

**LIETUVOS SPORTO UNIVERSITETAS**

**Vaida Pokvytytė**

**AEROBINIO PAJĖGUMO IR JĖGOS  
PRIKLAUSOMYBĖ NUO TRENIRUOČIŲ  
PROGRAMŲ ASMENIMS SU NUGAROS  
SMEGENŲ PAŽEIDIMAIS**

**Daktaro disertacijos santrauka**

Biomedicinos mokslai, biologija (01 B), fiziologija (B 470)

KAUNAS 2016

Disertacija rengta 2011–2015 metais Lietuvos sporto universitete (Lietuvos kūno kultūros akademijoje).

### **Mokslinis vadovas**

Prof. dr. Arvydas Stasiulis

*Lietuvos sporto universitetas* (Biomedicinos mokslai, biologija – 01B)

### **Konsultantas**

Doc. dr. Kęstutis Skučas

*Lietuvos sporto universitetas* (Socialiniai mokslai, edukologija – 07S)

### **Disertacija ginama Lietuvos sporto universiteto Biologijos mokslų krypties taryboje:**

#### **Pirmininkas**

E. prof. p. dr. Aivaras Ratkevičius

*Lietuvos sporto universitetas* (Biomedicinos mokslai, biologija – 01B)

#### **Nariai:**

E. prof. p. dr. Tomas Venckūnas

*Lietuvos sporto universitetas* (Biomedicinos mokslai, biologija – 01B)

Doc. dr. Daina Krančiukaitė-Butylkinienė

*Lietuvos sveikatos mokslų universitetas* (Biomedicinos mokslai, visuomenės sveikata – 10B)

Prof. habil. dr. Aleksandras Kriščiūnas

*Lietuvos sporto universitetas* (Biomedicinos mokslai, medicina – 07B)

Prof. dr. Mati Pääsuke

*Tartu universitetas* (Biomedicinos mokslai, biologija – 01B)

Disertacija bus ginama viešame Lietuvos sporto universiteto Biologijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2016 m. rugsėjo 30 d. 14 val. Lietuvos sporto universitete centrinių rūmų 218 auditorijoje

Adresas: Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas, Lietuva

Disertacijos santrauka išsiųsta 2016 m. rugpjūčio 30 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Lietuvos sporto universiteto bibliotekoje.

Adresas: Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas, Lietuva

**LITHUANIAN SPORTS UNIVERSITY**

**Vaida Pokvytytė**

**AEROBIC CAPACITY AND STRENGTH  
RELIANCE ON TRAINING PROGRAMS IN  
PERSONS WITH SPINAL CORD INJURY**

**Doctoral dissertation**

Biomedical Sciences, Biology (01 B), Physiology (B 470)

KAUNAS 2016

The doctoral dissertation was prepared at the Lithuanian Sports University in 2011–2015

**Scientific supervisor**

Prof. dr. Arvydas Stasiulis

*Lithuanian Sports University* (Biological Sciences, Biology – 01B)

**Scientific consultant**

Assoc. prof. dr. Kęstutis Skučas

*Lithuanian Sports University* (Social Sciences, Educology – 07S)

**Doctoral dissertation will be defended at the Biology Sciences Council of the Lithuanian Sports University:**

**Chairman**

Interim. prof. p. dr. Aivaras Ratkevičius

*Lithuanian Sports University* (Biological Sciences, Biology – 01B)

**Members:**

Interim. prof. p. dr. Tomas Venckūnas

*Lithuanian Sports University* (Biological Sciences, Biology – 01B)

Assoc. prof. dr. dr. Daina Krančiukaitė-Butylkinienė

*Lithuanian University of Health Science* (Biological Sciences, Public Health – 10B)

Prof. habil. dr. Aleksandras Kriščiūnas

*Lithuanian Sports University* (Biological Sciences, Medicine – 07B)

Prof. dr. Mati Pääsuke

University of Tartu (Biological Sciences, Biology – 01B)

The doctoral dissertation will be defended in the open session of Biology Sciences Council of the Lithuanian Sports University.

The defence will take place on the September 30<sup>th</sup> 2016 at 2 p.m. in auditorium 2018.

Address: Sporto 6, LT-44221, Kaunas, Lithuania

The summary of the doctoral dissertation was sent out on August 30<sup>th</sup> 2016

The dissertation is available in the library of Lithuanian Sports University.

Address: Sporto 6, LT-44221, Kaunas, Lithuania

# TURINYS

ĮVADAS .....	6
1. METODAI IR ORGANIZAVIMAS .....	9
1.1. Tiriamieji .....	9
1.1.1. Deguonies suvartojimo kinetikos įvertinimas .....	9
1.1.2. Trumpalaikių, vidutinio intensyvumo, didelės apimties išvermės treniruočių poveikis .....	9
1.1.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas .....	10
1.2. Tyrimo metodai .....	11
1.3. Tyrimų organizavimas .....	14
1.3.1. Deguonies suvartojimo kinetikos įvertinimas .....	14
1.3.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties išvermės treniruočių poveikis .....	16
1.3.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas .....	16
2. REZULTATAI .....	19
2.1. Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetika .....	19
2.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties išvermės treniruočių poveikis .....	22
2.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas .....	25
3. DISKUSIJA .....	28
3.1. Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetika .....	28
3.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties išvermės treniruočių poveikis .....	29
3.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikis .....	33
IŠVADOS .....	36
SUMMARY .....	37
CONCLUSIONS .....	40
MOKSLO PUBLIKACIJOS DISERTACIJOS TEMA .....	41
KITOS MOKSLO PUBLIKACIJOS .....	41
INFORMACIJA APIE DISERTANTĄ .....	42

## ĮVADAS

Asmenys, patyrę nugaros smegenų pažeidimus (NSP), susiduria su motorinės, sensorinės ir autonominės nervų sistemos sutrikimais. Dėl šios priežasties tokie žmonės yra linkę į multisisteminę organų disfunkciją, o dėl to savo ruožtu gali kilti antrinių sveikatos komplikacijų (Berkowitz, 1993; Cardenas, et al., 2004; Paker et al., 2006; Savic et al., 2000; West et al., 2012), kurios gali lemti asmens funkcinius apribojimus. Būdingiausi antriniai sveikatos sutrikimai po nugaros smegenų pažeidimų (Ramer et al., 2014) yra pragulos, šlapimo takų infekcijos, virškinimo trakto sutrikimai, kaulų lūžiai, lėtiniai skausmai ir depresiniai susirgimai (Noreau et al., 2000).

Šiuos degeneracinius procesus galima sustabdyti pasitelkus fizines pratybas (Cowell et al., 1986; Houle, Côté, 2013; Rosety-Rodriguez et al., 2014; West et al., 2014). Fizinis aktyvumas ir aukšto lygio sportas reabilitacijos metu ir poklinikiniame periode yra pagrindinės priemonės siekiant išvengti aterosklerozės ir fizinio pajėgumo mažėjimo (Arbour-Nicitopoulos et al., 2013; Ginis et al., 2011).

Asmenų, kuriems pažeistos nugaros smegenys, širdies darbas submaksimalaus krūvio metu gali būti blogesnis dėl raumenų atrofijos apatinėse galūnėse (Davis, Shephard, 1988; Fukuoka et al., 2002; Hjeltnes, 1977). Dėl tos priežasties dirbantys raumenys gauna mažiau, deguonies ir tai gali lemti lėtesnę  $VO_2$  kinetiką. Remiantis duomenimis, jog deguonies pernešimą dirbantiems raumenims galima paveikti fiziniemis treniruotėmis, galima teigti, kad  $VO_2$  kinetika turėtų paspartėti.

Vežimėlių krepšinis yra viena iš tinkamiausių sportinių veiklų, siekiant stiprinti fizinį pajėgumą ir gerinti fiziologinę adaptaciją (De Groot et al., 2012; Gómez et al., 2014; Marszalek et al., 2015; Schmid et al., 1998). Per pastaruosius metus vežimėlių krepšinio populiarumas išaugo, todėl padidėjo poreikis plėtoti specialias treniruočių programas, kurios mažintų sportininkų priklausomybę nuo neįgaliųjų vežimėlio ir stiprintų aerobinį pajėgumą (Leicht et al., 2014). Tačiau vis dar stokojama žinių, kaip tam tikros treniruočių programos daro įtaką vežimėlių krepšinininkų aerobiniam pajėgumui. T. J. Hazel et al., (2010) ir M. T. Hopman et al., (2004) aprašė tyrimus, kurie atskleidė, kad aerobinį įgaliųjų sportininkų pajėgumą galima ugdyti pritaikytomis treniruočių programomis. (Hazell et al., 2010; Hopman et al., 2004). Vis

délto, lieka neatsakytas klausimas kaip efektyviai stiprinti vežimėlių krepšininkų aerobinę ištvėrmę.

Plaukimas yra dar viena svarbi sporto šaka asmenims su nugaros smegenų pažeidimais. Esti darbų, atskleidžiančių jėgos treniruočių naudą sportininkams su paraplegija (Prins, Murata, 2008), tačiau vis dar stokojama duomenų, kaip specifinės treniruočių programos daro įtaką jėgos ir plaukimo parametrams. Trijuose įgaliųjų plaukikų tyrimuose (Girolid et al., 2007; Tanaka et al., 1993; Trappe, Pearson, 1994) buvo lyginamas kompleksinės, jėgos sausumoje ir plaukimo treniruotės bei tik plaukimo treniruotės poveikis ir tik viename tyrime nustatytas reikšmingas kompleksinės treniruotės poveikis. (Girolid et al., 2007).

Didžioji dalis treniruočių programų, skirtų asmenims su nugaros smegenų pažeidimais, yra ilgalaikės, trunkančios nuo aštuonių iki šešiolikos savaičių (Valent et al., 2007). Nėra aiškiai iširtas trumpalaikės, intensyvios treniruočių programos poveikis asmenims su nugaros smegenų pažeidimais, turintiems aukštus aerobinio pajėgumo rodiklius ir galintiems atlikti intensyvų, sunkų darbą. Visgi galima nustatyti, kiek po trumpalaikių treniruočių padidėja asmenų su NSP ištvėrmė. Tokia informacija gali būti naudinga specialistams, dirbantiems su neįgaliaisiais rekreacijos ir fizinio skatinimo srityje. Tai potencialas siekti maksimalių rezultatų, kurie yra gyvybiškai svarbūs minėtai grupei. Ši informacija taip pat gali būti naudinga treneriams, planuojant komandos treniruotes, kurios leistų pasiekti geriausių kardiorespiracinės sistemos rezultatų per trumpą laiko tarpą. Šios treniruotės gali būti pagrindas siekiant toliau, per konkrečias treniruotes (šiuo atveju vežimėlių krepšinio) ugdyti specialiuosius gabumus.

H. Tanaka su bendraautoriais (1993) atliko tyrimą, kuriame buvo taikomos jėgos ir aerobinės treniruotės sausumoje įgaliesiems plaukikams. Treniruotės neturėjo teigiamo poveikio įgaliesiems plaukikams (Tanaka et al., 1993). Autoriai suabejojo jėgos treniruočių taikymo sausumoje tikslingumu ir įrodė, jog kompleksinės plaukimo ir jėgos sausumoje treniruotės nepagerino plaukimo rezultatų, tuo tarpu kompleksinės plaukimo ir jėgos treniruotės vandenyje pagerino plaukimo rezultatus. Remiantis tyrimų duomenimis, galima teigti, jog jėgos treniruotės sausumoje gali būti efektyvesnės paraplegiją turintiems sportininkams nei įgaliesiems plaukikams ir jos gali būti dar efektyvesnės, jei bus derinamos su pasipriešinimo treniruotėmis vandenyje. Vienas pagrindinių trenerių ir sporto srities mokslininkų uždavinių – suderinti plaukikų su nugaros smegenų pažeidimais jėgos treniruotes sausumoje su plaukimo su pasipriešinimu treniruotėmis.

**Tikslas:** Išanalizuoti asmenų su nugaros smegenų pažeidimais aerobinio pajėgumo ir jėgos priklausomybę nuo treniruočių programų.

Uždaviniai:

1. Įvertinti sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetiką.

2. Ištirti trumpalaikės programos, vidutinio intensyvumo ir didelės apimties ištvermės treniruočių poveikį fiziologiniams profesionalių vežimėlių krepšinio žaidėjų rodikliams.

3. Įvertinti jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu treniruotės poveikį profesionalių plaukikų su paraplegija viršutinės kūno dalies jėgai, plaukimo ir grybšnių parametrams ir nustatyti koreliaciją tarp šių rodiklių.



# 1. METODAI IR ORGANIZAVIMAS

## 1.1. Tiriamieji

Visi tiriamieji buvo asmenys su nugaros smegenų pažeidimais. Tyrimą atlikti buvo gautas leidimas iš Kauno regioninio biomedicininio tyrimų etikos komiteto. Visi tiriamieji buvo detalai supažindinti su testavimais, kurie bus atliekami tyrimo metu.

### 1.1.1. Deguonies suvartojimo kinetikos įvertinimas

1.1 lentelė. Tiriamųjų charakteristiką ir plaučių funkcijos rodikliai

	Sportuojantys (n= 5)	Nesportuojantys (n=6)
Amžius (metais)	28,5±6,22	27,6±9,88
Ūgis (m.)	1,86±8,31	1,78±3,49
Svoris (kg)	76,7±11,5	84,2±18,37
Širdies susitraukimų dažnis (tv.min <sup>-1</sup> )	72±10,11	78,8±6,9
Sistolinis spaudimas (mmHg)	124,5±10,48	122,8±17,25
Diastolinis spaudimas (mmHg)	71,33±11,29	76,2±8,98
Kraujo deguonies saturacija (%)	98±0,51	97,75±1,26
VC <sub>in</sub> (L)	4,36±1,55	3,97±0,55
VC <sub>ex</sub> (L)	4,45±1,65	4,38±0,55
FVC (L)	4,7±1,43	4,38±0,55
FEV1 (L)	4,5±1,56	4,12±0,45
MEF (L/s)	1,15±0,53	0,85±0,33

*Pastabos: FVC – forsuota gyvybinė plaučių talpa; VC<sub>in</sub> – įkvėpimo tūris; VC<sub>ex</sub> – iškvėpimo tūris; FEV1 – forsuoto iškvėpimo tūris per 1 sek; MEF – maksimalus iškvėpimo srovės greitis.*

### 1.1.2. Trumpalaikių, vidutinio intensyvumo, didelės apimties ištvermės treniruočių poveikis

Buvo tirti aštuoni vežimėlių krepšinio žaidėjai. Tiriamųjų charakteristika ir apibendrinimas pateikti 1.2. lentelėje.

Vežimėlių krepšinio žaidėjai – rungtyniaujantys nacionalinio ir tarptautinio lygio varžybose. Visi tiriamieji turėjo Tarptautinės vežimėlių krepšinio federacijos suteiktą funkcinę klasę.

**1.2 lentelė** *Tiriamųjų charakteristika*

Tiriamieji	Amžius (metai)	Svoris (kg)	Ūgis (m)	Sportavimo laikas (metai)	Laikas, praėjęs po pažeidimo (metai)	Negalia	IWBF Klasifikacija
1	22	85	1,94	7	8	Nepilnas NSP S1/S2	4
2	29	70	1,80	9	10	Nepilnas NSP S1	4,5
3	28	98	1,80	5	7	Nepilnas NSP L1/L3	3
4	16	74	1,82	4	įgimta	Spina bifida	2,5
5	21	60	1,72	6	2	Pilnas NSP L1/Th12	2
6	37	88	1,90	15	27	Pilnas NSP L3	3
7	46	84	1,76	8	10	Nepilnas NSP L2	3
8	24	60	1,62	4	įgimta	Spina bifida	2
Vidurkis ±SD	27,9±9,6	77,4±13,7	1,79±10	7,3±3,6			3±0,9

*Pastaba: IWBF – Tarptautinė vežimėlių krepšinio federacija.*

**1.1.3. Dvylikos savaičių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas**

**1.3 lentelė.** *Tiriamųjų charakteristika*

Tiriamieji	Eksperimentinė grupė (n=8)	Kontrolinė grupė (n=8)
Amžius (metai)	34,6±8,1	32,4±4,3
Svoris (kg)	71,3±6,9	73,5±8,2
Ūgis (m.)	177,4±8,6	176,2±6,8
Sportavimo laikas (metai)	8,0±4,2	6,0±3,6
Laikas, praėjęs po pažeidimo (metai)	15,0±8,2	12,0±6,4
Nugaros smegenų pažeidimo lygis	Th1-Th12	Th3-L1

Tyrimė dalyvavę plaukikai buvo nacionalinių ir tarptautinių plaukimo varžybų dalyviai. Jiems buvo nustatytos funkcinės klasės nuo 4 iki 6, remiantis tarptautine funkicine klasifikacija. Funkcinė klasifikacija yra pagrįsta lokomotorinių negalių kombinacija ir atspindi individų motorinių funkcijų gebėjimus, kai 1 reiškia mažiausius funkcinis gebėjimus, o 10 reiškia didžiausius funkcinis gebėjimus (Daly, Vanlandewijck, 1999). Visi tiriamieji varžybose plaukdavo dvigubo rankų plaukimo mosto (cikliniais rankų judesiais) nugara būdu ir šis plaukimo stilius buvo naudojamas šiame tyrime.

## 1.2. Tyrimo metodai

**Spirometrija.** Naudojama nešiojama telemetrinė sistema (Oxycon Mobile, „Jaeger“, Vokietija) siekiant nustatyti dujų apykaitos rodiklius: deguonies suvartojimo ( $\text{VO}_2$ ), anglies dioksido ( $\text{VCO}_2$ ) išsiskyrimo greitį, plaučių ventilaciją (VE) ir ventiliacinius  $\text{O}_2$  ir  $\text{CO}_2$  ekvivalentus ( $\text{EqCO}_2$  ir  $\text{EqCO}_2$ ). Visi užregistruoti dujų apykaitos rodikliai analizuojami 5 sek. intervalu „LAB Manager“ ir „Microsoft Excel“ programomis. Prieš kiekvieną testavimą kvėpavimo dujų analizatorius kalibruojamas pagal „Jaeger“ pasiūlytą automatinio kalibravimo metodą.

**Kvėpavimo funkcijos vertinimas ramybėje.** Tiriamasis ramiai kvėpuoja 2–3 minutes, tada yra prašomas lėtai ir maksimaliai giliai įkvėpti ir nesulaikius kvėpavimo iškvėpti. Analizei naudojamas geriausias trijų bandymų rodiklis.

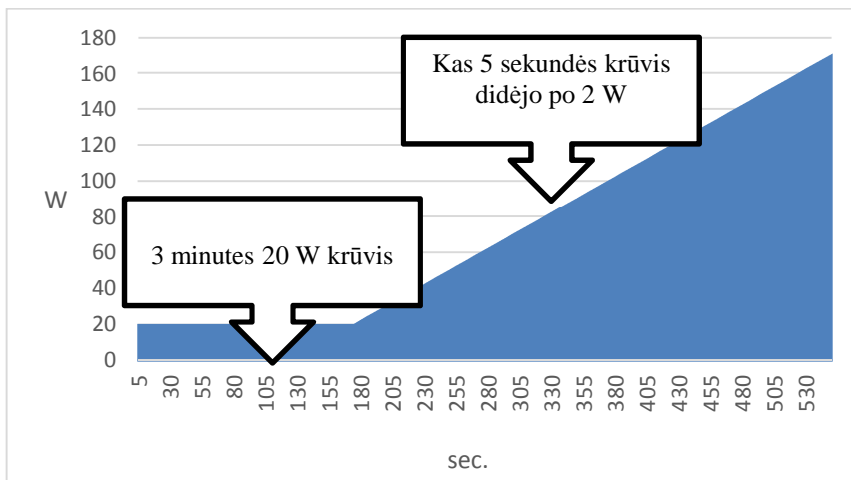
**Kvėpavimo tūrio matavimas.** Tiriamieji kvėpuoja įprastai, paskui yra prašomi lėtai ir maksimaliai giliai įkvėpti, tada maksimaliai giliai ir greitai iškvėpti ir staiga greitai maksimaliai giliai įkvėpti. Analizei naudojamas geriausias trijų bandymų rodiklis.

**Maksimalios valingos ventilacijos matavimas.** Po įprastinio ramaus kvėpavimo tiriamieji yra prašomi maksimaliai giliai ir greitai kvėpuoti 12 sekundžių.

**Širdies susitraukimų dažnio matavimas.** Visų testavimų metu širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) registruojamas širdies susitraukimų dažnio matuokliu (Polar electro „Kempele“, Finland).

**Nuosekliai didinamo krūvio testas.** Tiriamieji nuosekliai didinamo krūvio testą atliko rankų ergometru (Cardio rehab 891E, „Monark“, Sweden). Tiriamieji turėjo išlaikyti 60 apsisukimų per minutę dažnį (1.1. pav.). Pradinis krūvis buvo 20 W, po trijų minučių

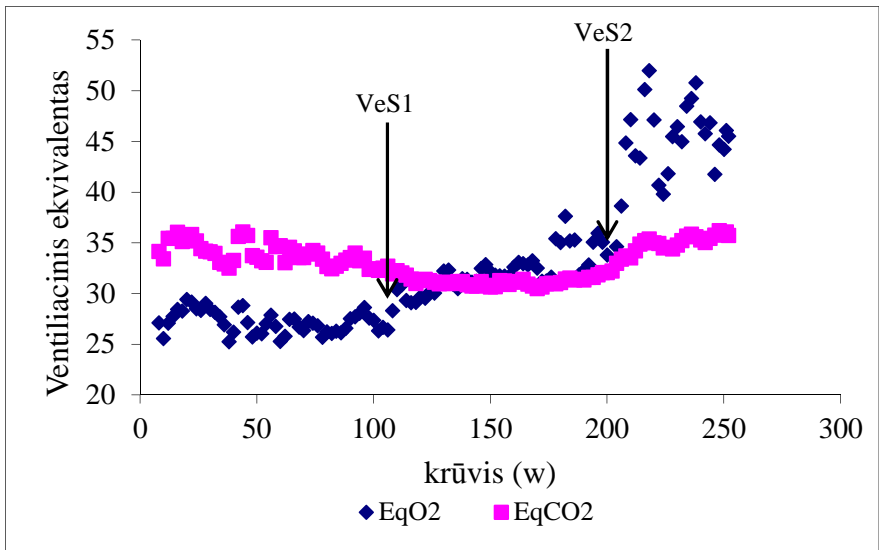
krūvis buvo didinamas po 2 W, kas 5 sekundes. Tiriamieji turėjo išlaikyti apsisukimų dažnį iki aiškiai jaučiamo nuovargio, tai yra nebegalėdavo atlikti darbo išlaikydami 60 apsisukimų per minutę dažnį.



**1.1 pav. nuosekliai didinamo krūvio testo schema**

**Maksimalus deguonies suvartojimas ( $VO_{2max}$ )** nustatomas pagal deguonies suvartojimo  $VO_2$  ir darbo galingumo priklausomumą. Juo laikoma didžiausia 15-os krūvio sekundžių  $VO_2$  vidutinė reikšmė. Santykinis  $VO_{2max}$  apskaičiuojamas padalinus absoliutų rodiklį iš tiriamojo kūno svorio.

**Ventiliacinių slenksčių nustatymas.** Dujų apykaitos rodikliai analizuojami remiantis vizualine Wasserman metodika (Leicht et al., 2014; Wasserman, Whipp, Koyal, & Beaver, 1973). Nustatant ventiliacinius slenksčius analizuojamas ventiliacinio anglies dioksido ekvivalento  $V_E/VCO_2$  (ventiliacinis ekvivalentas  $CO_2$ ) ir deguonies ekvivalento  $V_E/VO_2$  (ventiliacinis ekvivalentas  $O_2$ ) pokytis atlikto krūvio metu (1.2. pav.).



**1.2 pav.** Ventilacinių slenksčių nustatymas remiantis plaučių ventiliacijos kintamaisiais (vieno testavimo pavyzdys)

*Pastaba:* VeS1 – pirmasis ventiliacinis slenkstis; VeS2 – antrasis ventiliacinis slenkstis.

**Pastovaus intensyvumo krūvio testas** atliekamas rankų ergometru (Cardio rehab 891E, „Monark“, Sweden). Tiriamieji atliko vidutinio intensyvumo krūvį (80% nuo VeS1).

**Deguonies suvartojimo kinetika** vidutinio intensyvumo krūvio metu, įsidirbimo ir atsigavimo periodais, analizuojama pritaikant monoeksponentinę funkciją:

$$VO_2(t) = VO_2(b) \pm A \times (1 - e^{-t/\tau})$$

kur  $VO_2(b)$  yra pradiniai deguonies suvartojimo rodikliai per 30 darbo ir poilsio sekundžių;  $A$  yra amplitudė, kuri atspindi  $VO_2$  kintamųjų pokytį, ir  $\tau$  – laiko konstanta, atspindinti  $VO_2$  kintamųjų pokyčio greitį;  $t$  – trukmė nuo darbo ar poilsio intervalo pradžios.

Dėl vadinamojo kardiodinaminio komponento (Whipp, Ward, Lamarra, Davis, & Wasserman, 1982), prieš  $VO_2$  analizę, taikant eksponentinę funkciją, 20 sekundžių kiekvieno testavimo duomenų buvo atmesta.

**Jėgos testas sausumoje.** Izometrinės jėgos testavimas atliekamas tiriamajam gulint ant nugaros ant suoliuko atliekant plaukimo nugarą judesius su ekspanderiu ir dinamometru (tensiometric dynamometer,

„ProIng“, Belgrade). Du 5 sekundžių žasto tiesimo matavimai atliekami išlaikant 45<sup>0</sup> kampą tarp liemens ir ištiestų rankų. Analizuojamas geriausias izometrinės jėgos rezultatas.

**Plaukimo su pasipriešinimu testas.** Neįgaliųjų plaukimo jėga testuojama plaukimo nugara su pasipriešinimo metu su ekspanderiu ir dinamometru (tensiometric dynamometer, „ProIng“, Belgrade). Tempimo jėga fiksuojama vandeniui atspariu tenzometriniu dinamometru, kuris metaliniu laikikliu tvirtinamas prie baseino krašto. Sportininkas plaukė maksimaliomis pastangomis iki visiško ekspanderio ištempimo ir turėjo išlaikyti įsitempimą 4-6 sekundes. Tempimo jėga fiksuojama dinamometru (kilogramais). Analizuojamas geriausias jėgos rezultatas.

**Maksimalaus plaukimo testas.** Kiekvienas tiriamasis atliko keturis 50 m plaukimo bandymus. Buvo analizuojamas plaukimo greitis (Fulton et al., 2010; Girolid et al., 2006, 2007; Tanaka et al., 1993).

**Grybšnių parametrai.** SVHS vaizdo kamera (MS5, „Panasonic“, Japonija) (raiška, 50Hz, 720 × 576) tvirtinama vertikaliai plaukimo judesiui. Įrašinėjami visi plaukimo bandymai plaukimo laiko ir grybšnių charakteristikai atlikti. Įrašo analizė naudojama nustatyti grybšnių skaičiumi ir ilgiui 50 metrų plaukimo nugara metu. Vienas grybšnis buvo skaičiuojamas nuo pirmo riešo panardinimo iki kito tos pačios rankos riešo panardinimo (Fulton et al., 2010).

**Statistinė analizė.** Rezultatai apdorojami naudojant SPSS 22.0 versijos programą (SPSS, Inc., Chicago, IL). Visi rezultatai pateikti kaip vidurkiai su standartiniais nuokrypiais. Priklausomų imčių t-testas buvo taikomas įvertinti rodiklius po treniruočių ciklo. Nepriklausomų imčių Mann'o ir Whitney U testas buvo taikomas kintamųjų, stebimų dviejuose tiriamųjų grupėse, vidurkiams palyginti. Determinacijos koeficientas ( $R^2$ ) buvo naudojamas ryšių tarp kintamųjų analizei. Statistiškai reikšmingas buvo skirtumas, kai  $p < 0,05$ .

### 1.3. Tyrimų organizavimas

Tyrimai buvo atlikti taikomosios fizinės veiklos studijų ir mokslo laboratorijoje, Lietuvos sporto universiteto baseine, „Girstučio“ baseine ir Lietuvos paraplegikų asociacijos Lanšafto terapijos ir rekreacijos centre.

#### 1.3.1. Deguonies suvartojimo kinetikos įvertinimas

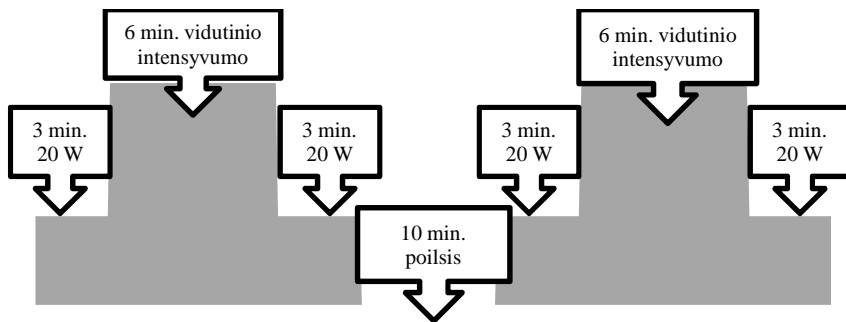
**Tyrimo protokolas.** Tyrimai buvo atliekami skirtingomis dienomis, dėl to aplinka tiriamiesiems buvo vienoda. Oro temperatūra

laboratorijoje buvo 18–20<sup>0</sup> C. Testavimai kiekvienam tiriamajam užtruko tris dienas.

I diena. Tiriamųjų buvo prašoma pailsėti 24 val. prieš testo atlikimą. Atvykę į laboratoriją tiriamieji būdavo supažindami su tyrimų eiga. Tuomet tiriamieji būdavo pasveriami ant neįgaliesiems pritaikytų svarstyklių. Prie krūtinės pritvirtinamas širdies susitraukimų dažnių registratoriaus diržas ir uždedama dujų analizės įranga. Atlikus kvėpavimo funkcijos vertinimą ramybės būsenoje, buvo atliktas nuosekliai sunkėjančių krūvio testas.

II ir III dienos. Tiriamieji buvo paprašyti pailsėti 24 val. prieš testavimus, intervalas tarp testavimų 2–4 dienos. Prie krūtinės pritvirtinamas širdies susitraukimų dažnių registratoriaus diržas ir uždedama dujų analizės įranga.

Testo seka iliustruota 1.3 paveiksle. Vidutinio intensyvumo krūvio testo metu tiriamieji dirbo rankų ergometru 3 minutes nustačius 20 W galingumą. Po to atliko 6 minučių vidutinio intensyvumo krūvį, kuris buvo nustatytas individualiai 80 % aerobinio pajėgumo ties pirmuoju ventiliaciniu slenksčiu. Po vidutinio intensyvumo krūvio, tiriamieji vėl atliko 3 minučių 20 W galingumo krūvį. Po pirmojo krūvio tiriamieji ilsėjosi 10 minučių. Po poilsio kartojo vidutinio intensyvumo krūvio testą. Testuojant buvo registruojami dujų apykaitos rodikliai ir širdies susitraukimų dažnis.



1.3 pav. Vidutinio intensyvumo krūvio testo schema

### 1.3.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties ištvėrmės treniruočių poveikis

Kiekvienas tiriamasis atliko kvėpavimo funkcijos ramybėje ir nuosekliai didinamo krūvio testus prieš ir po treniruočių programos.

**Dviejų savaitių treniruočių programa.** Tiriamieji dalyvavo dviejų savaitių treniruočių programoje, kurią sudarė dviejų tipų treniruotės: vežimėlių krepšinio ir ištvėrmės su neįgaliojo vežimėliais treniruotės. Vežimėlių krepšinio treniruotės vyko 7 kartus per savaitę po dvi valandas. Tipinė vežimėlių krepšinio treniruočių programa pateikta 1.4 lentelėje. Vežimėlių krepšinio treniruotės krūvis buvo apie 75% maksimalaus pajėgumo, širdies susitraukimų dažnis buvo apie 151 tv.min<sup>-1</sup>, o maksimalus širdies susitraukimų dažnis – iki 183 tv.min<sup>-1</sup>. Ištvėrmės treniruotės vyko septynis kartus per savaitę po dvi valandas. Treniruotės metu buvo atliekamas 30 minučių važiavimo vežimėlių krūvis su 5 minučių atsigavimo faze. Ištvėrmės treniruotės intensyvumas buvo vidutinis (vidutinis širdies susitraukimų dažnis buvo 146 tv.min<sup>-1</sup>, jis atitiko 60 % širdies susitraukimų dažnio).

#### 1.4 lentelė. Tipinė dviejų valandų vežimėlių krepšinio treniruotė

Treniruotės sandara	Trukmė (min.)
Apšilimas – apimantis tempimo, įgūdžių su kamuoliu ir perdavimo pratimus	15
20–30 sek. kartotinis sprintas	10
Baudų metimai	10
Kamuolio varymas per visą salę ir metimas viena ranka iš po krepšio	10
Kamuolio perdavimas	10
Trys prieš du spaudimas per visą salę	20
Vežimėlių krepšinio žaidimas	20
Metimai į krepšį	10
Atsigavimas	15

### 1.3.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas

Tiriamieji buvo įtraukti į dvylikos savaitių treniruočių programą, kurią sudarė pratimai sausumoje ir pratimai su pasipriešinimu vandenyje. Treniruotės vyko penkis kartus per savaitę, po dvi valandas, treniruočių programa sausumoje buvo vykdoma du kartus per savaitę, o



treniruočių programa vandenyje buvo vykdoma tris kartus per savaitę. Treniruočių intensyvumas buvo 60–70 % maksimalaus pajėgumo. Buvo fiksuojami tokie rodikliai:

Iš pradžių matuojama izometrinė jėga sausumoje, tuomet vertinamas 50 metrų plaukimo nugara atlikimas. Fiksuojami ir analizuojama 50 metrų plaukimo grybšnių parametrai (grybšnių skaičius, ilgis). Tada buvo atliekamas jėgos vandenyje vertinimas, tiriamieji buvo pririšti ir plaukė nugara. Testavimai buvo atlikti prieš treniruočių programą, paskui po keturių, aštuonių ir dvylikos savaičių.

Testavimai ir plaukimo treniruotės vyko 50 m. uždarytą patalpų baseine. Treniruotės rengiamos toje pačioje aplinkoje ir vienodais laiko intervalais. Prieš testavimą tiriamieji buvo supažindinti su specialiais pratimais ir juos atliko tam, kad testavimo metu būtų galima užfiksuoti maksimalius tiriamųjų rezultatus. 48 val. prieš testavimus tiriamieji neatliko sunkių fizinių krūvių, taip pat tiriamieji buvo paprašyti laikytis tų pačių mitybos įpročių ir nevartoti kofeino bei alkoholio viso eksperimento metu.

Kitą dieną po izometrinės jėgos testo tiriamieji atliko 50 metrų plaukimo nugara testą. Visi tiriamieji sportininkai plaukė maksimaliomis pastangomis. Plaukikai, atvykę į baseiną, prieš maksimalų plaukimo testą atlikdavo 10 min. mažo intensyvumo apšilimą, kurį vedavo treneris. Apšilimą sudarė standartizuoti pratimai, kuriuos kiekvienas plaukikas darydavo prieš kiekvieną testavimą. Buvo fiksuojamas kiekvieno 50 metrų plaukimo greitis.

Ekspertimentinės grupės treniruotės vyko treniruoklių salėje, pritaikytoje neįgaliesiems, ir baseine.

Treniruočių programą treniruoklių salėje sudarė apšilimas, pagrindinė programa ir atsigavimo dalis. Apšilimo metu tiriamieji atliko tempimo pratimus pečiams, apie 10 min. Pagrindinės dalies metu, dalyviai atliko 8 skirtingus jėgos pratimus pečių juostos raumenimis, kiekvienas pratimas atliekamas tris kartus po 8-12 pakartojimų. Pratimai pečių juostos raumenų jėgai treniuoti: svarmenų kėlimas į šalis; plačiojo nugaros raumens tempimas; svarmenų kėlimas abiem rankomis už galvos gulint; prisitraukimai iš horizontalios padėties; štangos spaudimas gulint; žasto lenkimas su svarmenimis. Sausumos jėgos treniruočių intensyvumas buvo apie 65 % maksimalių pastangų, jų metu širdies susitraukimų dažnis buvo apie 70 % maksimalaus ŠSD, maksimaliai pakildavo iki  $175 \text{ tv.min}^{-1}$ , o vidurkis buvo apie  $142 \text{ tv.min}^{-1}$ , dviejų valandų periode.

Treniruočių su pasipriešinimu baseine metu plaukikai naudodavo plaukimo menteles. Ekspanderis ir dinamometras buvo naudojami siekiant sukurti pasipriešinimą vandenyje, kai sportininkai plaukė pririšti. Pasipriešinimo jėga kiekvienam sportininkui buvo skaičiuojama individualiai 60–70 % maksimumo. Plaukimo treniruotės sudarė: 15 minučių mažo intensyvumo apšilimas; keturios serijos 10 minučių plaukimo su plaukimo mentelėmis; 4–6 serijos 30 sek. plaukimo pririštam su pasipriešinimu, su 4 minučių poilsiu tarp serijų; 10 minučių baigiamoji lengvo plaukimo dalis. Plaukimo su pasipriešinimu treniruotėse metu darbo intensyvumas buvo vidutinis, jų metu maksimalus ŠSD buvo  $167 \text{ tv.min}^{-1}$ , o vidutinis –  $146 \text{ tv.min}^{-1}$ .

Kontrolinės grupės dalyviai turėjo penkias plaukimo treniruotes per savaitę. Vidutinis treniruočių intensyvumas buvo apie 65 %, jų metu maksimalus širdies susitraukimų dažnis buvo  $172 \text{ tv.min}^{-1}$  ir vidutinis –  $149 \text{ tv.min}^{-1}$ .

## 2. REZULTATAI

### 2.1. Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetika

Abiejuose grupėse nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp darbo intensyvumo (PO) ir santykinio darbo intensyvumo ties pirmuoju ventiliaciniu slenksčiu (VeS1) (2.1. lent.). Tačiau nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp PO ir santykinio PO ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu (VeS2) ( $p < 0,05$ , 2.1. lent.). Sportuojančių tiriamųjų darbo intensyvumas buvo didesnis 26,9 % ( $p < 0,05$ ), santykinis darbo intensyvumas buvo didesnis 29,5 % ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu.

Sportuojančių tiriamųjų grupėje maksimalus deguonies suvartojimas ( $VO_{2max}$ ) buvo didesnis 28,5 % l/min ( $p < 0,05$ ), o santykinis  $VO_{2max}$  buvo didesnis 33,7 % ( $p < 0,05$ ) (2.1. lent.).

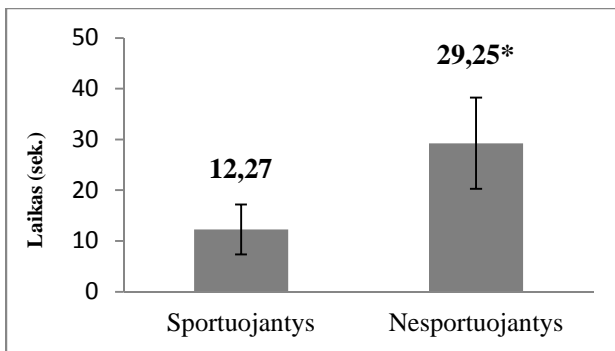
2.1 lentelė. Nuosekliai sunkėjančio krūvio testo rodikliai

	Sportuojantys	Nesportuojantys
PO ties VeS1 (W)	41,50±12,55	30,00±7,86
PO ties VeS1 (W/kg)	0,52±0,10	0,37±0,13
PO ties VeS2 (W)	69,25±13,98*	50,6±6,98
PO ties VeS2 (W/kg)	0,88±0,08*	0,62±0,13
$VO_{2max}$ (l/min)	2,28±0,33*	1,63±0,21
$VO_{2max}$ (ml/min/kg)	29,73±6,25*	19,69±2,15
HR <sub>max</sub> (tv.min <sup>-1</sup> )	175,94±12,99*	164,23±12,7
PO <sub>peak</sub> (W)	105,00±19,49*	80,7±11,58
PO <sub>peak</sub> (W/kg)	1,19±0,21*	0,99±0,28

*Pastabos: PO – darbo intensyvumas; VeS1 – pirmasis ventiliacinis slenkstis; VeS2 – antrasis ventiliacinis slenkstis;  $VO_{2max}$  – maksimalus deguonies suvartojimas; HR<sub>max</sub> – maksimalus širdies susitraukimų dažnis; PO<sub>peak</sub> – didžiausia testo galia; \* $p < 0,05$  statistiškai reikšmingas skirtumas tarp sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų.*

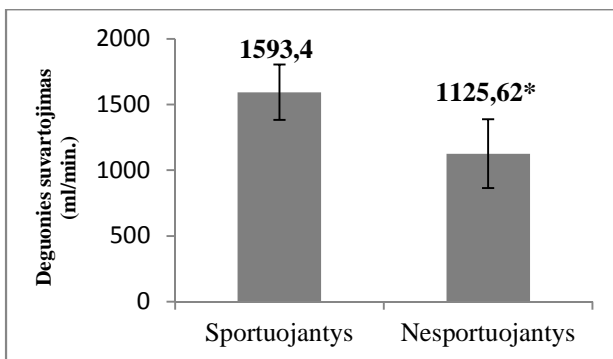
Sportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais maksimalus širdies susitraukimų dažnis (HR<sub>max</sub>) buvo didesnis 6,7 %, didžiausia testo galia (PO<sub>peak</sub>) buvo didesnė 23,1 %, o santykinė PO<sub>peak</sub> buvo didesnė 16,8 % ( $p < 0,05$ , 2.1. lent.).

Vidutinio intensyvumo krūvio įsidirbimo fazės metu grupėse buvo nustatytas statistiškai reikšmingas  $VO_2$  kinetikos skirtumas ( $p < 0,05$ ). Nesportuojančių tiriamųjų laiko konstanta ( $\tau$ ) buvo ilgesnė 16,9 sek. (2.1. pav.).



**2.1 pav.** Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais  $VO_2$  kinetikos laiko konstanta vidutinio intensyvumo krūvio įsidirbimo fazės metu

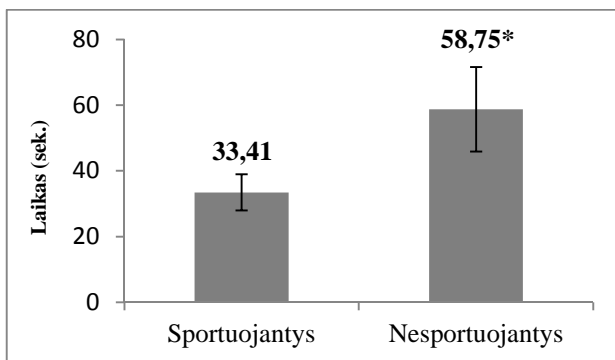
Abiejų grupių  $VO_2$  kaitos amplitudė skyrėsi statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ). Sportuojančių tiriamųjų amplitudė buvo didesnė 467,8 ml/min (2.2. pav.).



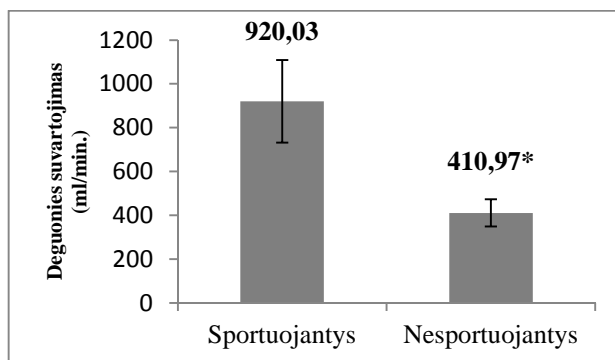
**2.2 pav.** Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais  $VO_2$  kaitos amplitudė vidutinio intensyvumo krūvio įsidirbimo fazės metu

Laiko konstantos ( $\tau$ ) skirtumai pateikti 2.3 paveiksle. Nesportuojančių tiriamųjų vidutinio intensyvumo krūvio atsigavimo

fazės metu laiko konstanta buvo ilgesnė 25,34 sek. lyginant su sportuojančiųjų duomenimis ( $p < 0,05$ ).



**2.3 pav.** Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais  $VO_2$  kinetikos laiko konstanta vidutinio intensyvumo krūvio atsigavimo fazės metu



**2.4 pav.** Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais  $VO_2$  kaitos amplitudė vidutinio intensyvumo krūvio atsigavimo fazės metu

Tarp grupių  $VO_2$  kaitos amplitudė atsigavimo fazės metu skyrėsi statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ). Sportuojančiųjų tiriamųjų amplitudė buvo didesnė 509,93 ml/min. (2.4. pav.).

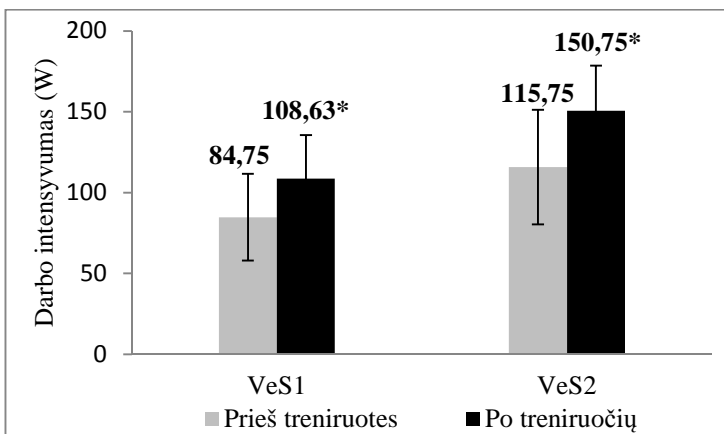
## 2.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties ištvėmės treniruočių poveikis

Vežimėlių krepšinio tiriamųjų grupės rodikliai  $VO_{2max}$  ir  $PO_{peak}$  po treniruočių statistiškai reikšmingai pagerėjo ( $p < 0,05$ ).  $VO_{2max}$  padidėjo 9 %, santykinis  $VO_{2max}$  padidėjo 8 %, didžiausia testo galia ( $PO_{peak}$ ) padidėjo 28 % (2.2 lent.).

**2.2 lentelė.** Didžiausi fiziologiniai rodikliai prieš treniruotes ir po treniruočių

	Prieš treniruotes	Po treniruočių
$PO_{peak}$ (W)	141,75* ±14,23	181,63±26,3
$PO_{peak}$ (W/kg)	1,8* ±0,15	2,4±0,14
$VO_{2max}$ (l/min)	2,32* ±0,16	2,53±0,2
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	30,65* ±6,05	33,06±6,4
$V_E$ (l/min)	98,7* ±7,01	118,3±8,37
$HR_{max}$ (tv.min <sup>-1</sup> )	172* ±4	187±3
<i>Pastabos: <math>PO_{peak}</math> – didžiausia testo galia; <math>VO_{2max}</math> – maksimalus deguonies suvartojimas; <math>V_E</math> – plaučių ventiliacija, <math>HR_{max}</math> – maksimalus širdies susitraukimų dažnis; * (<math>p &lt; 0,05</math>) statistiškai reikšmingas padidėjimas po treniruočių lyginant su rodikliais prieš treniruotes.</i>		

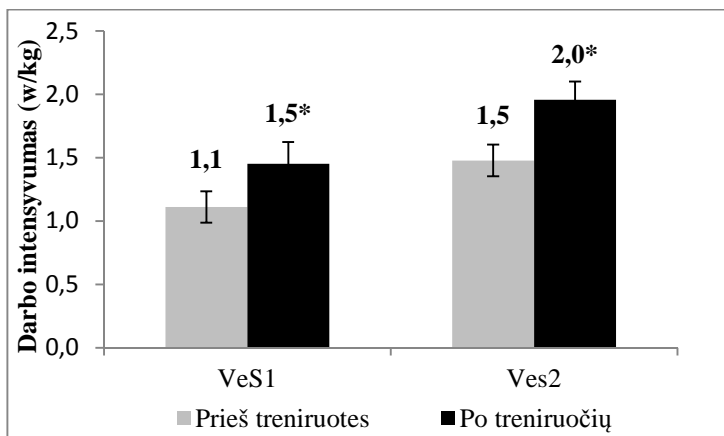
Nebuvo nustatytas statistiškai reikšmingas deguonies suvartojimo pagerėjimas po treniruočių ties pirmuoju ir antruoju ventiliaciniais slenksčiais ( $p > 0,05$ ). Statistiškai reikšmingai pagerėjo darbo intensyvumas ties pirmuoju ir ties antruoju ventiliaciniais slenksčiais ( $p < 0,05$ ):  $PO$  padidėjo 28 % nuo 84,75±26,8 W iki 108,63±26,9 W ties pirmuoju ventiliaciniu slenksčiu ( $VeS1$ ); 30% nuo 115,75±35,4 W iki 150,75±27,7 W ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu ( $VeS2$ ) (3.5 pav.).



**2.5 pav.** Vežimėlių krepšininkų darbo intensyvumas ties ventiliaciniais slenksčiais

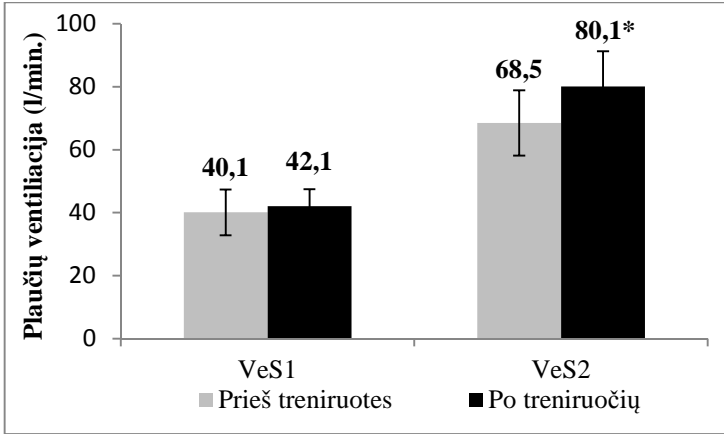
*Pastaba: \*reikšmingas padidėjimas po treniruočių lyginant su rezultatais prieš treniruotes ( $p < 0,05$ ).*

Po treniruočių santykinis darbo intensyvumas pagerėjo ties abiem ventiliaciniais slenksčiais ( $p < 0,05$ ): PO padidėjo 36 % nuo  $1,1 \pm 0,12$  W/kg iki  $1,5 \pm 0,13$  W/kg ties pirmu ventiliaciniu slenksčiu (VeS1); 33 % nuo  $1,5 \pm 0,13$  W/kg iki  $2,0 \pm 0,14$  W/kg ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu (VeS2) (2.6 pav.). Santykinė  $PO_{peak}$  pagerėjo 33 % nuo  $1,8 \pm 0,15$  W/kg iki  $2,4 \pm 0,14$  W/kg ( $p < 0,05$ ) (2.2. lent.).

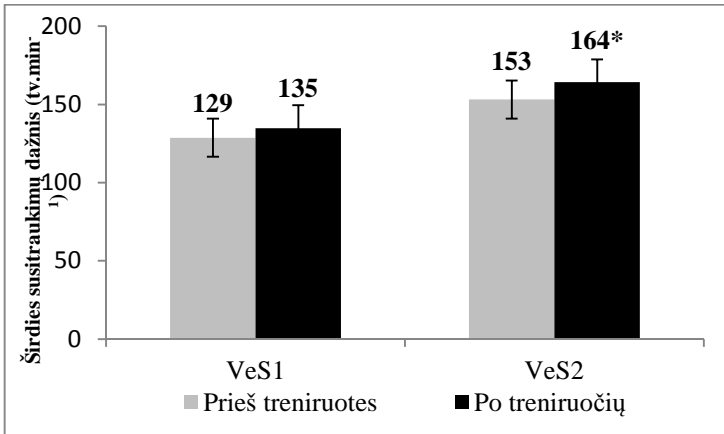


**2.6 pav.** Vežimėlių krepšininkų santykinis darbo intensyvumas ties ventiliaciniais slenksčiais

Po treniruočių tiriamųjų plaučių ventilacija statistiškai reikšmingai pagerėjo 20 % ties antruoju ventilaciniu slenksčiu ( $p < 0,05$ ) (2.7 pav.). Didžiausias  $V_E$  rodiklis taip pat pagerėjo 17 %, nuo  $68,5 \pm 10,3$  l/min. iki  $80,1 \pm 11,2$  l/min. ( $p < 0,05$ ) (2.2 lent.)



2.7 pav. Vežimėlių krepšininkų  $V_E$  ties ventilaciniais slenksčiais



2.8 pav. Vežimėlių krepšininkų širdies susitraukimų dažnis ties ventilaciniais slenksčiais

Širdies susitraukimų dažnis po nuosekliai sunkėjančio krūvio testo atlikus treniruotes, buvo didesnis lyginant su rodikliais prieš treniruotes. Po treniruočių programos ties antruoju ventilaciniu



slenksčiu nustatytas 7 % didesnis širdies susitraukimų dažnis (nuo  $153 \pm 5$  tv.min<sup>-1</sup> iki  $164 \pm 6$  tv.min<sup>-1</sup>;  $p < 0,05$ ) (3.8. pav.). Maksimalus širdies susitraukimų dažnis po treniruočių padidėjo 9 % ( $p < 0,05$ ) (2.2. lent.).

### 2.3. Dvylikos savaitių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikio tyrimas

Ekspirimentinės grupės jėgos rodiklių ir grybšnių charakteristika pateikta 2.3 lentelėje. Buvo nustatytas pokytis jėgos rodiklių ir grybšnių charakteristikos po vieno mėnesio, dviejų mėnesių ir po treniruočių programos lyginant su rezultatais prieš eksperimentą.

**2.3 lentelė.** *Ekspirimentinės grupės plaukikų su paraplegija jėgos, plaukimo ir grybšnių parametrai prieš ir po eksperimento*

Rodikliai	Prieš eksperimentą	Po 4 savaitių	Po 8 savaitių	Po eksperimento
Tempimo jėga sausumoje (kg)	$58,00 \pm 1,31$	$60,62 \pm 2,19^*$	$67,75 \pm 3,01^*$	$70,25 \pm 1,39^*$
Tempimo jėga vandenyje (kg)	$7,02 \pm 0,14$	$7,46 \pm 0,19^*$	$8,13 \pm 0,17^*$	$8,66 \pm 0,23^*$
Panaudotos jėgos koeficientas (%)	12,1	12,3	12,0	12,3
50 m. rezultatas (sek.)	$57,42 \pm 0,46$	$56,05 \pm 0,51^*$	$54,58 \pm 0,69^*$	$52,22 \pm 0,51^*$
Grybšnių dažnis (ciklai/min <sup>-1</sup> )	$49,87 \pm 0,99$	$46,75 \pm 1,03^*$	$42,50 \pm 1,19^*$	$40,62 \pm 0,74^*$
Grybšnio ilgis (m)	$1,04 \pm 0,08$	$1,12 \pm 0,06$	$1,23 \pm 0,09^*$	$1,29 \pm 0,11^*$
Greitis (m/sek.)	$0,87 \pm 0,12$	$0,88 \pm 0,14$	$0,92 \pm 0,12$	$0,96 \pm 0,17$
<i>Pastaba: *(<math>p &lt; 0,05</math>) statistiškai reikšmingas skirtumas tarp rodiklių prieš eksperimentą ir po eksperimento.</i>				

**2.4 lentelė.** Kontrolinės grupės plaukikų su paraplegija jėgos, plaukimo ir grybšnių parametrai prieš ir po eksperimento

Rodikliai	Prieš eksperimentą	Po 4 savaitių	Po 8 savaitių	Po eksperimento
Tempimo jėga sausumoje (kg)	58,52±1,43	58,43±2,12	57,95±3,24	58,35±1,48
Tempimo jėga vandenyje, (kg)	7,12±0,12	7,08±0,16	7,14±0,19	7,18±0,25
Panaudotos jėgos koeficientas (%)	12,2	12,1	12,3	12,3
50 m. rezultatas (sek.)	57,12±0,48	57,03±0,54	56,87±0,65	56,95±0,56
Grybšnių dažnis (ciklai/min <sup>-1</sup> )	50,26±0,86	50,85±0,93	50,15±1,17	49,92±0,89
Grybšnio ilgis (m)	1,04±0,17	1,02±0,19	1,03±0,25	1,04±0,16
Greitis (m/sek.)	0,87±0,09	0,88±0,07	0,88±0,11	0,88±0,14
<i>Pastaba: (p&gt;0,05) nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp rodiklių prieš eksperimentą ir po eksperimento.</i>				

**2.5 lentelė.** Plaukikų su paraplegija parametų darančių įtaką plaukimo efektyvumui, koreliacija

Testavimas	Rezultatas 50 (m)	Grybšnių sk. 50 (m)	Tempimo jėga sausumoje (kg)	Tempimo jėga vandenyje (kg)
Tempimo jėga sausumoje (kg)	0,17	0,19	-	0,5*
Tempimo jėga vandenyje (kg)	0,18	0,53*	0,5*	-
Rezultatas 50 (m)	-	0,67*	0,17	0,18
Grybšnių sk. 50 (m)	0,67*	-	0,19	0,53*
<i>Pastaba: *stipri koreliacija tarp parametų darančių įtaką plaukimo rezultatams.</i>				

Jėgos rodikliai ir grybšnių charakteristika kontrolinėje grupėje nepasikeitė po mėnesio, po dviejų mėnesių ir po viso eksperimento. (2.4. lent.).

Determinacijos koeficientas atskleidė teigiamą ryšį ( $R^2= 0,67$ ) tarp 50 m. plaukimo rezultatų ir grybšnių skaičiaus, tarp tempimo jėgos vandenyje ir sausumoje ( $R^2=0,5$ ) ir tarp grybšnių skaičiaus ir tempimo jėgos vandenyje (2.5. lent.).

### 3. DISKUSIJA

#### 3.1. Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetika

Pagrindinė šio tyrimo išvada yra ta, kad  $VO_2$  kinetika buvo ~ 50 % greitesnė fiziškai aktyvių asmenų grupėje su nugaros smegenų pažeidimais, lyginant su nesportuojančių asmenų grupe, vidutinio fizinio intensyvumo metu įsidirbimo ir atsigavimo fazėse.  $VO_2$  kinetikos amplitudė buvo ~ 42 % didesnė fiziškai aktyvių asmenų grupėje, palyginus su nesportuojančių asmenų grupe, įsidirbimo ir atsigavimo fazėse vidutinio intensyvumo krūvio metu.

$VO_2$  kinetikos duomenys atitinka didelę dalį analitinių ir longitudinalinių tyrimų apie įgalius suaugusius asmenis (Babcock et al., 1994; Bell et al., 2001; Berger et al., 2006; Fukuoka et al., 2002; Ingham et al., 2007; Kilding et al., 2006; Koppo et al., 2004). Y. Fukuoka (2002) ištyrė deguonies suvartojimo kinetiką ( $VO_2$ ) atliekant fizinį krūvį rankomis.  $VO_2$  kinetika buvo greitesnė vežimėlių krepšinio žaidėjų nei įgalių fiziškai neaktyvių dalyvių (Fukuoka et al., 2002).

Fiziškai aktyvių asmenų su NSP greitesnė  $VO_2$  kinetika galėjo būti dėl padidėjusio treniruotų raumenų aerobinio pajėgumo, kuris yra vežimėlio krepšinio treniruočių padarinys. Aerobinio pajėgumo pokyčiai siejami su griaučių raumenų kapiliarų tankiu ir mitochondrijų kiekiu raumenyse (Ryan et al., 2013). T. E. Ryan et al., (2013), šie mokslininkai panaudoję elektrostimuliaciją ir infraraudonųjų spindulių spektroskopą, apskaičiavo skeleto raumenų mitochondrijų pajėgumą, fiksuodami deguonies suvartojimo greitį raumenyse ( $mVO_2$ ) atsigavimo fazėje. (Ryan et al., 2012, 2013). Šis tyrimas parodė tris kartus padidėjusį raumenų oksidacinį pajėgumą, kuris buvo nustatytas matuojant  $mVO_2$  atsigavimo fazėje, po šešių mėnesių raumenų elektrostimuliacijos. Po 12 savaičių mitochondrijų talpumas stabilizavosi ir tai leidžia daryti išvadą, jog fiziologinės sistemos prisitaikė prie ištvermės treniruočių stimulo. Norint padidinti mitochondrijų pajėgumą, gali prireikti didesnio intensyvumo treniruočių (Ryan et al., 2013). Taikant aerobinio pajėgumo treniruotes, tokias kaip vežimėlių krepšinis, galima padidinti mitochondrijų ir miofibrilių kiekį, nes atsiranda viršutinės kūno dalies raumenų hipertrofija (Boushel et al., 2015). Padidėjęs mitochondrijų kiekis rankų raumenyse sustiprina aerobinį pajėgumą ir pagreitina  $VO_2$  kinetiką. Manoma, kad tyrime dalyvavę

sportuojantys asmenys su NSP turėjo didesnę mitochondrijų kiekį viršutinės kūno dalies raumenų grupėje dėl raumenų hipertrofijos, nors jų apatinių galūnių raumenys yra atrofuoti.

Treniruočių programos gali nulemti greitesnę metabolinį reguliavimą, greitesnę deguonies suvartojimo kinetiką net ir asmenims su nugaros smegenų pažeidimais (Barstow et al., 1996). Vidutinio intensyvumo, nuoseklios aerobinio pajėgumo treniruotės (Berger et al., 2006), rekreacinis sportas (Edgett et al., 2013) įgaliems asmenims pagreitina  $VO_2$  kinetiką, dėl to pagerėja netreniruotų asmenų ištvėrmė.

Šiame tyrime buvo pasirinkta – dvi kiek įmanoma panašesnes tiriamųjų grupes. Skyrėsi tik grupių dalyvių fizinis aktyvumas. Tyrimo pranašumas buvo tas, kad buvo galimybė įtraukti 5 neįgaliųjų vežimėlių krepšinio žaidėjus, kurie varžėsi nacionaliniu ar tarptautiniu lygmenimis. Vežimėlių krepšinio žaidėjai dalyvavo dviejų valandų treniruotėse 5–7 kartus per savaitę, ir jie buvo treniravęsi daugiau nei penkerius metus. Nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais grupė pasižymėjo labai mažu ir nesistemišku fiziniu aktyvumu kasdieniame gyvenime. Todėl galima tvirtai teigti, kad žymiai greitesnė  $VO_2$  kinetika, nustatyta sportuojančių asmenų grupėje, parodė ilgalaikių treniruočių poveikį, o ne būdingas fiziologines savybes. Nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais ilgesnė laiko konstanta rodo lėtesnę adaptaciją prie fizinių krūvių. Nesportuojantiems asmenims su nugaros smegenų pažeidimais buvo nustatytas lėtesnis deguonies pernešimo sistemos prisitaikymas prie energetinio poreikio fizinio krūvio metu. Greitesnė  $VO_2$  kinetika asmenims su nugaros smegenų pažeidimais gali turėti teigiamą poveikį sveikatai, ypač širdies ir kraujagyslių sistemai. Remiantis tyrimo rezultatais, galima teigti, jog treniruočių programos gali būti tinkama intervencija, mažinant rizikos veiksnius susirgti širdies ir kraujagyslių sistemos ligomis asmenims su nugaros smegenų pažeidimais.

### **3.2. Trumpalaikių vidutinio intensyvumo didelės apimties ištvėrmės treniruočių poveikis**

Pagrindinė šio tyrimo išvada yra ta, jog didelės apimties, vidutinio intensyvumo, trumpalaikė ištvėrmės treniruočių programa pagerino  $VO_{2max}$ ,  $PO_{peak}$  ir VE absoliučius ir santykinius rodiklius. Tai yra pirmasis tyrimas, kuris įrodė, jog trumpalaikė (dviejų savaitių), didelės apimties, ištvėrmės treniruočių programa reikšmingai pagerino gerai treniruotų vežimėlių krepšininkų aerobinį pajėgumą.

Tyrimų duomenys rodo, jog fiziologinių rodiklių pagerėjimas itin priklauso nuo treniruočių periodo (Goosey-Tolfrey, 2005). Siekiant padidinti išvermę, itin svarbu didelės apimties išvermės treniruotės. Galima teigti, jog didelės apimties, dviejų savaitių išvermės treniruočių programa, kurią sudarė važiavimo neįgaliųjų vežimėliu ir vežimėlių krepšinio treniruotės (4 valandos per dieną, 7 kartai per savaitę), potencialiai turi didesnę poveikį išvermės lavinimui nei ilgalaikės treniruotės (6–8 savaitių), mažos apimties didelio intensyvumo (1,5 val. per dieną, 3 kartai per savaitę) programos, kurias yra tyręs D. Miles (1982) (Miles et al., 1982). Ši treniruočių programa turi pranašumą, nes per trumpą laiko tarpą galima stipriai padidinti sportininko aerobinį pajėgumą. Po šios programos gali būti tęsiamas pasiruošimas varžybų režimui taikant didelio intensyvumo treniruočių programą.

Gerai žinoma, kad vežimėlių krepšinis yra tinkamo pobūdžio fizinė veikla norint ištrenuoti aerobinę išvermę. (Yanci et al., 2015; Molik et al., 2010). Vežimėlių krepšinis yra kartotinio sprinto sporto šaka, rungtynių metu žaidėjai nuvažiuoja apie 5 km per 40 minučių laiko tarpą. Žaidimo metu 10 % veiklos sudaro didelio intensyvumo krūvis (Coutts, 1992; Goosey-Tolfrey, 2005). V. L. Goosey-Tolfrey (2005) nustatė, jog daugiausia vyrauja aerobinio intensyvumo krūvis. Sporto srities mokslininkai pastebėjo, kad per pastaruosius metus vežimėlių krepšinio treniruočių pobūdis pasikeitė – buvo sumažinta anaerobinio krūvio treniruočių ir įtraukta daugiau specifinių pratimų ir paties žaidimo su aerobinio krūvio pratimais (Yanci et al., 2015; Molik et al., 2010). Taip pat yra manoma, kad aerobinio intensyvumo treniruotės turėtų pagreitinti sportininko atsistatymą po didelio intensyvumo pratybų ir po didelio intensyvumo vežimėlių krepšinio žaidimo (Goosey-Tolfrey, 2005).

Du svarbiausi fizinio pajėgumo komponentai yra maksimalus deguonies suvartojimas ( $VO_{2max}$ ) ir maksimalus fizinis galingumas ( $PO_{peak}$ ) (Valent et al., 2007).

Komandos vidutinis  $VO_{2max}$  padidėjo nuo 2,32 iki 2,53 l/min. ( $p<0,05$ ), nustatytas 9,2 % pagerėjimas, kuris yra didesnis nei kitų autorių tyrimuose (Goosey-Tolfrey, 2005). Buvo tirtas Didžiosios Britanijos nacionalinės vežimėlių krepšinio rinktinės maksimalus deguonies suvartojimas, kai vyko pasiruošimas Parolimpinėms žaidynėms 2000 metais Sidnėje, ir nustatytas 6,8 % pagerėjimas, nuo 2,65 iki 2,83 l/min. ( $P=0,001$ ) (Goosey-Tolfrey, 2005). Tyrime nustatytas galingumo ( $PO_{peak}$ ) rodiklis po treniruočių programos pagerėjo 28 %, nuo  $141,75\pm 14,23$  W iki  $181,63\pm 26,3$  W. Mokslininkų

tyrimuose pastebėtas didelis  $PO_{peak}$  rodiklių diapazonas (Valent et al., 2007). Pokytis tarp rezultatų prieš ir po treniruočių programų buvo nuo 10,1 % iki 57,2 %, vidutinis pokytis  $26,1 \pm 15,6$  % (Valent et al., 2007). Tyrime nustatytas  $PO_{peak}$  pokytis buvo panašus lyginant su vidutine reikšme, pateikta literatūroje (Valent et al., 2007). Galima teigti, jog dviejų savaitių didelės apimties, vidutinio intensyvumo ištvermės treniruotės turėjo poveikį sportininkų su paraplegija  $PO_{peak}$  rezultatui.  $PO_{peak}$  pagerėjimas gali būti įvertintas kaip nedidelis lyginant su duomenimis kitų autorių darbuose. S. De Groot et al., (2012) nustatė 65 % pagerėjimą po aštuonių savaitių ištvermės ir jėgos treniruočių. Tačiau sunku lyginti rezultatus, kai skiriasi treniruočių turinys ir trūksta tiriamųjų pirminių duomenų. Atsižvelgiant į skirtingus tyrimų duomenis, galima teigti, kad geriau taikyti didelės apimties ir vidutinio intensyvumo, dviejų savaitių ištvermės treniruotes, siekiant gerinti pajėgumo parametrus, nei aštuonių savaitių didelio intensyvumo treniruotes. Pagrįstai galima teigti, kad didelės apimties dviejų savaitių treniruočių programa teigiamai veikia sportininkų su paraplegija širdies ir kraujagyslių sistemą, didinant viršutinės kūno dalies jėgą, liemens stabilumą ir raumeninę koordinaciją.

Tyrimo metu stebėtas rodiklių didėjimas turėtų būti akcentu, papildančiu komandų ištvermės treniruočių bazę. Norint įgyvendinti šį tikslą, dviejų savaitių ištvermės treniruotės turėtų būti įtrauktos į žaidėjų treniruočių tvarkaraštį. Nors 9,2 %  $VO_{2max}$  pagerėjimas gali būti vertinamas kaip nedidelis lyginant su rezultatais kituose darbuose (Miles et al., 1982), tačiau tai patvirtina faktą, kad krepšinis yra tinkamas treniuoti širdies ir kraujagyslių sistemai (Veeger et al., 1991). D. Miles (1982) savo tyrime nustatė 26 %  $VO_{2max}$  pagerėjimą po aštuonių savaitių treniruočių, tačiau didelis rodiklio pokytis galėjo būti nustatytas dėl gana žemo tiriamųjų aerobinio pajėgumo. Visgi, buvo įrodyta, kad net ir esant aukšto lygio aerobiniam pajėgumui yra įmanomas reikšmingas pagerėjimas per trumpą (dviejų savaitių) laiką.

Tyrimo metu nustatytas  $VO_{2max}$  (2,53 ± 0,2 l/min) kuris svyravo nuo 1,92 iki 3,22 l/min, buvo didesnis nei nurodoma D. S. Miles et al., (1982) ir A. Rotstein et al., (1994) darbuose, bet panašus kaip H. Veeger et al., (1991) darbe, kuriame vidutinė maksimalaus deguonies suvartojimo reikšmė buvo 2,7 ± 0,60 l/min. Darbe profesionalių vežimėlių krepšininkų  $VO_{2max}$  buvo šiek tiek didesnis nei L. Valent et al., (2007) tyrime, tačiau vienodos reikšmės buvo lyginant rodiklius nustatytus prieš treniruočių programą.

Skirtingai nei ankstesni autoriai (Flandrois et al., 1986), tyrime nustatytas širdies susitraukimų dažnio padidėjimą po treniruočių ( $153 \pm 5$  tv.min<sup>-1</sup> prieš treniruočių programą;  $164 \pm 6$  tv.min<sup>-1</sup> po treniruočių programos) ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu. Tai taip pat galima paaiškinti didelės apimties ištvermės treniruočių poveikiu ir geromis širdies ir kraujagyslių sistemos adaptacinėmis savybėmis. Trūksta tyrimų, kuriuose būtų analizuojami rodikliai ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu. Darbe nustatytos panašias  $VO_2$  reikšmes ties pirmuoju ventiliaciniu slenksčiu (VeS1), kaip ir R. Flandrois et al., (1986) darbe. Tačiau analizuojant duomenis ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu (VeS2) pastebėta, kad nustatytas  $VO_2$  rodiklis sudarė 80,63 %  $VO_{2max}$ . R. Flandrois et al., (1986) tyrime  $VO_2$  ties antruoju ventiliaciniu slenksčiu buvo 63 % ir 54 %  $VO_{2max}$ , atitinkamai tiriamieji buvo su aukštesnio ir žemesnio lygio pažeidimais. Sunku lyginti rezultatus kai skiriasi nugaros smegenų pažeidimo lygis. Taip pat sunku vertinti rodiklius, kai tyrimuose yra taikomi skirtingi protokolai. Be to, rodikliai gali skirtis dėl skirtingo ventiliacinių slenksčių interpretavimo (Leicht et al., 2014).

Tyrimuose yra nustatyta, kad 56–63 %  $VO_{2max}$  deguonies suvartojimo yra ties pirmuoju ventiliaciniu slenksčiu (Bhambhani et al., 1995; Vinet et al., 1997). Tyrimuose, kuriuose buvo tiriami sportininkai su nugaros smegenų pažeidimais ir asmenys su amputuotomis galūnėmis, deguonies suvartojimas ties VeS1 buvo 69–74 %  $VO_{2max}$  (Coutts, McKenzie, 1995; Lovell et al., 2012), disertacijos tyrime nustatyti panašūs rezultatai. Rezultatų skirtumai mokslininkų darbuose gali atsirasti dėl nevienodų testavimo protokolų ir skirtingų ventiliacinių slenksčių nustatymo metodų (Faude et al., 2009; Gaskell et al., 2001). C. A. Leicht et al., (2014) teigimu, ventiliacinių slenksčių nustatymas yra subjektyvus dalykas (Leicht et al., 2014). Nepaisant bandymų šį procesą padaryti objektyvų (Beaver et al., 1986; Fukuba et al., 1988) ar bent jau nustatyti ribinius rodiklius (Cannon et al., 2009; Carey et al., 2005), objektyvus standartas neegzistuoja.

Norėdami pagerinti ventiliacinių slenksčių nustatymo metodus, du nepriklausomi mokslininkai dalyvavo tyrimų procese, kuriame taikė S. E. Gaskell et al., (2001) metodiką. Vėliau tiriamieji dalyvavo sportinėje veikloje su panašiu fiziologiniu iššūkiu. Tam kad būtų išvengta konkrečios sporto šakos poveikio nustatytiems ventiliaciniams slenksčiams, tiriamieji sporto užsiėmuose dalyvavo nereguliariai (Goosey-Tolfrey, Leicht, 2013).



Vertinant aerobinį pajėgumą, labai svarbu teisingai nustatyti ventiliacinius slenksčius. Reikalingi tyrimai, kurie padėtų sukurti ventiliacinių slenksčių normas, testuojant asmenis su nugaros smegenų pažeidimais.

### **3.3. Dvylikos savaičių, jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu, treniruočių poveikis**

Pagrindinė šio tyrimo išvada – dvylikos savaičių jėgos vandenyje ir plaukimo su pasipriešinimu treniruočių programa reikšmingai pagerino plaukikų su paraplegija plaukimo ir grybšnių parametrus. Tai pirmoji tyrimų studija, kuri atskleidė, kad gerai treniruotų plaukikų su paraplegija rodikliai pagerėjo. Šis tyrimas taip pat parodo, kad plaukimo ir grybšnių parametrai pagerėjimas priklauso nuo treniruočių tipo ir trukmės. Tyrime taikyta dvylikos savaičių jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu treniruočių programa yra patikimesnė, siekiant pagerinti plaukikų jėgą, plaukimo ir grybšnių parametrus nei trumpesnės treniruočių programos (4 ir 8 savaičių). Ši treniruočių programa turi pranašumų ruošiant treniruočių planus sportininkams su paraplegija, kurie siekia ugdyti aukšto lygio jėgą ir išsvermę. Po tokio pobūdžio treniruočių programos sportininkai galėtų tęsti didelio intensyvumo treniruotes, kurios būtų artimesnės varžybų krūviui.

Efektyvus neįgaliųjų plaukimas priklauso nuo daugelio biomechaninių faktorių: judesio amplitudės, grybšnio jėgos, viršutinės kūno dalies raumenų panaudojimo, pasipriešinimo sumažinimo ir kūno pozicijos vandenyje (Oh et al., 2013; Prins, Murata, 2008). Plaukikų su paraplegija plaukimo jėga padidėja, kai jie pagerina kūno slinkimą vandenyje, išmoksta perkelti jėgą iš vienos kūno pusės į kitą ir išsiugdo gebėjimą išlaikyti gerą horizontalų ir lateralinį lygiavimą. Padidėjusi grybšnių jėga gali turėti teigiamą poveikį plaukimo ir grybšnių parametrams. Pagrindinės reikalingos sąlygos plaukikams su paraplegija, siekiantiems efektyvaus plaukimo, yra grybšnių skaičiaus mažinimas, tinkamos kūno pozicijos išlaikymas ir pasipriešinimo sumažinimas vandenyje.

Per dvylikos savaičių treniruočių kursą pasiekta: 50 metrų plaukimo rezultatas pagerėjo 9 %, grybšnių skaičius sumažėjo 19 %, tai galima sieti su 23 % padidėjusia izometriniu jėga sausumoje ir 21 % padidėjusia jėga vandenyje (tempimo jėga).

Šio tyrimo rezultatai leidžia daryti išvadą, jog jėgos treniruotės yra svarbios sportininkams su paraplegija. Be to, kai kurie autoriai ir treneriai spekuliuoja ribotomis asmenų su nugaros smegenų pažeidimais

prisitaikymo galimybėmis, o šio tyrimo rezultatai paneigė jų argumentus.

Tyrime izometrinė jėga sausumoje po treniruočių pagerėjo 23 %, nuo  $7,02 \pm 0,14$  kg iki  $8,66 \pm 0,23$  kg. Kituose tyrimuose jėgos rodiklių pagerėjimas po treniruočių varijuoja tarp 12–30 % (Valent et al., 2007). Tačiau šiame tyrime, jėgos rezultatai yra panašūs lyginant su literatūroje pateiktu jėgos vidurkiu (Valent et al., 2007). Dvylikos savaitių vidutinio intensyvumo jėgos treniruočių sausumoje ir vandenyje programa turėjo poveikį izometrinei neįgaliųjų plaukikų jėgai. Nors, lyginant su kitų autorių darbais, tyrime gauti rezultatai pagerėjo nedaug (De Groot et al., 2003; Sutbeyaz et al., 2005). F. S. Duran et al., (2001) nustatė 46 % jėgos padidėjimą po šešiolikos savaitių intensyvių išstvermės ir jėgos treniruočių. Tačiau sunku lyginti tyrimus dėl taikytų skirtingų treniruočių programų ir ribotų pradinių tiriamųjų duomenų. Dvylikos savaitių vidutinio intensyvumo sausumoje ir vandenyje treniruočių programa padidino sportininkų su paraplegija viršutinės kūno dalies raumenų jėgą, liemens stabilumą ir raumenų koordinaciją.

Tyrimo rezultatai papildė faktus, kad plaukikų jėgos treniruotės pagerina plaukimo rezultatus (Girolid et al., 2006, 2007; Toussaint, Vervoorn, 1990; Trappe, Pearson, 1994), sumažina grybšnių skaičių, padidina grybšnio ilgį (Girolid et al., 2006, 2007) ir padidėja tempimo jėga vandenyje (Girolid et al., 2006, 2007; Toussaint, Vervoorn, 1990; Trappe, Pearson, 1994).

Panaudotos jėgos koeficientas, kuris parodo, kaip plaukikai jėgos prieš tai sausumoje naudoja plaukdami, itin stipriai nepasikeitė po treniruočių programos (nuo 12 % prieš programą iki 12,3 % po programos). Šis rodiklis liko nepakitęs, nes pratimai, atlikti treniruoklių salėje, ne visai atitinka grybšnio judesį, jo dinamiką, intensyvumą ir neuroraumeninę koordinaciją.

Plaukikų su paraplegija plaukimo efektyvumas daugiausiai priklauso nuo grybšnių skaičiaus ir sugebėjimo vienodai paskirstyti jėgas pirmoje ir galinėje distancijų dalyse. Labai svarbu išlaikyti vienodą grybšnių skaičių galinėje plaukimo distancijoje (Lepore et al., 2007).

Po dvylikos savaitių jėgos treniruočių sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu treniruočių programos plaukikų grybšnių skaičius sumažėjo ir ilgis padidėjo. Galima daryti išvadą, kad plaukikai su apatinės kūno dalies ir daliniu liemens paralyžiumi, išvystę viršutinės kūno dalies raumenų jėgą ir išstvermę, galės atlikti daug galingesnę ir

ilgesnį grybšnį, geriau išlaikys kūno stabilumą plaukdami. Plaukikų su paraplegija viršutinės kūno dalies raumenų jėgos padidėjimas gali būti paaiškintas nervų sistemos adaptacija prie taikytų pratimų. D. A. Gabriel et al. (2006) nustatė, kad nervų sistemos veiksniai padidina raumenų jėgą įgaliesiems asmenims. Buvo daroma prielaida, kad raumenų jėga padidėja be žymios hipertrofijos dėl nervų sistemos adaptacijos. D. A. Gabriel et al. (2006), naudodami elektromiografijos metodą, įrodė, kad raumenų jėga didėja jau pradinuose treniruočių etapuose (Gabriel et al. 2006). Jokių specifinių tyrimų nebuvo atlikta, siekiant įvertinti asmenų su nugaros smegenų pažeidimais jėgos ir ištvermės treniruotes (Devillard et al., 2007).

Sunku lyginti šio tyrimo duomenis su kitų autorių darbais, nes nerasta tyrimų, kuriuose būtų analizuojamas sportininkų su paraplegija jėgos treniruočių poveikis plaukimo parametrams (Daly et al., 2001; Daly, Vanlandewijck, 1999; Fulton et al., 2010; Garatachea et al., 2006; Serra-Añó et al., 2012; Shields, 2002).

Tyrimas turėjo keletą trūkumų, į kuriuos reikėtų atsižvelgti vertinant rezultatus ir planuojant ateities tyrimus. Pirmas trūkumas – maža tiriamoji imtis: įtrauktos tik kelios neįgaliųjų plaukikų klasės. Dėl to negalima daryti išvadų, tinkančių platesnei populiacijai. Antras – nesurinkta pažeidimo lygiui būdingų rodiklių, tokių kaip liemens raumenų jėga, spastiškumas ir koordinacija. Galbūt šie duomenys galėtų paaiškinti jėgos parametrų variabilumą. Ir paskutinis – netirti rodikliai, susiję su raumenų aktyvacija, todėl nebuvo surinkta informacija apie nervų sistemos mechanizmus jėgos vystymosi procese.

Pagrindinė šio tyrimo išvada – dėl treniruočių su pasipriešinimu reikšmingai pagerėjo plaukikų su paraplegija jėga ir galingumas. Todėl rekomenduojama į treniruočių programą įtraukti treniruotes su pasipriešinimu, kad pagerėtų plaukikų su paraplegija ištvermė per varžybas. Tačiau manoma, kad tinkamiausios galėtų būti jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu treniruočių programos, kurios buvo taisytytos tyrime. Koreliacinė analizė parodė, kad plaukimo efektyvumas priklauso nuo grybšnių skaičiaus, tempimo jėgos sausumoje ir vandenyje. Grybšnių skaičius priklauso nuo jėgos vandenyje. Šio tyrimo rezultatai rodo, kad padidėjusi plaukikų su paraplegija jėga padeda geriau atlikti judesius ir pagerina stabilumą vandenyje.

## IŠVADOS

1. Sportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais deguonies suvartojimo kinetika buvo greitesnė nei nesportuojančių asmenų su nugaros smegenų pažeidimais vidutinio intensyvumo krūvio metu. Sportuojantiems asmenims su nugaros smegenų pažeidimais nustatyta geresnė griaučių raumenų sistemos adaptacija prie energijos poreikio, susijusio su fiziniu krūviu.

2. Vežimėlių krepšininkų aerobinis pajėgumas buvo aukšto lygio jau prieš tyrimą. Nepaisant to, didelės apimties, vidutinio intensyvumo dviejų savaitių treniruočių programa reikšmingai pagerino tiriamųjų aerobinį pajėgumą.

3. Dvylikos savaitių jėgos sausumoje ir plaukimo su pasipriešinimu vandenyje treniruočių programa reikšmingai pagerino plaukikų su paraplegija plaukimo ir grybšnių parametrus lyginant su treniruočių programa tik vandenyje.

## SUMMARY

People with spinal cord injury (SCI) often suffer from some motor, sensory, and autonomic impairments. It predisposes individuals to multisystem dysfunction, leading to an increased likelihood of a range of related secondary complications (Berkowitz, 1993; Cardenas et al., 2004; Paker et al., 2006; Savic et al., 2000; West et al., 2012), defined as medical consequences that can cause functional limitations. Typical secondary health complications (Ramer et al., 2014) after SCI include pressure ulcers, urinary tract infections, bowel problems, fractures, chronic pain, and depressive disorders (Noreau et al., 2000).

The degenerative process may be reversible through exercise training (Cowell et al., 1986; Houle, Côté, 2013; Rosety-Rodriguez et al., 2014; West et al., 2014). Physical activity, up to and including high-performance sports, has obtained importance in the course of rehabilitation and the post clinical phase as a preventive measure for the risk factors of arteriosclerosis and the reduction of physical performance (Arbour-Nicitopoulos et al., 2013; Ginis et al., 2011).

Muscle atrophy in the lower limbs could occur and could lead to lower steady-state of cardiac output (Q) responses during submaximal exercise in SCI participants (Davis, Shephard, 1988; Fukuoka et al., 2002; Hjeltnes, 1977). Therefore, it is possible that the smaller O<sub>2</sub> delivery to exercising muscles attributed to slower VO<sub>2</sub> kinetics, and the fact that that exercise training induces an improvement in O<sub>2</sub> delivery ability in exercising muscles, consequently, the kinetics of VO<sub>2</sub> are accelerated.

Wheelchair basketball is an adequate and suitable sport to enhance physical performance and to induce positive physiological adaptations (De Groot et al., 2012; Gómez et al., 2014; Marszalek et al., 2015; Schmid, et al., 1998). In recent years wheelchair sports have gained an increasing acceptance and popularity, which has led to an increase in specific training programs of wheelchair-dependent athletes for maintaining anaerobic capacity (Leicht et al., 2014). However, there is still a lack of knowledge about the effects of special programs on the aerobic endurance of wheelchair basketball players. It was well documented that aerobic endurance could improve by various training programs in able-bodied participants (Hazell et al., 2010; Hopman et al., 2004). Little sports specific aerobic endurance training guidance is available for wheelchair sports participants.

Another important sport for people with spinal cord injuries is swimming. There are many works referring to the strength exercise benefits for athletes with paraplegia (Prins, Murata, 2008). However, there is still a lack of knowledge about the effect of strength and swimming performance parameters of swimmers with paraplegia while applying specific programs. However, out of the three studies on able-bodied swimmers investigating the effects of dry-land strength training on swimming (a et al., 2007; Tanaka et al.,1993; Trappe, Pearson, 1994) only one found benefits between a combined strength and swim training group versus a swim training only group (Girolod et al., 2007).

Most training programs for people with spinal cord injuries are long-term and last from 8 to 16 weeks (Valent et al., 2007). However, the impact of short-term intensive endurance training on wheelchair users having high rates of aerobic endurance and able to perform intensive hard workload remains unclear. The question about endurance progress of wheelchair users in a short period can be answered. The information is useful for professionals working in the fields of recreation and physical activity enhancement with people after spinal cord injury because it shows the potential to achieve maximum results in the indicators vital for this population. Such information can also be useful for coaches in planning team training, allowing individuals to achieve best cardio-respiratory system results in a short period and further development of special skills important for a specific sport (wheelchair basketball in this case).

Studies on able-bodied swimmers (Tanaka et al., 1993) did not find performance enhancement after a dry land strength training period that includes both strength and aerobic training. The authors questioned the specificity of strength training methods in swimmers and stated that the combined swim and traditional dry land strength training did not improve swimming performance, whereas combined swim and swim specific in water strength training increased swimming performance. The data suggest that strength training on dry land is more effective for athletes with paraplegia than for able-bodied swimmers and could be more efficient if combined with water resistance training than dry land the training alone. Combining strength on dry land and resistance swimming training in water to a synthesized program for swimmers with paraplegia has been one of the major tasks for coaches and sports scientists. To the best of our knowledge, no study attempted to understand the effects of dry land strength training combined with resistance training in water in swimmers with paraplegia.

**The aim:** To analyze aerobic capacity and strength reliance from training programs in persons with spinal cord injury.

Goals of research:

1. To measure oxygen uptake kinetics in people with spinal cord injury involved and not involved in sport.

2. To investigate the effect of short-term period, moderate intensity and high volume endurance training on physiological variables in elite wheelchair basketball players.

3. To examine the effects of twelve weeks of combined dry land strength and resistance swimming training for increasing upper body strength, swimming performance and stroking parameters in competitive swimmers with paraplegia and to determine the correlation between these parameters.

## CONCLUSIONS

1. Involved in sports persons with spinal cord injury indicated faster oxygen consumption kinetics than not involved in sports participants with spinal cord injury during moderate intensity workload. Involved in sports persons with the spinal cord injury showed higher system ability to adapt to energy demands associated with the exercise load.

2. Wheelchair basketball squad already had relatively high levels of aerobic fitness before participating in the endurance training program. Nevertheless, the high-volume, moderate-intensity, short-term training program, which evolved over the two weeks period, resulted in an improvement in the athlete's aerobic endurance.

3. Swimmers with paraplegia involved in 12 weeks combined strength on dry land and resistance training in the water program improved strength, swimming performance and stroke parameters in comparison with swimmers training only in the water.



## MOKSLO PUBLIKACIJOS DISERTACIJOS TEMA

1. Skučas, K., Pokvytyte, V. (2016). Short term moderate intensive high volume training program provides aerobic endurance benefit in wheelchair basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Interneto prieiga: <http://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y9999N00A16032502>.
2. Skučas, K., Lagunavičienė, N., Pokvytytė, V., Jakutytė, K., Kragnienė, I., Packevičiūtė, A. (2014). The effect of special strength on parameters determining results of swimmers with orthopedic impairments. *Теория И Практика Физической Культуры*, 10, 40–42.
3. Skučas, K., Čižauskas, G., Lagūnavičienė, N., Pokvytytė, V. (2016). Analysis of 50 m backstroke class S4 disabled swimmers race parameters. *Mechanika*, 5(24), 5-12.

## KITOS MOKSLO PUBLIKACIJOS

1. Marszalek, J., Molik, B., Gomez, M. A., Skucas, K., Lencse- Mucha, J., Rekowski, W., Pokvytyte, V., Kazmierska-Kowalewska, K. (2015). Relationships Between Anaerobic Performance. Field Tests and Game Performance of Sitting Volleyball Players. *Journal of Human Kinetics*. 48. 25–32.
2. Pokvytytė, V. Effect of intensive training program on wheelchair basketball players // Current Issues and New Ideas in Sport Science [elektroninis išteklius] : 5th Baltic Sport Science Conference : Abstracts. Kaunas. 18-19 April 2012. Kaunas: Lietuvos kūno kultūros akademija. 2012. ISBN 9786098040708. p. 167.
3. Pokvytytė, V., Skučas, K., Stasiulis, A. Oxygen uptake kinetics in persons with spinal cord injury in volved and not involved in sport // International scientific symposium in collaboration with the European Group for Research into Elderly and Physical Activity “The 3-dimensional effect of physical activity in old age – physical. mental & emotional : book of abstracts : Kaunas. 12th November. 2015 Kaunas: Lietuvos sporto universitetas. ISBN 9786098040920. p. 37. Interneto prieiga: [http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/simpoziumas\\_book.pdf](http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/simpoziumas_book.pdf)

## INFORMACIJA APIE DISERTANTĄ

*El. paštas: vaida.pokvytyte@lsu.lt*

<i>Išsilavinimas:</i>	Reabilitacijos bakalauro kvalifikacinis laipsnis
2001–2005	Lietuvos kūno kultūros akademijoje
2005–2007	Reabilitacijos magistro kvalifikacinis laipsnis Lietuvos kūno kultūros akademijoje
2011–2015	Biologijos krypties doktorantūros studijos. Lietuvos sporto universitetas
<i>Praktinė patirtis:</i>	Jaunesnysis mokslinis darbuotojas.
2012 – iki dabar	Lietuvos sporto universitetas