultatus grupėse (32 pav.), net 69 procentai tiriamųjų vyrų kokybiškiausiai, t.y. gavo 3 balus, atliko pečių mobilumo funkcinį judesį. Taip pat didesnis procentas tiriamųjų vyrų (46 proc.) 3 balus gavo atlikdami aktyvios kojos kėlimo funkcinį judesį, o atsispaudimą stabiliu liemeniu ir rotacinio stabilumo funkcinį judesį 3 balų vertinimui atliko tik po 4 procentus tiriamųjų. 2 balais daugiausia tiriamųjų vyrų buvo įvertinti atliekant rotacinio stabilumo funkcinį judesį, mažiausia tiriamųjų 2 balais buvo įvertinti atliekant pečių mobilumo funkcinį judesį (31 proc.). 62 procentai tiriamųjų vyrų atsispaudimą stabiliu liemeniu

atliko 1 balo vertinimui, o pečių mobilumo funkcinio judesio metu nei vienas tiriamasis negavo 1 balo vertinimo.



32 pav. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo rezultatai vyrų grupėje

Išanalizavus funkcinių judesių atlikimo stereotipo rezultatus moterų grupėje matome (33 pav.), kad kaip ir vyrų grupėje daugiausia tiriamųjų (74 proc.) kokybiškiausiai, 3 balams, atlikto pečių mobilumo funkcinį judesį. Taip pat 68 procentai tiriamų moterų įtūpstą atliko 3 balams. Tik 18 procentų moterų 3 balų įvertinimą gavo rotacinio stabilumo funkcinio judesio atlikime, tačiau šį judesį 2 balams atliko net 79 procentai tiriamųjų. Po 26 procentus tiriamųjų 2 balams atliko įtūpsto, pečių mobilumo ir atsispaudimo stabiliu liemeniu funkcinis judesius. Prasčiausiai moterims sekėsi atlikti atsispaudimą stabiliu liemeniu, 1 balo įvertinimui buvo priskirta 53 procentai tiriamųjų. Nei viena tiriamoji negavo 1 balo pečių mobilumo funkcinio judesio atlikime.



33 pav. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo rezultatai moterų grupėje

4.4. Fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo testų vertinimo sąsajos

Įvertinus tiriamųjų fizinį pajėgumą buvo tirtos sąsajos tarp jų tarpusavyje (6 lentelė). Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testo vertinimo rezultatai statistiškai koreliuoja ($p < 0,05$) tik su šuolio į aukštį testu ($r = -0,359$). Nei vienas kitas testas statistiškai nekoreliuoja tarpusavyje.

6 lentelė. Fizinio pajėgumo rezultatų tarpusavio sąsajos

	YYIR1	Šuolis į aukštį	20 m. sprintas	T-test
YYIR1	1	-0,359	-0,201	-0,094
Šuolis į aukštį	-0,359	1	-0,171	0,050
20 m. sprintas	-0,201	-0,171	1	0,009
T-test	-0,094	0,050	0,009	1

Statistiškai reikšminga koreliacija ($p < 0,05$); YYIR1 - Yo-Yo nutrūkstamos ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testas

Įvertinus tiriamųjų fizinį pajėgumą ir traumų riziką buvo tirtos sąsajos tarp jų (7 lentelė), tačiau nebuvo pastebėtos statistiškai reikšmingos koreliacijos ($p < 0,05$).

7 lentelė. Fizinio pajėgumo ir traumų rizikos sąsajos

	YBT K	YBT D	LESS
YYIR1	-0,007	-0,082	-0,123
Šuolis į aukštį	0,141	0,131	-0,130
20 m. sprintas	0,106	0,185	-0,007
T-test	0,135	0,242	0,070

YYIR1 - Yo-Yo nutrūkstamos ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testas; YBT K – Y balanso vertinimas kaire kojas; YBT D – Y balanso testo vertinimas dešine koja; LESS - nusileidimo klaidų vertinimo sistema.

Įvertinus tiriamųjų funkcinį judesių stereotipus buvo iširtos sąsajos tarp jų (8 lentelė). Gilaus pritūpimo judesio vertinimo rezultatai statistiškai reikšmingai koreliuoja ($p < 0,05$) su įtūpstu ($r = 0,336$) ir aktyvios kojos kėlimu ($r = 0,318$).

8 lentelė. Funkcinių judesių atlikimo rezultatų tarpusavio sąsajos

	Gilus pritūpimas	Žengimas per barjerą	Įtūpstas	Pečių mobilumas	Aktyvios kojos kėlimas	Atsispaudimas stabiliu liemeniu	Rotacinis stabilumas
Gilus pritūpimas	1	0,240	0,336	0,116	0,318	-0,141	0,101
Žengimas per barjerą	0,240	1	0,100	0,174	0,174	-0,106	0,042
Įtūpstas	0,336	0,100	1	0,220	0,068	-0,078	0,163
Pečių mobilumas	0,116	-0,018	0,220	1	-0,222	0,156	-0,056
Aktyvios kojos kėlimas	0,318	0,174	0,068	-0,222	1	-0,151	0,223
Atsispaudimas stabiliu liemeniu	-0,141	-0,106	-0,078	0,156	-0,151	1	0,002
Rotacinis stabilumas	0,101	0,042	0,163	-0,056	0,223	0,002	1

Statistiškai reikšminga koreliacija ($p < 0,05$)

Išanalizavus tyrimo rezultatus buvo gauta, kad funkcinį judesių stereotipo galutinio vertinimo rezultatas statistiškai reikšmingai koreliuoja ($p < 0,05$) su Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testo rezultatai ($r = -0,341$).

Gilaus pritūpimo funkcinis judesys statistiškai reikšmingai koreliuoja ($p < 0,05$) su 20 metrų sprinto testu ($r = 0,279$), žengimo per barjerą funkcinis judesys statistiškai reikšmingai koreliuoja su

Yo-yo nutrūkstamo intensyvumo ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testo rezultatu ($r=-0,313$), atsispaudimo stabiliu liemeniu funkcinis judesys statistiškai reikšmingai koreliuoja su šuolio į aukštį rezultatais ($r=-0,358$) ir rotacinio stabilumo funkcinis judesys statistiškai reikšmingai koreliuoja su vikrumo T-testo rezultatais ($r=0,361$).

9 lentelė. Funkcinių judesių atlikimo stereotipo ir fizinio pajėgumo sąsajos

	YYIR1	Šuolis į aukštį	20 m. sprintas	T-testas
FMS galutinis	-0,341	-0,041	0,249	0,241
Gilus pritūpimas	-0,139	0,004	0,279	0,215
Žengimas per barjerą	-0,313	0,071	0,145	0,037
Įtūpstas	-0,136	0,144	0,154	-0,036
Pečių mobilumas	-0,098	0,102	0,020	0,036
Aktyvios kojos kėlimas	-0,213	0,020	-0,028	0,069
Atsispaudimas stabiliu liemeniu	0,063	-0,358	0,096	0,128
Rotacinis stabilumas	-0,139	-0,188	0,170	0,361

Statistiškai reikšminga koreliacija ($p<0,05$); YYIR1 - Yo-Yo nutrūkstamos ištvermės ir atsigavimo 1 lygio testas; FMS – funkcinių judesių vertinimas;

Analizuojant rizikos patirti apatinių galūnių traumas ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo testų rezultatų sąsajas (10 lentelė) nustatytos statistiškai reikšmingos koreliacijos ($p<0,05$) tarp Y balanso testo dešinės kojos kombinuoto vertinimo ir funkcinių judesių atlikimo galutinio vertinimo ($r=0,371$) bei gilaus pritūpimo funkcinio judesio ($r=0,359$).

10 lentelė. Rizikos patirti apatinių galūnių traumas ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo sąsajos

	FMS galutinis	Gilus pritūpimas	Žengimas per barjerą	Įtūpstas	Pečių mobilumas	Aktyvios kojos kėlimas	Atsispaudimas stabiliu liemeniu	Rotacinis stabilumas
YBT K	0,241	0,213	0,194	0,162	0,110	0,191	-0,152	0,171
YBT D	0,371	0,359	0,227	0,249	0,124	0,222	-0,092	0,201
LESS	-0,039	-0,009	0,002	-0,128	-0,144	0,133	0,034	-0,076

Statistiškai reikšminga koreliacija ($p<0,05$)

5. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS

Krepšinis yra viena iš labiausiai praktikuojamų sporto šakų pasaulyje. Šiuo metu krepšinio atstovų fizinio pajėgumo ir traumų rizikos vertinimo tyrimai nėra pakankamai tobuli, todėl reikalauja tarpdiscipliniškumo, ypač analizuojant krepšininkų individualius ypatumus ir jų kelių kintamųjų sąveikos problematiką.

Šio darbo metu buvo siekta nustatyti krepšininkų fizinį pajėgumą, rizikas patirti apatinių galūnių traumas, funkcinį judesių atlikimo stereotipus bei sąsajas tarp jų. Analizuojant atlikto tyrimo duomenis su užsienio mokslininkų darbais, buvo įvertinti fizinio pajėgumo rezultatai tiriamųjų krepšininkų grupėse. Lyginant Song T. [59] ir Florez Gil E. [60] duomenys su mūsų tirtų sportininkų duomenimis, pastebėta, kad mūsų tirtų krepšininkų vyrų grupė parodė geresnius rezultatus 20 metrų sprinto teste ir vikrumo T-teste, o aerobinio pajėgumo ir sprogstamosios jėgos vertinime atsiliko nuo Song T. ir bendraautorių nustatytų rezultatų. Lyginant Florez Gil E moterų krepšininkų tyrimo rezultatus su mūsų tiriamųjų krepšininkų testavimo rezultatais, nustatyta, kad Lietuvos sportininkės rodo geresnius rezultatus atliekant aerobinio pajėgumo, sprogstamosios jėgos ir greitumo testus. Geresniu vikrumu pasižymėjo Florez Gil E. ir bendraautorių atlikto tyrimo tiriamosios krepšininkės. Tačiau šio tyrimo tiramieji Lietuvos krepšininkai žaidžia mėgėjų lygose, o Song T. ir kt. (2023) bei Florez Gil E. ir kt. (2023) atliktų tyrimų tiramieji buvo profesionalių klubų krepšininkai arba nacionalinių rinktinių nariai, todėl rezultatų skirtumai atsiranda dėl skirtingo krepšininkų lygio. Kitas svarbus aspektas yra – tiriamųjų amžius, t.y. kaip fizinis pajėgumas buvo lavinamas brendimo laikotarpiu. Kadangi skirtingame amžiuje yra treniruojamos skirtingos fizinės ypatybės, o praleidus kritinį laikotarpį vėlesniame amžiuje pasiekti geresnių rezultatų bus sunkiau ir tai atsiliepia sportininkų fiziologinių-funkcinių rodiklių vertinimo rezultatuose bei žaidimų rezultatyvume [61].

Vertinant krepšininkų riziką patirti apatinių galūnių traumas Y balanso testu ir LESS testu buvo nustatytas, kad 27 procentai tiriamųjų turi didesnę riziką patirti apatinių galūnių traumas. Lyginant krepšininkų moterų rezultatus su Šiupšinsko L. ir bendraautorių [8] atlikto tyrimo duomenimis, mūsų tiriamųjų krepšininkų Y balanso testo kombinuotas rezultatas buvo didesnis už Šiupšinsko L. ir bendraautorių atlikto tyrimo tiriamųjų. Vertinant LESS testo rezultatus, mūsų tiriamosios pasirodė geriau, dauguma tiriamųjų buvo įvertintos puikiam testo atlikimui ir vidutiniškai surinko 4,72 balo, tuo tarpu Šiupšinsko L. ir bendraautorių balas buvo 7. Šių rezultatų skirtumai gali būti dėl tiriamųjų skirtumų tiek žaidimo lygiu, tiek dėl buvusių sportinių traumų, kadangi Šiupšinskas L. ir bendraatoriai tyrė profesionaliai žaidžiančių moterų krepšininkų funkcinį judesių atlikimo stereotipo sąsajas su sportinėmis traumomis sezono metu. Jų atliktas tyrimas atskleidė, kad dažniausiai pažeidžiama sritis tarp profesionaliai krepšinių žaidžiančių moterų buvo kelis ir kulkšnis (40,2 proc. ir 38 proc.). Sąsajos tarp dinaminio stabilumo vertinant Y balanso testu siekiant išsiaiškinti

apatinių galūnių traumų riziką ir traumų dažnumo nebuvo rasta. Manoma, todėl, kad žaidėjos dalyvavo aukščiausio lygio varžybose. Taip pat LESS testas Šiupšinsko L. ir bendraautorių atliktame tyrime parodė prastus nusileidimo rezultatus. Manoma, kad geriausiai apatinių galūnių traumų riziką nusako būtent LESS testo vertinimas, ir kad blogi nusileidimo rezultatai sportininkų atžvilgiu rodo padidėjusią traumų riziką. Nors pačio testo autoriai siūlo vertinti padidėjusią apatinių galūnių traumų riziką tuomet kai balas yra >6 , tačiau Padua D. A. ir bendraautoriai siūlo taikyti >5 balų vertinimą sportininkams padidėjusiai traumų rizikai nustatyti [62].

Vertinant krepšininkų fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo rezultatų sąsajas buvo nustatyta, kad statistiškai reikšmingos koreliacijos yra tarp fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinių judesių atlikimo stereotipo. Aerobinė ištvermė siejasi su sprogstamąja jėga, bendru funkcinių judesių atlikimo stereotipu bei žengimu per barjerą atskirai. Chang W. ir bendraautorių [63] atliktas tyrimas parodė reikšmingą koreliaciją tarp SEBT, FMS ir fizinio pajėgumo testų rezultatų. Mūsų darbo rezultatai parodė, kad vikrumo T-testas turėjo reikšmingą koreliaciją su atsispaudimu stabiliu liemeniu ir SEBT priekiniu siekimu. Tačiau reikšmingų FMS, SEBT, vikrumo T-testo ir vertikalaus šuolio skirtumų tarp sportinių traumų rizikos nebuvo aptikta.

Apibendrinant galima teigti, kad tirtų krepšininkų fizinis pajėgumas buvo geras, o patirti apatinių galūnių traumas turėjo tik 27 procentai tiriamųjų. Krepšininkų funkcinių judesių atlikimas buvo geras. Galima teigti, kad fizinis pajėgumas turi įtakos funkcinių judesių atlikimo stereotipui, o netinkamas funkcinių judesių atlikimas gali įtakoti apatinių galūnių traumų rizikos padidėjimą.

Šio darbo rezultatai yra svarbus praktikoje, ypač fizinio pasirengimo ugdytojų, kineziterapeutų ir krepšinio sporto šakos trenerių darbe sudarant efektyvesnes sportininkų vertinimo strategijas ir treniruočių valdymo sistemas.

6. IŠVADOS

1. Įvertinus tiriamųjų fizinį pajėgumą nustatyta, kad krepšininkai geba gerai arba vidutiniškai atlikti didelio intensyvumo aerobinį darbą. Geresniu greičiu pasižymi vyrai krepšininkai. Tiriamųjų sprogstamoji jėga ir vikrumas buvo vertinami patenkinamai.
2. Ištyrus ir įvertintus traumų riziką Y balanso testu buvo nustatyta, kad 27 procentai tiriamųjų turi 3 kartus didesnę riziką patirti apatinių galūnių traumas. Nusileidimo klaidų vertinimo sistemos rezultatai rodo, kad 27 procentai tiriamųjų turi padidėjusią apatinių galūnių traumų riziką, jų šuolio nusileidimo biomechanika yra prasta;
3. Tirti krepšininkai funkcinis judesius atliko be skausmo. Kokybiškiausias atliktas judesys buvo pečių mobilumo, o prasčiausias – atsispaudimas stabiliu liemeniu. Netinkamas funkcinį judesių atlikimas gali įtakoti apatinių galūnių traumų rizikos padidėjimą.
4. Vertinant krepšininkų testavimo duomenys, nustatytos statistiškai reikšmingos koreliacijos tarp fizinio pajėgumo, traumų rizikos ir funkcinį judesių atlikimo stereotipo. Aerobinė ištvermė siejama su sprogstamąja jėga, bendru funkcinį judesiu atlikimo stereotipu bei žengimu per barjerą atskirai.

7. REKOMENDACIJOS

1. Siekiant geresnių pasirodymų krepšinio aikštelėje reikėtų atkreipti dėmesį į krepšininkų fizinį pasirengimą. Rekomenduojama daugiau dėmesio skirti sprogstamosios jėgos ir vikrumo lavinimui.
2. Siekiant nustatyti krepšininkų padidėjusią traumų riziką patirti apatinių galūnių traumas tikslinga kartu vertinti funkcinių judesių atlikimo stereotipus.
3. Vertinant krepšininkų fizinį pajėgumą tikslinga būtų kartu vertinti ir funkcinių judesių atlikimo stereotipus.

8. LITERATŪROS ŠARAŠAS

1. Ferioli D, Conte D, Scanlan AT. Editorial: Optimizing player health, recovery, and performance in basketball. *Front Psychol.* 2022;13.
2. E. W, Yu Q, Guo H. Sports Medicine Image Modeling for Injury Prevention in Basketball Training. *Contrast Media Mol Imaging.* 2022;2022:1–8.
3. D'Elia F, D'Andrea D, Esposito G, Altavilla G, Raiola G. Increase the Performance Level of Young Basketball Players through the Use of High Intensity Interval Training. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences.* 2021;9:445–50.
4. Ramirez-Campillo R, García-Hermoso A, Moran J, Chaabene H, Negra Y, Scanlan AT. The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. *J Sport Health Sci.* 2022;11:656–70.
5. Malm C, Jakobsson J, Isaksson A. Physical Activity and Sports—Real Health Benefits: A Review with Insight into the Public Health of Sweden. *Sports.* 2019;7:127.
6. Bond CW, Dorman JC, Odney TO, Roggenbuck SJ, Young SW, Munce TA. Evaluation of the Functional Movement Screen and a Novel Basketball Mobility Test as an Injury Prediction Tool for Collegiate Basketball Players. *J Strength Cond Res.* 2019;33:1589–600.
7. Quartey J, Davor SF, Kwakye SK. An injury profile of basketball players in Accra, Ghana. *South African Journal of Physiotherapy.* 2019;75.
8. Šiupšinskas L, Garbenytė-Apolinskienė T, Salatkaitė S, Gudas R, Trumpickas V. Association of pre-season musculoskeletal screening and functional testing with sports injuries in elite female basketball players. *Sci Rep.* 2019;9:9286.
9. Campa F, Semprini G, Júdice P, Messina G, Toselli S. Anthropometry, Physical and Movement Features, and Repeated-sprint Ability in Soccer Players. *Int J Sports Med.* 2019;40:100–9.
10. D'Isanto T, D'Elia F, Raiola G, Altavilla G. Assessment of Sport Performance: Theoretical Aspects and Practical Indications. *Sport Mont.* 2019;17:79–82.
11. Kour H, Singh Deol N. Evaluation of physical fitness components of basketball players at different level of competition. ~ 466 ~ *International Journal of Physiology [Internet].* 2019;4:466–8. Available from: www.journalofsports.com
12. Li W, Liu Y, Deng J, Wang T. Basketball specific agility: A narrative review of execution plans and implementation effects. *Medicine.* 2024;103:e37124.
13. Ibáñez SJ, Piñar MI, García D, Mancha-Triguero D. Physical Fitness as a Predictor of Performance during Competition in Professional Women's Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20:988.
14. Oficialiosios statistikos portalas [Internet]. Available from: <https://osp.stat.gov.lt/>

15. Lietuvos krepšinio federacija [Internet]. Available from: <https://ltu.basketball/>
16. Zarić I, Kukić F, Jovićević N, Zarić M, Marković M, Toskić L, et al. Body Height of Elite Basketball Players: Do Taller Basketball Teams Rank Better at the FIBA World Cup? *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:3141.
17. FIBA. 2022 Official Basketball Rules. Basketball Rules And Equipment [Internet]. 2023. Available from: <https://www.fiba.basketball/documents/official-basketball-rules/current.pdf>
18. Kalén A, Pérez-Ferreirós A, Costa PB, Rey E. Effects of age on physical and technical performance in National Basketball Association (NBA) players. *Research in Sports Medicine*. 2021;29:277–88.
19. Petway AJ, Freitas TT, Calleja-González J, Medina Leal D, Alcaraz PE. Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *PLoS One*. 2020;15:e0229212.
20. AKSOVIĆ N, BJELICA B, MÍLANOVIĆ F, JOVANOVIĆ N, ZELENOVIĆ M. Plyometric training effects on explosive power, sprint and direction change speed in basketball: A review. *Turkish Journal of Kinesiology*. 2021;7:73–9.
21. Davis JK, Oikawa SY, Halson S, Stephens J, O’Riordan S, Luhrs K, et al. In-Season Nutrition Strategies and Recovery Modalities to Enhance Recovery for Basketball Players: A Narrative Review. *Sports Medicine*. 2022;52:971–93.
22. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Calleja-González J, Ibáñez SJ. Physical fitness in basketball players: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59.
23. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Gamonales JM, Ibáñez SJ. Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:643.
24. Mackala K, Vodičar J, Žvan M, Križaj J, Stodolka J, Rauter S, et al. Evaluation of the Pre-Planned and Non-Planned Agility Performance: Comparison between Individual and Team Sports. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:975.
25. Kariyawasam A, Ariyasinghe A, Rajaratnam A, Subasinghe P. Comparative study on skill and health related physical fitness characteristics between national basketball and football players in Sri Lanka. *BMC Res Notes*. 2019;12:397.
26. Morrison M, Martin DT, Talpey S, Scanlan AT, Delaney J, Halson SL, et al. A Systematic Review on Fitness Testing in Adult Male Basketball Players: Tests Adopted, Characteristics Reported and Recommendations for Practice. *Sports Medicine*. 2022;52:1491–532.
27. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Antúnez A, Ibáñez SJ. Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1409.

28. Zhang M, Li D, He J, Liang X, Li D, Song W, et al. Effects of Velocity-Based versus Percentage-Based Resistance Training on Explosive Neuromuscular Adaptations and Anaerobic Power in Sport-College Female Basketball Players. *Healthcare*. 2023;11:623.
29. Figueira B, Gonçalves B, Abade E, Paulauskas R, Masiulis N, Kamarauskas P, et al. Repeated Sprint Ability in Elite Basketball Players: The Effects of 10 × 30 m Vs. 20 × 15 m Exercise Protocols on Physiological Variables and Sprint Performance. *J Hum Kinet*. 2021;77:181–9.
30. Jiang D, Xu G. Effects of chains squat training with different chain load ratio on the explosive strength of young basketball players' lower limbs. *Front Physiol*. 2022;13.
31. Wang X, Lv C, Qin X, Ji S, Dong D. Effectiveness of plyometric training vs. complex training on the explosive power of lower limbs: A Systematic review. *Front Physiol*. 2023;13.
32. McQuilliam SJ, Clark DR, Erskine RM, Brownlee TE. Free-Weight Resistance Training in Youth Athletes: A Narrative Review. *Sports Medicine*. 2020;50:1567–80.
33. Grajauskas L, Jakutis G, Razmaitė D. Šešių savaičių trukmės pliometrinių šuolių programos poveikis jaunųjų krepšininkų greitumui, greitumo jėgai ir vikrumui. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. 2019;49:14–9.
34. Gottlieb R, Shalom A, Calleja-Gonzalez J. Physiology of Basketball – Field Tests. Review Article. *J Hum Kinet*. 2021;77:159–67.
35. Radenković M, Lazić A, Stanković D, Cvetković M, Đorđić V, Petrović M, et al. Effects of Combined Plyometric and Shooting Training on the Biomechanical Characteristics during the Made Jump Shot in Young Male Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20:343.
36. Mikołajec K, Gabryś T, Gryko K, Prończuk M, Krzysztofik M, Trybek G, et al. Relationship among the Change of Direction Ability, Sprinting, Jumping Performance, Aerobic Power and Anaerobic Speed Reserve: A Cross-Sectional Study in Elite 3x3 Basketball Players. *J Hum Kinet*. 2023;85:105–13.
37. Hassan AK, Alhumaid MM, Hamad BE. The Effect of Using Reactive Agility Exercises with the FITLIGHT Training System on the Speed of Visual Reaction Time and Dribbling Skill of Basketball Players. *Sports*. 2022;10:176.
38. Horníková H, Zemková E. Determinants of Y-Shaped Agility Test in Basketball Players. *Applied Sciences*. 2022;12:1865.
39. Huang Y, Li C, Bai Z, Wang Y, Ye X, Gui Y, et al. The impact of sport-specific physical fitness change patterns on lower limb non-contact injury risk in youth female basketball players: a pilot study based on field testing and machine learning. *Front Physiol*. 2023;14.
40. Andreoli CV, Chiamonti BC, Biruel E, Pochini A de C, Ejnisman B, Cohen M. Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4:e000468.

41. Borges Gomes LA, Alves da Cunha R, Dias Lopes A, Andreilino de Souza F, Cruvinel Costa F, Vicente Andreoli C. Landing Technique and Ankle-dorsiflexion Range of Motion are not Associated with the History of Lower Limb Injuries among Youth Basketball Athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2023;18.
42. Nagano Y, Sasaki S, Shimada Y, Koyama T, Ichikawa H. High-Impact Details of Play and Movements in Female Basketball Game. *Sports Med Int Open.* 2021;05:E22–7.
43. Zech A, Hollander K, Junge A, Steib S, Groll A, Heiner J, et al. Sex differences in injury rates in team-sport athletes: A systematic review and meta-regression analysis. *J Sport Health Sci.* 2022;11:104–14.
44. Keil NJ, Darby LA, Keylock T, Kiss J. Functional Movement Screen™ in High School Basketball Players: Pre- and Post-Season. *Int J Exerc Sci.* 2022;15:1–14.
45. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9:396–409.
46. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9:549–63.
47. Zemková E, Pacholek M. Performance in the Yo-Yo Intermittent Recovery Test May Improve with Repeated Trials: Does Practice Matter? *J Funct Morphol Kinesiol.* 2023;8:75.
48. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sports Medicine.* 2008;38:37–51.
49. de Salles P, Vasconcellos F, de Salles G, Fonseca R, Dantas E. Validity and Reproducibility of the Sargent Jump Test in the Assessment of Explosive Strength in Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2012;33:115–21.
50. Arkinstall Melissa. *Physical Education.* 2nd ed. 2010.
51. Cengizel E. Effects of 4-month basketball training on speed, agility and jumping in youth basketball players. *African Educational Research Journal.* 2020;8:417–21.
52. Scinicarelli G, Trofenik M, Froböse I, Wilke C. The Reliability of Common Functional Performance Tests within an Experimental Test Battery for the Lower Extremities. *Sports.* 2021;9:100.
53. Jay Hoffman. *Norms for Fitness, Performance, and Health.* 2006.
54. Gray Cook, Lee Burton, Kyle Kiesel, Greg Rose, Milo F. Bryant. *Movement. Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies.* 2010.
55. Lehr ME, Plisky PJ, Butler RJ, Fink ML, Kiesel KB, Underwood FB. Field-expedient screening and injury risk algorithm categories as predictors of noncontact lower extremity injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23.

56. Limroongreungrat W, Mawhinney C, Kongthongsung S, Pitaksathienkul C. Landing Error Scoring System: Data from Youth Volleyball Players. *Data Brief*. 2022;41:107916.
57. Everard E, Lyons M, Harrison AJ. Examining the Reliability of the Landing Error Scoring System With Raters Using the Standardized Instructions and Scoring Sheet. *J Sport Rehabil*. 2020;29:519–25.
58. Rowell S, Relph N. The Landing Error Scoring System (LESS) and Lower Limb Power Profiles in Elite Rugby Union Players. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16.
59. Song T, Jilikeha J, Deng Y. Physiological and Biochemical Adaptations to a Sport-Specific Sprint Interval Training in Male Basketball Athletes. *J Sports Sci Med*. 2023;605–13.
60. Flórez Gil E, Rodríguez-Fernández A, Vaquera A, Suárez-Iglesias D, Scanlan AT. The discriminative, criterion, and longitudinal validity of small-sided games to assess physical fitness in female basketball players. *J Sports Sci*. 2023;41:1498–506.
61. Rūtenis Paulauskas. *Krepšinio technika ir mokymas: mokymo knyga*. Vilnius: Edukologija; 2012.
62. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury–Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. *J Athl Train*. 2015;50:589–95.
63. Chang W-D, Chou L-W, Chang N-J, Chen S. Comparison of Functional Movement Screen, Star Excursion Balance Test, and Physical Fitness in Junior Athletes with Different Sports Injury Risk. *Biomed Res Int*. 2020;2020:1–8.

9. PRIEDAI

1 PRIEDAS. Tiriamųjų anketinė apklausa ir tyrimo protokolas

Vardas Pavardė _____

Moteris Vyras Amžius _____ Svoris _____ Ūgis _____

Traumos 2023/2024 sezone _____

CMJ 1. _____ 2. _____ 3. _____

20m. sprintas 1. _____ 2. _____ 3. _____

T-testas 1. _____ 2. _____ 3. _____

Yo-yo IR1 _____

LESS _____

FMS

Gilus pritrūpimas	
Žengimas per barjerą	
Įtūpstas	
Pečių mobilumo testas	
Aktyvus tiesios kojos kėlimo testas	
Atsispaudimas stabiliu liemeniu	
Rotacinis stabilumas	

2 PRIEDAS. LESS testo vertinimo kriterijai

LESS kriterijus		Vertinimo apibrėžimas	Kameros padėtis	LESS balas
1	Kelio lenkimo kampas pradinio kontakto metu	Jeigu tiriamojo kelio lenkimas daugiau nei 30 laipsnių pirminio kontakto metu, įvertinkite Taip	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
2	Klubo lenkimo kampas pradinio kontakto metu	Jeigu tiriamojo šlaunys yra vienoje linijoje su liemeniu ir klubai nėra sulenkti pradinio kontakto metu, įvertinkite Ne	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
3	Liemens lenkimas pradinio kontakto metu	Jeigu liemuo yra vertikalus arba tiesus ties klubais pirminio kontakto metu, įvertinkite Ne. Jeigu liemuo sulenktas per klubus, įvertinkite Taip	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
4	Kulkšnies plantarinė fleksija pradinio kontakto metu	Jeigu tiriamojo pėda nusileidžia pirštai-kulnai, įvertinkite Taip. Jeigu tiriamojo pėda nusileidžia kulnai-pirštai arba pilna pėda, balas Ne	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
5	Kelio valgus kampas pradinio kontakto metu	Pradinio kontakto metu nubrėžkite tiesią liniją žemyn nuo girmelės centro. Jei linija eina per pėdos vidurį, įvertinkite Ne, jei linija yra medialinėje pusėje iki pėdos vidurio, įvertinkite Taip	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
6	Šoninis liemens lenkimo kampas pradinio kontakto metu	Jeigu pirminio kontakto metu liemens vidurio linija yra pasvirusi į kairę arba dešinę kūno pusę, įvertinkite Taip. Jei liemens vidurio linija tiesi, balas Ne	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
7	Stovėjimo plotis - plotas	Kai pėda liečiasi su žeme, nubrėžkite liniją žemyn nuo pečių. Jei linija yra tiriamos kojos viduje ir atramos plotas platesnis nei pečiai, įvertinkite Taip. Jeigu testuojama koja rotuota į vidų ar išorę įvertinkite stovėsenos plotį pagal kulno padėtį.	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
8	Stovėjimo plotis - siauras	Kai pėda liečiasi su žeme, nubrėžkite liniją žemyn nuo pečių. Jei linija yra tiriamos kojos išorėje ir atramos plotas siauresnis nei pečiai, įvertinkite Taip. Jeigu testuojama koja rotuota į vidų ar išorę įvertinkite stovėsenos plotį pagal kulno padėtį.	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
9	Pėdų padėtis – į vidų	Jeigu pėdos rotuoja į vidų daugiau nei 30 laipsnių nuo pradinio kontakto laikotarpio iki maksimalaus kelio lenkimo, įvertinkite Taip	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
10	Pėdų padėtis – į išorę	Jeigu pėdos rotuoja į vidų daugiau nei 30 laipsnių nuo pradinio kontakto iki maksimalaus lenkimo, įvertinkite Taip	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
11	Simetrinis pradinis pėdos kontaktas	Jeigu viena koja nusileidžia pirmiau nei kita arba jeigu viena pėda nusileidžia kulnu, o kita pirštais, balas Ne. Jeigu pėdos nusileidžia simetriškai, įvertinkite Taip	Priekinė	Taip = 0 Ne = 1

12	Kelio lenkimo poslinkis	Jeigu kelio fleksija didesnė nei 45 laipsniai nuo pradinio kontakto iki maksimalaus kelio lenkimo, įvertinkite Taip	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
13	Klubo lenkimas maksimalaus kelio lenkimo momentu	Jeigu klubų lenkimas padidina liemens lenkimą nuo pradinio kontakto iki maksimalaus kelio lenkimo kampo, įvertinkite Taip	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
14	Liemens lenkimas esant maksimaliam kelio lenkimui	Jeigu liemens pasvirimo kampas didesnis nuo pradinio kontakto ir maksimalaus kelio lenkimo, įvertinkite Taip	Sagitalinė	Taip = 0 Ne = 1
15	Kelio valgus padėtis poslinkis	Testuojamos kojos maksimalaus kelio valgus taške nubrėžkite liniją tiesiai žemyn nuo girelės centro. Jei linija eina per didįjį pirštą arba yra per vidurį, įvertinkite Taip. Jei linija yra šone nuo didžiojo kojos piršto pažymėkite Ne	Priekinė	Taip = 1 Ne = 0
16	Sąnario poslinkis	Stebėkite klubų ir kelio judesius nuo pradinio kontakto iki maksimalaus lenkimo. Jei poslinkis yra didelis, pažymėkite Minkštas. Jei yra tam tikras poslinkis, įvertinkite Vidutinis. Jei poslinkis labai mažas, pažymėkite Standus.	Sagitalinė	Minkštas = 0 Vidutinis = 1 Standus = 2
17	Bendras įspūdis	Įvertinkite Puikiai už minkštą nusileidimą ir kelio nejudėjimą priekine plokštuma. Įvertinkite Prastai už standų nusileidimą ir didelį kelio judėjimą priekine plokštuma. Visų kitų nusileidimų balas Vidutinis	Sagitalinė ir priekinė	Puikus = 0 Vidutinis = 1 Prastai = 2