

FUNKCINIŲ TRENIRUOČIŲ IR NEURORAUMENINĖS ELEKTROSTIMULIACIJOS POVEIKIS FIZINĖMS YPATYBĖMS

Ignas Malokviejus¹, Raimundas Venskaitis^{1,2}, Giedrė Mikulėnaitė¹

¹*Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas,*

²*Vilniaus universiteto ligoninė Santaros klinikos*

Raktažodžiai: funkcinės treniruotės, neuroraumeninė elektrostimuliacija, darbingo amžiaus asmenys.

Santrauka

Tikslas. Įvertinti funkcinį treniruočių poveikį fizinėms ypatybėms, naudojant neuroraumeninį elektrostimuliatorių.

Darbo uždaviniai. Įvertinti funkcinį treniruočių su neuroraumeninės elektrostimuliacijos aparatu ir be jo poveikį raumenų fizinėms ypatybėms, širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumui bei funkciniam judesiui ir apatinių galūnių traumų riziką.

Tyrimo objektas – fizinės ypatybės.

Tyrimo medžiaga ir metodai. Tyrimas buvo vykdomas 4 mėnesius. Iš viso tyrime dalyvavo 20 darbingo amžiaus asmenų, atliekančių funkcinę treniruotę 2 kartus per savaitę. Tiriamieji atsitiktinai atrinkti būdu buvo suskirstyti į dvi grupes: tiriamąją (n=10) ir kontrolinę (n=10). Tiriamųjų raumenų fizinės savybės buvo tiriamos vertinant raumenų ištvermę, sprogstamąją jėgą, širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumą ir funkcinį judesių ir apatinių galūnių traumų riziką. Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant R Commander 3.6.3. ir Microsoft Excel 2016 programas. Statistinio reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.

Rezultatai. Tiriamojoje grupėje raumenų ištvermė statistiškai reikšmingai padidėjo ($p < 0,05$), lyginant su kontroline grupe. Vertinant gautus rezultatus tarp grupių nustatyta, kad raumenų ištvermė (pilvo raumenys, šoniniai liemens raumenys, nugaros raumenys) statistiškai reikšmingai labiau padidėjo grupėje, kuriai buvo taikytos funkcinės treniruotės su neuroraumenine elektrostimuliacija (kontrolinė grupė: Lenk. $p > 0,05$, Ties. $p > 0,05$, D. šon. $p > 0,05$, K. šon. $p > 0,05$; Tiriamoji grupė: Lenk. $p < 0,05$, Ties. $p < 0,05$, D. šon. $p < 0,05$, K. šon. $p < 0,05$). Sprogstamoji jėga, širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumas, funkciniai judesiai ir rizika patirti traumą statistiškai reikšmingai nesiskyrė tarp grupių ir grupės ($p > 0,05$).

Išvados. Kontrolinėje grupėje funkcinės treniruotės neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio raumenų fizinėms ypatybėms – ištvermei ($p > 0,05$) ir sprogstamajai jėgai ($p > 0,05$). Tiriamojoje grupėje funkcinės treniruotės, atliekant kartu su neuroraumenine elektrostimuliacija, turėjo statistiškai reikšmingą poveikį raumenų ištvermės didėjimui (pilvo raumenų ištvermė ($p < 0,05$), šoniniai liemens raumenys ($p < 0,05$)) ir nugaros raumenims ($p < 0,05$), nebuvo statistiškai reikšmingo poveikio sprogstamajai jėgai ($p > 0,05$). Abi treniruočių metodikos neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumui ($p > 0,05$). Abi treniruočių metodikos nebuvo statistiškai reikšmingos, gerinant funkcinį judesių atlikimą ($p > 0,05$) ir mažinant traumos riziką ($p > 0,05$).

Įvadas

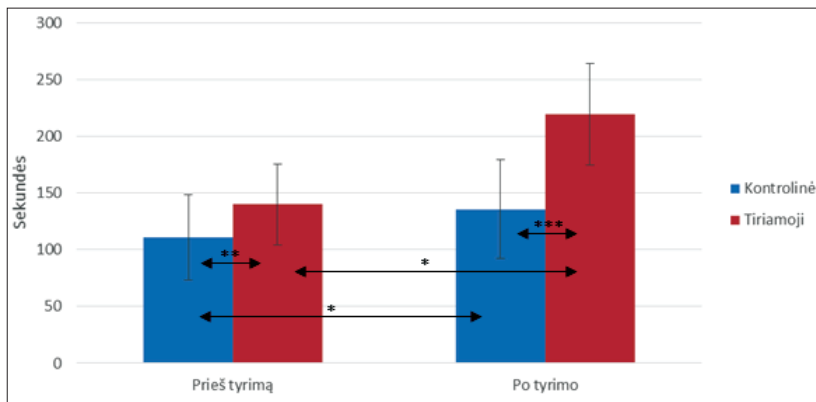
Funkcinės treniruotės (FT) sparčiai populiarėja visuomenėje [1]. Tarptautinės sveikatos ir sporto profesionalų bendruomenės duomenimis, 2017 metais stebimas 8,7 proc. padidėjęs žmonių, užsiimančių funkcinėmis treniruotėmis, skaičius. Funkcinės treniruotės yra aukšto intensyvumo užsiėmimai, kuriuose įvairi veikla kombinuojama su pusiausvyros pratimais, įtraukiant jėgos, lankstumo, greičio, ištvermės, pajėgumo, koordinacijos elementus, kartu naudojant sportuojančio asmens kūno svorį (pvz.: atsispaudimai, pritūpimai, įtūpstai), bei akcentuojant aerobinį ir anaerobinį darbą [1-5].

Viena iš plačiai naudojamų treniruočių rūšių yra neuroraumeninė elektrostimuliacija. Moksliniuose šaltiniuose nurodoma, kad yra pripažintas elektrostimuliacijos efektyvumas didinant maksimalią izometrinę jėgą, sukelti teigiamus pokyčius nervinėje sistemoje [6,7]. Nėra tyrimų, kurie įvertintų funkcinį treniruočių poveikį fizinėms ypatybėms, kartu naudojant neuroraumeninės elektros stimuliatorių.

Tyrimo tikslas – įvertinti funkcinį treniruočių poveikį fizinėms ypatybėms, naudojant neuroraumeninį elektrostimuliatorių.

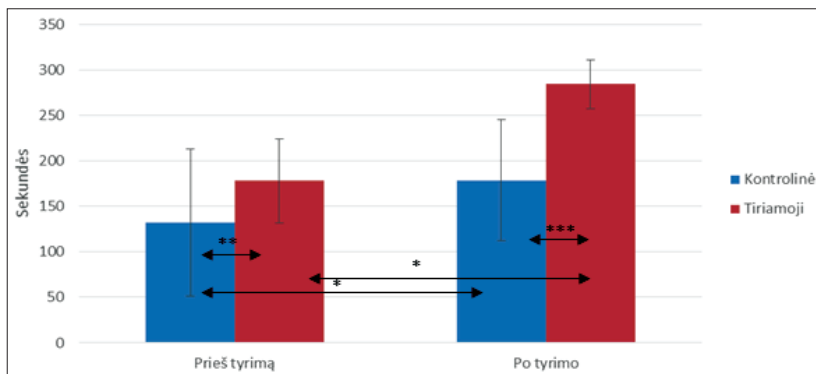
Tyrimo medžiaga ir metodai

Tyrimas buvo vykdomas 4 mėnesius. Tyrime dalyvavo 20 darbingo amžiaus asmenų, atliekančių funkcines treniruotes 2 kartus per savaitę, neturinčių apribojimų sporte. Tiriamųjų amžiaus vidurkis $26 \pm 5,7$ metai. Tyrime dalyvavo 10 vyrų ir 10 moterų. Tiriamieji atsitiktinės atrankos būdu buvo suskirstyti į dvi grupes: tiriamąją ($n=10$) ir kontrolinę ($n=10$). Tiriamųjų raumenų fizinės savybės buvo tiriamos vertinant raumenų ištvėrmę (MCGILL liemens raumenų ištvėrmės ir stuburo stabilumo testas) ir sprogstamąją jėgą (šuolis į tolį, testas), širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumo vertinimui buvo naudojami 3 min. Step testas ir Ruffjė testas, funkcinį judesių ir apatinių galūnių traumų rizikai vertinti buvo naudojamas funkcinį judesių analizės testas (FMS) kartu su modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu. Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant R Commander 3.6.3. ir Microsoft Excel 2016 programą. Statistinio reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.



1 pav. Liemens tiesėjų izometrinės jėgos dinamika tyrimo metu kontrolinėje ir tiriamojoje grupėje prieš ir po tyrimo

Kontrolinės grupės rezultatas * - $p > 0,05$ lyginant gautą rezultatą prieš ir po tyrimo; tiriamojoje grupėje * - $p < 0,05$, lyginant gautą rezultatą prieš ir po tyrimo. Rezultatas tarp grupių prieš tyrimą ** - $p > 0,05$, lyginant po tyrimo *** - $p < 0,05$.



2 pav. Liemens lenkėjų statinė ištvėrmė kontrolinėje ir tiriamojoje grupėse prieš ir po tyrimo

Kontrolinės grupės rezultatas, lyginant prieš ir po tyrimo * - $p > 0,05$; tiriamojoje grupėje * - $p < 0,05$ lyginant rezultatus prieš ir po tyrimo. Rezultatas tarp grupių prieš tyrimą ** - $p > 0,05$, lyginant po tyrimo *** - $p < 0,05$.

Rezultatai ir jų aptarimas

Analizuojant grupėse gautus rezultatus, nustatyta, kad po atlikto tyrimo kontrolinės grupės liemens tiesiamųjų raumenų statinė ištvėrmė padidėjo vidutiniškai 22,4 proc. ir šis pokytis kontrolinėje grupėje nebuvo statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$) (1 pav.). Tiriamojoje grupėje statinė raumenų ištvėrmė po tyrimo padidėjo vidutiniškai 56,7 procento. Šis pokytis tiriamojoje grupėje yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$) (1 pav.).

Vertinant liemens tiesiamųjų raumenų ištvėrmę McGill testu tarp grupių prieš tyrimą nustatyta, kad abiejų grupių tiesimo ištvėrmės vidurkiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$) (1 pav.). Po tyrimo kontrolinėje grupėje tiesimo ištvėrmė padidėjo vidutiniškai 24,8 sek., tiriamojoje rezultatas padidėjo 79,3 sek. ir šis skirtumas tarp grupių buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$) (1 pav.).

Vertinant liemens lenkėjų statinės ištvėrmės pokyčius grupėse, gauti rezultatai parodė, kad kontrolinėje grupėje statinė lenkimo ištvėrmė padidėjo vidutiniškai 35 procentus. Šis pokytis kontrolinėje grupėje nėra statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$) (2 pav.). Tiriamojoje grupėje lenkimo ištvėrmė padidėjo 59,6 procento. Šis pokytis kontrolinėje grupėje yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$) (2 pav.).

Lyginant gautus rezultatus prieš tyrimą tarp grupių, gauti rezultatai parodė, kad prieš taikant metodiką abiejų grupių vidurkiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$) (2 pav.). Po atlikto tyrimo kontrolinėje grupėje lenkimo statinė raumenų ištvėrmė padidėjo vidutiniškai 46,3 sek., tiriamojoje grupėje liemens lenkėjų ištvėrmė padidėjo 106,1 sekundės. Šis rezultatų skirtumas buvo statistiškai reikšmingas tarp grupių ($p < 0,05$) (2 pav.).

Analizuojant dešinėsios ir kairiosios pusės liemens raumenų ištvėrmės pokyčius grupėse prieš ir po tyrimo nustatyta, kad kontrolinėje grupėje šoninė liemens ištvėrmė padidėjo vidutiniškai 5,9 sek. (dešinioji pusė) ir 5,2 sek. (kairioji pusė). Šis pokytis kontrolinėje grupėje nėra sta-

tistiškai reikšmingas ($p > 0,05$). Tiriamojoje grupėje šoninė liemens raumenų išvermė padidėjo 32,1 sek. (dešinioji pusė) ir 22,6 sek. (kairioji pusė). Šis pokytis yra statistiškai reikšmingas tiriamojoje grupėje ($p < 0,05$).

Lyginant gautus duomenis tarp grupių, nustatyta, kad pirminio testavimo metu, atlikto prieš pratimų ir pratimų kartu su elektrostimuliacija taikymą, tarp grupių statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo ($p > 0,05$) kairiojoje ir dešiniojoje pusėse. Įvertinus liemens raumenų išvermę antrinio testavimo metu, atlikto po pratimų ir pratimų kartu su elektrostimuliacija taikymo, išvermė kontrolinėje grupėje pagerėjo 9 proc. (dešinioji pusė), 8,6 proc. (kairioji pusė), tiriamojoje grupėje padidėjo 51,6 proc. (dešinioji pusė), 32,7 proc. (kairioji pusė). Gauti rezultatai parodė, kad skirtumas statistiškai reikšmingas, lyginant pokyčius tarp grupių ($p < 0,05$).

Sprogstamoji jėga, širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumas, funkciniai judesiai ir rizika patirti traumą statistiškai reikšmingai nesiskyrė tarp grupių ir grupėse ($p > 0,05$).

Tyrimo aptarimas

Elektrostimuliacijos treniruotės yra efektyvios gerinant liemens raumenų jėgą. Atlikta elektrostimuliacijos taikymo tyrime buvo nustatytas didelis liemens raumenų jėgos pokytis, lyginant pilvo raumenų jėgą prieš ir po tyrimo. A. Filipa ir bendraautorai aprašė tyrimą, kuriame liemens raumenų elektrostimuliacija buvo taikoma 30 asmenų. Gautas išvados parodė, kad elektrostimuliacijos treniruotės yra efektyvios, gerinant liemens raumenų jėgą [8]. Analogiškus rezultatus parodė ir mūsų atliktas tyrimas. Vertinant aukšto intensyvumo treniruočių poveikį sprogstamajai jėgai, po 6 savaičių trukmės programos buvo nustatytas statistiškai reikšmingas jaunų teniso žaidėjų šuolio pokytis [9]. Sprogstamajai jėgai lavinti taikoma individualizacija ir pliometriniai pratimai yra vieni iš pagrindinių metodų, didinantys šuolio jėgą [10]. Šių metodų trūkumas atliktoje programoje galėjo daryti įtaką tyrimo rezultatams. Elektrostimuliacija gali pagerinti sveikų asmenų širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumą [11]. Vienas iš širdies ir kraujagyslių pajėgumą apibūdinančių rodiklių yra mažėjantis širdies susitraukimų dažnis krūvio metu [82]. Šiame tyrime širdies susitraukimų dažnis sumažėjo vidutiniškai 13,3 proc., o širdies pajėgumas padidėjo 34,3 procento. Šie rodikliai nebuvo statistiškai reikšmingi, tačiau galima įžvelgti, kad elektrostimuliacija gali pagerinti širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumą. Funkcinės treniruotės gali lemti pokyčius judesių stereotipuose [12]. Esant blogam judesio stereotipui, gali padaugėti traumų, patiriamų sporto metu [12]. Judesio stereotipą galima pagerinti taisyklingai atliekant funkcinis pratimus [12]. Mūsų atlikta tyrime nebuvo rastas statistiškai reikšmingas pokytis. Tai galėjo būti dėl santykinai gero pirminio tiriamųjų pasiruo-

šimo, nes visi tiriamieji prieš tyrimą lankė sporto klubus ir atlikdavo funkcinis treniruotes.

Apibendrinant gauto tyrimo rezultatus ir palyginus juos su kitų autorių atliktų tyrimų ir mokslinių studijų rezultatais, galima teigti, kad funkcinės treniruotės kartu su neuroraumenine elektrostimuliacija yra efektyvesnės už įprastines funkcinis treniruotes, gerinant liemens raumenų išvermę. Kiti sprogstamosios jėgos, širdies ir kraujagyslių sistemos, judesių stereotipų ir traumų rizikos pokyčių rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskyrė, šių fizinių savybių kitimo rezultatai buvo geresni funkcinėse treniruotėse kartu su neuroraumenine elektrostimuliacija. Gautieji duomenys nebuvo statistiškai reikšmingi, nors minėtuose tyrimuose buvo matomi statistiškai reikšmingi rezultatų pokyčiai.

Išvados

1. Kontrolinėje grupėje funkcinės treniruotės neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio raumenų fiziniams ypatybėms – išvermei ($p > 0,05$) ir sprogstamajai jėgai ($p > 0,05$).

2. Tiriamojoje grupėje funkcinės treniruotės, atliekamos kartu su neuroraumenine elektrostimuliacija, turėjo statistiškai reikšmingą poveikį raumenų išvermės didėjimui (pilvo raumenų išvermė ($p < 0,05$), šoniniams liemens raumenims ($p < 0,05$) ir nugaros raumenims ($p < 0,05$)). Statistiškai reikšmingo poveikio sprogstamajai jėgai nebuvo ($p > 0,05$).

3. Abi treniruočių metodikos neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio širdies ir kraujagyslių sistemos pajėgumui ($p > 0,05$) ir nebuvo statistiškai reikšmingos, gerinant funkcinis judesių atlikimą ($p > 0,05$) ir mažinant traumos riziką ($p > 0,05$).

Literatūra

1. Heinrich K M, Patel P M, O'Neal J L, Heinrich B S. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health* 2014; 14(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-789>
2. Micolajczyk E, Jankowicz-Szymanska A. Does extending the dual-task functional exercises workout improve postural balance in individuals with ID? *Research in Developmental Disabilities* 2015;38:84-91. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.12.008>
3. Haddock Ch, Poston W, Heinrich K. The Benefits of High-Intensity Functional Training Fitness Programs for Military Personnel. *Mil Med* 2016 Nov;181(11). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27849484/>
4. Roy TC, Springer BA, McNulty V, Butler NL. Physical fitness. *Mil Med* 2010;175(8 Suppl):14-20. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-10-00058>
5. Walker SCP, Christopher KH. Is high-intensity functional training

- (HIFT)/crossfit safe for Military Fitness Training? *Military Medicine* 2016;181(7):627-637.
<https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00273>
6. Gondin J, Cozzone PJ. Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes? *European Journal of Applied Physiology* 2011;111:2473.
<https://doi.org/10.1007/s00421-011-2101-2>
 7. Vanderthommen M, Duchateau J. Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exerc Sport Sci Rev* 2007;35(4):180-5.
<https://doi.org/10.1097/jes.0b013e318156e785>
 8. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(9):551-8.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3325>
 9. Kilit B, Arslan E. Effects of high-intensity interval training vs. On-court tennis training in young tennis players. *J Strength Cond Res* 2019;33(1):188-196.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002766>
 10. Tobin D, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res* 2014;28(2):367-72.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318299a214>
 11. Miyamoto T, Kamada H, Tamaki A, Moritani T. Low-intensity electrical muscle stimulation induces significant increases in muscle strength and cardiorespiratory fitness. *Eur J Sport Sci* 2016;16(8):1104-10.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1151944>
 12. Minthorn LM, Fayson SD, Stobierski LM, Welch CE, Anderson BE. The functional movement screen's ability to detect changes in movement patterns after a training intervention. *J Sport Rehabil* 2015;24(3):322-6.
<https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0146>

EFFECT OF FUNCTIONAL TRAINING COMBINED WITH NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS
I. Malokviejus, R. Venskaitis, G. Mikulėnaitė

Keywords: functional training, neuromuscular electrical stimulation, feedback.

Summary

The aim of research work. To evaluate functional training combined with neuromuscular electrical stimulation effect on physical characteristics.

Tasks of work. Evaluate functional training combined with neuromuscular electrical stimulation effect on muscles physical characteristics. Investigate functional training combined with neuromuscular electrical stimulation effect on cardiovascular system. Examine functional training combined with neuromuscular electrical stimulation effect on functional movement skills and lower limbs injury risk.

Materials and methods. The research was conducted at gym „Sveikatos Formulė“ between September, 2019 and December, 2019. The scope of the study was 20 healthy healthy people who exercise exercise twice a week. The average age of research subjects was 26±5,7 years. The research included 10 males and 10 females. The subjects were randomized into the following two groups: a control group (n=10) and a test group (n=10).

The muscle physical characteristics was tested by measuring muscular endurance (McGill's torso test) and explosive strength (standing long jump test), cardiovascular system strength was measured with 3 min. Step test and Ruffier functional test, functional movement skills was measured with Functional movement screen test and lower limbs injury risk was measured with Modified star excursion balance test. Data analysis was conducted by using program „Rcomander“ and Microsoft Excel 2016 software

Results. From all physical characteristics only muscular endurance had statistically significant increase ($p < 0,05$) in the test group. Evaluating results showed that muscular endurance (abdominal muscles, side lumbar muscles, back muscles) was significantly better in functional training combined with neuromuscular electrical stimulation group (control group: Abd. M. $p > 0,05$, B. M. $p > 0,05$, Right L. M. $p > 0,05$, Left L. M. $p > 0,05$; Test group: Abd. M. $p < 0,05$, B. M. $p < 0,05$, Right L. M. $p < 0,05$, Left L. M. $p < 0,05$). Explosive strength, cardiovascular system strength, functional movement skills and lower limbs injury risk was not significantly greater after the study ($p > 0,05$) in both groups.

Conclusions. In control group functional training did not have statistically significant increase in muscles physical characteristics - muscular endurance ($p > 0,05$) and explosive strength ($p > 0,05$). In test group functional training combined with neuromuscular electrical stimulation had statistically significant increase in muscular endurance (Abd. M. ($p < 0,05$), B. M. ($p < 0,05$), side muscles ($p < 0,05$). There was no significant increase in explosive strength. Both training methods had no significant increase in cardiovascular system strength ($p > 0,05$). Both training methods had no significant meaning in functional movement skills ($p > 0,05$) and lower limbs injury risk ($p > 0,05$).

Correspondence to: raimundas.venskaitis@mf.vu.lt

Gauta 2021-03-05