

**LIETUVOS SPORTO UNIVERSITETAS  
SPORTO BIOMEDICINOS FAKULTETAS**

**SPORTO FIZIOLOGIJOS STUDIJŲ PROGRAMA**

**JUSTINAS GRAINYS**

**DIDELIO MEISTRIŠKUMO KREPŠININKŲ VYRŲ FIZIOLOGINIŲ BEI BIOCHEMINIŲ  
RODIKLIŲ KAITA PARENGIAMAJAME IR VARŽYBINIAME PERIODE**

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

Darbo vadovas: prof. H.P. dr. A. Stanislovaitis

KAUNAS 2013

## PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas  
(pavadinimas).....

1. Yra atliktas mano paties/pačios.
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

.....  
(data)

.....  
(autoriaus vardas pavardė)

.....  
(parašas)

## PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

.....  
(data)

.....  
(autoriaus vardas pavardė)

.....  
(parašas)

## MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADOS DĖL DARBO GYNIMO

.....  
.....

.....  
(data)

.....  
(vadovo vardas pavardė)

.....  
(parašas)

**Magistro baigiamasis darbas aprobuotas studijų programos komitete:**

.....  
(aprobacijos data)

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė)

.....  
(parašas)

**Magistro baigiamasis darbas yra patalpintas į ETD IS .....**

(Gynimo komisijos sekretorės/iaus parašas)

**Magistro baigiamojo darbo recenzentas:**

.....  
(vardas, pavardė)

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus parašas)

**Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas: .....**

.....  
(data)

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė)

.....  
(parašas)

# TURINYS

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SANTRUMPOS .....                                                                         | 5  |
| SANTRAUKA .....                                                                          | 6  |
| SUMMARY .....                                                                            | 7  |
| ĮVADAS .....                                                                             | 8  |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA .....                                                            | 10 |
| 1.1. Kraujo biocheminė sudėtis ir jos rodiklių kaita, dėl fizinio krūvio .....           | 10 |
| 1.1.1. Gliukozė .....                                                                    | 11 |
| 1.1.2. Kreatininas .....                                                                 | 11 |
| 1.1.3. Šlapalas.....                                                                     | 12 |
| 1.1.4. Kalis .....                                                                       | 12 |
| 1.1.5. Kalcis.....                                                                       | 13 |
| 1.1.6. Kreatinkinazė .....                                                               | 14 |
| 1.1.7. GOT (Aspartataminotransferazė - AST).....                                         | 15 |
| 1.1.8. GPT (Alaninaminotransferazė – ALT) .....                                          | 15 |
| 1.1.9. Magnis.....                                                                       | 15 |
| 1.1.10. α-Amilazė.....                                                                   | 17 |
| 1.1.11. Natris .....                                                                     | 17 |
| 1.1.12. Eritrocitai (RBC) .....                                                          | 18 |
| 1.1.13. Hematokritas (HCT).....                                                          | 20 |
| 1.1.14. Leukocitai (WBC).....                                                            | 20 |
| 1.1.15. Trombocitai (PLT) .....                                                          | 21 |
| 1.1.16. Hemoglobinas (HGB) .....                                                         | 22 |
| 1.2. Raumenų adaptacija prie skirtingo fizinio krūvio.....                               | 23 |
| 1.2.1. Raumenų adaptacijos prie fizinių krūvių fiziologiniai pagrindai.....              | 23 |
| 1.2.2. Raumenų adaptacija prie jėgos fizinių pratimų.....                                | 24 |
| 1.2.3. Raumenų adaptacija prie greitumo, galingumo fizinių krūvių.....                   | 24 |
| 1.3. Fizinės ypatybės dominuojančios krepšinyje ir kitose komandinėse sporto šakose..... | 25 |
| 1.3.1. Pramankštos svarba prieš išvystant fizinės ypatybes .....                         | 25 |
| 1.3.2. Galingumas.....                                                                   | 26 |
| 1.3.3. Anaerobinė ištvermė .....                                                         | 27 |
| 1.3.4. Fiziologiniai testai, koreliuojantis su sporto šakos specifika .....              | 27 |
| 1.3. Raumenų pažeida ir nuovargis.....                                                   | 27 |
| 2. TYRIMO METODIKA IR ORGANIZAVIMAS .....                                                | 30 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 2.1. Tiriamieji .....           | 30 |
| 2.2. Tyrimo metodai.....        | 30 |
| 2.3. Tyrimo organizavimas ..... | 33 |
| 3. TYRIMO REZULTATAI .....      | 35 |
| 4. REZULTATŲ APTARIMAS .....    | 42 |
| IŠVADOS.....                    | 45 |
| LITERATŪRA.....                 | 46 |

## **SANTRUMPOS**

**ALT (GPT)** – Alaninaminotransferazė;

**AST (GOT)** – Aspartataminotransferazė;

**BA** – bazofilai;

**CK** - Kreatinkinazė

**EO** – eozinofilai;

**EPO** - eritropoetinas

**HCT** – hematokritas;

**HGB** – hemoglobinas;

**K<sup>+</sup>** - kalis

**LY** – limfocitai;

**MCH** – vidutinis hemoglobino kiekis eritrocite;

**MCHC** – eritrocituose esančio hemoglobino koncentruotumas;

**MCV** – vidutinis eritrocitų tūris;

**IG** – imunoglobulinas;

**MO** – monocitai;

**MPV** – vidutinis trombocitų tūris;

**NE** – neutrofilai;

**PCT** – suminis trombocitų tūris (trombokritas);

**PDW** – trombocitų pasiskirstymas pagal dydį;

**PLT** – trombocitai;

**RBC** – eritrocitai;

**RDW** – makrocitų ir mikroцитų santykis;

**WBC** – leukocitai;

## SANTRAUKA

### DIDELIO MEISTRIŠKUMO KREPŠININKŲ VYRŲ FIZIOLOGINIŲ BEI BIOCHEMINIŲ RODIKLIŲ KAITA PARENGIAMAJE IR VARŽYBINIAME PERIODE

Biocheminių ir fiziologinių rodiklių kitimas įvairiuose sportininko rengimosi etapuose, įtakoja sportininko savijautą, bei jo sportinės formos kitimą (Rampinini et al., 2007). Kraujo biocheminių rodiklių kaitos stebėjimas, skirtinguose rengimosi etapuose, gali užkirsti kelią sportinėms traumoms, bei pagerinti sportinės treniruotės efektyvumą (Lips et al., 2010).

**Hipotezė.** Darome prielaidą, jog vienkartinio raumens susitraukimo galingumas bei galingumo ištvermė priklausys nuo biocheminių kraujo rodiklių kaitos.

**Tikslas:** nustatyti ir palyginti didelio meistriškumo krepšininkų biocheminių ir fiziologinių rodiklių kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode.

**Uždaviniai:** 1. Nustatyti didelio meistriškumo krepšininkų kraujo biocheminius rodiklius ir išanalizuoti jų kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode. 2. Nustatyti didelio meistriškumo krepšininkų fiziologinių testų rodiklius ir išanalizuoti jų kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode. 3. Nustatyti fiziologinių testų ir biocheminių rodiklių priklausomybę skirtingais treniruočių etapais.

**Tiriamieji:** Tyrime dalyvavo 10 didelio meistriškumo krepšininkų vyrų (amžius -  $28,6 \pm 4,88$  m; ūgis -  $200,5 \pm 8,33$  cm; svoris -  $99,5 \pm 8,5$  kg; profesionali patirtis -  $11,6 \pm 4,14$  m). Šeši iš tiriamųjų atstovauja Lietuvos krepšinio rinktinę, dalyvavę Olimpiniuose žaidynėse, Pasaulio bei Europos čempionatuose. Du iš tiriamųjų yra rungtyniavę stipriausioje pasaulio krepšinio lygoje – NBA (profesionali Šiaurės Amerikos krepšinio lyga).

#### **Išvados:**

1. Didelio meistriškumo krepšininkų parengiamojo ir varžybinio periodo metu reikšmingai pakito šie kraujo biocheminiai rodikliai: kreatinkinazės koncentracijos, kalcio ir eozinofilų kiekis kraujyje ( $p < 0,05$ ).

2. Didelio meistriškumo krepšininkų vienkartinio raumens susitraukimo galingumo ir galingumo ištvermės rodikliai parengiamajame periode turėjo tendenciją mažėti, nors statistiškai reikšmingo pokyčio neradome. Varžybiniame periode šių rodiklių reikšmės buvo geriausios, lyginant su duomenimis prieš parengiamąjį ir parengiamojo periodo metu.

3. Kreatinkinazės kiekio kraujyje pokyčiai reikšmingai įtakojo didelio meistriškumo krepšininkų vienkartinio raumens susitraukimo galingumo bei galingumo ištvermės rodiklių kaitą parengiamojo ir varžybinio periodo metu.

## SUMMARY

### THE EFFECTS OF CHANGES IN PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN ELITE MALE PROFESSIONAL BASKETBALL PLAYERS DURING PRESEASON AND COMPETITION PERIOD

**The purpose of this study.** The changes in biochemical and physiological parameters have the influence to athletes sport performance, during preseason and competition stage (Rampinini et al., 2007). Studying blood biochemical parameters changes, in different stages of preparation, there are possibility to prevent occur of injury and also improve athlete performance (Lips et al., 2010).

**Hypothesis.** We assume that changes in biochemical parameters during different stages of preparation can influence physiological tests results and athletes performance during competiion.

**The aim** – to determine and compare the effects of changes in physiological and biochemical parameters in elite male professional basketball players during preseason and competition period.

**Tasks:** 1. To determine biochemical blood parameters of elite basketball players, and analyse their alternation during preseason and competition stage. 2. To determine physiological tests results of elite basketball players, and analyse their alternation during preseason and competition stage. 3. To determine correlation between physiological and biochemical blood parameters, during different stages of training.

**Subjects:** 10 professional basketball players took part in the research: (age  $28,6 \pm 4,88$  y.; height –  $200,5 \pm 8,33$  cm; weight –  $99,5 \pm 8,5$  kg; professional experience –  $11,6 \pm 4,14$  y.). Six of the subjects are members of Lithuanian National basketball team, they participated in Olympic Games, World and Europe championships. Two of the subjects played in the strongest basketball league - NBA.

#### **Conslusions:**

1. The changes of following biochemical parameters: ceratine kinase concentration, calcium and eosinophils levels in blood of elite male basketball players during preseason and competition stage.

2. Explosive muscle contraction power and power endurance parameters had a tendency to decrease, during preseason stage for elite male basketball players. During competition stage following parameters reached highest values, comparing with preseaso.

3. The changes in ceratine kinase concentration in blood, had the significant influence for explosive muscle contraction power and power endurance for elite male basketball players during preseason and competition stage

## IVADAS

Biocheminių ir fiziologinių rodiklių kitimas įvairiuose sportininko rengimosi etapuose, įtakoja sportininko savijautą, bei jo sportinės formos kitimą (Rampinini et al., 2007). Pastovūs, intensyvūs, pasikartojantys fiziniai krūviai, treniruočių ir varžybų metu, gali sukelti įvairias sportines traumas. Kraujo biocheminių rodiklių kaitos stebėjimas, skirtinguose rengimosi etapuose, gali užkirsti kelią sportinėms traumoms (Lips et al., 2010). Taip pat intensyvios sporto pratybos skatina uždelstą raumenų skausmo atsiradimą ir sukelia raumenų pažeidą (Nosaka et al., 2002; Byrne et al., 2004). Vienas iš kraujo biocheminių rodiklių, atspindinčių raumenų pažeidą, yra kreatinkinazė (Totsuka et al., 2002), atsižvelgiant į šio rodiklio kitimą galima koreguoti taikomą fizinį krūvį, siekiant išvengti traumos tikimybės, bei siekiant rezultatų prieaugio (Baird et al., 2011).

Sugebėjimas išvystyti didelius galingumo rodiklius laikomas viena iš svarbiausių fizinių savybių, užtikrinančių sėkmingus rezultatus daugelyje sporto šakų (krepšinis, futbolas, tinklinis, regbis, rankinis ir t.t.), ypač krepšinyje kur dominuoja netikėti krypties keitimai, šuoliai, metimai ir t.t. (Haff et al., 2012). Galingumas – kuo didesnė išvystyta jėga, per kuo trumpesnę laiką. Fiziologiniai veiksniai nuo kurių priklauso galingumo išvystymas, tai miozino tiltelių sukibimo su aktinu jėga ir kiekis (maksimali jėga), jų atsipalaidavimo ir sukibimo greitis (raumens susitraukimo maksimalus greitis) (Enoka, 2002). Kuo didesnis miofibrilių kiekis raumenyse, tuo didesnė jėga, o raumens susitraukimo maksimalus greitis priklauso ne nuo miofibrilių kiekio, bet nuo jų kokybės (t.y. nuo greitai susitraukiančių miofibrilių kiekio). Kuo didesnė lėtai susitraukiančių raumeninių skaidulų masė, tuo ji labiau trukdo pačioms greičiausioms skaiduloms įgyti maksimalų susitraukimo greitį. Atliekant judesį maksimaliuoju greičiu, miozino skersiniai tilteliai turi ne tik greitai sukibti su aktinu, bet ir atsipalaiduoti, nes priešingu atveju neatsipalaidavę tilteliai neleistų sukibti naujiems. Griaučių raumenų veikla atliekant judesius priklauso nuo daugelio veiksnių: susitraukimo tipo, greičio, jėgos (De Ruiter, De Haan, 2001).

Kiekvienos sporto treniruotės tikslas – pagerinti varžybinėje veikloje dominuojančias fizines ypatybes (greitumas, jėga, koordinacija, vikrumas ir t.t.). Kaip jau buvo minėta, kiekvienos iš ypatybių plėtojimas, priklauso nuo fiziologinių ir biocheminių veiksnių. Šių veiksnių kaita, skirtinguose rengimosi etapuose gali įtakoti sportinių rezultatų svyravimą. Siekiant, nustatyti kaip keičiasi sportininko demonstruojami rezultatai įvairiuose mikrocikluose ar makrocikluose yra naudojami fiziologiniai testai artimi sportinei specifikai (Tanner et al., 2012; Hoffman et al., 1995).

Kaip teigė Mikalauskas ir bendraautoriai (2007) fizinio rengimo rezultatai bus akivaizdūs, jei bus žinomi sportininko biologiniai, morfologiniai, biocheminiai ir fiziologiniai veiksniai, funkcinių sistemų būklė, pagrindinės fizinės ypatybės, būdingos konkrečiai sportiniai veiklai ir lemiančios sportinį rezultatą.



Planuojant treniruotės vyksmą, treneriui būtina informacija apie sportininko treniruotumo būseną. Tokia informacija gaunama atliekant specifinius testus, kontrolinius pratimus, funkcinis ir biocheminius tyrimus (Poderys ir kt., 2002). Testais įvertiname fizinio išsivystymo duomenis, fizinio pajėgumo, atskirų fizinių ypatybių lygį, fiziologinių funkcijų gebėjimus, biocheminių tyrimų duomenis - tai parodo bendrąjį treniruotumą, fizinį darbingumą (Raslanas ir kt., 2004). Treneris nuolatos turi lyginti sportininkų varžybų ir kontrolinių pratimų rezultatus, testų ir atlikto krūvio duomenis, biocheminių rodiklių kaitą skirtinguose rengimosi etapuose (Платонов, 2004). Gauti testų ir kontrolinių pratimų, krūvių dydžių, varžybų duomenys leidžia palyginti įvairaus meistriškumo sportininkų sportinio rengimo vyksmą, padeda išsiaiškinti pranašumus ir trūkumus, individualizuoti rengimo priemones ir metodus (Raslanas ir kt., 2004).

**Tikslas:** nustatyti ir palyginti didelio meistriškumo krepšininkų biocheminių ir fiziologinių rodiklių kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode.

**Uždaviniai:**

1. Nustatyti didelio meistriškumo krepšininkų kraujo biocheminius rodiklius ir išanalizuoti jų kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode.
2. Nustatyti didelio meistriškumo krepšininkų fiziologinių testų rodiklius ir išanalizuoti jų kaitą parengiamajame ir varžybiniame periode.
3. Nustatyti fiziologinių testų ir biocheminių rodiklių priklausomybę skirtingais treniruočių etapais.

**Hipotezė.** Darome prielaidą, jog vienkartinio raumens susitraukimo galingumas bei galingumo ištvermė priklausys nuo biocheminių kraujo rodiklių kaitos.

**Darbo aktualumas** – krepšinis yra viena populiariausių sporto šakų netik Lietuvoje, bet ir pasaulyje, todėl mokslinėje literatūroje yra daugybė metodikų kaip vykdyti, koreguoti treniruotes, siekiant kuo geresnių rezultatų šioje sporto šakoje. Darbe plačiai analizuojame biocheminių rodiklių kaitą įvairiuose treniruočių etapuose, atradus šių rodiklių koreliacija su fiziologinių rodiklių kaita, bei jų įtaką sportiniam rezultatui, galima bus stipriai koreguoti treniruočių metodiką, bei greičiau ir efektyviau pasiekti rezultatų prieaugį.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Kraujo biocheminė sudėtis ir jos rodiklių kaita, dėl fizinio krūvio

Kraujas – viena svarbiausių organizmo vidinės terpės sudedamųjų dalių (Gailiūnienė, 1999). Tai yra sudėtinga heterogeninė sistema, sudaryta iš kraujo plazmos ir joje esančių kraujo kūnelių (ląstelių). Suaugusiojo žmogaus veninio kraujo 55% tūrio sudaro kraujo plazma, 44% - kraujo ląstelės (eritrocitai, leukocitai ir trombocitai) ir 1% - kitos ląstelės. Suaugęs žmogus turi apie 5 litrus kraujo, 3,5 – 4 litrai cirkuliuoja kraujagyslėmis (Garret, Grisham, 1995). Kraujo plazma – skystoji kraujo dalis. Ji perneša biologiškai aktyvias medžiagas, medžiagų apykaitos produktus, lemia organizme cirkuliuojančio skysčio tūrio pastovumą, šarmų ir rūgščių pusiausvyrą (Gailiūnienė, 1999). Kraujo spalva priklauso nuo jame esančio hemoglobino. Kraujo kvapas panašus į prakaito. Jį lemia riebalų rūgštys, o sūrų skonį – NaCl ir kitos druskos. Suaugusiojo žmogaus kraujo kiekis yra gana pastovus ir sudaro apie 1/13 kūno masės. Kraujo santykinis tankis vidutiniškai yra 1,060 (Praškevičius ir kt., 2003).

Fizinio krūvio sukelti biocheminiai kraujo pokyčiai raumenyse: susitraukimo metu kraujo plazmoje didėja, o tuo tarpu ląstelės viduje esančio kalio kiekis dirbančiuose raumenyse sumažėja. Laikoma, jog kalio koncentracijos sumažėjimas susitraukinėjančiuose raumenyse yra vienas iš pagrindinių veiksnių įtakojančių raumens nuovargį. Po treniruotės  $K^+$  koncentracija padidėja ląstelės viduje tu raumenų, kurie dominavo fizinės veiklos metu ir analogiškai sumažėja  $K^+$  koncentracija kraujo plazmoje. Tuo tarpu raumens susitraukimo metu ląstelės viduje esančio natrio koncentraciją ženkliai padidėja. Dėl šios priežasties mažėja raumens jėgos rodikliai, pasiekiamas raumens nuovargis (Lindinger, Sjogaard, 1991).

Stresinis kaulų lūžis yra viena iš dažniausiai pasitaikančių krepšinininkų traumų. Atlikti tyrimai parodė, jog sportininkams vartojantiems kalcį kartu su vitaminu D kaulų lūžio tikimybė ženkliai sumažėja, o ypač vyresnio amžiaus sportininkams. Galima teigti, jog kalcis ir vitaminas D yra svarbiausi komponentai siekiant užkirsti kelią stresiniams lūžiams, bei kitoms traumoms susijusioms su kaulų stiprumu (Lips et al., 2010).

Kreatinkinazės (CK) koncentracijos kraujyje rodiklis yra laikomas netiesioginiu ženklu, atspindinčiu susidariusią raumenų pažeidą (Baird et al., 2011; Totsuka et al., 2002).

Praškevičius ir bendraautoriai (2003), išskyrė šias kraujo funkcijas:

Transportinė - neša į ląsteles deguonį ir maisto medžiagas: gliukozę, aminorūgštis, riebalų rūgštis, glicerolį. Surenka gyvybinės veiklos produktus: anglies dioksidą, vandenį, šlapalą.

Apsauginė – ją atlieka kraujo plazmoje esantys baltymai. Į organizmą patekę mikroorganizmai nukenksminami ir sunaikinami antikūnų.

Termoreguliacinė – išsiplėtus odos kapiliarams, priplūsta daugiau kraujo ir į aplinką atiduodama šiluma. Kapiliarams susiaurėjus šiluma organizme sulaikoma.

Humoralinės reguliacijos – endokrininių liaukų gaminami hormonai patenka į kraują ir išnešiojami po visą organizmą.

Profesionalioje sportinėje veikloje yra svarbu nuolatos sekti kraujo biocheminių rodiklių pakitimus. Kadangi, jų nukrypimai nuo normos ribų atspindi organizme esančių sistemų disfunkciją. Profesionaliaame sporte pasitaiko atvejų, kuomet sportininkai įvairiais būdais siekia padidinti deguonies pernešimo funkcijos galimybes. Tai vadinama – kraujo dopingu (Marie et al., 2004).

### **1.1.1. Gliukozė**

Normali gliukozės koncentracija kraujyje, suaugusiems yra mažiau nei 5,5 mmol/l. Gliukozės kiekis arteriniame kraujyje skiriasi lyginant su kapiliariniu ar veniniu krauju. Arteriniame jis yra didesnis, nei kapiliariniame ar veniniame. Tai galima paaiškinti tuo, jog veniniame kraujyje matuojama gliukozės koncentracija tada, kai didžioji jo dalis jau būna sunaudota organizme. Medžiagos, kurios turi įtakos gliukozės kiekio padidėjimui organizme yra šios: gliukagonas, kortizolis, adrenalinas, augimo hormonas, tiroksinas (Zaleskis, 2011). Gliukozė yra vienas pagrindinių parametrų diabetui diagnozuoti. Maždaug 2 – 5% visos pasaulio populiacijos įvairiose valstybėse serga cukriniu diabetu. Insulinas - vienintelė medžiaga mažinanti gliukozės kiekį kraujyje. Atlikti tyrimai parodė, jog nuolatinis fizinis aktyvumas (plaukimas ir aerobika), sumažina sveikų ir sergančių 1 tipo cukriniu diabetu merginų kraujo gliukozės koncentraciją. Tačiau pastebėta, jog pratybos vandenyje lėmė didesnę sergančių 1 tipo cukriniu diabetu merginų gliukozės koncentracijos kitimą, lyginant su aerobikos treniruotėmis (Sideravičiūtė et al., 2006).

### **1.1.2. Kreatininas**

Kreatinininas yra galutinis kreatino metabolizmo produktas. Kreatinino susidarymas organizme turi didelę priklausomybę su bendra raumenų mase (Banfi et al., 2009; Zaleskis 2011). Kreatinininas yra vienas iš svarbiausių glomerulų filtracijos ir inkstų funkcijos rodiklių. Kreatinino koncentracija serume pradeda didėti sutrikus filtracinei inkstų funkcijai. Kreatinininas susidaro raumenyse ir patekęs į kraują filtruojasi inkstų glomeruluose. Kreatinino koncentracija sveiko žmogaus serume yra gana pastovus dydis, nes jo išskyrimo inkstuose greitis svyruoja tik 10-15%, o sintezė proporcinga raumenų masei (Levey et al., 1999). Kreatinino koncentracijos norma kraujyje yra 57 – 113 μmol/l. Veiksniai lemiantys kreatinino koncentracijos padidėjimą: inkstų

nepakankamumas, šlapimo takų obstrukcija, širdies nepakankamumas, padidėjusi raumenų masė, antibiotikų vartojimas. Veiksniai lemiantys kreatinino koncentracijos sumažėjimą: mažai baltymų turinti dieta, maža raumenų masė, nėštumas, kepenų hipofunkcija, raumenų distrofija (Zaleskis, 2011). Klaidingai dideli kreatinino tyrimo rezultatai būna, jeigu kraujyje yra daug gliukozės, fruktozės, ketoninių kūnų, askorbo rūgšties, pirokatecholio, rezorcinolio, rezerpinų ir kai kurių kitų medžiagų. Esant širdies nepakankamumui, dėl sulėtėjusios kraujo tėkmės per inkstus, pradeda didėti kreatinino koncentracija kraujyje. Kreatinino koncentracijos didėjimas yra stipriai susijęs su amžiumi, senstant jo koncentracija kraujyje didėja (Banfi et al., 2009).

### **1.1.3. Šlapalas**

Šlapalas (urea) – vienas svarbiausių inkstų funkcijos rodiklių, taip pat jis yra galutinis baltymų apykaitos produktas. Jį sintetuoja kepenys, jis lengvai pereina pro visas membranas ir greitai patenka į visas organizmo terpes. Urea koncentracija organizme priklauso nuo to, kaip greitai ją gamina kepenys ir kaip greitai ją išskiria inkstai. Skirtingai nuo kreatinino, jis atspindi suminę inkstų funkciją. Kreatininas labiau atspindi inkstų filtraciją. Šlapalas ir kreatininas nebūtinai didėja arba mažėja kartu vienodai (Hagemann, 1999).

Normali šlapalo koncentracija kraujyje yra 2,9 – 7,1 mmol/l. Padidėjusį šlapalo koncentracijos kiekį kraujyje gali lemti: inkstų funkciniai pažeidimai, šlapimo takų obstrukcija, dieta, karščiavimas, aminorūgščių infuzinė terapija. Sumažėjusį – nėštumas, badavimas, gydymas, kai kuriais antibiotikais, antidiuretinio hormono nepakankamumo sindromas (Zaleskis, 2011).

### **1.1.4. Kalis**

Kalis – pagrindinis elektrolitas esantis ląstelės viduje. Ląstelės išorėje yra tik 1/50 dalis viso organizmo kalio. Kalio randama tiek augaliniuose, tiek gyvūniniuose maisto produktuose. Ypač daug jo randama džiovintuose vaisiuose - persikuose, abrikosuose, slyvose, razinose, kriaušėse, obuoliuose. Daug kalio randama riešutuose, sojoje, jūros kopūstuose, pupelėse, žirniuose, špinatuose, bulvėse, sėlenose, kviečiuose, bananuose, moliūguose, kriaušėse, persikuose, menkėje. Kiek mažiau kalio randama mėsoje, piene ir pieno produktuose, kiaušiniuose (Cohn et al., 2000). Sveikas organizmas turi išlaikyti kalio koncentraciją kraujyje labai siaurame normos diapazone. Tai užtikrina nervinių ir raumeninių ląstelių normalų atsaką į išorinį dirgiklį. Esant hipokalemijai širdis gali sustoti sistolėje, o hiperkalemijai – diastolėje. Kalio tyrimas naudojamas elektrolitų balansui įvertinti. Normali kalio koncentracija kraujyje yra 3,6 – 5,1 mmol/l. Kalio kiekis kraujyje negali visai tiksliai atspindėti jo atsargų organizme. Kalio netenkama esant skrandžio ir žarnyno

patologijoms, kai vemiamo, viduriuojama, po insulino ar testosterono suleidimo, alkoholizmas, stresas, anabolinės būklės. Taip pat kalio netenkama per odą esant intensyviam prakaitavimui arba dideliui odos paviršiaus nudegimui. Padidėjusį kalio kiekį kraujyje gali lemti: ūmus inkstų nepakankamumas, šokas su metaboline acidoze, nekrozė, audinių hipoksija, acidozė, antinksčių nepakankamumas (Zaleskis, 2011). Vieni iš naujų tyrimų parodė, jog kalio koncentracijos kraujyje mažėjimą įtakoja sparčiai didėjantis cheminio elemento kadmio paplitimas. Kadmio tai vienas iš pavojingiausių teršalų, jis vartojamas atominėje pramonėje, šarminių akumuliatorių gamyboje ir t.t. Tyrimai parodė, jog šio elemento koncentracija ženkliai padidėjo, jo randama maisto produktuose, o ypač ryžiuose (Liu et al., 2012).

Atlikti tyrimai teigia, jog kalio koncentracijos kiekis raumens susitraukimo metu kraujo plazmoje didėja, o tuo tarpu ląstelės viduje esančio kalio kiekis dirbančiuose raumenyse sumažėja. Laikoma, jog kalio koncentracijos sumažėjimas susitraukinėjančiuose raumenyse yra vienas iš pagrindinių veiksnių įtakančių raumens nuovargį. Po treniruotės  $K^+$  koncentracija padidėja ląstelės viduje tu raumenų, kurie dominavo fizinės veiklos metu ir analogiškai sumažėja  $K^+$  koncentracija kraujo plazmoje (Lindinger, Sjogaard, 1991).

#### **1.1.5. Kalcis**

Tik 1% viso organizme randamo kalcio yra serume, likę 99% yra kauluose. Tačiau fiziologiniu požiūriu kalcis esantis serume turi svarbesnę reikšmę: jis vaidina svarbų vaidmenį perduodant elektrinį impulsą raumenų (širdies raumens) skaidulomis. Ši kalcio dalis svarbi krešėjimo sistemoms, fermentinių reakcijų reguliavimui. Kalcio serumo koncentracija atspindi tam tikrą funkcinę pusiausvyrą, kuri priklauso nuo: a) kalcio įsiurbimo greičio žarnyne; b) jo metabolizmo kauluose; c) reabsorbcijos bei išskyrimo inkstuose (Davie, Fujikawa, 1975; Zaleskis, 2011). Amerikos Nacionalinė mokslo akademija (US National Academy of Science) nustatė, jog kiekvienam žmogui per dieną reikalinga apie 1200 mg kalcio. Pagrindiniai kalcio šaltiniai: fermentinis sūris, taip pat pienas ir pieno produktai. Kalcio randama rupaus malimo ruginiuose miltuose, kiaušinio trynyje, kopūstuose, petražolėse, brokoliuose, šviežiose daržovių ir vaisių sultyse, įvairiose kruopose, migdoluose, mėsoje. (Yates et al., 1998). Taipogi kalcio padidėjimą gali sukelti organizmo dehidratacija, bei neteisingai paėmus kraujo mėginį. Jonizuoto kalcio koncentracija visada lieka normali, todėl pagal ją galima atskirti ar kalcio koncentracijos padidėjimas yra netikras. Normali kalcio koncentracija yra 2,23 – 2,58 mmol/l. Esant kalio koncentracijos sumažėjimui, svarbu ištirti vitamino D koncentraciją kraujyje (Bourke, Delaney, 1993).

Jonizuoto kalcio tyrimas atspindi realią funkciją, kurią kalcis atlieka organizme. Jonizuotas kalcis yra aktyvioji kalcio dalis. Jis paprastai sudaro apie pusę bendro serumo kalcio. Kartu su jonizuotu kalciu svarbu kartu stebėti kraujo pH, nes acidozė didina, o alkalozė mažina jonizuoto kalcio kiekį serume (Jacobs D., 1996).

D. Barry ir bendraautoriai (2012) atliko tyrimą su elito ištvermės sportininkais (dviratininkai ir triatlonininkai), tikėdamiesi rasti skirtingą kalcio kiekio koncentraciją serume, atliekant 35 kilometrų nenutrūkstantį minimą dviračiu. Tačiau gautieji duomenys neparodė, jokio ryškaus skirtumo lyginant kalcio koncentraciją serume prieš ir po krūvio.

Viena iš vis dažniau pasitaikančių traumų sporte, o ypač krepšinyje yra stresinis kaulo lūžis (Osterberg, Blaschke, 2005). Mokslininkai atliko tyrimus siekiant išsiaiškinti, koreliaciją tarp kalcio ir vitamino D naudojimo, bei kaulų tvirtumo. Buvo nustatyta, jog vartojant Kalcį kartu su vitaminu D, kaulų lūžio tikimybė ženkliai sumažėja, o ypač vyresnio amžiaus sportininkams. Galima teigti, jog kalcis ir vitaminas D yra svarbiausi komponentai siekiant užkirsti kelią stresiniams lūžiams, bei kitoms traumoms susijusioms su kaulų stiprumu (Lips et al., 2010).

#### **1.1.6. Kreatinkinazė**

Kreatinkinazės (CK) koncentracijos kraujyje rodiklis yra laikomas netiesioginiu ženklu, atspindinčiu susidariusią raumenų pažeidą (Baird et al., 2011; Totsuka et al., 2002). Ypač dažnai raumenų pažeidą sukelia ekscentriniai pratimai, kurių metu raumenys po įsitempimo pailgėja (Ratkevicius et al., 1998; Skurvydas et al., 2000; Sayers Clarkson, 2003). Daugiausia kreatinkinazės randama skersaruožiuose skeleto ir širdies raumenyse bei smegenų audinyje. Kreatinkinazės padidėjimas nustatomas nuo fizinio krūvio, raumenų traumos, ilgalaikio gniuždymo (crush) sindromo ir kt. Kreatinkinazės sumažėjimas klinikinės vertės neturi. Kreatinkinazės koncentracijos normos ribos kraujyje yra 10 – 171 IU/l (Zaleskis, 2011). Šildymas ir šaldymas prieš krūvį sumažina kreatinkinazės kiekį kraujyje praėjus 24 h po krūvio (Ramanauskienė ir kt., 2007).

Atlikus tyrimus su maratono bėgikais, siekiant išsiaiškinti kodėl krenta jų bėgimo tempas varžybų eigoje, CK rodiklių padidėjimas serume buvo įvardijamas kaip vienas iš pagrindinių veiksnių (Del Coso et al., 2013). L. Wang ir kiti (2012) teigia, jog krepšininkų atlikusių didelio intensyvumo dviejų valandų trukmės treniruotę CK rodikliai ženkliai padidėja. Atlikus tyrimą po savaitės rodikliai vėl sugrįžta į buvusias normas. Taip pat šis autorius teigia, jog 1 savaitės trukmės, 2 valandas per dieną, trunkančios treniruotės, turi didelę įtaką mikroelementų ir elektrolitų sutrikdymui, o ypač geležies ir selenio. D. Mickevičienė ir bendraautoriai (2005) išsiaiškino, jog taikant vienodą šoklumo ištvermės krūvį praėjus devynioms dienoms po pirmojo krūvio CK

aktyvumas kraujo plazmoje sumažėja. Pirmas krūvis sukėlė ženkliai didesnius CK rodiklių pakitimus.

#### **1.1.7. GOT (Aspartataminotransferazė - AST)**

Šis fermentas nepasižymi organų specifiškumu. GOT (AST) aktyvumas audiniuose maždaug 10000 kartų didesnis nei serume. Jo didžiausia koncentracija yra širdies ir griaučių raumenyse, šiek tiek mažesnė kepenyse, inkstuose. AST apie 30 proc. yra ląstelės citoplazmoje ir apie 70 proc. – mitochondrijose. Todėl tik esant didesniai ląstelės pažeidimui fermentas per ląstelės membraną išeina į tarpląstelinę erdvę. Padidėjęs GOT (AST) fermento aktyvumas dažniausiai vertinamas kaip kepenų ir širdies patologijos rodiklis. Esant šio fermento sumažėjimui gali būti vitamino B<sub>6</sub> deficitas (Zaleskis, 2011). Nors AST padidėjimas dažniausiai susijęs su kepenų patologija, tačiau šio fermento aktyvumą kraujo plazmoje gali padidinti sunkus fizinis darbas, miokardo infarktas (AST > ALT), širdies ar griaučių raumenų uždegimas, sunkus nudegimas, karščio smūgis. AST buvo naudojamas ne tik kepenų, bet ir širdies ligų diagnostikai. Tačiau atradus labiau specifiškų širdies raumens pažeidimo žymenų, šis žymuo nebetaikomas (Cavas, Tarhan, 2004).

#### **1.1.8. GPT (Alaninaminotransferazė – ALT)**

GPT (ALT) randama beveik visų audinių ląstelėse, didžiausias aktyvumas nustatomas kepenyse, inkstuose, raumenyse, leukocituose. GPT (ALT) beveik išimtinai lokalizuojasi ląstelių citoplazmoje. Mitochondrijose jos nerandama. Esant kepenų pažeidimui GPT (ALT) aktyvumas serume greitai didėja. Esant inkstų, širdies raumens, skersaruožių raumenų pažeidimams didesnio šio fermento pokyčio nerandama. Fermento sumažėjimas kraujyje klinikinės vertės neturi. Fermento aktyvumas nežymiai padidėja dėl griaučių raumenų traumos (pvz., po operacijos), dėl komplikuoto miokardo infarkto, kepenų cirozės, alkoholinio kepenų suriebėjimo, kepenų auglių, infekcinės (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.9. Magnis**

Kauluose randama pusė magnio esančio organizme, likusi dalis randama minkštuosiuose audiniuose. Serume nustatomo magnio kiekis – tik 1% viso organizmo magnio (Rude, 1998; Vormann, 2003). Maždaug trečdalis šio kiekio surištas su serumo baltymais, likusi dalis cirkuliuoja

laisva. Magnis reikalingas daugiau kaip 300 biocheminių reakcijų vykstančių organizme. Jis padeda palaikyti stabilią nervų, raumenų veiklą, prisideda išlaikant normalų kraujo spaudimą. Nustatyta, kad magnis dalyvauja energetinių junginių sintezėje ir sunaudojime, baltymų ir nukleorūgščių sintezėje, įvairiuose ląstelės cikluose bei sudaro įvairius kompleksus ląstelių membranose. Be to, jis veikia jonų pernašą per membranas ir daro įtaką kalcio ir kalio koncentracijai ląstelėje. Magnio poveikis ląstelės membranai priklauso nuo hormonų ir ląstelės tipo (Wester, 1987; Saris, 2000). Kadangi magnis kaip kofaktorius būtinas daugelyje apykaitos reakcijų, magnio jonai paplitę visose biologinėse sistemose, jie randami visų organizmų ląstelėse. Magnis yra ketvirtas katijonas pagal gausumą žmogaus organizme. Ląstelėse yra svarbi magnio katijonų sąveika su fosfatų ar polifosfatų anijonais, tai yra magnis sudaro chelatus (kompleksus) su ATP fosfato anijonais, kurie fiziologinėse sąlygose dėl disociacijos įgyja neigiamą krūvį. Tokiu būdu dėl elektrostatinės sąveikos magnio katijonai stabilizuoja adenosino 5'-trifosfato („adenosine 5'-triphosphate“ – ATP) molekulės (Firmantienė, 2011). Norminė magnio koncentracija kraujyje yra 0,74 – 1,03 mmol/l. Padidėjusi magnio koncentracija serume sukelia magnio molekulių įsiterpimą į kaulinį audinį vietoj kalcio molekulių. Hipermagnemija gali sukelti širdies laidžiosios sistemos sutrikimus, nervinio impulso perdavimo sulėtėjimą ar nutrūkimą, sąmonės netekimą, skausmo ir temperatūros jutimų susilpnėjimą (Klemm, Klein, 2006; Zaleskis, 2011). Magnio sumažėjimo (hipomagnemijos) požymiai gali likti nepastebėti tol, kol magnio koncentracija nenukrinta gerokai žemiau apatinės normos ribos. Organizmas ginasi nuo pernelyg didelio magnio trūkumo sumažindamas jo išskyrimą per inkstus. Inkstai reaguoja į sumažėjusią magnio koncentraciją kraujyje ir todėl sumažina magnio pašalinimą iš organizmo (Cunningham, 2012). Sveikam žmogui per parą rekomenduojama suvartoti apie 300–350 mg. Dėja, organizmas geba įsisavinti tik apie pusę suvartoto magnio kiekio (40–50 proc.). Magnio jonų absorbcija vyksta žarnyne, o skrandyje magnis nėra absorbuojamas (Firmantienė ir kt., 2012). Laboratorinis magnio koncentracijos nustatymas serume nėra labai tikslus organizmo atsargų rodiklis, nes didžioji magnio dalis yra ne kraujyje, bet audiniuose, ląstelės viduje. Ląstelės viduje esančias magnio atsargas išmatuoti sunku, nors gali būti, kad hipomagnemija pasireiškia, kai serumo magnio koncentracija būna normali. Sumažėjusi magnio koncentracija dažnai būna lydimas sumažėjusios kalcio, kalio ir fosforo koncentracijos serume. Veiksniai lemiantys magnio koncentracijos serume sumažėjimą gali būti: badavimas, alkoholizmas, žarnyno stoma, ūmus ir lėtinis viduriavimas, padidėjęs magnio pašalinimas per inkstus (Zaleskis, 2011).



**1 lentelė.** Rekomenduojamas magnio kiekis įvairioms amžiaus grupėms (Swaminathan, 2003; Firantienė, 2011)

| <b>Amžius<br/>(metai)</b> | <b>Magnio norma (mg/parą)</b> |                |
|---------------------------|-------------------------------|----------------|
|                           | <b>Vyrai</b>                  | <b>Moterys</b> |
| <b>1 – 4</b>              | 80                            | 80             |
| <b>4 – 10</b>             | 150                           | 150            |
| <b>10 – 15</b>            | 225                           | 235            |
| <b>15 – 19</b>            | 400                           | 350            |
| <b>15 – 65</b>            | 350                           | 300            |
| <b>65&gt;</b>             | 350                           | 300            |

Organizme trūkstant magnio, šio mikroelemento atsargas galima papildyti suregulius mitybą, t. y. valgant daug magnio turinčius maisto produktus arba vartojant magnio papildus (Firantienė, 2011). Patartina naudoti šiuos maisto produktus, iš jų organizmas geriausiai įsisavina magnį: visos žaliosios daržovės (špinatai, salotos), ankštiniai augalai (pupos, žirniai), taip pat grūdiniai augalai, natūralus vanduo (Vormann, 2003).

Labai dažnai yra aptinkamas ryškus magnio koncentracijos sumažėjimas dvikovės sporto šakose, kuomet sportininkai stengiasi sumažinti kūno svorį prieš varžybas (Baranauskas ir kt., 2011).

#### **1.1.10. $\alpha$ -Amilazė**

$\alpha$ -Amilazė - angliavandenių apykaitos fermentas, katalizuojantis polisacharidų hidrolizę, vienas svarbiausių kasos ligų rodiklių. Didžiausias amilazės aktyvumas nustatomas kasos ir seilių liaukų audiniuose. Normali amilazės koncentracija kraujyje yra 28 – 100 IU/l.  $\alpha$ -amilazės aktyvumas 3-5 kartus padidėja esant seilių liaukų uždegimui, kasos galvos vėžiui, žarnų nepraeinamumui, prakiurusiai skrandžio opai, pilvaplėvės uždegimui, tulžies takų ligoms, negimdiniam nėštumui, kai kuriems plaučių ir kiaušidžių navikams, gaminantiems amilazę, sergant tymais (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.11. Natris**

Natris – pagrindinis organizmo katijonas, reguliuojantis vandens apykaitos subalansavimą. Natrio koncentracija nustatoma vertinant elektrolitų – skysčių balansą, dehidrataciją. Normali natrio

koncentracija kraujyje yra 136 – 144 mmol/l. Natrio kiekio stabilumas organizme – tai nuolatinio hormoninio ir inkstų veiklos reguliavimo rezultatas. Šiame procese dalyvauja reninas, angiotenzinas, aldosteronas, vazopresinas. Veiksniai lemiantys natrio koncentracijos padidėjimą: dehidratacija, „Cushing“ sindromas, inkstų nepakankamumas, viduriavimas ir kt. Natrio žmogus daugiausia gauna su valgomąja druska, o taip pat su įvairiais, ypač gyvūniniais maisto produktais - kiaušiniiais, sūriu. Augaliniuose produktuose natrio yra mažai, kiek daugiau ruginėje duonoje (Zaleskis, 2011).

M. Lindinger ir G. Sjogaard (1991) teigia, jog raumens susitraukimo metu ląstelės viduje esančio natrio koncentraciją ženkliai padidėja, tuo tarpu kalio koncentracija analogiškai ženkliai sumažėja. Dėl šios priežasties mažėja raumens jėgos rodikliai, pasiekiamas raumens nuovargis.

### **1.1.12. Eritrocitai (RBC)**

Eritrocitai neturi branduolio ir yra įgaubti iš abiejų pusių. Dar jie vadinami raudonaisiais kraujo kūneliais. Eritrocituose randamas hemoglobinas – pagrindinė deguonį, anglies dioksidą ir kitas dujas pernešanti medžiaga. Aerobinio intensyvumo fizinis krūvis didina eritrocitų kiekį serume, bei jų masę (Duthie et al., 1990; Alessio, 1993; Hu, Lin 2012). Eritrocitai turi antigeninę struktūrą, todėl šių struktūrų (kraujo grupių) suderinamumas būtinas perpilant kraują. Sergant geležies stoka sumažėja eritrocitų dydis, nustatomas MCV rodikliu. Eritrocitai būna didesni, jeigu juose daugiau hemoglobino, MCV ir MCH indeksai padidėja. Normali eritrocitų koncentracija kraujyje  $4,4 - 5,6 \times 10^{12}/l$  (Zaleskis, 2011). Ištvėrmės rodiklių efektyvumas, maksimalus deguonies suvartojimas priklauso nuo pernešamo deguonies į dirbančius raumenis. Šią funkciją organizme atlieka eritrocitai ir juose esantis baltymas hemoglobinas (Szygula, 1990). M. Hu ir W. Lin (2012) atliko tyrimus siekdami išsiaiškinti, kaip aerobinio intensyvumo pratimai įtakoja anemijos (mažakraujystės) gydymą, gauti duomenys parodė, jog koreliacija tarp šių faktorių yra, tačiau reikalingi tolimesni tyrimai.

Eritrocitų kiekio padidėjimą kraujyje lemia deguonies trūkumas audiniuose, eritropoetino gamybos suintensyvėjimas, dehidratacija. Eritropoetinas – tai hormonas, kuris yra augimo faktorius, susidarantis inkstuose ir stimuliuojantis raudonųjų kraujo ląstelių sintezę. Jeigu deguonies kiekis sumažėja ir organizmas atsiduria hipoksijos būsenoje, pradedama eritropoetino (EPO) gamyba ir raudonuosiuose kaulų čiulpuose susidarys raudonieki kraujo kūneliai. Galima įsikišti į šią valdymo grandinę išoriškai įvedus EPO ir padidinus eritrocitų skaičių netgi be treniruočių. Dviratininkai, ilgų distancijų bėgikai ir slidininkai linkę piktnaudžiauti EPO, kad padidintų raumenų prisotinimą deguonimi. Teisėtas ir daug saugesnis būdas pagerinti ištvėrmę, tiksliau deguonies jungimosi pajėgumą yra treniravimasis aukštikalnėse. Dėl ypatingų fizinių sąlygų kalnuose mažesnis

deguonies kiekis skatina teisėtą raudonųjų kraujo kūnelių sintezę (Saugy et al., 2006). Eritropoetinas yra vartojamas gydant anemiją. Tiek natūralus, tiek pagamintas EPO neturi šalutinio poveikio dėl savo struktūros. Pavojus yra tik dėl padidėjusio kraujo klampumo, todėl piktnaudžiavimas eritropoentinu padidina arterinės hipertenzijos plaučiuose, smegenyse arba širdyje riziką, tai gali lemti infarktą ar insultą (Coyle et al., 1999).

#### **1.1.12.1. MCH**

MCH rodiklis – tai santykis tarp hemoglobino koncentracijos ir eritrocitų skaičiaus. Šis rodiklis parodo kiek, viename eritrocite yra hemoglobino. Rodiklio pokytis visada sutampa su MCV indeksu (vidutinis eritrocitų tūris). MCH rodiklis palyginti su MCV nėra toks tikslus, kadangi MCH yra išvestinis dydis, gaunamas matuojant du atskirus rodiklius (hemoglobina ir eritrocitų skaičių), po to nustatant jų santykį. Normali MCH koncentracija kraujyje yra 27 – 32,3 pg. Veiksniai įtakoiantys MCH padidėjimą: kepenų pažeidimai, lėtinis alkoholizmas, vegetarinis maistas, skrandžio vėžys, parazitai žarnyne. Sumažėjimą: geležies deficitas, lėtiniai kraujavimai, lėtinės ligos ir kt. (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.12.2. MCHC**

Šis rodiklis yra ryškiai susietas su hemoglobino koncentracija. MCHC apskaičiuojamas hemoglobina dalijant iš hematokrito. Hematokritas apskaičiuojamas dauginant vidutinį eritrocitų tūrį MCV iš eritrocitų skaičiaus. Mažėjant hemoglobino koncentracijai kraujyje, MCHC beveik nekinta. Iš dviejų, vienodą hemoglobino kiekį turinčių, eritrocitų, didesniu MCHC pasižymės tas, kurio dydis bus mažesnis. MCHC yra stabilus kraujo rodiklis nesikeičiantis su amžiumi (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.12.3. MCV**

MCV – vienas svarbiausių hematologinių rodiklių. Jis tikslesnis už MCH ir MCHC, nes jo matavimas yra pirminis. Viena iš svarbiausių taisyklių vertinant hematologinio analizatoriaus rezultatus: MCV ir MCH turi keistis kartu. Šie rodikliai tik abu kartu gali būti padidėję, sumažėję arba likti nepakitę. MCV indeksas yra lėtai kintantis rodiklis. Eritrocitų populiacija atsinaujina tik per kelis mėnesius. MCV norma kraujyje yra 82 – 98 fl (Zaleskis, 2011).

### **1.1.13. Hematokritas (HCT)**

Hematokritas tai kraujo eritrocitų suminis tūris. Hematokritas gali didėti netik dėlto, kad didėja eritrocitų skaičius, bet ir dėlto, kad didėja kiekvieno individualaus eritrocito dydis, MCV. Žinant hematokritą visada ganėtinai tiksliai galima apskaičiuoti hemoglobina. Esant kraujavimui hematokritas sumažėja tik praėjus 12-36 valandoms nuo kraujavimo pradžios (Midgley, Cantor, 1977).

### **1.1.14. Leukocitai (WBC)**

Leukocitai kitaip dar vadinami baltieji kraujo kūneliai. Tai kraujo ląstelės, skirtingai negu eritrocitai, turinčios branduolį. Leukocitai skirstomi į grūdėtuosius ir negrūdėtuosius. Grūdėtųjų leukocitų branduolį sudaro: neutrofilai, bazofilai ir eozinofilai. Leukocitai kaip imuninės sistemos dalis kovoja su infekcijomis, bei organizmui svetimomis medžiagomis. Normali leukocitų koncentracija kraujyje yra  $3,9 - 8,8 \times 10^9/l$ . Leukocitų skaičiaus padidėjimas – leukocitozė. Leukocitozė dažniausiai būna bakterinių ar virusinių infekcijų padarinys, taip pat leukocitų skaičiaus padidėjimą gali lemti audinių trauma, piktybiniai navikai, alergijos, odos ligos, antinksčių nepakankamumas (Gulati, 1996).

#### **1.1.14.1. Neutrofilai (NE)**

Neutrofilai sudaro didžiausią leukocito dalį. Neutrofilai – ląstelės, randamos kaulų čiulpuose, kraujyje, audiniuose. Tai yra pagrindinė organizmo ląstelė kovojanti su infekcija. Jie kaupiasi uždegimo vietose, atlikę savo darbą žūva ir kartu su audinių irimo dalelėmis sudaro pūlius. Jeigu neutrofilų skaičius ryškiai sumažėjęs, organizmo atsparumas infekcijai labai sumažėja. Kraujyje neutrofilai išbūna nuo 2 iki 34 valandų. Neutrofilų skaičius kraujyje padidėja nuo šių veiksnių: stresas, infekcija, fizinis krūvis, valgymas, medikamentai ir kt. Neutrofilai tai tarsi aktyviausias mitozinis žmogaus organas, kurį lengvai gali pažeisti jonizuota radiacija, medikamentai, toksinai. Normali neutrofilų koncentracija kraujyje yra 40 – 70% (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.14.2. Bazofilai (BA)**

Tai grūdėtieji leukocitai, kurių citoplazmoje esančios granulės nusidažo šarminiais dažais. Bazofilai sudaro apie 0,3 – 1% visų leukocitų. Bazofilai yra svarbūs alerginėms reakcijoms. Suėję į

kontaktą su specifiniu alergenu bazofilai degranuliuoja. Be to jie turi ypač didelės reikšmės kraujo klampumui (gamina hepariną, kuris neleidžia kraujui krešėti kraujagyslėse bei kamščiams, trombams susidaryti. Normalus bazofilų kiekis kraujyje 0,1 – 1,2%. Bazofilija – bazofilų skaičiaus padidėjimas. Bazofilijai įvertinti svarbūs absoliutūs bazofilų skaičiai kraujyje. Procentinės normos tik parodo, kokią visų leukocitų dalį sudaro bazofilai. Alerginės greito tipo reakcijos – pagrindiniai procesai, kuriuose dalyvauja bazofilai (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.14.3. Eozinofilai (EO)**

Eozinofilai – grūdėtieji leukocitai. Jie sudaro 1 – 4% visų leukocitų. Eozinofilai yra didesni už neutrofilus, 1 mikrolitre kraujo yra nuo 120 – 350 eozinofilų. Jų kiekis priklauso nuo paros ritmo, bei hormonų pusiausvyros organizme. Eozinofilų fermentai du kartus aktyvesni, nei neutrofilų juose yra daug histamino. Eozinofilai fagocituoja audinių daleles su histaminu, dėl to jie svarbūs organizmo alerginėms reakcijoms (Praškevičius ir kt., 2003). Eozinofilai sudaro kaulų čiulpuose. Eozinofilai vienintelė kraujo ląstelė pasižyminti paros ritmu – didžiausi jos kiekiai randami naktį. Audiniuose yra maždaug 100 kartų daugiau eozinofilų negu kraujyje. Eozinofilų norma kraujyje yra 1 – 5%. Nustačius eozinofilų koncentracijos kraujyje padidėjimą būtina atsižvelgti į vartojamą ar anksčiau vartotą vaistų grupę (Zaleskis, 2011).

#### **1.1.15. Trombocitai (PLT)**

Trombocitai – ląstelės užtikrinančios kraujo krešėjimą, pirminę hemostazę. Esant žaizdos kraujavimui, jos vietoje susikaupia didelis trombocitų kiekis ir stengiasi blokuoti kraujo tėkmę. Mineralas kalcis, vitaminas K ir proteinas, vadinamas fibrinogenu padeda trombocitams suformuoti krešulį (Anitua et al., 2003). Kaulų čiulpuose kiekvienas megakariocitas „pagamina“ apie 1000-5000 trombocitų. Trombocitams patekus į kraują, apie 33% jų fagocituojami blužnyje. Likusi dalis apie 10 dienų išbūna periferiniame kraujyje, po to jie pašalinami pro monocitų-makrofagų sistemą. Pagrindinė trombocitų funkcija – palaikyti kraujagyslės sienelės vientisumą ir sustabdyti kraujavimą, dėl to kasdien netenkama apie  $7,1 \times 10^9$  l trombocitų (Brecher, 2007). Trombocitų sudėtyje yra įvairių augimo faktorių (dar vadinamų citokinais). Suaktyvuoti trombocitai išleidžia augimo faktorius ir sužadina natūralius organizmo gyjimo procesus (Slichter, 2006). PLT skaičius labai priklauso nuo kraujo paėmimo, ypač jeigu tiriamas kapiliarinis kraujas. Ilgiau imant kapiliarinį kraują trombocitų skaičius bus mažesnis (Zaleskis, 2011).

Kraujo perpylimo poreikis ir su juo susiję kaštai vis didėja, nes daugėja traumų ir atliekama vis daugiau sudėtingų operacijų, daugėja žmonių, sergančių onkologinėmis ligomis. Ypatingas

dėmesys kreipiamas į trombocitų transfuzijas: apskaičiuota, kad JAV 2004 m. buvo perpilta apie 2,9 mln. trombocitų masės vienetų, ir per metus tai kainuoja apie 1 milijardą dolerių (Brecher, 2007).

#### **1.1.16. Hemoglobinas (HGB)**

Eritrocitams gabenti deguonį į audinius padeda specialus pigmentas, turintis geležies, baltymas – hemoglobinas. Jo struktūroje yra geležies jonų, todėl deguonies junginiai su geležimi nudažo kraują raudonai. Tekėdama arterijomis per plaučius, geležis paima deguonį ir išnešioja jį po organizmą, kuriame HGB jį atiduoda, kartu dalinai pasiimdamas angliarūgštę, kurią atgal venomis gabena į plaučius grįždamas pasiimti naujos deguonies porcijos (Garvican et al., 2011; Savitsky et al., 1978). Normali hemoglobino koncentracija kraujyje pas vyrus yra 130-170 g/l, pas moteris – 120-150 g/l (Gailiūnienė, 1999; Praškevičius ir kt. 2003). Tačiau ištvermės šakų sportininku hemoglobino kiekis paprastai yra mažesnis ir tai lemia nepakankamą raumenų aprūpinimą deguonimi dirbant ilgą laiką (Skarbalius, 2006). Jeigu hemoglobino kiekis kraujyje yra žemesnis negu normos, visi organai ir audiniai kenčia dėl deguonies trūkumo. Dėl geležies trūkumo pasireiškia mažakraujystė. Jos požymiai: silpnumas, galvos svaigimas, mieguistumas, gali išsausėti oda, slinkti plaukai, lūžinėti nagai, pakisti skonio ir uoslės pojūčiai, pasireikšti raumenų silpnumas (Garvican et al., 2011). Siekiant atstatyti HGB kiekį patartina vartoti gyvulinės kilmės baltymus: mėsa, žuvis. Baltymus patartina vartoti su angliavandeniais. Jeigu nepakanka geležies gauti su maistu, tuomet reikia vartoti daktaro paskirtus preparatus (Geltman et al., 2004). Vykdomos įvairios cheminės modifikacijos siekiant pagerinti hemoglobino pernešamą deguonies kiekį bei jo įsisauginimą. Visi šie tyrimai vykdomi medicinos tikslais (gydymas kai netenkama daug kraujo), tačiau pasitaiko sportininkų (ypač ištvermės sporto šakų atstovų), kurie naudoja šį metodą siekdami, pagerinti savo sportinius rezultatus, todėl šios cheminės modifikacijos vadinamos – kraujo dopingu. Kraujo dopingas tai yra tiesioginis raudonųjų kraujo kūnelių ir tuo pačiu deguonies pernešimo padidinimas. Taip pat dopingu skaitoma, kai sportininkas renka savo kraują, o prieš varžybas jį susileidžia. Kraujo dopingu piktnaudžiaujama sporte, kadangi jis didina ištvermingumą. Jo poveikis panašus kaip eritropoetino (hormonas kuris aktyvina eritrocitų gamybą) tik greitesnis. Kraujo dopingas pavojingas sveikatai, kadangi padidėja trombozės rizika, alergijų arba nesuderinamumo rizika perpilimo metu (Marie et al., 2004).

## **1.2. Raumenų adaptacija prie skirtingo fizinio krūvio**

Raumenys pasižymi adaptyvumu, t.y. geba prisitaikyti prie skirtingų fizinių krūvių. Adaptacija galima skirstyti į dvi grupes: neilgai trunkanti intensyvi (ūmi, greita adaptacija) ir ilgalaikių fizinių krūvių sukelta lėtinė, ilgalaikė adaptacija. Priklausomai nuo fizinių krūvių trukmės pasireiškia greita ir ilgalaikė adaptacija (Häkkinen, 1994). Skirtingo intensyvumo sporto pratybos arba padidėjęs treniruotės krūvis skatina uždelstą raumenų skausmo atsiradimą ir sukelia raumenų pažeidą (Nosaka et al., 2002; Byrne et al., 2004). Išskiriamas dviejų tipų nuovargiai: metablonis ir nemetabolinis. Nevisada nuovargis atsiranda tik dėl raumenų pažeidos (nemetabolinis nuovargis), raumens susitraukimo jėga sumažėja ir dėl energinių medžiagų sumažėjimo (metabolinis nuovargis) (MacIntyre et al., 2001, Martin et al., 2004).

### **1.2.1. Raumenų adaptacijos prie fizinių krūvių fiziologiniai pagrindai**

Raumens įsidirbimas (pramankšta), potenciacija, nuovargis ir sužalojimas – tai pagrindiniai raumens ūmios, greitos adaptacijos tipai. Raumenų įsidirbimui būdingi du pagrindiniai mechanizmai: raumens temperatūros padidėjimas ir metabolizmo suaktyvėjimas bei raumens mechaninių savybių pagerėjimas (Skurvydas, 1998). Adaptacijos vyksmas tai yra išorės dirgiklių sukelta pasikartojanti organizmo dinaminės pusiausvyros kaita. Žmogaus organizmas linkęs išsaugoti nuolatinę vidinę aplinką, t. y. stengiasi išlaikyti ją pagal tokias leidžiamas ribas, kurios būtinos normaliai pagrindinės gyvybinės veiklos tėkmei. Vykstant adaptacijai, nuolatos kinta ir vėl atsinaujina dinaminė vidinės organizmo aplinkos pusiausvyra, taip yra dėl adaptacijos dirgiklių. Homeostazė – dinamiškai suderinta, paslanki organizmo būsenos pusiausvyra. Aplinkos veiksniai, tarp jų ir fiziniai krūviai keičia, įtakoja organizmo homeostazę. Sportinio rengimo vyksme šie adaptacijos dirgikliai yra pratybų ir varžybų krūviai. Tikslingas ilgalaikis fizinių krūvių poveikis sukelia sportininko organizme atsakomuosius pokyčius, kurie ir reiškiasi sportinio parengtumo kaitą, gerėjimą. Dėl fizinių krūvių poveikio vyksta daugumos organizmo funkcijų mobilizacija, galių telkimas siekiant įgyti naują, atsirandančias situacijas atitinkančią, dinaminę organizmo pusiausvyrą. Vadinasi, fizinių krūvių galėtume suvokti ir kaip judamąją veiklą, sukeliančią organizmo funkcijų aktyvumo kaitą (Hoffman, Kaminsky, 2000).

Vyksta skirtinga raumens adaptacija, prie jėgos, galingumo, greitumo ir ištvermės reikalaujančio darbo. Organizmo prisitaikymo specifiškumas priklauso nuo atliekamo darbo trukmės, intensyvumo, raumenų kiekio bei jų darbo režimų, ilgio ir kitų faktorių (Häkkinen, 1994).

### **1.2.2. Raumenų adaptacija prie jėgos fizinių pratimų**

Lavinant raumenų jėgą, padidėja miofibrilių kiekis, hipertrofuoja RS, padidėja citoskeleto ir jungiamojo audinio masė, dažnai padaugėja raumeninių skaidulų (hiperplazija), padidėja specifinė raumens jėga, t.y. raumens jėga, palyginta vienam raumens skerspjūvio ploto vienetui. Specifinė raumenų jėga gali padidėti ne dėl miofilamentų pastiprėjimo, o dėl raumens susitraukimo mechanikos pagerėjimo. Trys pagrindiniai stimulai, skatinantys raumenų hipertrofiją:

1. Metabolinis (kai sumažėja raumeninėje skaiduloje energetinis potencialas ir padidėja neorganinio fosfato, kreatino, ADF ir vandenilio jonų koncentracija);
2. Hormoninis (testosterono, insulino ir augimo hormono koncentracijos padidėjimas);
3. Mechaninis stimulus, kai dėl raumens susitraukimo ar ištempimo per citoskeletą yra aktyvuojamas raumens baltymų sintezės mechanizmas (Fitts et al., 1991).

Raumens adaptacija prie sunkaus fizinio darbo priklauso nuo raumens susitraukimo tipo ir ilgio. Dirbant ekscentrinio režimu ir didele susitraukimo amplitude, labiau sintetinamos lėto tipo miozino sunkiosios grandys ir padidėja sarkomerų skaičius. Lavinant raumenų jėgą, ypač kai padidėja jų raumenų masė, raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo greitis gali net sumažėti (Fitts et al., 1991; Häkkinen, 1994). Pradiniuose treniruočių etapuose raumenų jėga labiau padidėja dėl centrinių nervinių mechanizmų poveikio, o vėlesniuose – dėl raumenų hipertrofijos, kuri ypač priklauso nuo hormonų (testosterono, augimo hormono ir insulino) poveikio (Enoka, 1994; Häkkinen, 1994).

### **1.2.3. Raumenų adaptacija prie greitumo, galingumo fizinių krūvių**

Greitumo lavinimo metu labiau pakinta sarkoplazminio retikulumo apimtis, fermento miozino ATF – azės aktyvumas, baltymo parvalbumino kiekis. Dėl šių priežasčių padidėja raumens susitraukimo galingumas ir greitis, raumens atsipalaidavimo greitis, tačiau maksimali raumens susitraukimo jėga nepakinta. Raumens adaptacija prie sunkaus fizinio darbo priklauso nuo raumens susitraukimo tipo ir ilgio. Specifinė adaptacija priklauso nuo raumens jėgos mechaninio stimulo, kuris per keletą tarpinių grandžių perduoda signalą apie raumeninės skaidulos įvairių baltymų sintezės greitį. Lavinant raumenų jėgą, ypač kai padidėja jų raumenų masė, raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo greitis gali net sumažėti (Fitts et al., 1991).

Raumens susitraukimo greitis ar jėga gali padidėti ne tik dėl raumeninių, bet ir dėl centrinių nervinių faktorių, t. y. dėl motorinių vienetų impulsavimo, mobilizavimo, sinchronizavimo ir raumenų tarpusavio koordinacijos pagerėjimo (Häkkinen, 1994). Šios motorinių vienetų aktyvavimo savybės gali pagerėti ir dėl refleksinių mechanizmų suaktyvėjimo (Skurvydas et al.,



1990). Tada padidėja raumens susitraukimo jėga ar greitis, o raumens masė nepakinta (Häkkinen, 1994).

### **1.3. Fizinės ypatybės dominuojančios krepšinyje ir kitose komandinėse sporto šakose**

Sugebėjimas išvystyti didelius galingumo rodiklius laikomas viena iš svarbiausių fizinių savybių, užtikrinančių sėkmingus rezultatus daugelyje sporto šakų (krepšinis, futbolas, tinklinis, regbis, rankinis ir t.t.) ypač šiose sporto šakose, kuriose dominuoja netikėti krypties keitimai, šuoliai, metimai ir t.t. (Haff et al., 2012). Anot S. Stonkaus (1985), pagrindinės krepšininkų fizinės ypatybės yra jėga, greitumas, ištvermė, lankstumas, vikrumas, šoklumas. Futbolas ir krepšinis yra sporto šakos, kuriose energija gaunama ir aerobiniu, ir anaerobiniu būdu. Tačiau žaidimo specifika skiriasi, dėl to buvo lyginami jauni krepšininkai su futbolininkais, nebuvo rasta, statistiškai reikšmingo skirtumo tarp aerobinio ir anaerobinio galingumo tarp dviejų tirtų grupių (Wilson, Heddins, 2012). K. Tsimahidis ir bendraautorai (2010) tegia, jog rengiant jaunuosius krepšininkus, didžiausias dėmesys fiziniame rengime turi būti skiriamas galingumo ugdymui.

#### **1.3.1. Pramankštos svarba prieš išvystant fizines ypatybes**

Siekiant išvystyti maksimalius rezultatus betkurioje fizinėje ypatybėje (jėga, greitumas, galingumas, ištvermė, lankstumas ir t.t.) ir išvengti traumos galimybių yra būtina pramankšta.

A. Stasiulis (2009), išskyrė šiuos organizme įvykstančius fiziologinius pokyčius po pramankštos:

1. Suaktyvinama deguonį transportuojančių sistemų veiklą (tai sumažina deguonies deficitą įsidirbimo metu);
2. Padidinama kūno, ypač raumenų temperatūra (tai padidina raumenų susitraukimo galingumą, impulsų sklaidimo greitį nervais, sumažina kraujo klampumą, padidina metabolizmo greitį, gerina raumenų aprūpinimą deguonimi).
3. Pramankšta turi teigiama poveikį termoreguliacijai, suaktyvinama odos kraujotaka ir sumažinamas prakaitavimo slenkstis.
4. Prieštrauminis poveikis. Padidina raumenų, sausgyslių, raiščių elastingumą.

Pramankštos metu atliekami tempimo pratimai ne tik padeda geriau įsisavinti medžiagas, bet ir pašalinti raumenyse esančius šalutinius veiklos produktus, o po sunkios treniruotės padeda pasišalinti susidariusiai pieno rūgščiai (Regelskis, 2005).

### 1.3.2. Galingumas

Daugelyje sporto rūšių būtinas gebėjimas generuoti didelę jėgą per santykinai trumpą laiką (Kawamori et al., 2005; Newton et al., 2002). M. Stone ir bendraautorai (2002) teigia, jog gebėjimas pademonstruoti didelį jėgos lavinimo rodiklį ir didelį galingumą yra svarbiausios savybės siekiant sėkmės aukšto lygio sporto varžybose.

K. Hansen ir bendraautorai (2011) atliko galingumo įvertinimo fiziologinius testus su panašaus amžiaus elito regbio žaidėjais ir žemesnės lygos regbininkais. Gauti duomenys atskleidė, jog elito regbininkų galingumo rodikliai yra ženkliai didesni, lyginant su žemesnės lygos žaidėjais. Todėl autoriaus teigimu galime daryti išvadą, jog viena iš svarbiausių, dominuojančių fizinių ypatybių regbyje, turi būti galingumas. D. Baker (2001) taipogi analizavęs profesionalius regbio žaidėjus teigia, jog jie generuoja ženkliai didesnius galingumo rodiklius tiek viršutiniiais, tiek ir apatiniais kūno judesiais, lyginant su koledžo žaidėjais.

Krepšininkų rengime didžiausią dėmesį reikia skirti greitumo – jėgos fiziniams gebėjimams ugdyti – 60 proc., 25 proc. – staigiajai jėga, 10 proc. – jėgos – greitumui ir 5 proc. greitumui (Sandler, 2005). Gebėjimas greitai pašokti ir gebėjimas aukštai pašokti yra kokybiškai skirtingos šoklumo ypatybės. Kartais žaidėjui svarbu aukštai pašokti nesvarbu kiek laiko trunka šuolis, kitu atveju svarbu tą patį aukštį pasiekti greičiau už varžovą (kova dėl atšokusio kamuolio). Gebėjimas aukštai pašokti matuojamas šuolio aukščiu, o gebėjimas jį atlikti greičiau – atsispyrimo trukme. Greitumas ir jėga priklauso vienas nuo kito: jei didelis dėmesys skiriamas greitumui, gali sumažėti jėga (ir atvirkščiai). Todėl didžiausias raumenų galingumas pasiekiamas esant optimaliam greitumo ir jėgos santykiui (Kollias et al., 2001).

Amerikietiškas futbolas yra vienas iš populiariausių ir geriausiai apmokamų sporto šakų pasaulyje, A. Fry ir W. Kraemer (1991) atliko tyrimus su šios sporto šakos atstovais. Gauti duomenys taipogi parodė, jog galingumo savybės skiriasi skirtinguose žaidimo lygiuose, aukštesnės lygos komandų žaidėjų galingumo rodikliai yra didesni.

Tiriant kitas sporto šakas, pavyzdžiui krepšinį ir tinklinį buvo pastebėtos svarbios sąsajos tarp didžiausios jėgos ir didžiausio galingumo (Peterson et al., 2006). Remiantis naujausiais moksliniais tyrimais akivaizdu, kad didžiausia jėga, jėgos lavinimo rodiklis ir gebėjimas generuoti didžiausią galingumą yra svarbios savybės kurias būtina lavinti, tačiau vyksta dideli ginčai dėl to,

kuri iš šių savybių turėtų būti svarbiausia treniruočių metu, siekiant išvystyti didžiausią galingumą su pasipriešinimo treniruotėmis (Haff et al., 2012)

### **1.3.2. Jėga**

Kai kurie autoriai teigia, kad pasiekus atitinkamą jėgos lygį, toliau vystant šią savybę, pasiekiami mažesni rezultatai galingumo ypatybėje (Cormie et al., 2010), tuo tarpu kitų autorių duomenimis, didžiausia jėga veikia gebėjimą generuoti galingumą hierarchiniu būdu, kai jos poveikis sukuriamam galingumui sumažėja, sumažėjus išorės krūviui (Schmidtbleicher 1992).

### **1.3.3. Anaerobinė ištvermė**

Manoma, jog sėkmė krepšinyje daugiausiai priklauso nuo gerai išvystyto anaerobinio galingumo ir ištvermės (McIlrnes et al., 1995), nei tik nuo aerobinio pajėgumo, viso sezono metu Nors tik 15% krepšinio žaidimo laiko varžybų metu yra aukšto intensyvumo zonoje, šis laikas yra labai reikšmingas galutiniam rezultatui. Staigus krypties pakeitimas, greitas startas iš vietos gebėjimas staigiai pašokti yra pagrindiniai judesiai krepšinyje, varžybų metu juos reikia kartoti nuolatos – tai yra anaerobinė galingumo ištvermė (Hoffman et al., 1996).

### **1.3.4. Fiziologiniai testai, koreliuojantis su sporto šakos specifika**

Daug ir įvairių testų buvo naudojami įvertinti anaerobinį pajėgumą ir ištvermę krepšinio žaidėjams. Anaerobinį galingumą krepšininkams geriausiai atspindi vertikalūs šuoliai matuojant jėgos išvystymo greitį (Hoffman et al., 1995; Hakkinen, 1993). Taip pat vienas iš paplitusių fiziologinių testų, siekiant nustatyti galingumo rodiklius yra „Stiffness“ testas (Tanner et al., 2012). Dauguma autorių teigia, jog šuolio aukštis priklauso nuo staigiosios jėgos (Haguenauer et. al., 2005). Eksperimentinių tyrimų duomenys labai prieštaringi – vieni autoriai randa stiprų koreliacinį ryšį tarp staigiosios jėgos ir šuolio aukščio (Paasuke et. al., 2001), kiti – kad šuolio aukštis nekoreliuoja su kojų raumenų staigiaja jėga (Young, Bilby, 1993).

## **1.3. Raumenų pažeida ir nuovargis**

Intensyvios sporto pratybos arba padidėjęs treniruotės krūvis skatina uždelstą raumenų skausmo atsiradimą ir sukelia raumenų pažeidą (Nosaka et al., 2002; Byrne et al., 2004). Vienas iš

rodiklių serume labiausiai atspindinčių raumenų pažeidą yra kreatinkinazė (Baird et al., 2011; Totsuka et al., 2002). Dažniausiai raumenų pažeida sukelia atliekant ekscentrinius pratimus (Ratkevicius et al., 1998; Skurvydas et al., 2000; Sayers Clarkson, 2003). Atliekant ekscentrinio tipo susitraukimą, manoma, jog yra aktyvinamas mažesnis motoneuronų kiekis, negu atliekant tokius pačius koncentrinius susitraukimus (Enoka, 1996). Koncentrinis krūvis mažina raumenų atsparumą ekscentrinį krūvių sukeltai pažeidai (Gleeson et al., 2003). Jėgos sumažėjimas laikomas vienu iš informatyviausių raumenų pažeidos kriterijų (Zainuddin et al., 2006). Žmogaus raumenų atsparumas pažeidai nepriklauso nuo lyties (Clarkson, Hubal, 2002). Tiek šildymas, tiek šaldymas prieš koncentrinį krūvį sumažino netiesioginį raumenų pažeidos simptomą — kreatinkinazės kiekį kraujyje praėjus 24 h po krūvio (Ramanauskienė ir kt., 2007).

Raumenų nuovargis – tai raumenų jėgos arba galingumo mažėjimas atsirandantis dėl ATP hidrolizės greičio sumažėjimo, metabolitų susikaupimo, acidozės, elektrinio signalo perdavimo sutrikimo, raumenų mechanikos sutrikimo. Šie mechanizmai gali būti tarpusavyje susiję. Manoma, kad nuovargio mechanizmų paskirtis – apsaugoti nuo sutrikimo, atsirandančio dėl sunkaus fizinio darbo, energetini ir struktūrinių raumens potencialą (Skurvydas, 1998). Sporto praktikoje retai pasitaiko, kad nuovargis atsirastų tik dėl raumenų pažeidos. Dažnai taikomi krūviai, kurių metu energijos gamyba raumenyse vyksta anaerobinės glikolizės būdu. Dėl tokių krūvių kyla metabolinis nuovargis: raumens susitraukimo jėga sumažėja dėl energinių medžiagų (ATP, KP ir glikogeno) sumažėjimo, bei metabolitų (neorganinio fosfato, vandenilio jonų ir kt.) koncentracijos padidėjimo (Child et al., 1998; Clarkson, Sayers, 1999; MacIntyre et al., 2001, Martin et al., 2004). Maksimaliu intensyvu atliekant minutės trukmės šoklumo pratimus, raumenyse gali kilti abiejų tipų nuovargis: metabolinis ir nemetabolinis (Byrne et al., 2004; Morgan, Proske, 2004; Proske, Morgan, 2001).

Skirtingo tipo raumens nuovargio būsenos:

1. **„Didelių dažnių“** nuovargio būseną (Fitts, 1994). Ji atsiranda atliekant maksimalaus intensyvumo, bet ilgai truncančio darbo metu (ypač tuomet, kai darbas atliekamas be poilsio). Tokio darbo metu dėl nervų raumens sinapsės pralaidumo, veikimo potencialo sklaidimo T-sistema ir miozino tiltelių sukibimo su aktinu pablogėjimu palyginti neilgą laiko tarpą, sumažėja raumens susitraukimo jėga, galingumas, bei atsipalaidavimo greitis (Skurvydas, 1998).

2. **Metabolinis nuovargis ir acidozė.** Šios būsenos metu labiausiai sumažėja ATF hidrolizės ir resintezės greitis, raumenyse sumažėja energetinių medžiagų – ypač glikogeno ir kreatinfosfato. Susikaupę metabolitai trigdo miozino tiltelių ciklišką darbą. Tai įtakoja raumens susitraukimo jėgos, galingumo, atsipalaidavimo greičio mažėjimą. Esant šiai raumenų būsenai reikalingas ilgas atsigavimas (Fitts, 1994).

3. **Mažų dažnių nuovargis** (Green, Jones, 1989). Raumenyje pablogėja signalo perdavimas nuo T-sistemos iki sarkoplazminio retikulumo. Sumažėja kalcio išmetimo iš plazminio retikulumo

greitis ir kiekis. Esant šiai nuovargio būsenai energetinių substratų sumažėjimo ir metabolitų susikaupimo nebūna. Raumens atsigavimui reikalingos kelios paros po tokios būsenos (Westerblad et al., 1993).

**4. Struktūrinis nuovargis.** Šios raumens būsenos metu, gali suirti sarkomerai, atskiros miofibrilės ar kiti citoskeleto baltymai, o tai įtakoja sumažėjusį raumens susitraukimo greitį ir jėgą. Ši būseną gali atsirasti ir intensyvaus darbo pradžioje, ir atsigavimo po jo metu. Dažnai po struktūrinio nuovargio pasireiškia ir mažų dažnių nuovargis (Friden, Lieber, 1997).

## 2. TYRIMO METODIKA IR ORGANIZAVIMAS

### 2.1. Tiriamieji

Pirmojo, antrojo ir trečiojo tyrimo metu buvo testuojami 10 didelio meistriškumo krepšininkų vyrų (amžius -  $28,6 \pm 4,88$  m; ūgis –  $200,5 \pm 8,33$  cm; svoris –  $99,5 \pm 8,5$  kg; profesionali patirtis –  $11,6 \pm 4,14$  m). Šeši iš tiriamųjų atstovauja Lietuvos krepšinio rinktinę, dalyvavę Olimpinėse žaidynėse, Pasaulio bei Europos čempionatuose. Du iš tiriamųjų yra rungtyniavę stipriausioje pasaulio krepšinio lygoje – NBA (profesionali Šiaurės Amerikos krepšinio lyga). Kiekvienas tiriamasis buvo supažindintas su vykdomo tyrimo tikslais, metodais ir procedūra.

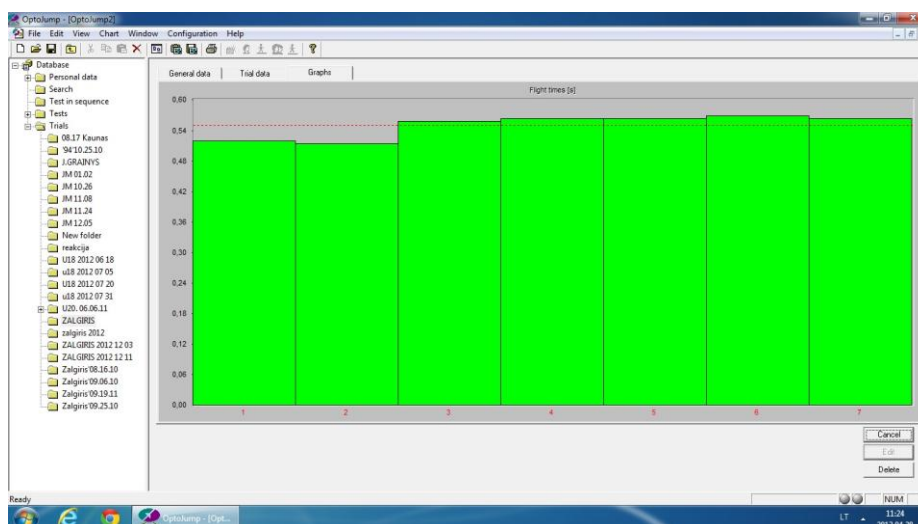
### 2.2. Tyrimo metodai

**2.2.1. Vienkartinio raumenų susitraukimo galingumo nustatymas.** Tiriamieji atliko 15 minučių trukmės pramankštą (pirmojo, antrojo ir trečiojo testavimo metu buvo atliekama vienoda pramankšta), tuomet naudojant optinius jutiklius *Microgate – OptoJump* tiriamasis atliko vertikalų šuolį iš vietos amortizuojamai pritūpdami per kelių sąnarius iki  $90^\circ$  kampo (ekscentrinė fazė). Iškart po to seka šuolis į viršų (keturgalvio šlaunies raumens koncentrinio susitraukimo fazė). Po atsispyrimo prasideda polėkio fazė, kuri baigiasi kuomet lazerinis jutiklis užfiksuoja nusileidimą. Toliau seka amortizacijos fazė. Kiekvienas tiriamasis atliko po 3 kontrolinius šuolius. Įskaitomas geriausias šuolio rezultatas.



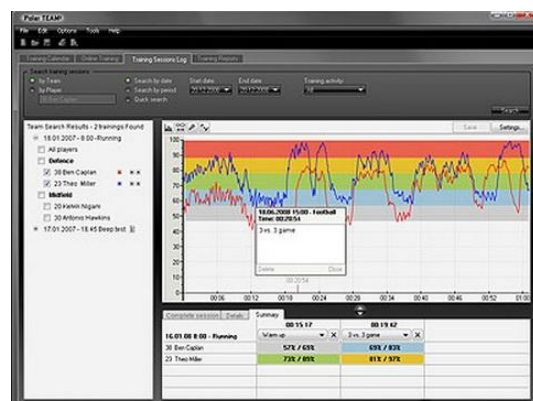
**1 pav.** Vertikalaus šuolio su pritūpimu su rankų mostu atlikimo schema

**2.2.2. Raumenų susitraukimo galingumo, bei galingumo ištvermės nustatymas (Stiffness testas).** Raumenų susitraukimo galingumas ir galingumo ištvermė buvo matuojama naudojant optinius jutiklius *Microgate - OptoJump*. Remiantis Tanner ir Gore (2012) testo atlikimo metodika, tiriamieji atliko 8 iš eilės be sustojimo vertikalūs šuoliai į aukštį. Naudojant programą *OptoJump Next 1.7.3.0.* buvo apskaičiuojamas kiekvieno šuolio galingumas (W/kg). Įskaitomas geriausias rezultatas.



2 pav. OptoJump Next 1.7.3.0. programa apdorojami gauti duomenis

**2.2.3. Taikyto ilgalaikio treniruočių krūvio nustatymas pagal ŠSD.** Tiriamieji buvo stebimi nuo 2012 08 22 iki 2013 01 08. Kiekvienoje treniruotėje parengiamajame ir varžybiniame periode (išskyrus varžybų metu), tiriamieji dėvėjo *Polar Team System 2* širdies susitraukimo dažnio matuoklius. Duomenys buvo analizuojami naudojant programinę įrangą *Polar Team 2*.



3 pav. Širdies susitraukimo dažnio matuoklis Polar Team System 2 (kairėje); programinė įranga Polar Team 2 (dešinėje).

**2.2.4. Nenutrūkstamai didinamas bėgimo bėgtakiu fizinis krūvis.** Šis testas buvo taikomas siekiant nustatyti kiekvieno sportininko maksimalų širdies susitraukimo dažnį, aerobinį bei anaerobinį slenkstį atsižvelgiant į ŠSD. Šie duomenys buvo naudojami siekiant stebėti ir analizuoti krūvį su *Polar Team System 2*. Tyrimas buvo atliktas LSU laboratorijoje. Tiriamieji atliko nuosekliai didinamo intensyvumo maksimalų fizinį krūvį – greitėjantį bėgimą bėgtakiu (LE 200 CE, Vokietija). Pradinis bėgtakio judėjimo greitis buvo 6,2 km/h; nuo trečios bėgimo krūvio minutės kas minutę jis automatiškai didėjo po 0,7 km/h. Tyrimas buvo nutraukiamas, kai tiriamasis dėl nuovargio atsisakydavo bėgti (4 paveikslas).



**4 pav.** *Nenutrūkstamai didinamas bėgimo bėgtakiu fizinis krūvis*

**2.2.5. Biocheminė veninio kraujo analizė.** Tyrimai buvo atlikti Lietuvos Sveikatos mokslų universiteto ligoninėje (LSMUL) Kauno Klinikose, Hematologijos ir bendrosios citologijos laboratorijoje. Analizė atlikta biocheminiu analizatoriumi „Monarch“ (gamintojas – Instrumentation Laboratory SpA, JAV ir Italija). Biocheminė veninio kraujo analizė visuose trijuose tyrimuose buvo atlikta ryte, kuomet tiriamieji nebuvo pusryčiaavę, likus 4-5 val. iki fiziologinių testų atlikimo.

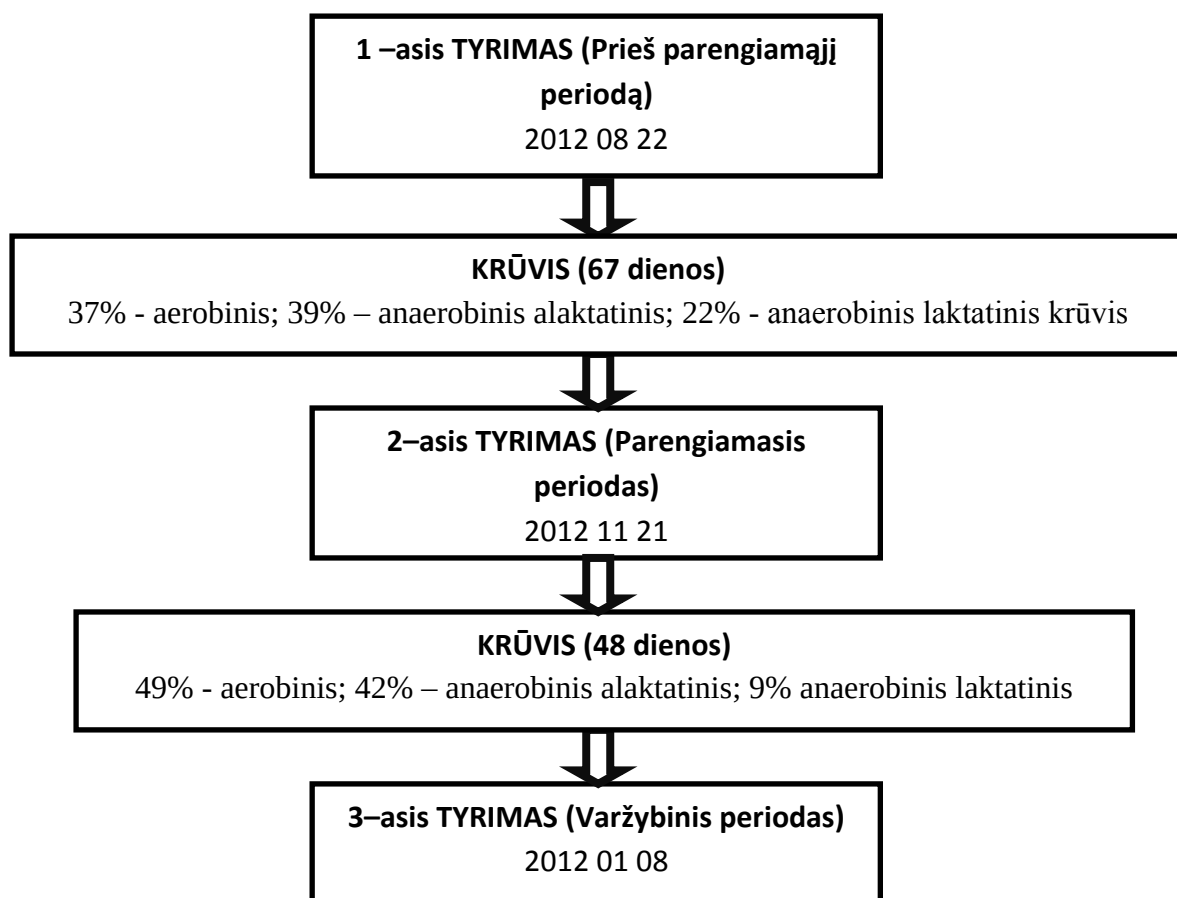
**2.2.6. Statistiniai skaičiavimai.** Apdorodami tyrimų duomenis, apskaičiavome:

- 1) Aritmetinį vidurkį ir standartinį nuokrypį,
- 2) Koreliaciją bei procentinį pokytį.
- 3) Skirtumų tarp aritmetinių vidurkių reikšmingumas buvo nustatomas pagal dvipusį nepriklausomų imčių Stjudento t kriterijų. Aritmetinių vidurkių skirtumo reikšmingumo lygmuo buvo laikomas svarbiu, kai paklaida mažesnė nei 5% ( $p < 0,05$ ). Skaičiavimus atlikome naudodamiesi statistiniais *Microsoft® Excel 2000* ir *SPSS* paketais.



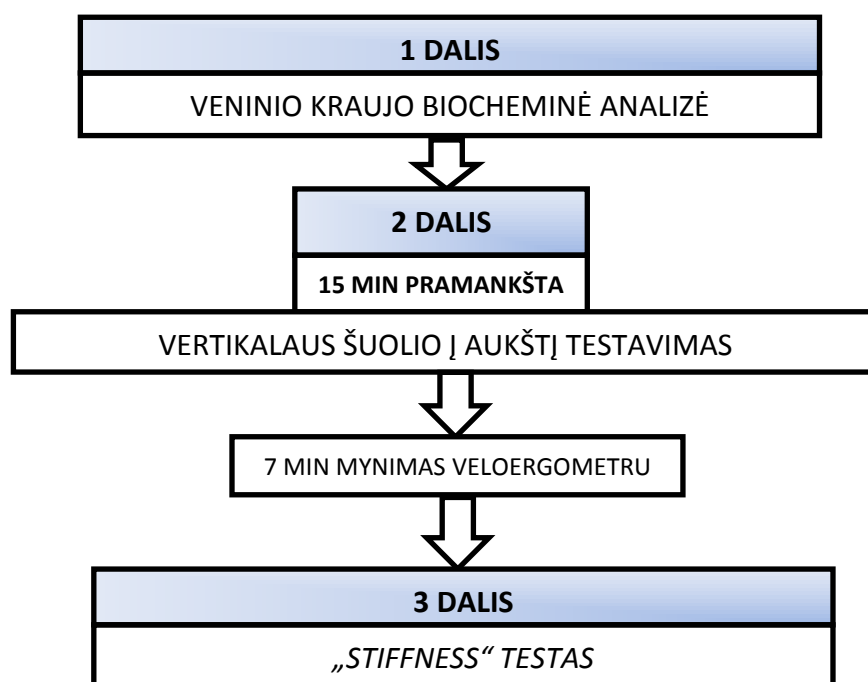
## 2.3. Tyrimo organizavimas

Siekiant išsiaiškinti kraujo biocheminius, bei fiziologinių testų kitimus prieš parengiamąjį, parengiamajame ir varžybiniame periode, buvo atlikti 3 tyrimai (5 paveikslėlis). Nuo tyrimų pradžios iki pabaigos buvo kontroliuojamas vitaminų ir maisto papildų vartojimas. Buvo vartojami: vitaminai: magnis, kalio chloridas, omega žuvies taukai, vitaminas C ir B grupės vitaminai; maisto papildai: Amino BCAA, Anticramp. Pirmasis tyrimas buvo atliktas 2012 08 22 prieš pradedant parengiamąjį ciklą. Antrasis tyrimas (2012 11 21) atliktas jau parengiamajame periode ir trečiasis (2013 01 08) tyrimas - prasidėjus intensyviai varžybiniam periodui. Tarp pirmojo ir antrojo testavimo buvo 89 dienų skirtumas, jų metu vyko parengiamasis periodas. Treniruotės prasidėjo 2012 09 15, naudojant *Polar Team System 2* nustatėme, jog tarp 1-ojo ir 2-ojo testavimo vyravo toks fizinis krūvis: 37% - aerobinis; 39% – anaerobinis alaktatinis; 22% - aerobinis laktatinis. Tarp 2-ojo ir 3-ojo testavimo buvo taikytas 49% - aerobinis; 42% – anaerobinis alaktatinis; 9% anaerobinis laktatinis krūvis. Iki pirmojo testavimo, sportininkai atvyko po atostogų ir individualių aerobinio tipo treniruočių.



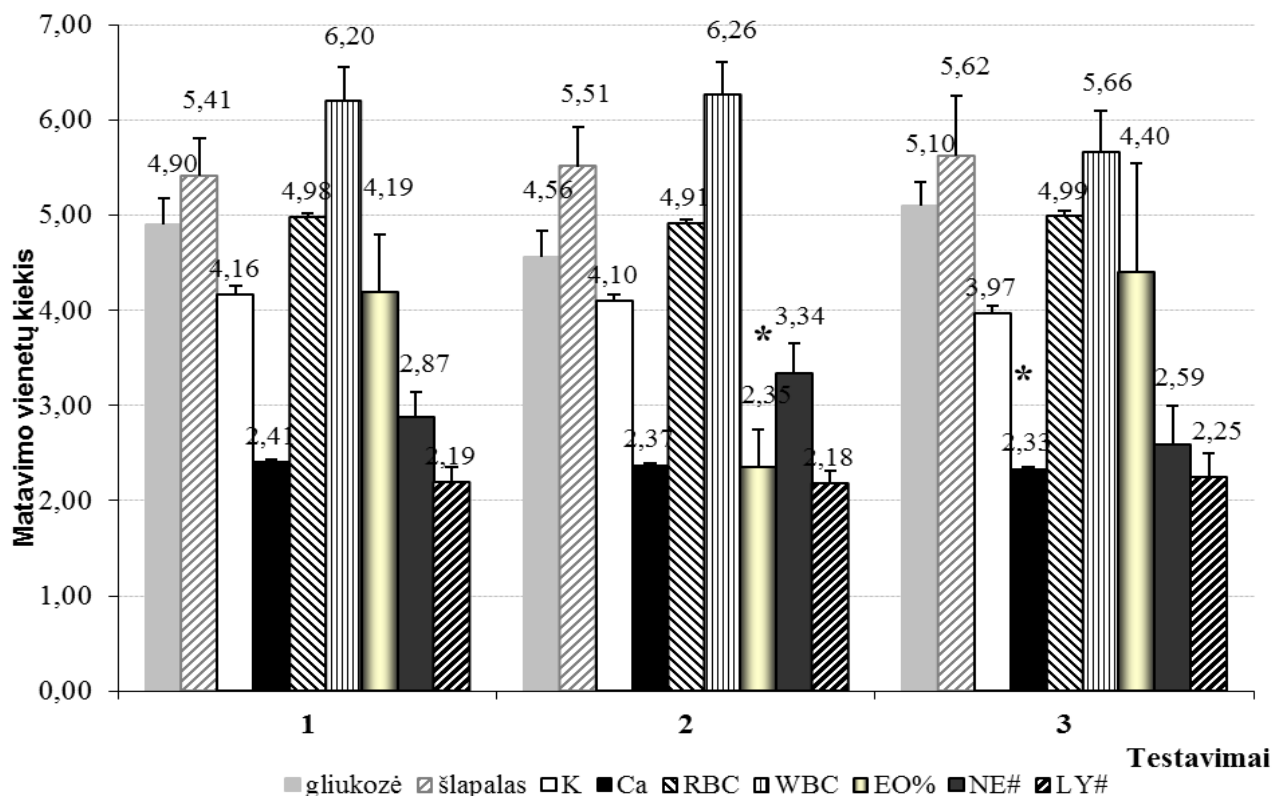
5 pav. Tyrimų atlikimo tvarka

Visų tyrimų (pirmojo, antrojo ir trečiojo) eiga buvo analogiška (tyrimo protokolas pavaizduotas 6 paveikslėlyje). Pirmoje dalyje tiriamieji atvyko į LSMUL Kauno Klinikas, kuriose buvo paimta 5 ml veninio kraujo. Praėjus 2-3 valandom po pirmojo tyrimo, tiriamieji atvyko į Kauno Žalgirio Arena, kurioje prasidėjo antroji ir trečioji tyrimo dalis. Tiriamieji atliko 15 minučių pramankštą (10 minučių minimas veloergometru, 40 W galingumu; 5 minutės dinaminiai pramankštos pratimai). Tuomet tiriamieji naudojant *OptoJump* optinius jutiklius atliko pirmąjį vertikalaus šuolio į aukštį fiziologinį testą, siekiant išsiaiškinti vienkartinį raumens susitraukimo galingumą, kiekvienas iš jų atliko po 3 bandymus, jeigu rezultatai gerėjo buvo duodamas 4 bandymas. Rezultatų analizei paimtas geriausias pasiektas rezultatas. Atlikus 3 – 4 bandymus, tiriamieji, vėl atliko 7 min aerobinio intensyvumo mynimą veloergometru (ŠSD 100 – 110 tvin/min). Trečiojoje dalyje buvo atliktas „*Stiffness*“ testas, siekiant išsiaiškinti raumenų galingumo ištvermės rodiklius, tiriamasis atliko aštuonis iš eilės nenutrūkstančius vertikalius šuolius į viršų, naudojant programą *OptoJump Next 1.7.3.0*. buvo apdoroti gauti rezultatai.



**6 pav.** Tyrimo protokolas

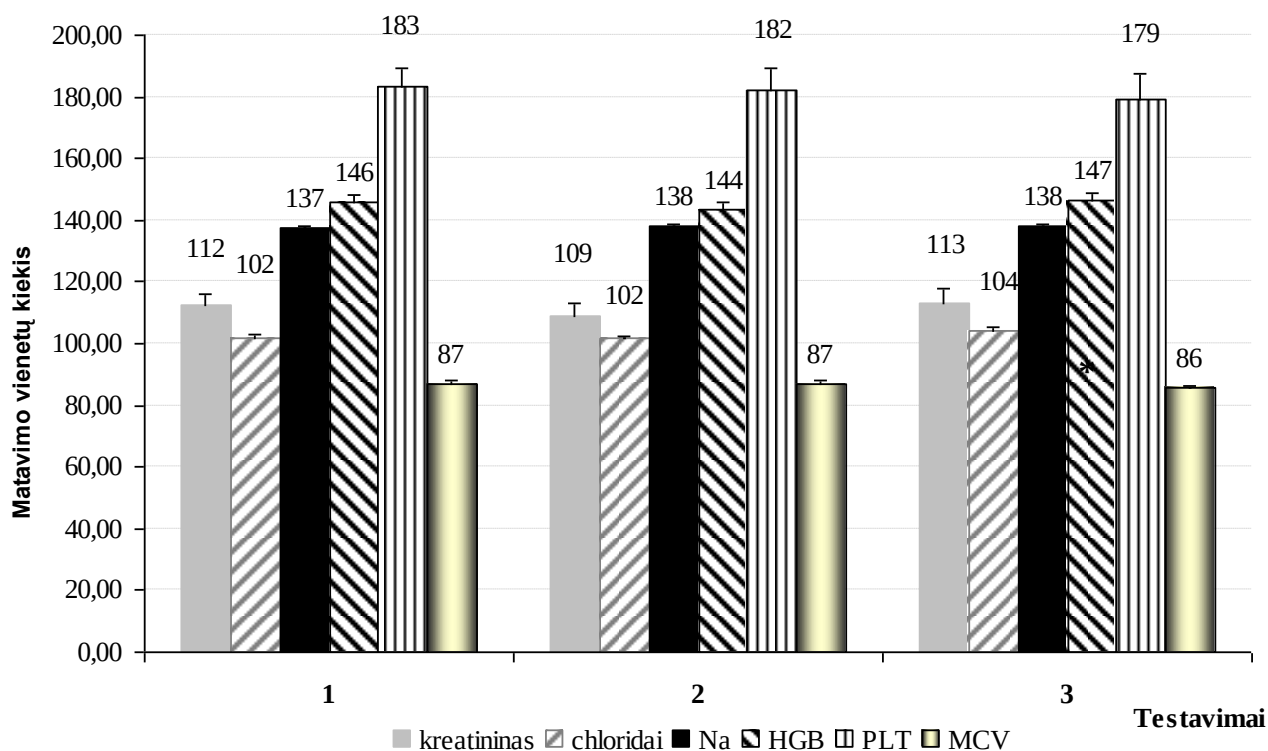
### 3. TYRIMO REZULTATAI



**Pastaba:** \* -  $p < 0,05$ , lyginant duomenis su pradiniu testavimu.

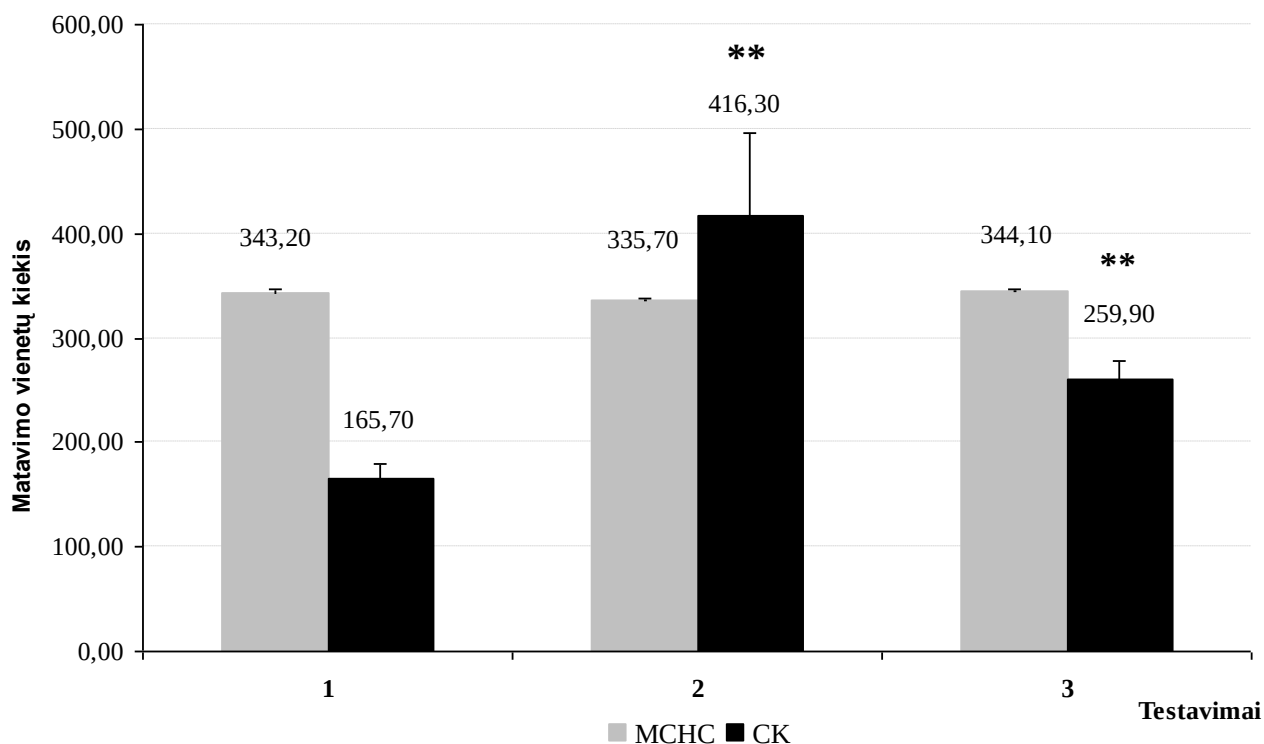
**7 pav.** Gliukozės, šlapalo, kalio (K), kalcio (Ca), eritrocitų (RBC), leukocitų (WBC), eozinofilų (EO), Neutrofilų (NE) ir limfocitų (LY) kiekio kraujyje kaita

Septintame paveiksle matome kaip keitėsi biocheminių kraujo rodiklių (gliukozės, šlapalo, kalio, kalcio, eritrocitų, leukocitų, neutrofilų, limfocitų, eozinofilų procentinė reikšmė) koncentracija kraujyje, prieš paruošiamąjį periodą (1 testavimas), paruošiamajame periode (2 testavimas) ir varžybiniame periode (3 testavimas). Išanalizavus gautus duomenis nustatėme, jog statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,05$ ) yra procentinėje eozinofilų koncentracijoje, paruošiamojo periodo metu, lyginant su pradiniu testavimu, kuris buvo atliktas prieš paruošiamąjį periodą. Taip pat reikšmingai sumažėjo kalcio kiekis, lyginant 1-ojo ir 3-ojo testavimo duomenis ( $p < 0,05$ ). Lyginant likusius duomenis (gliukozė, šlapalas, K, RBC, WBC, NE#, LY#) statistiškai reikšmingo skirtumo nerasta.



**8 pav.** Kreatinino, chloridų, natrio (Na), hemoglobino (HGB), trombocitų (PLT) ir vidutinio eritrocitų tūrio (MCV) kiekio kraujyje kaita

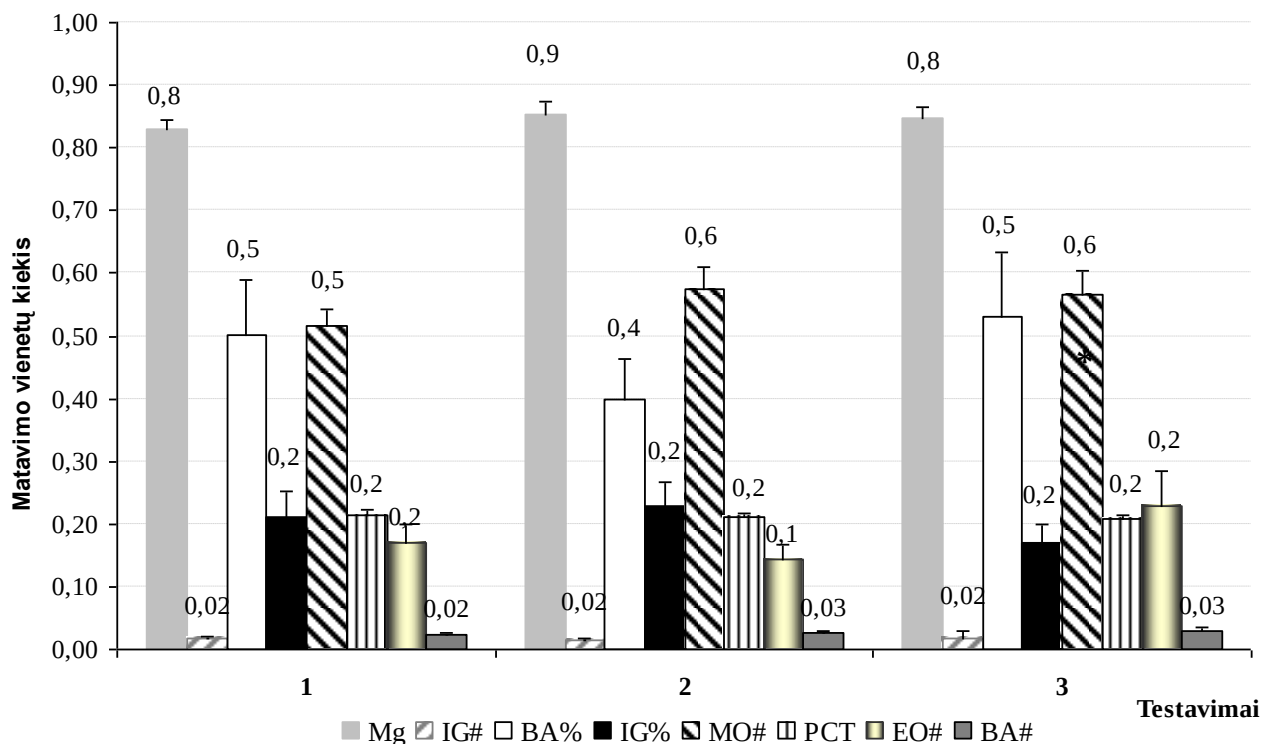
Aštuntame paveiksle pateikti duomenys su kreatinino, chloridų, natrio, hemoglobino, trombocitų ir vidutinio eritrocitų tūrio kiekio kraujyje kaita visuose trijuose testavimuose. Kreatinino koncentracija serume buvo mažiausia (109  $\mu\text{mol/l}$ ) antrojo testavimo metu (parengiamajame periode). Chloridų koncentracija kraujyje, pirmojo ir antrojo testavimo metu buvo vienoda (102 mmol/l), paskutiniajame testavime (varžybinio periodo metu) koncentracija padidėjo (2 mmol/l). Stebint natrio koncentraciją kraujyje, matome, jog šio rodiklio vidurkis išliko vienodas visų testavimų metu (137 mmol/l). Hemoglobino koncentracija svyravo tarp 144 – 147 g/l, vidutinis eritrocitų tūris ir trombocitų koncentracija kraujyje ženkliai nekito. Nerasta statistiškai reikšmingo skirtumo ( $p>0,05$ ) lyginant visų šešių rodiklių kaitą, prieš parengiamąjį, parengiamajame ir varžybiniame periode.



**Pastaba:** \*\* -  $p < 0,01$ , lyginant duomenis su pradiniu testavimu.

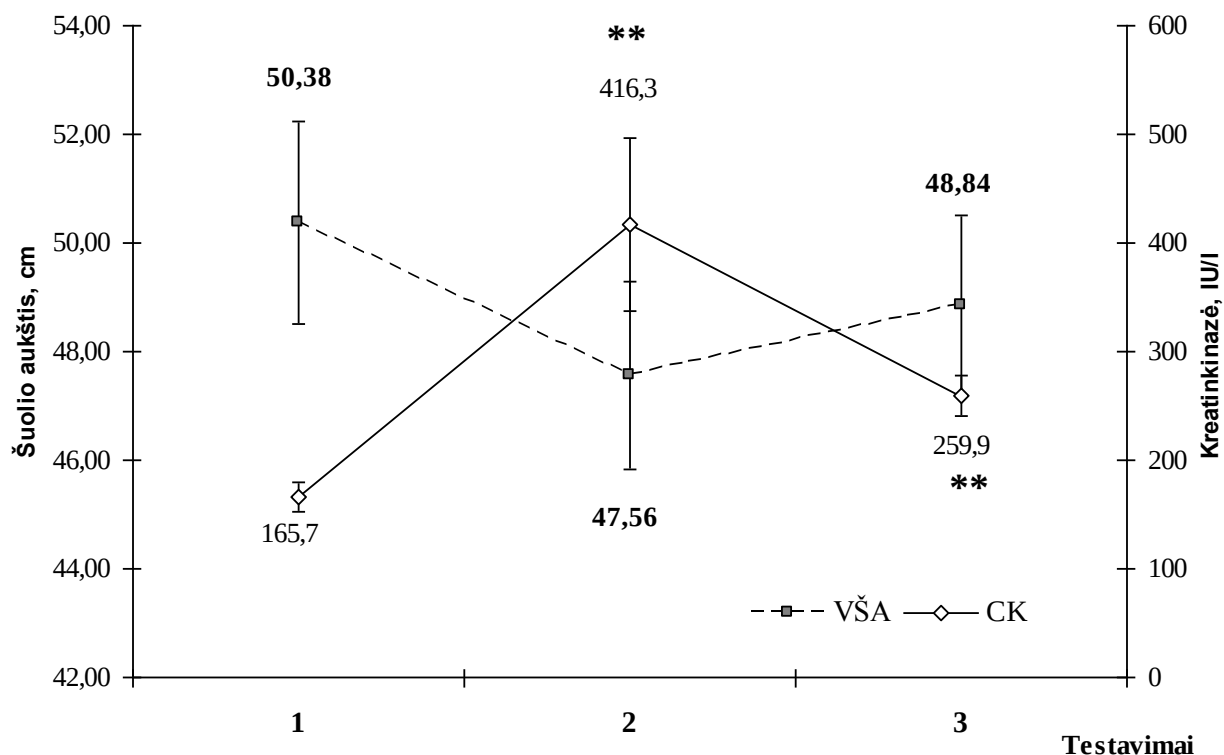
**9 pav.** Eritrocituose esančio hemoglobino koncentruotumo (MCHC) ir kreatinkinazės (CK) kiekio kraujyje kaita

9 paveiksle pateikti duomenys parodantys eritrocituose esančio hemoglobino koncentruotumo ir kreatinkinazės koncentracijos kraujyje kaitą visų testavimų metu. Mažiausias MCHC rodiklis (335,70 g/l) buvo parengiamajame periode (2 testavimas), tuo tarpu didžiausia koncentracija buvo varžybiniame periode (344,10 g/l). Statistiškai reikšmingo skirtumo nustatyta nebuvo ( $p > 0,05$ ). Palyginus visus tris testavimus, mažiausias kreatinkinazės koncentracijos kiekis kraujyje buvo prieš paruošiamąjį periodą, 1 testavimas (165,70 IU/l). Šis rodiklis atitinka nustatytas normos ribas. 2 testavimo metu, parengiamojo periodo metu kreatinkinazės koncentracija kraujyje buvo (416,3 IU/l), o tai yra 2,51 karto daugiau ( $p < 0,05$ ) lyginant su pirmuoju testavimu. Prasidėjus intensyviui varžybiniui periodui CK koncentracija sumažėjo 1,6 karto ( $p < 0,05$ ) lyginant su parengiamuoju periodu, tačiau lyginant su pradine reikšme, kuomet testavimas buvo atliktas prieš parengiamąjį etapą, ji buvo vis dar 63,9% didesnė (259,90 IU/l), o tai yra statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,05$ ).



**10 pav.** Magnio (Mg), imunoglobulino (IG), bazofilų (BA), monocitų (MO), trombokrtio (PCT), eozinofilų (EO) ir bazofilų (BA) koncentracijos kraujyje kaita

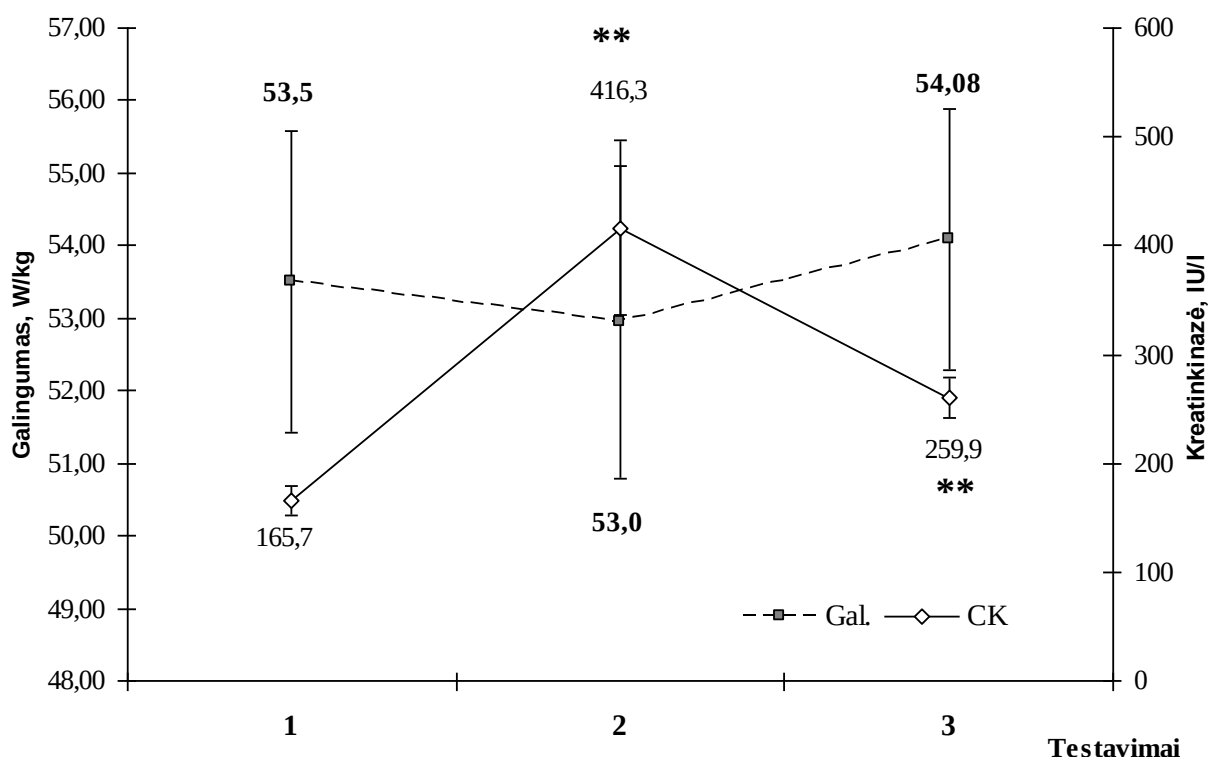
Išanalizavę duomenis, kurie pateikti 10 paveiksle matome, jog pateiktųjų rodiklių reikšmė prieš parengiamąjį etapą, parengiamajame etape, ir varžybiniame periode statistiškai reikšmingai nekito ( $p > 0,05$ ). Imunoglobulino ir trombokrito koncentracija kraujyje išliko nepakitus visų testavimų metu. Paruošiamajame periode (2 testavimas), lyginant su testavimais atliktais prieš paruošiamąjį ir varžybiniame periode (1 ir 3 testavimai), neženkliai ( $p > 0,05$ ) sumažėjo bazofilų ir eozinofilų koncentracija kraujyje. Tuo tarpu magnio koncentracija kraujyje paruošiamajame periode (0,9 mmol/l) padidėjo, lyginant su buvusiais testavimais (0,8 mmol/l), tačiau kaip ir minėjome statistiškai reikšmingo padidėjimo nebuvo.



**Pastaba:** \*\* -  $p < 0,01$ , lyginant duomenis su pradiniu testavimu.

**11 pav.** Vertikalaus šuolio aukščio (VŠA) ir kreatinkinazės (CK) kiekio kraujyje kaita

Išanalizavus 11 paveiksle pateiktus duomenis matome, kad paruošiamojo periodo metu (2 testavimas), reikšmingai padidėjus kreatinkinazės kiekiui kraujyje vertikalaus šuolio aukštis sumažėjo 2,82 cm ( $p > 0,05$ ). Prieš paruošiamąjį periodą (1 testavimas) krepšininkų vidutinis vertikalaus šuolio aukštis buvo didžiausias, lyginant su testavimais paruošiamojo (2 testavimas) bei varžybinio periodo metu (3 testavimas). Taip pat nustatėme labai stiprų atvirkštinį koreliacinį ryšį tarp kreatinkinazės kiekio kraujyje ir vertikalaus šuolio aukščio kaitos ( $r = -0,98$ ) (žr. 11 pav. ir 2 lentelė).



**Pastaba:** \*\* -  $p < 0,01$ , lyginant duomenis su pradiniu testavimu.

**12 pav.** Galingumo (Gal) ir kreatinkinazės (CK) kiekio kraujyje kaita

Dvyliktame paveiksle pateikti duomenys rodo, kaip keičiantis kreatinkinazės kiekiui kraujyje, keičiasi ir galingumo rodikliai. Nors didžiausias galingumo reikšmes krepšininkai pasiekė varžybinio periodo metu, tačiau statistškai reikšmingo skirtumo nenustatėme ( $p > 0,05$ ). Nustatėme stiprų atvirkštinį koreliacinį ryšį tarp kreatinkinazės kiekio kraujyje ir galingumo rodiklių kaitos ( $r = -0,61$ ) (žr. 10 pav. ir 2 lentelę).

**2 lentelė.** Galingumo ir ventrikalaus šuolio aukščio rezultatų koreliaciniai ryšiai su biocheminiais kraujo rodikliais

A

|      | VŠA  | Galingumas | Glukozė | Kreatininas | Šlapalas | Chloridai | Kalis | Kalcis | Kreatinkinazė | AST (GOT) | Magnis | ALT (GPT) | Natris |
|------|------|------------|---------|-------------|----------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|--------|-----------|--------|
| Gal. | 0,44 |            | 0,99    | 0,90        | 0,54     | 0,87      | -0,68 | -0,53  | -0,61         | -0,42     | -0,27  | 0,56      | 0,26   |
| VŠA  |      | 0,44       | 0,58    | 0,79        | -0,52    | -0,05     | 0,36  | 0,53   | -0,98         | -1,00     | -0,98  | -0,50     | -0,76  |

B



|             | <b>RBC</b> | <b>HGB</b> | <b>HCT</b> | <b>MCV</b> | <b>MCH</b> | <b>MCHC</b> | <b>RDW-CV</b> | <b>WBC</b> | <b>NE%</b> | <b>LY%</b> | <b>MO%</b> | <b>EO%</b> | <b>BA%</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Gal.</b> | 0,90       | 0,98       | -0,75      | -0,89      | 0,22       | 0,90        | -0,95         | -0,92      | -0,90      | 0,91       | 0,71       | 0,90       | 0,95       |
| <b>VŠA</b>  | 0,79       | 0,60       | 0,26       | 0,02       | 0,97       | 0,78        | -0,70         | -0,04      | 0,00       | 0,04       | -0,32      | 0,78       | 0,70       |

**C**

|             | <b>NE#</b> | <b>LY#</b> | <b>MO#</b> | <b>EO#</b> | <b>BA#</b> | <b>IG%</b> | <b>IG#</b> | <b>PLT</b> | <b>PDW</b> | <b>MPV</b> | <b>P-LCR</b> | <b>PCT</b> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| <b>Gal.</b> | -0,99      | 0,94       | -0,15      | -0,86      | 0,67       | -0,98      | -0,71      | -0,68      | 0,61       | 0,17       | 0,13         | -0,51      |
| <b>VŠA</b>  | -0,57      | 0,11       | -0,95      | 0,90       | -0,38      | -0,28      | -0,89      | 0,36       | -0,44      | 0,96       | -0,84        | 0,55       |

Antroje lentelėje pateikti duomenys rodo, kad kai kurie kraujo biocheminiai rodikliai labai stipriai koreliuoja su galingumo ir vertrikalaus šuolio aukščio rezultatais, pasiektais skirtingais krepšininkų sportinio rengimo etapais (žr. 2 A, B, C lentelės).

## 4. REZULTATŲ APTARIMAS

Biocheminių ir fiziologinių rodiklių kitimas įvairiuose sportininko rengimosi etapuose, įtakoja sportininko savijautą, bei jo sportinės formos kitimą (Rampinini et al., 2007). Pastovūs, intensyvūs, pasikartojantys fiziniai krūviai, treniruočių ir varžybų metu, gali sukelti įvairias sportines traumas. Kraujo biocheminių rodiklių kaitos stebėjimas, skirtinguose rengimosi etapuose, gali užkirsti kelią sportinėm traumom (Lips et al., 2010). Taip pat intensyvios sporto pratybos skatina uždelstą raumenų skausmo atsiradimą ir sukelia raumenų pažeidą (Nosaka et al., 2002; Byrne et al., 2004). Vienas iš kraujo biocheminių rodiklių, atspindinčių raumenų pažeidą, yra kreatinkinazė (Totsuka et al., 2002), atsižvelgiant į šio rodiklio kitimą galima koreguoti taikomą fizinį krūvį, siekiant išvengti traumos tikimybės, bei siekiant rezultatų prieaugio (Baird et al., 2011).

Tyrimo metu mes nustatėme, kad paruošiamojo periodo metu, reikšmingai padidėjus kreatinkinazės kiekiui kraujyje ( $p < 0,01$ ), vertikalaus šuolio aukštis sumažėjo 2,82 cm ( $p > 0,05$ ). Prieš paruošiamąjį periodą krepšininkų vidutinis vertikalaus šuolio aukštis buvo didžiausias, lyginant su testavimais paruošiamojo bei varžybinio periodo metu. Taip pat nustatėme labai stiprų atvirkštinį koreliacinį ryšį tarp kreatinkinazės kiekio kraujyje ir vertikalaus šuolio aukščio kaitos ( $r = -0,98$ ). Pastebėjome, kad nors didžiausias galingumo reikšmes krepšininkai pasiekė varžybinio periodo metu, tačiau duomenys statistiškai reikšmingo nesiskyrė ( $p > 0,05$ ). Nustatėme stiprų atvirkštinį koreliacinį ryšį tarp kreatinkinazės kiekio kraujyje ir galingumo rodiklių kaitos ( $r = -0,61$ ). Gautus mūsų tyrimo duomenis galima paaiškinti remiantis teiginiais, kad kreatinkinazės (CK) koncentracijos kraujyje rodiklis yra laikomas netiesioginiu ženklu, atspindinčiu susidariusią raumenų pažeidą (Baird et al., 2011; Totsuka et al., 2002). Ypač dažnai raumenų pažeidą sukelia ekscentriniai pratimai, kurių metu raumenys po įsitempimo pailgėja (Ratkevičius et al., 1998; Skurvydas et al., 2000; Sayers Clarkson, 2003). Mechaninė raumenų pažeida ypač pasireiškia atliekant ekscentrinius fizinius pratimus, pvz., bėgant į nuokalnę ar atliekant šuolius iki gilaus pritūpimo (Skurvydas, 2008). Dėl uždegiminių procesų bei baltymų (aktino, miozino filamentų ir citoskeleto) degradacijos, kuri reiškiasi praėjus po krūvio 4-48 valandoms, stebimas raumenų susitraukimo jėgos „antrinis sumažėjimas“ (Skurvydas et al. 2002; Skurvydas et al. 2006; Tiidus 2008). Praėjus 24-48 valandoms po fizinio krūvio, sukeliančio raumenų mechaninę pažeidą, pabaigos raumenų susitraukimo jėga yra sumažėjusi labiau nei iš karto po krūvio (Skurvydas, 2008). Kreatinkinazės padidėjimas nustatomas nuo fizinio krūvio, raumenų traumos, ilgalaikio gniuždymo (crush) sindromo ir kt. Atlikus tyrimus su maratono bėgikais, siekiant išsiaiškinti kodėl krenta jų bėgimo tempas varžybų eigoje, CK rodiklių padidėjimas serume buvo įvardijamas kaip vienas iš pagrindinių veiksnių (Del Coso et al., 2013). Wang ir kiti (2012) teigia, jog krepšininkų

atlikusių didelio intensyvumo dviejų valandų trukmės treniruotę CK rodikliai ženkliai padidėja. Atlikus tyrimą po savaitės rodikliai vėl sugrįžta į buvusias normas. Taip pat šis autorius teigia, jog 1 savaitės trukmės, 2 valandas per dieną, trunkančios treniruotės, turi didelę įtaką mikroelementų ir elektrolitų sutrikdymui, o ypač geležies ir seleno.

Išanalizavus gautus tyrimų duomenis nustatėme, jog statistiškai reikšmingai sumažėjo kalcio kiekis, lyginant 1-ojo ir 3-ojo testavimo duomenis ( $p < 0,05$ ). 1-ojo etapo metu prieš parengiamąjį periodą kalcio kiekis buvo 2,41 mmol/l, tuo tarpu varžybiniame periode (3-iasis tyrimas), kalcio kiekis siekė jau tik 2,33 mmol/l.

D. Barry ir bendraautoriai (2012) atliko tyrimą su elito ištvermės sportininkais (dviratininkai ir triatlonininkai), tikėdamiesi rasti skirtingą kalcio kiekio koncentraciją serume, atliekant 35 kilometrų nenutrūkstantį minimą dviračiu. Tačiau gautieji duomenys neparodė, jokio ryškaus skirtumo lyginant kalcio koncentraciją serume prieš ir po krūvio. Yra žinoma, kad fiziologiniu požiūriu kalcis vaidina svarbų vaidmenį perduodant elektrinį impulsą raumenų (širdies raumens) skaidulomis. Kalcio serumo koncentracija atspindi tam tikrą funkcinę pusiausvyrą, kuri priklauso nuo: a) kalcio įsiurbimo greičio žarnyne; b) jo metabolizmo kauluose; c) reabsorbcijos bei išskyrimo inkstuose (Davie, Fujikawa, 1975; Zaleskis, 2011). Taip pat yra nustatyta, kad viena iš vis dažniau pasitaikančių traumų sporte, o ypač krepšinyje, yra stresinis kaulo lūžis (Osterberg, Blaschke, 2005). Mokslininkai atliko tyrimus, siekiant išsiaiškinti, koreliaciją tarp kalcio ir vitamino D naudojimo, bei kaulų tvirtumo. Buvo nustatyta, jog vartojant kalcį kartu su vitaminu D, kaulų lūžio tikimybė ženkliai sumažėja, o ypač vyresnio amžiaus sportininkams. Galima teigti, jog kalcis ir vitaminas D yra svarbiausi komponentai siekiant užkirsti kelią stresiniams lūžiams, bei kitoms traumoms susijusioms su kaulų stiprumu (Lips et al., 2010). Taip pat reikia pabrėžti, jog vienam iš tiriamųjų varžybinio periodo metu teko mažinti treniruočių krūvį dėl pėdos kaulų skausmų, tačiau stresinis lūžis nebuvo nustatytas.

Taip pat nustatėme, jog paruošiamojo periodo metu statistiškai reikšmingai sumažėjo ( $p < 0,05$ ) eozinofilų koncentracijos kiekis kraujyje. Tačiau skirtingai, negu kalcio koncentracijos kraujyje sumažėjimo atveju, eozinofilų kiekis serume sumažėjo 2-ojo testavimo metu (parengiamajame periode).

A. Praškevičius (2003) teigia, kad eozinofilų kiekis priklauso nuo paros ritmo, bei hormonų pusiausvyros organizme, kaip ir minėjome mūsų atlikto tyrimo atveju eozinofilų koncentracija sumažėjo parengiamajame periode, kuomet buvo taikomi didžiausi fiziniai krūviai, kas galėjo siekti tiek įtakoti paros bioritmą. Eozinofilų fermentai du kartus aktyvesni, nei neutrofilų juose yra daug histamino. Eozinofilai fagocituoja audinių daleles su histaminu, dėl to jie svarbūs organizmo alerginėms reakcijoms (Praškevičius ir kt., 2003).

Įvertinus kitų biocheminių rodiklių kaitą krepšininkų sportinio rengimo ir varžybiniame periode nenustatėme reikšmingų pokyčių.

## IŠVADOS

1. Didelio meistriškumo krepšininkų parengiamojo ir varžybinio periodo metu reikšmingai pakito šie kraujo biocheminiai rodikliai: kreatinkinazės koncentracijos, kalcio ir eozinofilų kiekis kraujyje ( $p < 0,05$ ).

2. Didelio meistriškumo krepšininkų vienkartinio raumens susitraukimo galingumo ir galingumo ištvermės rodikliai parengiamajame periode turėjo tendenciją mažėti, nors statistiškai reikšmingo pokyčio neradome. Varžybiniame periode šių rodiklių reikšmės buvo geriausios, lyginant su duomenimis prieš parengiamąjį ir parengiamojo periodo metu.

3. Kreatinkinazės kiekio kraujyje pokyčiai reikšmingai įtakojo didelio meistriškumo krepšininkų vienkartinio raumens susitraukimo galingumo bei galingumo ištvermės rodiklių kaitą parengiamojo ir varžybinio periodo metu.

## LITERATŪRA

1. Alessio, H. M. (1993). Exercise-induced oxidative stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 25, 218-224.
2. Anitua, E., Andia, I., Ardanza, B., Nurden, P., Nurden, A. T. (2003). Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Journal of Thrombosis Haemostasis*. 91, 4-15.
3. Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., Bickerstaff, G. F. (2011). Creatine-Kinase and Exercise related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 1-13.
4. Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 15, 30-35.
5. Banfi, G., Fabbro, M. D., Lippi, G. (2009). Serum creatinine concentration and creatinine-based estimation of glomerular filtration rate in athletes. *Sports Medicine*. 39 (4), 331 – 337.
6. Baranauskas, M., Tubelis, L., Stukas, R., Švedas, E., Samsonienė, L., Karanauskienė, D. (2011). Lietuvos olimpinės pamainos imtininkų mitybos ypatumai trumpalaikio kūno masės mažinimo metu. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*. 4 (83), 5-12.
7. Barry, D. W., Hansen, K. C., Van Pelt, R. E., Witten, M., Wolfe, P., Kohrt, W. M. (2012). Acute calcium ingestion attenuates exercise-induced disruption of calcium homeostasis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 43 (4), 617-623.
8. Byrne, R. M., Twist, C., Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. Theoretical and Applied Implications. *Sports Medicine* 34 (1), 49-69.
9. Bosco, C., Komi, P. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensors muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 275-284.
10. Bourke, E., Delaney, V. (1993). Assessment of hypocalcemia and hypercalcemia. *Journal of laboratory and clinical medicine*. 81, 29-35.
11. Brecher, M. E. (2007). The platelet prophylactic transfusion trigger: when expectations meet reality. *Transfusion*. 47(2), 91-188.
12. Cavas, L., Tarhan, L. (2004). Effects of vitamin-mineral supplementation on cardiac marker and radical scavenging enzymes, and MDA levels in young swimmers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 14 (2), 46-21.

13. Child, R. B., Saxton, J. M., Donnelly, A. E. (1998). Comparison of knee extensor muscle actions on indices of damage and angle-specific force production in humans. *Journal of Sports Science*, 16, 301-308.
14. Clarkson, P. M., Sayers, S. P. (1999). Etiology of exercise-induced muscle damage. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24 (3), 234-248.
15. Clarkson, P. M., Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physiology and Medicine Rehabilitation*, 81 (11), S 52-69.
16. Cormie, P., McGuigan, M., Newton, R. (2010). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 42, 1566-1581.
17. Cohn, J. N., Kowey, P. R., Whelton, P. K., Prisant, M. L. (2000). New guidelines for potassium replacement in clinical practice. *Archives of Internal Medicine*. 160 (16), 2429-2436.
18. Coyle, D., Lee, K. M., Fergusson, D. A., Laupacis A. (1999). Economic analysis of erythropoietin use in orthopaedic surgery. *Transfusion Medicine*. 1, 21-30.
19. Cunningham, J., Rodriguez, M., Messa, P. (2012). Magnesium in chronic kidney disease stages 3 and 4 and in dialysis patients. *Clinical Kidney Journal*. 5 (1), 39-51.
20. Davie, E. W., Fujikawa, K. (1975). Basic mechanisms in blood coagulation. *Annual Review of Biochemistry*. 44, 799-829.
21. Del Coso, J., Fernandez, D., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Gonzalez, C., Areces, F., Ruiz, D., Gallo, C., Calleja, J., Perez-Gonzalez, B. (2013). Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. *Plos one*. 8 (2).
22. De Ruiter, C. J., De Haan, A. (2001). Similar effects of cooling and fatigue on eccentric and concentric force-velocity relationships in human muscle. *Journal of Applied Physiology*. 90, 2109-2116.
23. Duthie, G. G., Robertson, J. D., Maughan, R. J., Morris, C. P. (1990). Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance runners. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 282, 78-83.
24. Enoka, R. M. (1994). *Neuromechanical basis of kinesiology*. Champaign Illinois, 466.
25. Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*. 81, 2339-2346.
26. Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
27. Firantienė, R., Sasnauskienė, S., Ėmužytė, R., Jablonskienė, V. (2011). Magnis: nuo apykaitos iki sveikatos sutrikimų. *Laboratorinė medicina*. 13, 1(49), 46–53.

28. Firantienė, R., Ėmužytė, R., Sausnauskienė, S., Urbonas, V., Kinčienė, O., Kalibatienė, D. (2012). Magnio stokos organizme klinikiniai aspektai. *Medicinos teorija ir praktika*. 18 (4), 354-360.
29. Fitts, R. H., McDonald, K. S., Schluter, J. M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern. *Biomechanics*, 24, 111–122.
30. Fitts, R. H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev*, 7 (1), 49-95.
31. Friden, J., Lieber, R. L. (1997). Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Med Sci Sports Exerc*, 24, 521-530.
32. Fry, A. C., Kraemer, W. J. (1991). Physical performance characteristics of American collegiate football players. *Journal of Applied Sports Science Research*. 5, 126-138.
33. Gailiūnienė, A. (1999). *Biochemija*. Kaunas.
34. Gailiūnienė, A., Milašius, K. (2001). *Sporto biochemija*. Vilnius.
35. Garret, R., Grisham, C. (1995). *Biochemistry*. Saunders College Publishing New York.
36. Garvican, L. A., Pottgiesser, T., Martin, D. T., Schumacher, Y. O., Barras, M., Gore, C. J. (2012). The contribution of haemoglobin mass to increases in cycling performance induced by simulated LHTL. *European Journal of Applied Physiology*. 111, 1089-1101.
37. Geltman, P. L., Meyers A. F., Metha, S. D., Brugnara, C., Vilon, I., Bauchner, H. (2004). Daily multivitamins with iron to prevent anemia in high-risk infants: a randomized clinical trial. *Pediatrics*. 114 (1), 86-93.
38. Gleeson, N., Eston, R., Marginson, V., McHugh, M. (2003). Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 119—125.
39. Green, H. J., Jones, S. R. (1989). Does post-tetanic potentiation compensate for low frequency fatigue? *Clinical Physiol*, 9, 499-514.
40. Gulati, G .L., Hyun, B. H. (1996). An unusual WBC scattergram and its possible causes.. *Lab Med*. 27 (6), 398-405.
41. Haff, G., Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 34 (6), 3-12.
42. Hagemann, P., Kimling, H., Peters, M., Zawta, B. (1999). Fundamentals in laboratory testing of urine. Roche Diagnostics, Zurich-Manheim.
43. Hakkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. *Journal Sports of Medicine Physiology Fitness*, 33, 19-26.



44. Häkkinen, K. (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Critical Rev. In Physical and Rehabil. Med.*, 6 (3), 161-198.
45. Haguenauer, M., Legreneur, P., Monteil, K. M. (2005). Vertical jumping reorganization with aging: a kinematic comparison between young and elderly men. *Journal of Applied Biomechanics*. 21, 236–246.
46. Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S., Douglas, L. (2011). Force-time and power-time measures in a loaded jump squat differentiate between speed performance and playing level in elite and elite junior rugby union players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 25, 2382-2391.
47. Hoffman, J. R., Stavsky, H., Falk, B. (1995). The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. *International Journal Sports Medicine*, 16, 214-218.
48. Hoffman, J. R., Tennenbaum, G., Maresh, C. M., Kraemer. W. J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 10, 67-71.
49. Hoffman, J., Kaminsky, M. (2000). Use of performance testing for monitoring overtraining in elite youth basketball players. *Strength & Conditioning Journal*. 22 (6), 54-62.
50. Hu, M., Lin, W. (2012). Effects of exercise training on red blood cell production: Implication for anemia. *Acta Haematologica*. 127 (3), 156-164.
51. Yates, A. A., Schlicker, S. A., Suitor, C. W. (1998). Dietary reference intakes: the new bases for recommendations for calcium and related nutrients, B vitamins and choline. *Journal of the American Dietetics Association*. 98, 699-706.
52. Young, W. B., Bilby, G. E. (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power and hypertrophy development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7, 172–178.
53. Jacobs, D. S., Demont, W. R., Grady, H. J., Horwat, R. T., Huestis, D. W., Kasten, B. L. (1996). *Laboratory test handbook*. Lexi-Comp Inc., Cleveland.
54. Kawamori, N., Haff, G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 18, 675-684.
55. Klemm, K. M., Klein, M. J. (2006). Biochemical markers of bone metabolism. *Cancer treatment reviews*. 1, 9-15.
56. Kollias, I., Hatzitaki, V., Papaiakevou, G., Giatsis, G. (2001). Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72 (1), 62-67.

57. Levey, A., Boch, P., Lewis, J. B., Greene, T., Rogers, N., Roth, D. (1999). A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: A new prediction equation. *Annals of Internal Medicine*. 130 (6), 461-470.
58. Lindger, M. I., Sjogaard, G. (1991). Potassium regulation during exercise and recovery. *Sports Medicine*. 11 (6), 382-401.
59. Lips, P., Bouillon, R., Schoor, V. N., Vanderschueren, D., Verschueren, S., Kuchuk, N., Milisen, K., Boonen, S. (2010). Reducing fracture risk with calcium and vitamin D. *Clinical Endocrinology*. 73 (3), 277-285.
60. Liu, C. H., Huang, W. D., Kao, C. H. (2012). The decline in potassium concentration is associated with cadmium toxicity of rice seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum* 34 (2), 495 – 502.
61. MacIntyre, D. L., Sorichter, S., Mair, J., Berg, A., McKenzie, D. C. (2001). Markers of inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 84 (3), 180-186.
62. Marie, E. V., Ashenden, M., Lasne, F., Sicart, M. T., Marion, B., Ceaurriz, J., Audran, M. (2004). Detection of hemoglobin-based oxygen carriers in human serum for doping analysis: confirmation by size-exclusion HPLC. *Clinical Chemistry*. 50 (4), 723-731.
63. Martin, V., Millet, G. Y., Martin, A., Deley, G., Lattier, G. (2004). Assessment of low-frequency fatigue with two methods of electrical stimulation. *Journal of Applied Physiology*, 97, 1923-1929.
64. McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., McKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sport Science*, 13, 387-397.
65. Mickevičienė, D., Skurvydas, A., Kamandulis, S., Pukėnas, K., Rudas, E., Brazaitis, M., Vitkienė, I., Ramanauskienė, I. (2005). Dviejų šoklumo ištvermės treniruočių poveikis nervų ir raumenų sistemų nuovargio ir atsigavimo kaitai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*. 2 (56), 14-20
66. Midgley, R. C., Cantor, D. (1977). Upper gastrointestinal hemorrhage – diagnosis and management. *The Western Journal of Medicine*. 127 (5), 371-377.
67. Mikalauskas, R., Girdauskas, G., Zachovajevs, P., Stasiulis, A., Stanislovaitis, A., Novikovas, V., Jakubauskas, A., Skurvydas, A., Kontvainis, V. (2007). Trenerio knyga fizinis rengimas.
68. Morgan, D. L., Proske, U. (2004). Popping sarcomere hypothesis explains stretch-induced muscle damage. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 31 (8), 541-545.

69. Newton, R., Hakkinen, K., Hakkinen, A., McCormic, M., Volek, J., Kremer, W. J. (2002). Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 34, 1367-1375.
70. Nosaka, K., Newton, M., Sacco, P. (2002). Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors. *Medicine Science and Sports Exercise*. 34 (6), 920-927.
71. Osterberg, L., Blaschke, T. (2005). Adherence to medication. *New England Journal of Medicine*. 353, 487-497.
72. Paasuke, M., Ereline, J., Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (3), 354–361.
73. Petterson, M. D., Alvar, B. A., Rhea, M. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 20, 867-873.
74. Poderys, J., Poderytė, K., Snarskaitė, R. (2002). Didelio meistriškumo sportininkų parengtumo ir organizmo funkcinės būklės vertinimas pagal raumenų anaerobinio darbingumo bei širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinės būklės rodiklius. *Sporto mokslas*, 1, 45-48.
75. Praškevičius, A., Ivanovienė, L., Stasiūnienė, N., Burneckienė, J., Rodovičius, H., Lukoševičius, L., Kondratas, D. (2003). *Biochemija*. Kaunas.
76. Proske, U., Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*, 537 (2), 333-345.
77. Ramanauskienė, I., Skurvydas, A., Sipavičienė, S., Mickevičienė, D., Daniusevičiūtė, L., Linonis, V. (2007). Konecentrinių pratimų poveikis raumenų nuovargiui ir pažeidai priklausomai nuo raumenų temperatūros ir tiriamojo lyties. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*. 4 (67), 64-70.
78. Rampinini, E., Coutts, E. J., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*. 28 (12), 1018-1024.
79. Raslanas, A., Skernevičius, J., Dadelienė, R. (2004). *Sporto mokslo metodologija*. Vilnius.
80. Ratkevicius, A., Skurvydas, A., Povilionis, E., Quistroff, B. (1998). Effects of contraction duration on low-frequency fatigue in voluntary and electrically induced exercise of quadriceps muscle in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 77 (5), 462-468.
81. Regelskis, V. (2005) *Treniruotės apšilimo metodika*. [žiūrėta 2012 11 16], prieiga internetu: [http://www.bodybuilding.lt/2005/06/26/print:page,1,treniruotes\\_apsilimo\\_metodika.html](http://www.bodybuilding.lt/2005/06/26/print:page,1,treniruotes_apsilimo_metodika.html)

82. Rude, R. K. (1998). Magnesium deficiency: A cause of heterogeneous disease in humans. *Journal of Bone and Mineral Research*. 13: 749-58.
83. Sayers, S. P., Clarkson, P. M. (2003). Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II: Creatine kinase and myoglobin. *Medicine Science and Sports Exercise*. 5, 762-768.
84. Sandler, D. (2005). *Sports Power*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
85. Saris, N. E., Mervaala, E., Karppanen, H., Khawaja, J. A., Lewenstam, A. (2000). Magnesium: an update on physiological, clinical, and analytical aspects. *Clinica Chimica Acta*, 294, 1-26.
86. Saugy, M., Robinson, N., Saudan, C., Baume, N., Avois, L., Mangin, K. (2006). Human growth hormone doping in sport. *British Journal of Sports Medicine*. 40 (1), 35-39.
87. Savitsky, J., Doczi, J., Black, J., Arnold, J. D. (1978). A clinical safety trial of stroma-free hemoglobin. *Clinical Pharmacology*. 23, 73-80.
88. Schmidbleicher, D. (1992). Training for power events. *Strength and Power in sports*. 381-385.
89. Sideravičiūtė, S., Gailiūnienė, A., Visagurskienė, K., Vizbaraitė, D. (2006). The effect of long-term swimming program on glycemia control in 14-19 – year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina*. 42 (6), 513 – 518.
90. Skurvydas A., Ratkevičius A., Mamkus G. (1990). *Fizinių ypatybių samprata*. Vilnius.
91. Skurvydas, A. (1998). Griausių raumenų susitraukimo jėgos reguliavimo mechanizmų potencijuotoje ir nuovargio būsenoje analize. *Sporto mokslas*, 2, 6-11
92. Skurvydas, A., Jascianinas, J., Zachovajevs, P. (2000). Changes in height of jump, maximal voluntary contraction force and low-frequency fatigue after 100 intermittent or continuous jumps with maximal intensity. *Acta Physiologica Scandinavica*, 169, 55-62.
93. Skurvydas, A., Dudonienė, V., Kalvėnas, A., Zuoza, A. (2002). Skeletal muscle fatigue in long-distance runners, sprinters and untrained man after repeated drop jumps performed at maximal intensity. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*. 12 (1), 34-39.
94. Skurvydas, A., Sipaviciene, S., Krutulyte, G., Gailiuniene, A., Stasiulis, A., Mamkus, G. (2006). Dynamics of indirect symptoms of skeletal muscle damage after stretchshortening exercise. *J Electromyogr Kinesiol*. 16, 629-636.
95. Skurvydas A. (2008). *Judesių mokslas: griaučių raumenys, valdymas, mokymas, sveikatinimas, reabilitavimas, treniravimas, metodologija*. Kaunas.
96. Skarbalius, A. (2006). Sportininkų rengimas aukštikalnėse. *Treneris*. 4, 15-33.
97. Slichter, S. J. (2006). Relationship between platelet count and bleeding risk in thrombocytopenic patients. *Transfusion Medicine Reviews*. 18 (3), 67-153.

98. Stasiulis, A. (2009). Sporto fiziologija. [žiūrėta 2013 03 20] prieiga internetu: <http://www.lkka.lt/~a.stasiulis/spfiziologija/index.html>
99. Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., Sanders, R. (2002). How much strength is necessary. *Physical Therapy in Sport*. 3, 88-96.
100. Szygula, Z. (1990). Erythrocytic system under the influence of physical exercise and training. *Sports Medicine*. 10 (3), 181-197.
101. Swaminathan, R. (2003). Magnesium metabolism and its disorders. *The Clinical Biochemist Reviews*. 24, 47–66.
102. Tanner, R., Gore, C. (2012). *Physiological tests for elite athletes* 2nd edition. Australian institute of sport.
103. Tiidus, P. M. (2008). *Skeletal Muscle damage and repair*. Champaign Illinois: Human Kinetics.
104. Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 93 (4), 1280-1286.
105. Tsimahidis, K., Galazoulas, C., Skoufas, D., Papaiaikovou, G., Bassa, E., Patikas, D., Kotzamanidis, C. (2010). The effect of sprinting after each set of heavy resistance training on the running speed and jumping performance of young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning*, 24 (8), 2102-2108.
106. Vormann, J. (2003). Magnesium: nutrition and metabolism. *Molecular Aspects of Medicine*. 24, 27-37.
107. Zaleskis, G. (2011). *Pagrindinių laboratorinių tyrimų žinynas*. Vilnius.
108. Zainuddin, Z., Sacco, P., Newton, M., Nosaka, K. (2006). Light concentric exercise has a temporarily analgesic effect on delayed — onset muscle soreness, but no effect on recovery from eccentric exercise. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31 (2), 126—134.
109. Wang, L., Zhang, L., Wang, J., He, W., Huang, H. (2012). Effects of high-intensity training and resumed training on macroelement and microelement of elite basketball athletes. *Biological Trace Element Research*. 149 (2), 148-54.
110. Wester, P. (1987). Magnesium. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 45:1305-12.
111. Westerblad, H., Duty, S., Allen, D. G. (1993). Intracellular calcium concentration during lowfrequency fatigue in isolated single fibers of mouse skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 75 (1), 382-388.

112. Wilson, J., Heddins, B. (2012). The difference in aerobic capacity and anaerobic power between young male recreational basketball and soccer players. Exercise science research laboratories.
113. Платонов, В. Н. (2004). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте*. Киев: Олимпийская литература.