

Endrū Rinaldi Sinulinga
ORCID 0000-0002-9303-989X

Intensīvu pretestības
vingrinājumu ietekmes uz
jauno futbolistu anaerobajām
darbspējām un līdzsvaru
novērtējums

Promocijas darba kopsavilkums zinātnes doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph. D.*)” iegūšanai

Nozaru grupa – medicīnas un veselības zinātnes

Nozare – veselības un sporta zinātnes

Apakšnozare – sporta pedagogija

Rīga, 2026

Promocijas darbs izstrādāts Rīgas Stradiņa universitātes Latvijas Sporta pedagogijas akadēmijā

Promocijas darba vadītāja:

Dr. med. profesore **Inese Pontaga**,
Rīgas Stradiņa universitātes Latvijas Sporta pedagogijas akadēmija, Latvija

Oficiālie recenzenti:

Dr. paed. profesore **Andra Fernāte**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. sc. admin. asociētais profesors **Ilvis Ābelkalns**,
Latvijas Universitāte

Ph. D. profesore **Erika Zemkova**,
Bratislavas Komenska universitāte, Slovākija

Promocijas padomes priekšsēdētājs:

Dr. paed. asociētais profesors **Kalvis Ciekurs**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Promocijas padome:

Dr. paed. profesors **Juris Grants**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Ph. D. docente **Katrīna Volgemute**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. paed. profesore **Andra Fernāte**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. paed. asociētā profesore **Inta Bula-Biteniece**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Ph. D. asociētā profesore **Anda Ķīvīte-Urtāne**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. med. asociētā profesore **Signe Tomsone**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Ph. D. vadošais pētnieks **Edgars Bernāns**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Veselības un sporta zinātnes promocijas padomes atklātā sēdē 2026. gada 24. augustā plkst. 15.00 tiešsaistes platformā *Zoom*.

Ar promocijas darbu var iepazīties RSU bibliotēkā un RSU tīmekļa vietnē:
<https://www.rsu.lv/petnieciba/promocija>



Pētījums veikts Eiropas Savienības Atveseļošanas un noturības mehānisma plāna un valsts budžeta finansētā projekta “RSU iekšējā un RSU ar LSPA ārējā konsolidācija” Nr. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/005 ietvaros, kas tiek īstenots ar Doktorantūras grantu.

Satura rādītājs

Darbā izmantotie saīsinājumi	5
Ievads	7
Darba mērķis.....	9
Darba uzdevumi.....	9
Darba hipotēze.....	10
Darba novitāte.....	10
Ētiskie aspekti.....	11
Populācijas pētījums	11
Pretestības treniņu programma	11
Datu ievākšana.....	12
Intensīvu pretestības vingrinājumu ietekme uz anaerobajām darbspējām un līdzsvaru.....	13
Secinājumi	15
Priekšlikumi	17
Publikācijas un ziņojumi par promocijas darba tēmu	18
Literatūras saraksts	18
Pateicības.....	23

Darbā izmantotie saīsinājumi

6 PPO	maksimālā jauda sešu sekunžu testā (<i>Six-second peak power output</i> – angļu val.)
AAPS	vidējais ķermeņa smaguma centra svārstību ātrums priekšas un muguras virzienā (<i>Average anterior-posterior sway speed</i> – angļu val.)
AMLS	vidējais ķermeņa smaguma centra svārstību ātrums mediālā–laterālā virzienā (<i>Average medial-lateral sway speed</i> – angļu val.)
APD	kustība uz priekšu un atpakaļ (<i>Anterior-posterior direction</i> – angļu val.)
CG	kontroles grupas (<i>Control groups</i> – angļu val.)
CMJ	vertikālais lēciens ar pretkustību (<i>Countermovement jump</i> – angļu val.)
CP	kadences maksimums (<i>Cadence peak</i> – angļu val.)
COD	virziena maiņa (<i>Change of direction</i> – angļu val.)
DEF	aizsargi (<i>Defenders</i> – angļu val.)
D	dominējošā kāja (<i>Dominant leg</i> – angļu val.)
DF	dorsifleksija (<i>Dorsiflexion</i> – angļu val.)
EA	elipses laukums (<i>Ellipse area</i> – angļu val.)
F	uzbrucēji (<i>Forwards</i> – angļu val.)
FI	noguruma indekss (<i>Fatigue index</i> – angļu val.)
GK	vārtsargs (<i>Goalkeeper</i> – angļu val.)
HJ	lēciena augstums (<i>Height jump</i> – angļu val.)
HR	pulss (<i>Heart rate</i> – angļu val.)
IG	intervences grupas (<i>Intervention groups</i> – angļu val.)
LA	pienskābe (<i>Lactic acid</i> – angļu val.)
MD	pussargi (<i>Midfielders</i> – angļu val.)
MF	maksimālais spēks (<i>Maximum force</i> – angļu val.)
MLD	mediālā–laterālā kustība (<i>Medial-lateral direction</i> – angļu val.)
MP	vidējā jauda (<i>Mean power</i> – angļu val.)
MVIC	maksimālā voluntārā izometriskā kontrakcija (<i>Maximal voluntary isometric contraction</i> – angļu val.)
ND	nedominējošā kāja (<i>Non-dominant leg</i> – angļu val.)
NSCA	Nacionālā spēka vingrinājumu un fiziskās sagatavotības uzlabošanas sertifikācijas asociācija (<i>National Strength and Conditioning Association</i> – angļu val.)
P	perimetrs (<i>Perimeter</i> – angļu val.)
PF	plantārā fleksija (<i>Plantar flexion</i> – angļu val.)
PPO	maksimālā sasniegtā jauda (<i>Peak power output</i> – angļu val.)
RE	pretestības treniņš (<i>Resistance training</i> – angļu val.) ROM = kustības diapazons (<i>Range of Motion</i> – angļu val.)
RPE	subjektīvais slodzes intensitātes rādītājs (<i>Rate of perceived exertion</i> – angļu val.)
RPM	apgriezienu skaits minūtē (<i>Revolutions per minute</i> – angļu val.)

RTSC	pretestības treniņa prasmju kompetence (<i>Resistance training skill competency</i> – angļu val.)
SSC	iestiepšanās–sarašanās cikls (<i>Stretch-shortening cycle</i> – angļu val.)
SJ	tupus lēciens (<i>Squat jump</i> – angļu val.)
TD	rumpja noliekšanās leņķis (<i>Trunk deviation</i> – angļu val.)
TF	lēciena lidojuma fāzes laiks (<i>Time of flight</i> – angļu val.)
TP	laiks līdz maksimumam (<i>Time to peak</i> – angļu val.)
TSI	kopējās stabilitātes indekss (<i>Total stability index</i> – angļu val.)
TTD	kopējais rumpja noliekšanās leņķis (<i>Total trunk deviation</i> – angļu val.)
WanT	Vingeita anaerobais tests (<i>Wingate anaerobic test</i> – angļu val.)

Ievads

Futbols ir komandu sporta veids, kurā deviņdesmit minūšu laikā tiek veiktas daudzas darbības, spēlētājiem ik pēc 3 līdz 6 sekundēm izpildot 1000 līdz 1400 neparedzamu lokomotoru darbību (Castellano et al., 2011). Fiziskās darbības ir viens no komandas panākumu prognozēšanas aspektiem, kā liecina Redkva et al. pētījums, kurā (2018) pierādīts, ka fiziski mazāk sagatavoti spēlētāji mēdz veikt mazāk augstas intensitātes darbību spēles laikā. Futbola laikā zemas intensitātes kustības veidoja no 70 līdz 84,1 %, mērenas 8,3 %, bet vidējas 7,6 % no kopējā spēles laika (Bangsbo et al., 2006; Hoff, 2005; Hulton et al., 2008; Njororai, 2012). Tomēr, pamatojoties uz pienskābes (LA) līmeni asinīs, pulsu (HR) un subjektīvā slodzes intensitātes rādītāja (RPE) rezultātiem, jaunie elites futbolisti maču pirmajā puslaikā izjuta lielāku fizioloģisko stresu, nekā otrajā puslaikā (Aslan et al., 2012), bet līdzīgu fizioloģisko stresu spēles laikā atkarībā no spēlētāja pozīcijas (Aslan et al., 2012).

Papildus futbola augstajām aerobajām prasībām datu analīze liecina, ka spēlētāji veic sprintu no 1 līdz 11 % no kopējā spēles laika. Katrs sprints ilgst 2 līdz 4 sekundes, to atkārtojot ik pēc 60 līdz 90 sekundēm, tātad vienā mačā tiek veikti aptuveni 60 līdz 90 sprinti (Shalfawi, 2015). Šādi sprinti liecina par lielu anaerobās sistēmas enerģijas patēriņu, turklāt spēles laikā ir jāveic atkārtoti liela ātruma sprinti. Anaerobā procesa nozīme palielinās, kad spēlētāji veic intensīvas darbības (piemēram, sprintu un spērienus pa bumbu), pāreju starp darbībām (piemēram, skriešanu atpakaļgaitā, kam seko sitiens ar galvu) un pāreju uz augstāku darbības intensitāti (piemēram, no lēnas skriešanas uz ātru skriešanu) (Hostrup & Bangsbo, 2022; Nilsson & Cardinale, 2015). Spēles, kas balstās uz anaerobās enerģijas sistēmu, laikā īsas un intensīvas darbības notiek vairāk nekā 250 reižu (Bangsbo et al., 2006). Šīs darbības ir ļoti svarīgas spēles galīgajam sniegunam un rezultātam. Nikolaidis et al. (2018) savā pētījumā atklāja, ka vecums galvenokārt ietekmēja vīriešu futbolistu anaerobā testa rezultātus (WAnT, 20 m sprints, SJ un CMJ), turklāt vecākās vecumgrupās tika uzrādītas labākas darbības. Tomēr spēlētāju pozīciju maksimālā jauda ($p = 0,32$), vidējā jauda ($p = 0,54$), 20 m ($p = 0,07$), SJ ($p = 0,65$) un CMJ ($p = 0,34$) būtiski neatšķīrās.

Saskaņā ar iepriekš minēto viena no pamatprasmēm neiromuskulārās piesaistes jomā, kas arī var veicināt veiksmīgu sniegunu futbolā, ir līdzsvars (Paillard et al., 2006; Ricotti et al., 2013). Līdzsvara darbības ir saistītas ar futbola specifisko prasmju un kustību tehnikas uzlabošanu, kā arī ar traumu profilaksi. Mitrousis et al. pētījumā (2023) atklāts, ka statiskā un dinamiskā līdzsvara uzlabojumi pēc īpašiem līdzsvara treniņiem palielina jauno futbolistu sitienu precizitāti ar dominējošo kāju. Turklāt futbola ikdienas treniņi apvienojumā ar līdzsvara treniņiem uzlaboja dinamiskā līdzsvara darbības un samazināja apakšējo ekstremitāšu traumas par vairāk nekā 25 % (Gebel et al., 2018). Līdzsvara darbības ir atkarīgas no potītes

proprioceptīvās uztveres asuma centrālās apstrādes. Tas palīdz samazināt kritienu un sporta traumu biežumu (Han et al., 2015). Līdzsvars, ko nodrošina potītes mobilitāte un apakšējo ekstremitāšu muskuļu eksplozīvais spēks, ir vissvarīgākais faktors, kas ietekmē dažādas kustības, īpaši virziena maiņu (Guzman et al., 2022). Potītes dorsifleksija ietekmē spēka absorbēšanu un pānesi, savukārt spēja noturēt līdzsvaru var nodrošināt ātrākas virziena maiņas darbības dažādos leņķos, sākot no 45° līdz 180° (Rouissi et al., 2018). Turklāt precīza potītes rotācija bija saistīta ar līdzsvara prasmēm (balsta ekstremitātes stabilitāti) un potītes kustību precizitāti, izdarot sitienu vai piespēli (Cameron & Adams, 2003; Cè et al., 2018).

Bērnu fiziskās sagatavotības programmās jāiekļauj dažādi neiromuskulārie vingrinājumi, lai uzlabotu motorikas prasmes un fizisko sagatavotību, kas ir ļoti svarīgi, spēlējot futbolu (Hammami et al., 2023). Pretestības treniņš (RE) tiek uzskatīts par galveno metodi futbola darbības uzlabošanai, jo pastāv saikne starp spēka līmeņiem un augstas intensitātes darbībām (Nuñez et al., 2019; Swinton et al., 2014). RE ir viena no nozīmīgākajām treniņu metodēm, kas, pateicoties tās drošībai, efektivitātei un traumu profilaksei, iekļaujama dažādu sporta veidu ikdienas treniņu nodarbībās (Faigenbaum & Myer, 2010; Lloyd et al., 2014). RE ir viena no nosacījumu metodēm, kas pakāpeniski iekļauj dažādas pretestības slodzes, dažādus kustību ātrumus un dažādas treniņu modalitātes, lai uzlabotu veselību, fizisko sagatavotību un sportiskās darbības (Faigenbaum et al., 2009). RE metodes ietver ķermeņa svara, hantēļu, svara trenažieru, elastīgo gumiju, pildbumbu un manuālās pretestības izmantošanu. Visbeidzot, termins RE ir jānošķir no svarcelšanas sporta, kas ietver raušanu un grūšanu (Faigenbaum et al., 2019). Jauniešu RE pamatprincipi ir pazīstami kā *PROCESS* (progresija, regularitāte, pārslodze, radošums, prieks, socializācija un uzraudzība (*Progression, Regularity, Overload, Creativity, Enjoyment, Socialization, and Supervision*)) (Faigenbaum et al., 2016).

Integratīvais neiromuskulārais treniņš ir multimodāls treniņš, kurā tiek izmantoti pretestības vingrinājumi, dinamiskās stabilitātes un korpusa vingrinājumi, kā arī pliometriskie un veiklības treniņi, ko veic vienu pēc otra ar intermitējošiem atpūtas pārtraukumiem (Myer et al., 2011). Klīniskajā ziņojumā, ko 2024. gada novembrī atkārtoti apstiprināja Amerikas Pediatrijas akadēmija (Stricker et al., 2020), autori ieteica sākt pretestības treniņu ar 1–2 vingrinājumu piegājieniem, atkārtojot vingrinājumus 8–12 reizes un darbojoties ar zemu intensitāti (t. i., 60 % 1 RM), kamēr tiek izstrādāta pareiza tehnika. Pēc tam RE programmu var turpināt ar 2–4 vingrinājumu piegājieniem, atkārtojot vingrinājumus 6–12 reizes ar zemu līdz mērenu intensitāti ($\leq 80\%$ 1 RM). Jauniem profesionāliem sportistiem var piedāvāt periodiskus mazāka atkārtojumu diapazona posmus (< 6) ar augstāku treniņu intensitāti ($> 80\%$ 1 RM), ja pretestības treniņa prasmju kompetence (RTSC) ir augsta (Lesinski et al., 2016).

Lai uzlabotu vīriešu dzimuma jauno futbolistu fizisko sagatavotību, tika izmantots integrētais neiromuskulārais treniņš, kas ietver līdzsvara, spēka, pliometriskos un COD vingrinājumus (Hammami et al., 2023). Turklāt ir pierādīts, ka RE programmas, kas ietver dažādas treniņu stratēģijas un modalitātes, uzlabo jauno futbolistu vispārējo fizisko sagatavotību (Chaouachi et al., 2017; Hammami et al., 2016, 2023; Muehlbauer et al., 2019). Tomēr esošajā literatūrā joprojām nav vienotas pieejas attiecībā uz tādiem RE protokoliem kā treniņu ilgums, intensitāte, biežums un vingrinājumu izvēle. Vēl viens pašreizējās literatūras trūkums ir tas, ka nav pētīta vairāku RE modalitāšu kopējā ietekme uz anaerobajām darbībām un līdzsvaru vienā strukturētā treniņsesijā. Turklāt ir pievērsts salīdzinoši maz uzmanības tam, kādu lomu jauno futbolistu stājas stabilitātes uzlabošanā varētu spēlēt tādi fizioloģiskie un neiromuskulārie faktori kā potītes fleksibilitāte un apakšstilba muskuļu spēks. Tāpēc ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai noskaidrotu, cik efektīvas ir integrētās RE programmas, kurās apvienotas dažādas neiromuskulārā treniņa modalitātes, lai uzlabotu jauno futbolistu anaerobās darbības un līdzsvaru.

Darba mērķis

Novērtēt kombinēto RE programmu, kas ilgst astoņas nedēļas un ietver sava ķermeņa svara pārvarēšanas treniņus, līdzsvara un pliometrijas vingrinājumus, ietekmi uz labi trenētu 14 līdz 16 gadīgu jauno futbolistu, kuri piedalās reģionālajās un valsts līmeņa sacensībās, anaerobajām darbībām un līdzsvaru.

Darba uzdevumi

Lai sasniegtu darba mērķi, ir izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Sagatavot literatūras pārskatu par RE ietekmi uz vīriešu dzimuma jauno futbolistu anaerobajām darbībām un līdzsvaru. Pārskata mērķis ir apkopot esošos zinātniskos pierādījumus par dažādām RE modalitātēm un to efektivitāti anaerobo darbību un līdzsvara uzlabošanā, tostarp treniņu protokoliem, piemēram, ilgumu, intensitāti, biežumu, piegājienu un atkārtojumu skaitu.
2. Analizēt anaerobās darbības un līdzsvaru atkarībā no spēlētāja pozīcijas labi trenētu jauniešu vecuma grupā no 14 līdz 16 gadiem (Tannera skalas III un IV pakāpe), kuriem ir aptuveni 8 gadu treniņu pieredze un kuri piedalās reģionālās un valsts līmeņa sacensībās. Anaerobie pasākumi ietver maksimālo sasniegto jaudu sešu sekunžu testā (6PPO) un Vingeita anaerobo testu (WAnT) ar šādiem mainīgajiem: maksimālā sasniegtā jauda (PPO), vidējā jauda (MP), noguruma indekss (FI) un vertikālā lēciena ar pretkustību (CMJ) tests (HJ, TF un MF). Līdzsvara pasākumi ietver statiskā un dinamiskā līdzsvara testu. Šo analīzi veic pirms

RE programmu izstrādes, lai noteiktu, vai jauno spēlētāju apmācības intervence būtu jāpielāgo atbilstoši fiziskajām prasībām šādās spēlētāju pozīcijās: vārtsargs (GK), aizsargs (DEF), pussargs (MD) un uzbrucējs (F).

3. Noteikt asimetriju starp D un ND kāju 30 sekunžu stājā uz vienas kājas statiskā un dinamiskā līdzsvara novērtējumos. Statiskā līdzsvara mainīgie lielumi iekļauj EA, P, APD, MLD, AAPS, un AMLS. Dinamiskā līdzsvara mainīgie lielumi iekļauj TTD un TSI. Iegūtie dati tiks izmantoti, lai izstrādātu atbilstošu RE programmu slodzes un reakcijas modeli, ņemot vērā dalībnieku individuālās īpatnības.
4. Izpētīt astoņas nedēļas ilga kombinētā sava ķermeņa svara pārvarēšanas un pliometrijas treniņa ietekmi uz anaerobajām darbībām, kā arī kombinētā līdzsvara un pliometrijas treniņa ietekmi uz līdzsvaru, potītes kustību amplitūdu (PF un DF) un maksimālo izometrisko apakšstilba muskuļu spēku vīriešu dzimuma pusaudžu vecuma futbolistiem.

Darba hipotēze

Astoņu nedēļu kombinētā RE programma, kas apvieno sava ķermeņa svara pārvarēšanas, līdzsvara un pliometrijas treniņus, ievērojami uzlabos anaerobās darbības un līdzsvaru 14–16 gadus veciem vīriešu dzimuma futbola spēlētājiem.

Darba novitāte

Lai gan jauniešu futbolistu vidū ir plaši pētītas daudzas pretestības treniņu (RE) programmas, ir veikti tikai daži pētījumi par to, kā konkrēti RE protokoli un modalitātes ietekmē anaerobās darbības un ar līdzsvaru saistītos mainīgos lielumus, tostarp potītes fleksibilitāti un apakšstilba muskuļu maksimālo izometrisko spēku jauniešu vidū. Ņemot vērā futbola mača augstās anaerobās prasības (Nobari et al., 2023) un apakšējo ekstremitāšu traumu lielo īpatsvaru jauniešu spēlētāju vidū (71–80 %) (Read et al., 2016), kur 20 % traumu ir saistītas ar potītes nestabilitāti (Francia et al., 2022; Park et al., 2024), ir būtiski šajā vecuma posmā mērķtiecīgi attīstīt anaerobo kapacitāti, līdzsvaru un potītes mobilitāti. Šis promocijas darbs novērš pētījumu nepietiekamību, pētot, kā 14–16 gadus vecu jauniešu futbolistu anaerobās darbības un līdzsvaru ietekmē RE programmas, kas balstās uz PROCESS treniņu principiem, tādējādi veicinot labāku treniņu stratēģiju izstrādi, lai uzlabotu jauno sportistu fizisko sagatavotību un funkcionālās kustības.

Ētiskie aspekti

Pētījums tika veikts Rīgas rajonā, Latvijā, no 2022. līdz 2024. gadam. Pētījuma protokols tika sagatavots saskaņā ar visiem valsts normatīvajiem aktiem un institucionālo politiku, kā arī ievērojot Helsinku deklarāciju. To ir apstiprinājusi Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijas Ētikas lietu komisija (sēdes protokols Nr. 6, lēmums Nr. 1/51813, 2023. gada 24. februārī). Pētījuma protokols tika īstenots un paziņots saskaņā ar Standarta protokola punktiem: Rekomendāciju vadlīnijas intervences mēģinājumiem (SPRIT). Vecāku un dalībnieku piekrišana tika saņemta pēc tam, kad viņiem tika rūpīgi izskaidrots pētījuma mērķis, procedūras, riski un ieguvumi. Dalībnieki ir izlasījuši un parakstījuši Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijas Ētikas lietu komisijas apstiprinātu piekrišanas veidlapu.

Populācijas pētījums

Lai izslēgtu augšanas izrāviena ietekmi uz futbolistu darbspējām, tika iekļauti jauni vīriešu dzimuma futbolisti (14–16 gadi), kas klasificēti pēc Tannera skalas kā III un IV pakāpe. Dalībnieki pēc nejaušības principa tika sadalīti intervences (IG) un kontroles (CG) grupās. Tika izmantota *Microsoft Excel* programma (*Microsoft Corporation, Redmond, WA, ASV*), lai pēc nejaušības principa iedalītu 30 spēlētājus katrā grupā, izmantojot formulu SORTBY (SEQUENCE (30), RANDARRAY (30, 1, 1, 30, TRUE)). Starp IG un CG netika konstatētas statistiski nozīmīgas atšķirības attiecībā uz vidējo vecumu, treniņu pieredzi, apjomu un antropometriskajiem datiem. Vecāku un dalībnieku piekrišana tika saņemta pēc tam, kad viņiem tika rūpīgi izskaidrots pētījuma mērķis, procedūras, riski un ieguvumi.

Pretestības treniņu programma

Pretestības vingrinājumu programma ietvēra līdzsvara un pliometriskos treniņus, kā arī treniņus, pārvarot sava ķermeņa svaru. Lai pētītu anaerobās darbspējas, tika īstenoti RE, kuros kombinēja pliometriskos treniņus ar sava ķermeņa svara pārvarēšanas treniņiem. Līdzīgā veidā RE tika iekļauti līdzsvara, potītes mobilitātes un eksplozīvā spēka treniņi kā daļa no līdzsvara un pliometrijas treniņiem. Pirms intervences pētāmie tika rūpīgi instruēti, viņiem tika sniegts praktisks demonstrējums un viņi veica iepazīšanās vingrinājumu. Anaerobā pētījuma ietvaros IG veica pliometriskos vingrinājumus (lēcienus pāri barjerām, laterālos lēcienus pāri barjerām, skrējienus ar palēcieniem un palēcienus uz vienas kājas), kam sekoja 20 metru sprints un treniņš, pārvarot sava ķermeņa svaru (izometriskais pietupiens, dziļais pietupiens, izklupiens, laterālais izklupiens uz sāniem, pietupiens uz vienas kājas pa kreisi/pa labi, svara pārnese un maksimāls ātrums ar partnera pretestību).

Līdzsvara treniņš sastāvēja no četrus veidu vingrinājumiem: 1) statiskas pozīcijas saglabāšana, pietupjoties ceļos līdz pusei gan uz vienas kājas, gan abām kājām, rokās turot

pildbumbu; 2) pietupšanās un pildbumbas mešana vertikāli uz augšu, pēc tam piecelšanās un bumbas noķeršana; 3) stāvēšana un līdzsvarotas pozīcijas saglabāšana uz līdzsvara platformas ar pretestības gumiju, kas aplikta ap augšstilbiem virs ceļiem; 4) stāvēšana un līdzsvarotas pozīcijas saglabāšana uz līdzsvara dēļa ar pretestības gumiju, kas aplikta ap apakšstilbiem zem ceļiem. Atbildes reakcija uz līdzsvara treniņu apjomu tika noteikta saskaņā ar *Gebel et al.* aprakstīto protokolu (*Gebel et al.*, 2020). Katrs vingrinājums ilga 20–40 sekundes, katrā piegājienā vingrinājumi tika atkārtoti 3 reizes, 30 sekunžu pārtraukums starp katru vingrinājumu piegājieni un 120 sekunžu atpūtas periods starp dažādiem vingrinājumiem.

Pliometriskais treniņš sastāvēja no četrus veidu vingrinājumiem: 1) vertikālie lēcieni ar pretkustību uz abām kājām pāri barjerai; 2) palēcieni ar labo un kreiso kāju pāri barjerai; 3) lēcieni uz vienas kājas uz priekšu un atpakaļ, no vienas puses uz otru konusa priekšā; 4) lēkšana ar lecamauklu uz abām kājām un uz vienas kājas. Pamatojoties uz *Bedoya et al.* (2015) ieteikumiem, tika veikti 2 līdz 4 pliometrisko vingrinājumu piegājieni, atkārtotot vingrinājumus 6 līdz 15 reizes katrā piegājienā. Atpūtas intervāli starp katru piegājieni un dažādiem vingrinājumiem bija no 60 līdz 120 sekundēm. Sākotnējais kontaktu ar zemi skaits vienā sesijā bija 50 līdz 60, bet pēc tam tas tika palielināts – 80 līdz 120 kontakti vienā sesijā. Intervences laikā līdzsvara treniņš tika veikts pirms pliometriskajiem vingrinājumiem, lai sasniegtu optimālus funkcionālo kustību un muskuļu sagatavotības rezultātus (*Behm et al.*, 2008; *Granacher & Behm*, 2023).

Datu ievākšana

Pētījumā tika izmantoti: 1) *ProKin 252* stabilometriskā platforma (*TecnoBody*, Dalmine, Itālija) statiskā un dinamiskā līdzsvara noteikšanai; 2) veloergometrs (*Wattbike Pro*, Notingema, Apvienotā Karaliste) sešu sekunžu maksimālās jaudas testam (6PPO) un Vingeita anaerobajam testam (WAnT); 3) *Optojump* (*Microgate*, Srl., Bolzano, Itālija) un spēka plāksne BTSP-6000 (*BTS Bioengineering*, Garbanjate Milanēze, Itālija) vertikālā lēciena ar pretkustību testam; 4) *Jamar Plus* digitālais goniometrs (*Performance Health*, Apvienotā Karaliste) potītes kustības diapazona noteikšanai plantārajā un dorsālajā fleksijā; 5) rokas dinamometrs (*MicroFET2*; *Hogan Health Industries Inc.*, Dreipera, Jūta, ASV) apakšstilba muskuļu maksimālā izometriskā spēka pārbaudes veikšanai.

Visas šajā pētījumā izmantotās ierīces un platformas ir pierādījušas, ka ir derīgas un uzticamas maksimālās sasniegtās jaudas uz veloergometra (*Herbert et al.*, 2015; *Wehbe et al.*, 2015) un īstermiņa spēka izturības uz veloergometra mērīšanā (*Nikolaidis & Knechtle*, 2021; *Nikolaidis et al.*, 2016), vertikālo lēcieni muskuļu spēka un jaudas izpētē (*Bellicha et al.*, 2022; *Glatthorn et al.*, 2011), statiskā un dinamiskā līdzsvara (*Srishti et al.*, 2023), potītes kustības

diapazona (Lind et al., 2022), kā arī apakšstilba muskuļu maksimālā izometriskā spēka (Kolber & Cleland, 2005) noteikšanā.

Intensīvu pretestības vingrinājumu ietekme uz anaerobajām darbspējām un līdzsvaru

Pirmā pētījuma mērķis bija analizēt anaerobo darbspēju un līdzsvara atšķirības atkarībā no spēlētāja pozīcijas (GK – vārtsargs, DEF – aizsargs, MD – pussargs un F – uzbrucējs). Mūsu rezultāti atklāja, ka “F” pozīcijas būtiski atšķiras no “MD” ($p = 0,003$) un ka “F” pozīciju kāju muskuļu maksimālā sasniegtā jauda ir lielāka nekā “MD” pozīciju (lielāka par 195 vatiem). Starp vārtsargiem, aizsargiem un uzbrucējiem netika konstatēta nozīmīga PPO mijiedarbība. Šis pētījums pierāda, ka vertikālā lēciena raksturlielumi (augstums, lēciena lidojuma fāzes laiks un maksimālais spēks) starp spēlētāju pozīcijām būtiski neatšķiras ($p = 0,11-0,31$). Lai gan vārtsargam ir mazāks mediāli laterālās kustības svārstību ātrums (24–27 mm/s) nekā pārējām grupām ($p = 0,02$), kopumā nav būtisku atšķirību starp spēlētāju pozīciju statisko un dinamisko līdzsvaru.

Otrā pētījuma mērķis bija noteikt D un ND kāju statiskā un dinamiskā līdzsvara asimetriju, kā arī saistību starp statiskā un dinamiskā līdzsvara parametriem. Šajā pētījumā netika konstatētas atšķirības ne kāju statiskā līdzsvara mainīgajos lielumos EA, P, AAPS un AMLS ($p = 0,33-0,72$), ne dinamiskā līdzsvara raksturlielumos TSI un TTD leņķis ($p = 0,73-0,78$). Turklāt mūsu pētījums atklāja, ka nav korelācijas starp statiskā un dinamiskā līdzsvara parametriem, izņemot TTD un EA ($r = 0,332$; $p = 0,03$), TTD un MLD ($r = 0,335$; $p = 0,02$) un TTD un TD ($r = 0,423$; $p = 0,01$). Statiskais un dinamiskais līdzsvars ir saistīts ar ķermeņa smaguma centra novirzīšanās kontroli, taču abas līdzsvara izpausmes nav savstarpēji aizstājamas.

Trešā pētījuma mērķis bija novērtēt kombinētā RE (treniņš, pārvarot sava ķermeņa svaru, un pliometriskais treniņš) ietekmi uz anaerobajām darbspējām. IG uzrādīja ievērojamus uzlabojumus maksimālās sasniegtās jaudas (PPO) rādītājos Vingeita 30 sekunžu anaerobajā testā ($p = 0,000$, $d = 1,53$) un sešu sekunžu maksimālās jaudas testā ($p = 0,001$, $d = 1,57$). Turklāt ievērojami uzlabojās arī citi anaerobo darbspēju mainīgie lielumi, tostarp relatīvā PPO un vidējā jauda (MP) (attiecīgi $p = 0,006$ un $p = 0,00$). Līdzīgi kā IG, CG, kas nodarbojās tikai ar standarta treniņiem, uzrādīja PPO uzlabojumus Vingeita 30 sekunžu anaerobajā testā (WAnT) ($p = 0,025$) un 6 sekunžu PPO testā ($p = 0,002$). Tomēr abu grupu noguruma indekss (FI) būtiski nemainījās (IG = 0,227 un CG = 0,249), kas liecina, ka, lai gan maksimālā sasniegtā jauda uzlabojās, spēja uzturēt augstas intensitātes piepūli WAnT 30 sekunžu testa laikā palika nemainīga.

Ceturrtā pētījuma mērķis bija novērtēt kombinētā RE (līdzsvara un pliometriskais treniņš) ietekmi uz līdzsvaru, potītes mobilitāti un lēciena darbaspējām. Pēc astoņu nedēļu ilgas RE programmas īstenošanas IG ievērojami uzlabojās visi statistiskā un dinamiskā līdzsvara parametri ($p = 0,001-0,045$, $d = 0,5-1,14$). IG aktīvās kustības diapazons plantārajai fleksijai palielinājās par 5° (13 %), bet dorsifleksijai – par 4° (32 %) ($p = 0,001-0,02$). Ar mērenu ietekmes lielumu ($p = 0,001-0,038$, $d = 0,45-0,74$) apakšstilba muskuļu maksimālais voluntārais izometriskais spēks palielinājās plantāro liecējmuskuļu absolūtajā maksimālajā spēkā $\pm 14\text{N}$ (10 %), relatīvajā maksimālajā spēkā $\pm 5\text{ N/kg}$ (15 %) un relatīvajā maksimālajā griezes momentā $\pm 0,6\text{ N.m/kg}$ (14 %). Vertikālais lēciens ar pretkustību (CMJ) uzrādīja būtisku lēciena augstuma uzlabojumu (HJ) IG ($p = 0,000$; $d = 1,27$) un CG ($p = 0,008$; $d = 0,82$). Turklāt IG ievērojami uzlabojās lēciena lidojuma fāzes laiks ($p = 0,017$; $d = 0,82$) un maksimālā spēka attīstīšana ($p = 0,004$; $d = 1,07$).

Secinājumi

1. Literatūras apskats identificēja četrpadsmit pētījumus, kuros tika analizēta pretestības treniņu ietekme uz jauno futbolistu anaerobajām un līdzsvara spējām. Pierādījumi liecina, ka kombinētas pretestības treniņu programmas, īpaši integrējot pliometriskos vingrinājumus kopā ar regulāriem futbola treniņiem, būtiski uzlabo anaerobās darbības spējas un ar līdzsvaru saistītos rādītājus. Augstas kvalitātes pētījumi norāda, ka optimāla adaptācija tiek sasniegta aptuveni pēc astoņu nedēļu treniņu perioda, trenējoties 2–3 reizes nedēļā dienās ne pēc kārtas, ar vidēju līdz augstu intensitāti un apjomu 2–3 sērijās pa 6–12 atkārtojumiem katram vingrinājumam. Kopumā šie rezultāti apstiprina, ka pretestības treniņu integrēšana regulārajā futbola treniņu procesā uzlabo būtiskas darbības komponentes, tostarp sprinta skriešanas spējas, lēciena augstumu un virziena maiņas spēju, kā arī uzlabo līdzsvaru, ko apliecina ķermeņa spiediena centra nobīdes un posturālo svārstību samazināšanās.
2. Anaerobās darbības spējas un līdzsvars atkarībā no spēlētāja pozīcijas.
 - a. PPO ievērojami atšķīrās atkarībā no spēlētāja pozīcijas. Uzbrucēja pozīcija uzrādīja ievērojami lielāku PPO nekā pussarga pozīcija.
 - b. Četrās spēlētāju pozīciju grupās netika novērotas nozīmīgas atšķirības CMJ mainīgo lielumu rādītājos, tostarp maksimālajā spēka ģenerēšanā, lēciena augstumā un lēciena lidojuma fāzes laikā.
 - c. Lai gan GK pozīcijā vidējais ātrums mediālā–laterālā virzienā (AMLS) ir mazāks nekā F pozīcijā, kopumā visām grupām ir līdzīgas statiskā un dinamiskā līdzsvara īpašības.
 - d. Iegūtie dati liecina, ka, lai uzlabotu jauno spēlētāju anaerobās darbības spējas un līdzsvaru, RE programmas, kurās iekļauti tādi faktori kā ilgums, intensitāte, apjoms, piegājieni un atkārtojumu skaits, var izstrādāt vispārēji visiem spēlētājiem neatkarīgi no to spēles pozīcijas.
3. Asimetrijas noteikšana starp dominējošo (D) un nedominējošo (ND) kāju jauniem futbolistiem un saistība starp statisko un dinamisko līdzsvaru.
 - a. Šajā pētījumā iekļautie jaunie spēlētāji demonstrēja simetriju abās kājās, un statiskajā un dinamiskajā līdzsvarā netika novērotas nozīmīgas atšķirības starp D un ND kāju.
 - b. Tomēr pētījuma pirmsnovērtējumā atklājās, ka dalībniekiem bija ierobežotas dinamiskā līdzsvara prasmes (TSI = 2,35). Tāpēc RE veidošanā būtu jāiekļauj līdzsvara, korpusa stabilitātes vai proprioceptīvā treniņa vingrinājumi, lai uzlabotu vispārējo līdzsvara kvalitāti.
 - c. Tā kā statiskā un dinamiskā līdzsvara rādītāji nebija savstarpēji saistīti, abi komponenti ir jāizvērtē atsevišķi, lai iegūtu vispusīgu informāciju par līdzsvara prasmēm jauniešu vidū.

4. Astoņu nedēļu kombinēto pretestības treniņu programmu, kas integrē slodzes ar paša ķermeņa svaru, līdzsvara un pliometriskos vingrinājumus, ietekme uz anaerobo un līdzsvara veiktspēju.
 - a. Kombinētā RE programma (pliometriskie vingrinājumi un vingrinājumi, kur jāpārvar sava ķermeņa svars) kopā ar futbola ikdienas treniņiem ievērojami uzlaboja jauno futbolistu anaerobās darbības, par ko liecina maksimālās sasniegtās jaudas (PPO) un vidējās jaudas (MP) uzlabojumi.
 - b. Tomēr noguruma indeksā (FI) netika novērotas būtiskas izmaiņas, kas liecina, ka, lai gan maksimālā sasniegtā jauda uzlabojās, spēja uzturēt augstas intensitātes piepūli WAnT 30 sekunžu testa laikā palika nemainīga.
 - c. Kombinētā līdzsvara un pliometrisko treniņu programma ievērojami uzlaboja jauno futbolistu statisko un dinamisko līdzsvaru, par ko liecina ķermeņa spiediena centra (COP) nobīdes un svārstību ātruma samazināšanās, un uzlabota rumpja stabilitāte.
 - d. Potītes kustības apjoma, plantāro un dorsifleksijas muskuļu maksimālā izometriskā spēka uzlabošanās vēl vairāk apstiprina RE efektivitāti neiromuskulārās funkcijas un proprioceptīvās atgriezeniskās saites uzlabošanā.
 - e. Pliometrisko vingrinājumu iekļaušana treniņu programmā uzlaboja vertikālo lēcienu rādītājus, palielinot lēcienā iesaistīto muskuļu motoro vienību skaitu lēciena kustībā un padarot efektīvāku iestiepuma – saīsināšanās ciklu.

Praktiski ieteikumi

Šis pētījums sniedz zinātnisku pamatojumu intensīva RE iekļaušanai strukturētā treniņu programmā, uzsverot atbilstošu jauno futbolistu reakciju uz pareizi dozētu slodzes intensitāti un apjomu. Treneriem ieteicams īstenot RE programmas, kas ietver līdzsvara, spēka izturības slodzes ar savu ķermeņa svaru un pliometriskos vingrinājumus, balstoties uz integrētas neiromuskulārās trenēšanas pieeju ar daudzveidīgām kustībām, lai uzlabotu līdzsvaru un anaerobās darbības jaunajiem sportistiem vecumā no 14 līdz 16 gadiem. Lai saglabātu darbības uzlabojumus, treneri tiek aicināti pirmssezonas periodā pielietot līdzīgus RE protokolus, pēc tam sacensību sezonas laikā veicot atbilstošas korekcijas treniņu biežumā, apjomā, intensitātē un ilgumā.

Pirms līdzsvara un pliometrisko treniņu protokolu ieviešanas praksē treneriem ir ieteicams veikt sākotnējos novērtējumus, lai izvērtētu simetriju starp dominējošo un nedominējošo ekstremitāti, kā arī noteiktu atbilstošu RE dozējuma–organisma reakcijas attiecību. Turklāt vispārējās fiziskās sagatavotības treneriem ieteicams akcentēt integrētas neiromuskulārās trenēšanas pieeju, nevis izolētas treniņu programmas, kas balstītas uz katra futbolista pozīciju spēlē.

Priekšlikumi

Šī pētījuma rezultātā tiek ieteikts izmantot integratīvu pretestības vingrinājumu (RE) pieejas izmantošanu treniņu procesā, iekļaujot spēka izturības vingrinājumus ar sava ķermeņa svara pārvarēšanu, pliometriskos un līdzsvara vingrinājumus, lai uzlabotu futbola spēlētāju anaerobās darbības spējas un kustību motoro kontroli. Rekomendējamā RE programma ilgst 8 nedēļas ar treniņiem divas reizes nedēļā pārdienās. Katrs treniņš ir 30–40 minūtes un sastāv no 2–4 vingrinājumu piegājieniem, atkārtojot vingrinājumus 6–15 reizes ar mērenu līdz augstu intensitāti. Slodzes intensitāte, apjoms, grūtības pakāpe un ilgums tiek pakāpeniski palielināti ik pēc divām nedēļām.

Kombinētā pieeja, iekļaujot intervencē pretestības vingrinājumus ar sava ķermeņa svara pārvarēšanu, pliometriskos un līdzsvara vingrinājumus, nodrošināja jauno futbolistu līdzsvara, pēdas locītavas kustību apjoma, apakšstilba muskuļu spēka un lēcienu rādītāju uzlabošanu. Turklāt pretestības vingrinājumu ar savu svaru un pliometrijas treniņu apvienošana uzlaboja jauno futbolistu PPO un MP uz veloergometra, bet ticami neizmainīja noguruma indeksu. Turpmākos pētījumos būtu jāpēta papildu vingrinājums – atkārtots sprinta skrējieni – vai citu spēka izturības vingrinājumu iekļaušanas efektivitāte, uzlabojot izturību pret nogurumu.

Ja līdzsvara un pliometriskie vingrinājumi tiek veikti vienā treniņā, līdzsvara vingrinājumi jāveic pirms pliometriskajiem vingrinājumiem, lai uzlabotu funkcionālās kustības un palielinātu proprioceptīvo jušanas nervu reakcijas, tādējādi sekmējot ātrāku un lielāku neiromuskulāro aktivāciju pliometrisko vingrinājumu izpildes laikā.

Publikācijas un ziņojumi par promocijas darba tēmu

Publikācijas:

1. Sinulingga, A. R., Pontaga, I., & Slaidiņš, K. (2024). An assessment of static and dynamic balance effectiveness in one-leg stance of young footballers. *Human Movement*, 25(2), 97–104. <https://doi.org/10.5114/hm/186752>
2. Sinulingga, A. R., & Pontaga, I. (2024). A Review of the Effect of Resistance Exercise on the Development of Anaerobic and Balance Performance in Adolescent Footballers. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 12(4), 8–20. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.12n.4p.8>
3. Sinulingga, A.R., Pontaga, I., & Slaidiņš, K. (2025). Analysis of peak power output, lower limb explosive strength, and balance performance of young football players according to their playing position: A pilot study. *Sport i Turystyka. Środkowoeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 8(1), 97–114. <http://dx.doi.org/10.16926/sit.2025.01.05>
4. Sinulingga, A. R., Slaidiņš, K., Salajeva, A., Liepa, A., & Pontaga, I. (2025). Effect of Integrative Balance and Plyometric Training on Balance, Ankle Mobility, and Jump Performance in Youth Football Players: A Randomized Controlled Trial. *Physical Activity and Health*, 9(1), pp. 146–160. <https://doi.org/10.5334/paah.472>

Starptautiskos kongresos un konferencēs iesniegtie ziņojumi un disertācijas:

1. Correlation between Sprint Cycle Ergometer and Vertical Jump Test Results to Determine Anaerobic Performance in Young Football Players. 22nd Annual Scientific Conference of the Montenegrin Sports Academy: "Sport, Physical Activity, and Health: Contemporary Perspectives. **Dubrovnik, Croatia, 3–6 April 2025**. <https://www.mjssm.me/?sekcija=article&artid=505>
2. Assessment of Correlation between Dynamic Balance, Flexibility of Ankle Joints, and Shin Muscles Peak Isometric Strength in Adolescent Football Players. International Research Conference on Medical and Health Care Sciences, RSU research. **Riga, Latvia, 26–28 March 2025**. https://rw2025.rsu.lv/sites/default/files/documents_en/RW2025_Abstract-Book-KUP.pdf
3. Effect of Resistance Training on Anaerobic Performance and Dynamic Balance of Young Football Players: The 17th Conference of Baltic Society and Sport Science, **Tartu, Estonia, 24–26 April 2024**. <https://sporditeadused.ut.ee/et/sisu/17th-conference-baltic-society-sport-sciences>
4. Anaerobic Performance and Balance in Young Football Players: A Pilot Study,” The 16th Conference of Baltic Society and Sport Science: “Current Trend in Sport Sciences and Physical Education”, **Poland, May 25–26, 2023**. https://science.rsu.lv/ws/portalfiles/portal/95693708/Book_of_abstract_BSSS_2023.pdf
5. Anaerobic Performance and Balance in Young Football Players: A review. The 15th International Scientific Conference of doctoral and master's students of the Latvian Academy of Sports Pedagogy in sports science, **Riga, Latvia, 2023**. https://lspa.lv/images/Augstu_sasniegumu_sports_2023.pdf

Literatūras saraksts

1. Aslan, A., Açıkada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazir, T., & Özkara, A. (2012). Metabolic Demands of Match Performance in Young Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(1), 170. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3737856/>
2. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
3. Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2351–2360. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000877>
4. Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 547–561. <https://doi.org/10.1139/H08-020>
5. Bellicha, A., Giroux, C., Ciangura, C., Menoux, D., Thoumie, P., Oppert, J. M., & Portero, P. (2022). Vertical Jump on a Force Plate for Assessing Muscle Strength and Power in Women with Severe Obesity: Reliability, Validity, and Relations with Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 75–81. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003432>
6. Cameron, M., & Adams, R. (2003). Kicking footedness and movement discrimination by elite australian rules footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(3), 266–274. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(03\)80020-8](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(03)80020-8)
7. Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., & Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 415–421. <https://doi.org/10.1055/S-0031-1271771>
8. Cè, E., Longo, S., Paleari, E., Riboli, A., Limonta, E., Rampichini, S., Coratella, G., & Esposito, F. (2018). Evidence of balance training-induced improvement in soccer-specific skills in U11 soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(11), 2443–2456. <https://doi.org/10.1111/sms.13240>
9. Chaouachi, M., Granacher, U., Makhlof, I., Hammami, R., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2017). Within Session Sequence of Balance and Plyometric Exercises Does Not Affect Training Adaptations with Youth Soccer Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(1), 125. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5358022/>
10. Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy, and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 56. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2009.068098>
11. Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Loud, R. L., & Long, C. (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*, 104(1). <https://doi.org/10.1542/PEDS.104.1.E5>
12. Faigenbaum, Avery D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(5 Suppl). <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31819df407>
13. Faigenbaum, Avery D., Lloyd, R. S., MacDonald, J., & Myer, G. D. (2016). Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 3–7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094621>
14. Faigenbaum, Avery D., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., & American College of Sports Medicine. (2019). Essentials of youth fitness. *Essentials of Youth Fitness*, 174–176.

15. Francia, P., Piccini, B., Seghieri, G., Toni, S., Iannone, G., & Bocchi, L. (2022). Joint mobility in young male soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(2), 462–469. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.02058>
16. Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2018). Effects and Dose–Response Relationship of Balance Training on Balance Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2067–2089. <https://doi.org/10.1007/S40279-018-0926-0>
17. Gebel, A., Prieske, O., Behm, D. G., & Granacher, U. (2020). Effects of Balance Training on Physical Fitness in Youth and Young Athletes: A Narrative Review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(6), 35–44. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000548>
18. Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556–560. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ccb18d>
19. Granacher, U., & Behm, D. G. (2023). Relevance and Effectiveness of Combined Resistance and Balance Training to Improve Balance and Muscular Fitness in Healthy Youth and Youth Athletes: A Scoping Review. *Sports Medicine*, 53(2), 349–370. <https://doi.org/10.1007/S40279-022-01789-7>
20. Guzman, D., Young, M., & Howard, T. (2022). *Strength training for soccer*. Human Kinetics.
21. Hammami, R., Granacher, U., Makhoul, I., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2016). Sequencing Effects of Balance and Plyometric Training on Physical Performance in Youth Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3278–3289. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001425>
22. Hammami, R., Negra, Y., Nebigh, A., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., & Chaabene, H. (2023). Preseason Integrative Neuromuscular Training Improves Selected Measures of Physical Fitness in Highly Trained, Youth, Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), E384–E390. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004394>
23. Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., & Liu, Y. (2015). The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2015/842804>
24. Herbert, P., Sculthorpe, N., Baker, J. S., & Grace, F. M. (2015). Validation of a six second cycle test for the determination of peak power output. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 115–125. <https://doi.org/10.1080/15438627.2015.1005294>
25. Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573–582. <https://doi.org/10.1080/02640410400021252>
26. Hostrup, M., & Bangsbo, J. (2022). Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01791-z>
27. Hulton, A., Ford, T., & Reilly, T. (2008). Physical demands and training of top-class soccer players. *Science and Football VI*, 344–356. <https://doi.org/10.4324/9780203893685-69>
28. Kolber, M. J., & Cleland, J. A. (2005). Strength testing using hand-held dynamometry. *Physical Therapy Reviews*, 10(2), 99–112. <https://doi.org/10.1179/108331905X55730>
29. Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781–795. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
30. Lind, V., Svensson, M., & Harringe, M. L. (2022). Reliability and Validity of a Digital Goniometer for Measuring Knee Joint Range of Motion. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(3), 191–198. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.2004150>

31. Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Stone, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498–505. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24055781/>
32. Mauch, M., & Kalin, X. (2011). Reliability of the ProKin Type B line system (TechnoBody™) balance system. *Internal Project Report. Praxisklinik Rennbahn: Swiss Olympic Medical Center Zürich Switzerland*, 1-9.
33. Mitrousis, I., Bourdas, D. I., Kounalakis, S., Bekris, E., Mitrotasios, M., Kostopoulos, N., Ktistakis, I. E., & Zacharakis, E. (2023). The Effect of a Balance Training Program on the Balance and Technical Skills of Adolescent Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 22(4), 645–657. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.645>
34. Muehlbauer, T., Wagner, V., Brueckner, D., Schedler, S., Schwiertz, G., Kiss, R., & Hagen, M. (2019). Effects of a blocked versus an alternated sequence of balance and plyometric training on physical performance in youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-019-0131-y>
35. Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 157–166. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e31821b1442>
36. Nikolaidis, Pantelis T, & Knechtle, B. (2021). Development and Validation of Prediction Formula of Wingate Test Peak Power From Force-Velocity Test in Male Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 12, 729247. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729247>
37. Nikolaidis, Pantelis Theodoros, Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Alvarado, J. R. P., Driss, T., Knechtle, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical jumping tests versus wingate anaerobic test in female volleyball players: The role of age. *Sports*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.3390/sports4010009>
38. Nikolaidis, P. T., Matos, B., Clemente, F. M., Bezerra, P., Camões, M., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2018). Normative Data of the Wingate Anaerobic Test in 1 Year Age Groups of Male Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, 9, 1619. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01619>
39. Nilsson, J., & Cardinale, D. (2015). Aerobic And Anaerobic Test Performance Among Elite Male Football Players in Different Team Positions. *LASE Journal of Sport Science*, 6(2), 71–90. <https://doi.org/10.1515/ljss-2016-0007>
40. Njororai, W. W. S. (2012). Physical demands of soccer: Lessons from Team Usa and Ghana Matches in the 2010 Fifa World Cup. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(4), 407–412. <https://doi.org/10.7752/jpes.2012.04060>
41. Nobari, H., Gorouhi, A., Mallo, J., Lozano, D., Prieto-González, P., & Mainer-Pardos, E. (2023). Variations in cumulative workload and anaerobic power in adolescent elite male football players: associations with biological maturation. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/S13102-023-00623-5>
42. Nuñez, F. J., Hoyo, M. De, López, A. M., Sañudo, B., Otero-Esquina, C., Sanchez, H., & Gonzalo-Skok, O. (2019). Eccentric-concentric Ratio: A Key Factor for Defining Strength Training in Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 40(12), 796–802. <https://doi.org/10.1055/A-0977-5478>
43. Paillard, T., Noé, F., Rivière, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupui, P. (2006). Postural Performance and Strategy in the Unipedal Stance of Soccer Players at Different Levels of Competition. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 172. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1472651/>
44. Park, H. S., Oh, J. K., Kim, J. Y., & Yoon, J. H. (2024). The Effect of Strength and Balance Training on Kinesiophobia, Ankle Instability, Function, and Performance in Elite Adolescent Soccer Players with Functional Ankle Instability: A Prospective Cluster Randomized Controlled Trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(3), 593. <https://doi.org/10.52082/JSSM.2024.593>

45. Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2016). Neuromuscular Risk Factors for Knee and Ankle Ligament Injuries in Male Youth Soccer Players. *Sports Medicine*, 46(8), 1059–1066. <https://doi.org/10.1007/S40279-016-0479-Z>
46. Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R., & Da-Silva, S. G. (2018). Correlation between Match Performance and Field Tests in Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 62(1), 213–219. <https://doi.org/10.1515/HUKIN-2017-0171>
47. Ricotti, L., Rigosa, J., Niosi, A., & Menciassi, A. (2013). Analysis of balance, rapidity, force, and reaction times of soccer players at different levels of competition. *PloS One*, 8(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077264>
48. Rouissi, M., Haddad, M., Bragazzi, N. L., Owen, A. L., Moalla, W., Chtara, M., & Chamari, K. (2018). Implication of dynamic balance in change of direction performance in young elite soccer players is angle dependent. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(4), 442–449. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06752-4>
49. Shalfawi, S. A. I. (2015). *Anaerobic conditioning of soccer players*.
50. Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., McCambridge, T. M., FITNESS, C. O. S. M. A., LaBella, C. R., Brooks, M. A., Canty, G., Diamond, A. B., Hennrikus, W., Logan, K., Moffatt, K., Nemeth, B. A., Pengel, K. B., & Peterson, A. R. (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*, 145(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>
51. Swinton, P. A., Lloyd, R., Keogh, J. W. L., Agouris, I., & Stewart, A. D. (2014). Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1839–1848. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000348>
52. Wehbe, G. M., Gabbett, T. J., Hartwig, T. B., & McLellan, C. P. (2015). Reliability of a Cycle Ergometer Peak Power Test in Running-based Team Sport Athletes: A Technical Report. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 2050–2055. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000814>

Pateicības

Esmu ārkārtīgi pateicīgs darba zinātniskajai vadītājai **Dr. med. profesorei Inesei Pontagai** par viņas nenovērtējamo vadību, veltīto laiku un lielo atbalstu pētniecības un rakstīšanas procesa laikā, kā arī par viņas ieguldījumu visu zinātnisko jēdzienu izstrādē.

Vēlos pateikties futbolistiem, kuri piedalījās šajā pētījumā, īpaši **Kristapam Slaidiņam**, kurš motivēja spēlētājus piedalīties šajā darbā.

Paldies **Annai Zušai, Mikam Laksbergam, Anastasijai Salajevai un Agrim Liepam** par palīdzību datu vākšanā.

Esmu pateicīgs **asociētajai profesorei Ivetai Bogeī**, kura bija pirmā, kas mani vadīja un atbalstīja, kad ieradās Latvijā.

Pateicos savai brīnišķīgajai ģimenei par sniegto mīlestību un atbalstu, it sevišķi sievai Sofiannai un mūsu gaidāmajam bērnam par pacietību. Pateicoties Dievam Tam Kungam, es drīz kļūšu par tēvu.

Promocijas darbs izstrādāts ar projekta “RSU iekšējā un RSU ar LSPA ārējā konsolidācija”, Nr. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/005, atbalstu. Mani atbalstīja arī studiju portāls *Study in Latvia*. **Liels paldies, Latvija!**