

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Emily Hõim

SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE MUUTLIKKUSE BIOTAGASISIDE TREENINGU MÕJU
MALEMÄNGU SOORITUSELE: ÜKSIKJUHTUMITE UURING

Uurimistöö

Juhendaja: Aave Hannus, PhD

Läbiv pealkiri: Südame löögisageduse muutlikkuse biotagasiside treening males

Tartu 2019

**Südame löögisageduse muutlikkuse biotagasiside treeningu mõju malemängu sooritusele:
üksikjuhtumite uuring**

Kokkuvõte

Uuringu eesmärgiks oli hinnata südame löögisageduse muutlikkuse (SLM) biotagasiside (BT) treeningu kui efektiivse spordipsühholoogilise treeningmeetodi mõju Eesti noormalelaste lödvestusoskusele ja malemängu soorituse kvaliteedile. Töös hinnati kahe noorsportlase SLM-e näitajaid puhkeolekus ja kolme välkmale partii ajal. SLM-e indikaatoreid registreeriti enne BT treeningute algust baastaseme määramiseks ning sekkumisperioodi jooksul neljal korral, iga 21-päevase treeningperioodi järgselt. Treeningperioodil tegid osalejad igapäevaselt 10-minutilist hingamisharjutust. Erinevalt senistest uuringutest registreeriti käesolevas töös SLM-e näitajaid sooritusega samaaegselt. Siinses uuringus saadud tulemused olid vastuolus varasemate töödega, mis kirjeldavad SLM BT tehnikat efektiivse meetodina sportliku soorituse tõstmisel. Kaheteistkümne nädala pikkuse treeningperioodi tulemusena ei paranenud sportlaste sooritustaseme näitajad võrreldes baastasemega. Üldine puhkeoleku lödvestusoskus paranes märgatavalt vaid ühel osalejal. Teise osaleja lödvestustasemes ei leitud üheski mõõtmisolukorras märgatavaid erinevusi.

Märksõnad: südame löögisageduse muutlikkus, biotagasiside, malemängu sooritus

The effect of heart rate variability biofeedback training on chess game performance: single case studies

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of heart rate variability (HRV) biofeedback (BF) training as an effective sports psychological training method on relaxation skills and the quality of chess performance of young Estonian chess players. The HRV indicators of two young athletes were recorded in the resting state and during three blitz chess games. HRV indicators were recorded prior to the start of BF training to determine the baseline and four times during the intervention period, after each 21-day training period. During the training period, participants daily performed a 10-minute breathing exercise. Unlike previous research, the present study recorded HRV indicators simultaneously with performance. The results of the study did not accord with earlier works, which describe the HRV BF technique as an effective method of enhancing athletic performance. The athletes' performance did not improve after twelve weeks of training compared to baseline. One participant did significantly improve their overall relaxation ability. No significant differences were found in any of the measured situations in the relaxation level of the second participant.

Keywords: heart rate variability, biofeedback, chess performance

Sissejuhatus

Tiip tasemel sportlik sooritus on suurel määral seotud individuaalsete erinevustega psühholoogilistes oskustes – soorituse kvaliteeti toetavad sportlase psühholoogilised oskused (Smith, Schultz, Smoll, & Ptacek, 1995). Võistlus on üldjuhul suurt pinget tekitav situatsioon, mis toob kaasa ärevuse taseme märkimisväärse tõusu (Baumeister & Showers, 1986). Spordi kontekstis esinev ärevus on püsiv ja/või seisundi sarnane vastus pingelisele, sooritusega seotud, olukorrale, mida indiviid tajub potentsiaalselt stressi tekitavana ja mis tihtipeale avaldab sooritusele kahjulikku mõju (Ford, Ildefonso, Jones & Arvinen-Barrow, 2017; Listea, Ducrocq, Siminiceanu & Visu-Petra, 2017).

Sportlik sooritus tuleb sageli teha olukordades, mis on potentsiaalsed kõrget stressi ja ärevust tekitavad, mis omakorda võivad negatiivselt mõjuda sportlikule sooritusele nii võistlustel kui ka treeningul. Kuigi ärevus on normaalne emotsioon, mida kogevad paljud, siis düsfunktsionaalse ärevuse reguleerimata jätmine võib viia tõsiste vaimsete probleemideni. Optimaalseks ärevusega toimetulekuks on oluline õigeaegne sekkumine ja asjakohaste psühholoogiliste strateegiate rakendamine. Jättes ülemäärase ärevusseisundi tähelepanuta, jätkab kontrolli alt väljunud afektiivne seisund ka sportlase soorituse mõjutamist (Ford jt, 2017). Seetõttu on oluline mõista düsfunktsionaalse soorituse mehhanisme ja leida võimalusi ärevuse reguleerimiseks (Listea jt, 2017).

Harmison (2011) leiab, et sportlastel on võimalik arendada oskust sagedasemaks ja järjepidevaks tiip tasemel soorituseks. Tippsooritusaegse optimaalse vaimse ja emotsionaalse seisundi saavutamise ning säilitamise jaoks peab sportlane olema teadlik temale omasest spetsiifilisest ideaalselt sooritusseisundist ja teadlikult arendama selleks vajalikke psühholoogilisi oskusi ja strateegiaid. Sportlaselt nõuab see oskuslikku eneseregulatsiooni ja strateegiate, näiteks lõdvestus-, tähelepanu kontrolli ja kujutlusvõime kasutamist.

Läbi korduvate indiviidi võistluseelsete erutus- ja sooritustaseme jälgimiste, on võimalik leida sportlase optimaalse funktsioneerimise tase, mis aitab vastava erutuse kontrolli tehnika kasutamise abil jõuda ka ideaalse sooritustasemeni (Murray & Raedeke, 2008). Spordipsühholoogia

praktiseerijatel on oluline roll sportlase täie potentsiaali saavutamiseni aitamisel, luues sportlasele võimalusi suurendada teadlikkust enda ideaalsest sooritusseisundist ja süstemaatiliselt arendada vajalikke psühholoogilisi oskusi ja strateegiaid (Harmison, 2011).

Südame löögisageduse muutlikkus

Südame löögisageduse muutlikkust (SLM) peetakse oluliseks stressi ja tervise indikaatoriks (Thayer, Åhs, Fredriksson, Sollers & Wager, 2012). SLM väljendab üksteisele järgnevate südamelöökide vaheliste intervallide muutlikkust ehk aega üksteisele järgnevate R-intervallide vahel, mis väljendavad sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi vastasmõju (Shaffer & Ginsberg, 2017; Task Force of The European Society of Cardiology and the North American Society of Cardiology and Electrophysiology (Task Force), 1996). Löökidevahelist variatiivsust mõjutab autonoomse närvisüsteemi aktiivsus. Alanenud SLM võib olla märgiks suurenenud psühholoogiliste ja füsioloogiliste stressorite vastuvõtlikkusest (Lehrer, 2007). Kõrgenenud SLM seostatakse aga psühholoogilise vastupidavusega ning oskusega kontrollida stressi afektiivsed, kognitiivsed ja psühholoogilisi aspekte (Appelhans & Luecken, 2006; Hansen, Johnsen, Sollers, Stenvik & Thayer, 2004).

Autonoomse närvisüsteemi sümpaatilise haru aktiivsuse üheks näitajaks loetakse madala ja kõrge sageduse võimsuste (low frequency power/high frequency power; LF/HF power) suhet (Tröbs, 2009). Kõrge sageduse põhiline komponent on parasümpaatiline aktiivsus, madal sagedus väljendab mõlema, sümpaatilise ja parasümpaatilise osa, aktiivsust (Task Force, 1996). LF/HF võimsuste suhet peetakse sümpato-vagaalse tasakaalu indikaatoriks (Chiou & Zipes, 1998; Escobar, Williford, Flatt, Freeborn & Nakamura, 2018; Task Force, 1996), mis väljendab sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi koosmõju südame löögisagedusele läbi siinussõlme mõjutamise (Goldberg, 1999). Sportlaste puhul mõjutab sümpato-vagaalset tasakaalu aeroobse treeningu kestus ja intensiivsus, mis väljendub muutusena SLM-e madalas ja kõrges sageduses (Dong, 2016). Lühiajaline kokkupuude psühholoogiliste stressoritega võib viia madala sageduse võimsuse tõusule, madala/kõrge sageduse võimsuste suhte ehk sümpato-vagaalse tasakaalu langusele ja kõrge sageduse võimsuse langusele, mis viitab sümpaatilise aktiivsuse kasvule ja parasümpaatilise süsteemi aktiivsuse osakaalu langusele (Delaney & Brodie, 2000).

Biotagasiside treening

Biotagasiside (BT) on tehnika, mille abil saab indiviid vahetut ja pidevat informatsiooni mingi bioloogilise näitaja kohta läbi auditivsete või visuaalsete signaalide. Elektroonilise seadme abil saab inimene informatsiooni, tavaliselt tahtele allumatuteks peetavate, füsioloogiliste funktsioonide (käesoleva uuringu puhul autonoomse närvisüsteemi tasakaalu) kohta, mida soovitakse mõjutada, kuid millest tavapäraselt teadlik ei olda (Winer, 1977). Enamus inimesi on suutelised SLM BT-t kiiresti õppima (Sutarto, Wahab & Zin, 2012). BT tehnika eesmärgiks on suurendada enesekontrolli füsioloogilise funktsioneerimise ja tervise osas (Winer, 1977). On leitud, et BT treening vähendab märkimisväärselt depressiooni, ärevuse ja stressi sümptomeid (Sutarto jt, 2012). Kuigi kliinilisel ja uurimise eesmärgil kasutatav BT tehnika on korrektiivse eesmärgiga, siis selle suurem väärtus võib peituda hoopis võimes ennetada või minimeerida füüsilisi ja emotsionaalseid düsfunktsioone. See on potentsiaalselt kasulik tehnika mitmetes kliinilistes valdkondades, stressiga seonduvate häiretega toimetulekus ja füsioteraapias. BT treeningu suureks eeliseks peetakse selle teadaolevate kahjulike kõrvalmõjude puudumist (Winer, 1977).

Negatiivsed mõtted seoses võistlussooritusega ja suur sümpaatilise toonuse tõus vahetult enne võistlust võib põhjustada autonoomse närvisüsteemi aktivatsiooni tõusu, mis omakorda mõjutab SLM-e tasakaalu (Morales jt, 2013). Efektiivseks vahendiks sportlase psühhofüsioloogilise toimetuleku ning sportliku soorituse parandamiseks peetakse SLM BT treeningut, mis põhineb sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi vahelise tasakaalu reguleerimisel (Murray & Raedeke, 2008). SLM BT treening töötab põhimõttel, et inimene õpib tajuma enda tahtele allumatut südame löögisageduse variatiivsust ning kontrollima selle füsioloogilise tagasiside mustreid. Treening on suunatud SLM-e amplituudi suurendamisele, mis stimuleerib autonoomse närvisüsteemi tasakaalu. See tasakaal on seotud paranenud füsioloogilise toimetulekuga kui ka psühholoogilise kasuga (Sutarto, Wahab & Zin, 2010). SLM BT treeningu põhimõte, tähelepanu pööramine oma hingamise nüanssidele, sarnaneb teadveloleku meditatsiooni praktikatele, kus rahuliku hingamisele keskendumise käigus, pole inimesel võimalik muretseda oma igapäevaste probleemide üle (Lehrer & Gervitz, 2014).

Kirjanduse ülevaade

Järgnevalt kirjeldatakse senistes spordipsühholoogia-alastes SLM-e ja SLM BT uuringutes leitud. Neljateistaastase golfimängijaga läbiviidud 10-nädalane SLM BT treeningu järgselt leiti muutusi noorsportlase soorituses, meeleolus ja SLM-ga seotud füsioloogilistes parameetrites. Treeningu järgselt oli vähenenud ebameeldivate emotsioonide kogemine ning sportlane raporteeris pinge-, depressiooni-, viha- ja väsimustunde langust. Treeningu tulemusena vähenes sportlase kognitiivne ja somaatiline ärevus ja soorituseelne enesekindlus tõusis märgatavalt. BT meetodi kasutamise tulemusel paranes noore mängija sportlik sooritus - 18-augu mängu keskmine löökide arv vähenes 91-lt löögilt 76-ni. Uuring leidis, et treeningu järgselt vähenesid sportlase võistlusaegne ärevus ja negatiivsed emotsioonid ning paranes sooritusvõime (Lagos, Vaschillo, Vaschillo, Lehrer, Bates & Pandina, 2008).

Uujate võistlusärevuse ja SLM-e suhet uurinud töös mõõdeti 66 ujuja näitajaid Brasiilia meistrivõistlustel. Võistluse eel täitsid sportlased võistlusärevuse küsimustiku *Competitive Anxiety Inventory* (CSAI-2R), mõõdeti nende antropomeetrilisi andmeid (kaal, pikkus, nahavoldi paksus) ja SLM. Teine mõõtmine toimus kolm tundi pärast 400 m võistluse lõppu, mõõdeti uuesti SLM-e indikaatoreid (Fortes jt, 2017). Leiti märkimisväärne seos kognitiivse seisundiärevuse ja SLM-e vahel, mis suurenes somaatilise ärevuse näitajate mudelisse liitmisega. Ilmnes, et kõrge kognitiivse ja/või somaatilise ärevuse näitajatega ujujatel on väiksem autonoomse närvisüsteemi aktiivsuse korrapärasus. Võistluseelne kognitiivne ja somaatiline ärevus olid negatiivses seoses võistlusjärgse SLM-ga, mis võib olla märk suuremast puhkuse vajadusest enne uut kõrgetasemelist sooritust. Seetõttu võib lühikese aja jooksul mitmel alal võistlemist nõudvate spordialade, näiteks ujumise puhul, startidevahelise ärevuse vähendamiseks olla tarvilik kasutada psühholoogilise sekkumise meetodeid nagu biotagasiside või kujutlustehnika (Fortes jt, 2017).

SLM BT treeningu mõju korvpallurite sooritusele vaadeldud topeltpimedas uuringus osales kolmkümmend ülikooli, osariigi ja üleriigilisel tasemel korvpallurit. Kõigi osalejate ärevustase määrati *Spielberg state trait anxiety inventori* (STAI) skooride põhjal, osalemise tingimuseks oli tulemus 20 punkti või kõrgem. Lisaks mõõdeti ka osalejate enesetõhusust (CSES abil). Sportlikku sooritust mõõdeti palli kontrollimise, söötmise ja visete täpsuse ülesannetega. Katseisikud jagati kolme gruppi. Eksperimentaalgrupiga viidi kümnel järjestikusel päeval läbi 20-minutiline SLM

BT treeningsessioon, kus osalejaid juhendati hingama oma resonantssagedusel. Platseebogrupid näidati kümnel järjestikusel päeval motiveerivaid korvpallivideoid. Kontrollgruppi eksperimentaalselt ei mõjutatud. Võrreldes platseebo- ja kontrollgrupiga vähenes märgatavalt eksperimendigrupi sportlaste ärevustase ja tõusis enesetõhusus. Lisaks selgus kuu aja pärast läbiviidud järeluuringust, et muutus on olnud püsiv. SLM-e näitajates ilmnedid muutused samuti vaid eksperimentaalgrupis, kus suurenes kõrge ja madala sageduse suhe, mis viitab suuremale parasümpaatilise aktiivsuse osakaalule autonoomse närvisüsteemi töös. Sooritusnäitajad paranesid nii eksperimendi- kui platseebogrupil, aga ainult BT treeningu läbinud grupi tulemused jäid püsima ka kuu aja möödudes (Paul & Garg, 2012).

Kergejõustiklaste seas läbiviidud uuring leidis, et SLM BT treening on efektiivseks vahendiks psühhofüsioloogiliste funktsioonide ja sportliku soorituse parendamiseks läbi stressitaseme vähendamise ja hapnikutarbimise parandamise. Uuringus jagati 24 sportlast võrdselt eksperimentaal- ja kontrollgruppi. Eksperimentaalgrupp läbis 10-nädalase SLM BT treeningu, kontrollgrupp jätkas samal ajal oma tavapäraseid treeninguid. Sekkumise perioodi eelselt ja järgselt mõõdeti osalejate SLM-e näitajaid, naha elektrijuhtivust, hapnikutarbimist ja hinnati erialast sportlikku sooritust. Tulemuste võrdlemisel leiti märkimisväärsed gruppidevahelised erinevused soorituse näitajates. Eksperimendigrupi kõigi mõõdetud muutujate tulemused olid sekkumisjärgselt märkimisväärselt paranenud – vähenes naha elektrijuhtivus, paranesid SLM-e näitajad ja hapnikutarbimine. Kontrollgrupil märgatavaid muutusi ei esinenud (Choudhary, Trivedi & Choudhary, 2016).

Uurimistöö eesmärk

Töö eesmärgiks on hinnata SLM BT treeningu mõju maletajate lõdvestusoskusele ja malemängu soorituse kvaliteedile. Eelnevalt kirjeldatud varasemad uurimused viitavad sellele, et SLM BT treening on efektiivne vahend spordipsühholoogilises treeningus sooritusvõime parandamiseks. Senistes uuringutes on vaadeldud SLM-e näitajaid sportlikust sooritusest ajaliselt lahus. Maletaja tavapärasel võistlussituatsioonis istub sportlane mängu ajal laua taga, seega kehalisest tegevusest tulenev mõju autonoomse närvisüsteemi aktiivsuse muutusele on partii ajal minimaalne. See annab võimaluse mõõta SLM-e näitajaid reaalajas ja nende põhjal hinnata psühholoogilise stressi ja lõdvestuse markereid.

Varasemale kirjandusele tuginedes püstitati järgmised hüpoteesid:

1. Kaheteist nädala pikkuse SLM BT treeningu tulemusena paraneb maletajate üldine lõdvestusoskus, mis väljendub puhkeoleku sümpato-vagaalses tasakaalus.
2. Kaheteistkümne nädala pikkuse SLM BT treeningu tulemusena paraneb maletajate malemängu sooritus.
3. Malemängualane soorituse paranemine on süstemaatiliselt seotud sümpato-vagaalse tasakaalu muutusega.

Meetod

Malemäng

Malemäng on strateegiline ning kõrgetasemelist kognitiivset sooritust nõudev ülesanne. Mängijate ülesandeks on läbi mõelda suur hulk võimalikke käike ning nende hulgast leida parim (Troubat, Fargeas-Gluck, Tulppo & Dugue, 2009). Mängu ehk partii ajal istub sportlane laua taga ning seetõttu on tema kehalise aktiivsuse mõju autonoomse närvisüsteemi aktiivsusele minimaalne. See võimaldab SLM-e näitajaid ja nende põhjal iseloomustatavat stressi ning lõdvestust adekvaatselt mõõta ja hinnata partii ajal. Maletajate igapäevaseks treeningolukorraks olev arvutiprogrammi vastu male mängimine on seega ökoloogiliselt valiidne sooritusolukord, mille käigus SLM-e näitajaid registreerida.

Valim

Uuringus osales algselt kolm Eesti malekoondise noorsportlast vanuses 15, 17 ja 18 a, kes kaasati Eesti Maleliidu kaudu. Noorim osaleja loobus uuringust sekkumisperioodil. Uuringus osaleti vabatahtlikkuse alusel ning iga osaleja kinnitas oma nõusolekut allkirjaga. Alaealiste puhul andis nõusoleku lapsevanem.

Protseduur

Uuringu instrueerimine toimus Tallinnas P. Kerese nimelises Malemajas, SLM BT treeningud ja mõõtmised viis iga osaleja läbi oma kodus 12 nädala jooksul. Protseduur koosnes baastaseme SLM-e määramisest ja neljast SLM BT treeningu perioodist ja vahemõõtmistest. SLM-e baastase hinnati kümne esimese uuringupäeva jooksul, millele järgnesid neli 21-päevast treeningperioodi. Iga perioodi lõpus sooritati vahemõõtmine. Uuringu läbiviimine oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli Inimuuringu Eetika Komiteega.

Mõõtevahendid

SLM-e indikaatorite mõõtmiseks kasutati *emWave2* (HeartMath®; HeartMath Institute, USA, 2012) ja *emWavePro* (HeartMath®; HeartMath Institute, USA, 2018) seadmeid, mille tarkvara installeeriti iga sportlase isiklikku arvutisse. SLM BT treeninguteks kasutati *emWave2* seadet ja tarkvara, SLM-e näitajad registreeriti *emWavePro* abil. Mõlemad seadmed töötavad samal

põhimõttel, kuid *emWavePro* võimaldab täpsemat SLM-e näitajate fikseerimist ja andmeanalüüsi (Institute of HeartMath, 2014). SLM-e indikaatorina salvestati igal mõõtmiskorral LF/HF võimsuste suhe ms^2/Hz ühikutes ja selle logaritmväärtus. Lisaks salvestati iga mõõtmiskorra ajaline kestvus.

Mõõtmise või treeningu läbiviimiseks kinnitas osaleja vastava seadme sensori oma kõrvalestale ning ühendas selle USB-liidese abil oma arvutiga. Tarkvara assisteeris ja tagasisidestas osalejat vastavalt ülesandele.

Malemängudes kasutati Eesti koondise sportlaste tavapärasest treeninguteks kasutatavat mängutarkvara *Chess.com* (Chess.com ©, 2019). Server võimaldab valida nii ajakontrolli kui ka vastase reitingu.

Kõigi väikmale partiide tulemused salvestati ning arvutati osaleja käikude kvaliteet. Malepartiisid salvestati *ChessBase14* (ChessBase14 ©, Saksamaa, 2017) programmi abil, mis võimaldab partiisid hinnata *Houdini 4 Pro* (Houdini ©, Belgia, 2013) analüüsiprogrammis. *Houdini 4 Pro* tarkvara võimaldab malepartiid või -seisu analüüsida, hinnates konkreetset seisust parimaid võimalikke käike. Programm hindas igat käiku numbrilise väärtusega, mille tulemusena leiti iga mängitud partii optimaalsete, keskpäraste, ebaselge kvaliteediga ja madalatasemeliste käikude osakaal hinnatud käikude hulgast. Malemängu kvaliteeti iseloomustatakse käesolevas töös optimaalsete käikude proportsioonina (%).

Baastaseme mõõtmine

Uuringu alguses määrati kümnepäevase mõõtmisperioodi käigus *emWavePro* seadmega iga osaleja SLM-e baastase. SLM-e näitajaid mõõdeti ülepäeviti, kokku viiel korral. Esimene mõõtmiskord märkis proovimõõtmist ning selle tulemusi analüüsil ei arvestatud. Igal hindamisel mõõdeti SLM indikaatoreid nelja protseduuri käigus.

Esimeseks ülesandeks oli 10-minutiline rahuoleku hingamine, mis on *emWavePro* standardiseeritud protseduur. Osaleja ülesandeks oli arvuti ees rahuolekus istuda, samal ajal, kui tarkvara registreerib SLM-e indikaatoreid.

Järgmised kolm mõõtmist toimusid kolme välkmale partii mängimise ajal. Partiid mängiti ajakontrolliga 4 minutit + 2 sekundit igale käigule. Mängu väljakutsuvamaks muutmiseks ja pingelise võistlussituatsiooni simuleerimiseks valiti vastaseks malereitingutabelis 100 FIDE punkti kõrgema tasemega mängija. Iga mängu ajal registreeris *emWavePro* seade sportlase SLM näitajad.

Sekkumisperiood

Uuringu üheteistkümnendal päeval algas sekkumisperiood, mille käigus jätkas osaleja treeninguid *emWave2* tarkvara *HeartMath Quick Coherence®* protokoll (Thurber, 2008) järgi. Osalejal paluti igal päeval temale sobival ajal viia läbi üks 10-minutiline sügava hingamise harjutus vastavalt arvutiekraanil kuvatavale hingamissagedusele. *emWave2* süsteem juhendas sportlast talle sobiva suure amplituudilise hingamissageduse leidmisel, milleks on tavapäraselt umbes kuus hingamistsüklit minutis. Eesmärgiks oli programmi juhendamise abil säilitada lödvestust suurendavat hingamisrütmi ja seeläbi maksimeerida respiratoorset siinusrütmiat. Osalejatele kuvati lödvestuse sügavuse tagasisidet värvide alusel, kus punane tähistas kõrget, sinine keskmist ning roheline värv madalat erutustaset. Treeningu käigus õppis osaleja reguleerima oma hingamisrütmi ja lödvestusolekut, püüdes järjest kauem rohelisel alal.

Vahemõõtmised

Sekkumisperiood jagunes omakorda neljaks kolmenädalaseks treeningperioodiks. Kolmenädalaste intervallidega viis osaleja iga treeningperioodi lõpus läbi vahemõõtmise, mille käigus registreeriti *emWavePro* seadmega SLM-e näitajaid. SLM-e indikaatoreid mõõdeti baastasemega samade harjutuste käigus: 10-minutiline rahuoleku hingamine, kolm välkmale partiid. Kokku tehti 4 vahemõõtmist.

Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks kasutati järgmisi üksikjuhtumi uuringu analüüsimeetodeid:

1. Andmete visuaalne analüüs (Kinugasa, Cerin, & Hooper, 2004) graafiliste andmete subjektiivseks hindamiseks. Tulemused esitatakse joonistel, kus horisontaalteljel on kujutatud uuringu ajaline jaotus ja vertikaalteljel sõltuva muutuja mõõtühikud. Visuaalne analüüs on

laialdaselt tuntud ja kergesti mõistetav meetod, mis võimaldab vaadelda, kas sekkumine on põhjustanud märkimisväärseid erinevusi sõltuvas muutujas.

2. Kesk-poolitusmeetod (*split-middle technique*; White 1974) sekkumisuuringu erinevate faaside tulemuste võrdlemiseks. Iga uuringufaasi kohta leitakse trendijoon, mis iseloomustab soorituse taset läbi aja konkreetse faasis. Kesk-poolitusjoone leidmiseks jagatakse uuringufaasi kujutavad andmed horisontaalteljel kaheks – eraldatakse baastase ja sekkumisperiood. Mõlemad perioodid poolitatakse omakorda horisontaalselt. Seejärel leitakse kahe faasi mõlema poole mediaanväärtuse koordinaat. Igale faasile leitud kahest koordinaadist tõmmatakse läbi sirge, mis kirjeldab muutuse suunda.

3. Efekti suuruse hindamine sekkumisuuringu mõju hindamiseks. Üksikjuhtumi uuringute puhul peetakse lisaks visuaalsele analüüsile sobilikuks arvutada efekti suurus. Käesolevas töös kasutati standard keskmise erinevuse (*standard mean difference*) meetodit (Olive ja Smith, 2005) ning arvutati statistik Δ , mida peetakse spordi- ja liikumisteaduste alaste üksikjuhtumiuuringute jaoks kohaseks (Barker, McCarthy, Jones, & Moran, 2011). Delta arvutamise valem on järgmine: sekkumisperioodi aritmeetilisest keskmisest (M_s) lahutatakse baastaseme aritmeetiline keskmine väärtus (M_a) ja jagatakse läbi baastaseme standardhälbega (SD_a):

$$\frac{M_s - M_a}{SD_a}$$

Efekti suuruse hindamiseks kasutati Parkeri ja Vannesti (2009) soovitatud kriteeriumeid üksikjuhtumiuuringuteks: väike efekt < 0.87 , keskmine efekt $0.87-2.67$, suur efekt > 2.67 .

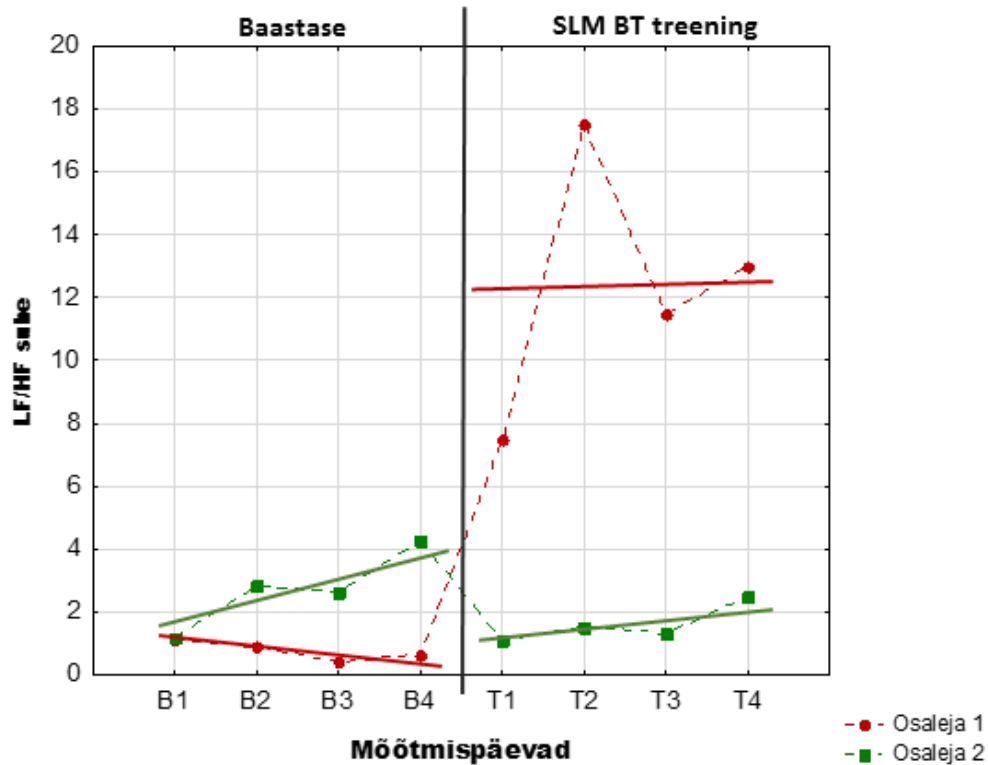
4. Malepartiide aegsed sümpato-vagaalse tasakaalu näitajad normaliseeriti partii kestuse suhtes. Selleks jagati LF/HF võimsuste suhe (ms^2/Hz) partii kestusega (sek) ja korrutati 100-ga.

5. Malepartii soorituse kvaliteedi ja sümpato-vagaalse tasakaalu vahelise seose hindamiseks kasutati korrelatsioonianalüüsi (Pearson r). Andmete jaotuse kuju hinnati kvartiil-kvartiil diagrammi abil.

Joonised valmistati andmeanalüüsi tarkvara STATISTICA 10 (Stat Soft Inc; Tulsa, USA) abil.

Tulemused

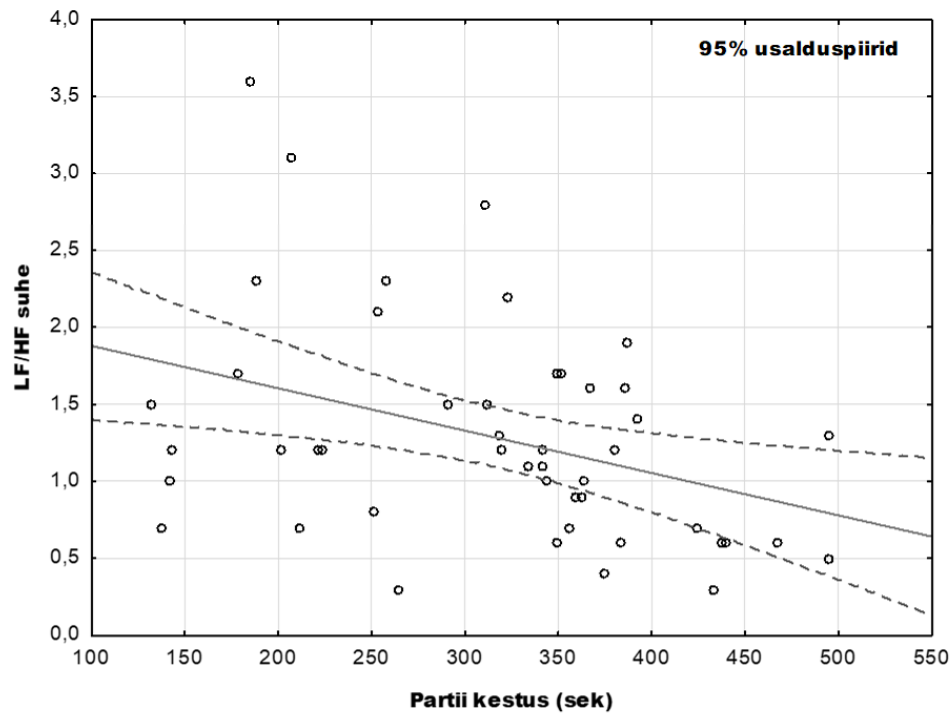
Puhkeoleku sümpato-vagaalne tasakaal



Joonis 1. Sümpato-vagaalse tasakaalu sõltuvus uuringu faasist väljendatuna madala ja kõrge sageduse (LF/HF) võimsuste suhtena 10-minutilise puhkeoleku jooksul. Baastase (mõõtmispäevad B1-B4) iseloomustab südamelöögisageduse muutlikkuse biotagasiside (SLM BT) treeningule eelnenud perioodi. Treeningu perioodi mõõtmispäevade tulemusi iseloomustavad T1-T4. Pidevjooned väljendavad kesk-poolitusmeetodil (White, 1974) hinnatud trende uuringu faaside lõikes.

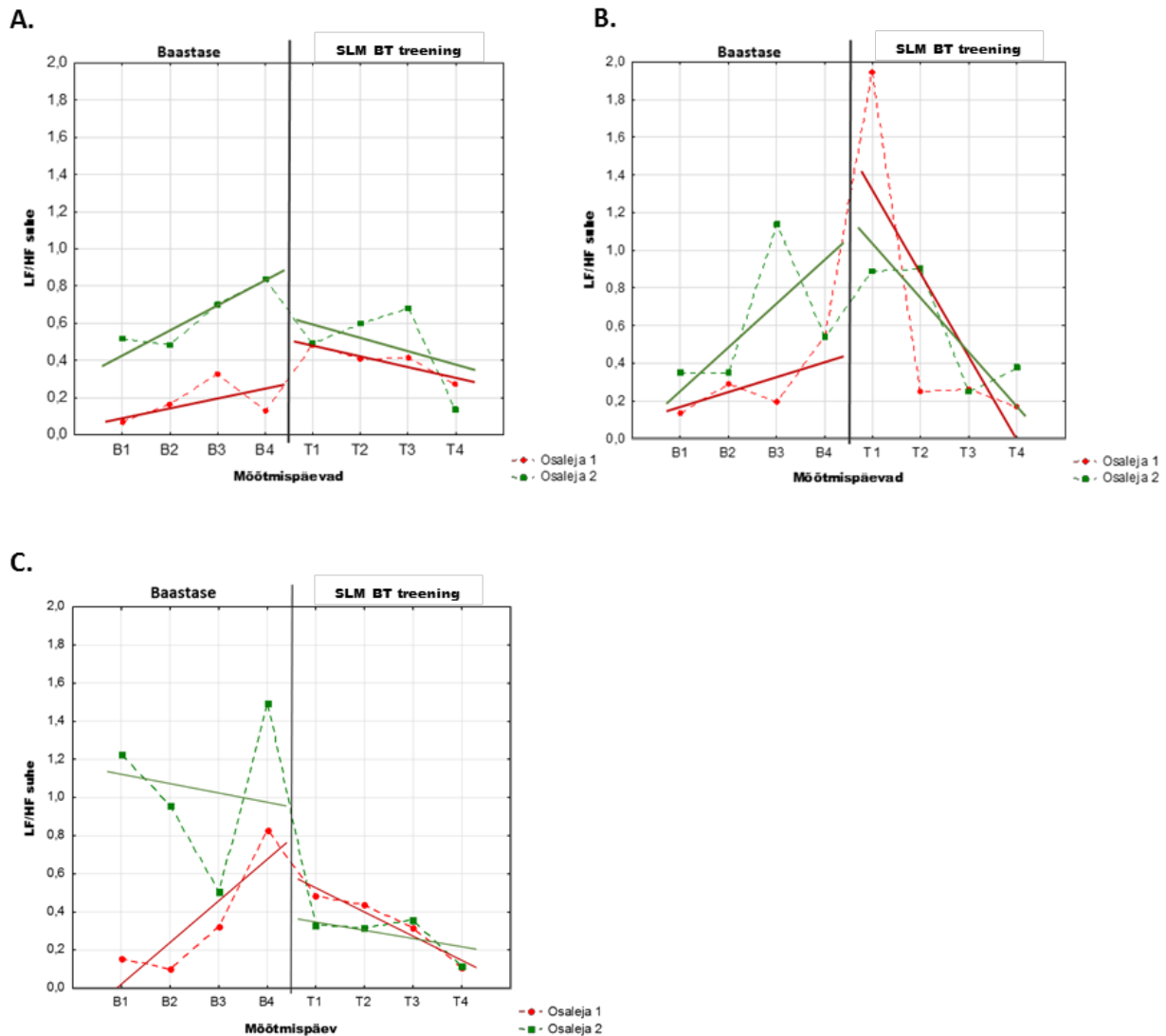
Joonisel 1 on esitatud osalejate 10-minutilise puhkeoleku sümpato-vagaalset tasakaalu iseloomustavad SLM ja SLM BT treeningu tulemused LF/HF võimsuste suhtena. Joonisel kujutatud trendijoonte visuaalne analüüs näitab, et osaleja 1 puhkeoleku sümpato-vagaalne tasakaal paranes treeningufaasis võrreldes baastasemega, ent osaleja 2 puhkeoleku sümpato-vagaalne tasakaal ei ilmutanud uuringu faaside vahel märkimisväärset erinevust. Osaleja 1 puhul ilmnes tugev treeningu mõju, $\Delta = 12.31$, osaleja 2 puhul oli efekti suurus keskmine ja negatiivne $\Delta = -0.91$.

Välkmale partiiaegne sümpato-vagaalne tasakaal



Joonis 2. Välkmale partiide aegse sümpato-vagaalse tasakaalu (LF/HF võimsuste suhte) seos partii kestusega.

Andmete esmasel analüüsil ilmnis mõõdukas negatiivne seos partii kestuse ja sümpato-vagaalse tasakaalu vahel ($r = - .37$, $p = - .009$), mida illustreerib Joonis 2 ja mis avaldus mõlemal osalejal ühetaoliselt. Seega, analüüs näitab, et pikema mängu puhul langeb mõlema osaleja LF/HF võimsuste suhe, samas lühemate mängude puhul võib täheldada üldjuhul sümpato-vagaalse tasakaalu kõrgemat väärtust. Sellest tulenevalt on järgnevatel analüüsidel esitatud partii aegsed sümpato-vagaalse tasakaalu näitajad normaliseerituna vastava partii kestuse suhtes.



Joonis 3. Järjestikuste väikmale partiide aegse sümpato-vagaalse tasakaalu sõltuvus uuringu faasist väljendatuna partii kestuse suhtes normaliseeritud madala ja kõrge sageduse (LF/HF) võimsuste suhtena. A. – partii 1; B – partii 2; C – partii 3. Baastase (mõõtmispäevad B1-B4) iseloomustab südamelöögisageduse muutlikkuse biotagasiside treeningule (SLM BT) eelnenud perioodi. Treeningu perioodi mõõtmispäevade tulemusi iseloomustavad T1-T4. Pidevjooned väljendavad keskpoolitusmeetodil (White, 1974) hinnatud trende uuringu faaside lõikes.

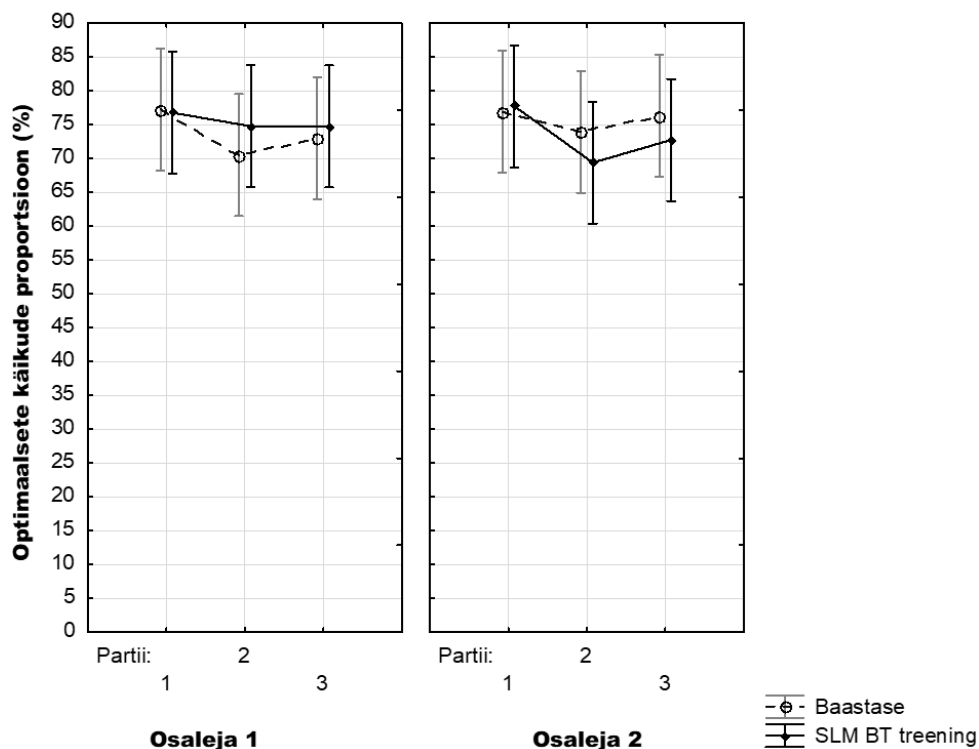
Joonisel 3 on esitatud osalejate kolme järjestikuse väikmale partii käigus mõõdetud sümpato-vagaalset tasakaalu iseloomustav LF/HF võimsuste suhe. Joonisel kujutatud trendijoonete visuaalne analüüs näitab, et treeningufaasis saavutas osaleja 1 esimese partii ajal mõnevõrra kõrgema LF/HF võimsuste suhte kui algtasemel. Efekti suuruse hindamisel selgus, et osaleja 1 esimese partii aegne sümpato-vagaalne tasakaal paranes treeningufaasis võrreldes baastasemega, ent osaleja 2 sümpato-vagaalne tasakaal ei ilmutanud uuringu faaside vahel märkimisväärset erinevust. Osaleja

1 esines esimesel partii keskmine SLM BT treeningu mõju $\Delta = 1.85$, osaleja 2 puhul oli efekti suurus väike ja negatiivne $\Delta = -0.91$.

Teise partii ajal esines osalejal 1 keskmine treeningu mõju, $\Delta = 2.38$. Trendijoone visuaalne analüüs näitab, et osaleja 1 on saavutanud treeningufaasis mõnevõrra kõrgema, kuid langustrendiga sümpato-vagaalse tasakaalu. Osaleja 2 puhul esines teise välkmale partii ajal väike treeningu efekt, $\Delta = 0.25$. Visuaalne analüüs näitab, et osaleja 2 sümpato-vagaalne tasakaal oli sekkumisfaasis samuti negatiivse trendiga.

Kolmanda partii aegse trendijoone analüüs näitab, et mõlema osaleja lõdvestus on treeninguperioodil madalam ja negatiivse suunaga. Osaleja 1 esines väike ja negatiivne mõju, $\Delta = -0.04$. Osaleja 2 puhul oli mõju samuti negatiivne, aga keskmise suurusega, $\Delta = -1,10$.

SLM BT treeningu mõju malepartii sooritusele



Joonis 4. Järjestikuste välkmale partiide tulemuste sõltuvus uuringu faasist väljendatuna optimaalsete käikude proportsioonina. Baastase iseloomustab südamelõõgisageduse muutlikkuse biotagasiside (SLM BT) treeningule eelnenud perioodi.

Malepartiide soorituse kvaliteedi analüüsimiseks leiti korrelatiivsed seosed optimaalsete käikude proportsiooni ja LF/HF võimsuste suhte vahel, osaleja 1 puhul $r = - .11$, $p = .61$, osaleja 2 puhul $r = .06$, $p = .79$. Kuna korrelatsioonikordajad on väga madalad, siis edasisi analüüse SLM BT treeningu mõjude kohta ei tehtud. Tulemusi illustreerib uuringu faaside kaupa Joonis 4. Osaleja 1 puhul näitab joonise visuaalne analüüs suurenenud optimaalsete käikude osakaalu partii ajal SLM BT treeningu järgselt, kuid muutus ei ole statistiliselt oluline. Osaleja 2 optimaalsete käikude proportsioonis on märgata visuaalsel vaatlusel madalamat taset SLM BT treeningu järgselt, kuid tegemist ei ole samuti statistiliselt olulise muutusega.

Arutelu ja järeldused

Käesoleva uurimistö eesmärgiks oli hinnata SLM BT treeningu kui uudse spordipsühholoogilise meetodi mõju maletajate sümpato-vagaalse tasakaaluna väljenduvale lõdvestusele ja malemängu sooritusele.

Esiteks hinnati 12-nädalase SLM BT treeningu mõju üldisele lõdvestusoskusele. Esimene hüpotees leidis siinses töös kinnitust ühe osaleja puhul - võrreldes baastasemega tõusis osalejal 1 SLM BT treeningu järgselt puhkeoleku sümpato-vagaalse tasakaalu näitaja, mis viitab paranenud puhkeoleku lõdvestusoskusele. Teise osaleja puhul võrreldes baastasemega, olulisi muutusi ei esinenud.

Teiseks hinnati käesolevas töös 12-nädalase SLM BT treeningu mõju malemängu sooritusele. Teise hüpoteesi osas olid tulemused väga vastuolulised. Ehkki, võrreldes baastasemega, suurenes osalejal 1 SLM BT treeningu järgselt esimese partiiaegse lõdvestus, sooritus ei paranenud. Teise partii efekti suuruse arvuline väärtus viitas olulisele mõjule, kuid visuaalne analüüs osutas sellele, et tulemus oli seletatav ühe kõrge LF/HF võimsuste suhte näitajaga treeningperioodi esimesel mõõtmispäeval, ent järgmiste mõõtmiskordade teistes partiides oli LF/HF võimsuste suhe võrreldav baastasemega. Kolmandates malepartiides samuti lõdvestustreeningu mõju ei ilmnenu. Teise osaleja puhul olid SLM BT treeningu perioodil partiiaegse sümpato-vagaalse tasakaalu näitajad kord kõrgemad, kord madalamad - süstemaatilist mustrit ei ilmnenu. Olulisi muutusi võrreldes baastasemega ei esinenud.

SLM BT treeningut on senistes uuringutes kirjeldatud kui efektiivset sportlikku sooritust parendavat ja võistlusärevust vähendavat psühholoogiliste oskuste trenimise meetodit. (Choudhary jt, 2016; Fortes jt, 2017; Lagos jt, 2008; Paul & Garg, 2012). Kokkuvõtlikult võib öelda, et siinses töös varasemad tulemused kinnitust ei leidnud. Oluline on aga mainida, et antud uuring erines varasematest töödest mõõtmislokorra poolest – senimaani on SLM indikaatoreid mõõdetud sooritusest lahus, käesolevas töös registreeriti näitajaid sportliku sooritusega samaaegselt.

Partiide ajal registreeritud SLM näitajate põhjal on näha, et mõningal määral suurenes osaleja 1 lõdvestus esimese mängu ajal, kuid see muutus ei jäänud püsima järgnevate partiide käigus. Järjestikuste partiide lõdvestustaseme alanemise üheks põhjuseks võib olla mängu formaat. Välkmale puhul on tegemist ajaliselt piiratud pingelise situatsiooniga, mille käigus peab mängija otsuseid vastu võtma väga lühikese aja jooksul. See muudab välkmale formaadi potentsiaalselt väga suurt stressi tekitavaks olukorraks. Kolme järjestikuse partii mängimisel on seetõttu loogiline oletada, et stressitase tõuseb ja sportlase lõdvestustase langeb. Esimese mängu suuremat lõdvestust võrreldes teistega võib põhjustada ka esimesele partiile eelnenud potentsiaalselt rahulolekut suurendav 10-minutilise puhkeoleku SLM indikaatorite mõõtmine, mida enne järgmisi partiisid ei sooritatud.

Kolmandaks sooviti siinses töös hinnata, kuivõrd SLM BT treeninguga oodatav suurenenud lõdvestusoskus toob kaasa malemängu soorituse paranemise. Ilmnes, et olenemata osaleja 1 esimese partii aegsest suuremast lõdvestusest, ei väljendunud see positiivse mõjuna esimese partii aegses soorituses. Sekkumise järgselt oli suurenenud küll esimese partii aegne lõdvestus, kuid sellega koos ei paranenud sportlase sooritus. Osaleja 2 sooritus ega partiide aegne lõdvestus ei muutunud märgatavalt ning nende vahel ei leitud ka statistiliselt olulist seost. Partii kestuse ja lõdvestuse vahel leiti mõlema osaleja puhul negatiivne seos, mis viitab sellele, et pikemad partiid põhjustavad sportlasele suuremat stressi. Tulemus on vastuolus Troubati jt (2009) leitunga, kus 60-minutilise malemängu ajal tõusis mängu pikenemisel ka LF/HF võimsuste suhe, kuid tuleb arvesse võtta, et siinses uuringus oli tegemist pingelisema ning väiksema ajalise piiranguga male formaadiga.

Üldise elanikkonna LF/HF suhte keskmine normaalväärtus jääb vahemikku 1.5-2.0 ms²/Hz (Task Force, 1996). Võrreldes üldise elanikkonnaga (Task Force, 1996) ja varasemate lühiajaliste SLM-e mõõtmiste uuringute metaanalüüsi tulemustega (Nunan, Sandercock & Brodie, 2010), on antud uurimuses leitud malepartii aegsed LF/HF võimsuste suhte näitajad märgatavalt madalamad. Sellest võib ka tuleneda SLM BT mõju puudus sooritusele. Samas tuleb märkida, et standardne LF/HF võimsuste suhte väärtus põhineb väikese valimiga tervete täiskasvanud indiviidide uuringute tulemustel ning neid tuleks käsitleda kui ligikaudseid väärtusi. Lisaks ei võta

väljatoodud standardne väärtus arvesse soolisi, vanuselisi ja keskkondlikke tegureid. Sportlaste SLM-e näitajate paremaks tõlgendamiseks oleks vajalik luua eraldiseisvad standardsed meetodid ja protokollid, mis lähtuvad spordiala intensiivsusest, kestvusest ja soorituse asendist ning arvestavad ka mõõtmisajast kehaasendit ja kestvust (Aubert, Seps & Beckers, 2003).

Kuigi malepartiaegsete optimaalsete käikude proportsiooni kujutavate jooniste visuaalne vaatlus viitab osaleja 1 mõningale soorituse paranemisele, siis lähemal vaatlusel on näha, et sekkumisperioodi ja baastaseme optimaalsete käikude osakaalu vahe on arvuliselt väga väike. Samuti kinnitab statistiline test tulemuste ebaolulisust. Sekkumise tulemusel ei paranenud ka osaleja 2 malepartii sooritus. Mõlema osaleja puhul võib märgata, et optimaalsete käikude osakaalu proportsiooni väärtused asuvad skaala ülemises osas. Tulemuste lähedus maksimaalsele kõrgele tulemusele viitab laeefekti esinemise võimalikkusele (Taylor, 2010).

Siinse töö SLM-e mõõdetud tulemuste keskmisi väärtusi ja nende trende võis mõjutada mõõtmiskordade vähesus. Uuringus viidi läbi neli mõõtmist baastasemel ja neli sekkumisperioodil, mistõttu ühe mõõtmise väga suur erinevus teistest mõjutas suuresti terve perioodi tulemuste keskmisi ja suunda. Antud töös on tegemist lühiajaliste SLM-e mõõtmistega (kuni 10 minutit kord). Shaffer jt (2014) on leidnud SLM lühiajaliste mõõtmiste väärtuste tõlgendamisel kirjanduses vastuolulisi väited. Sõltuvalt mõõtmiskorra pikkusest (5-minutiline/24-tunnine mõõtmisperiood) on senistes töodes esinenud suuri variatsioone LF/HF võimsuste suhte väärtustes. Ühe mõõtmiskorra pikendamine tulevastes uuringutes võiks anda parema ülevaate hinnatava näitaja muutlikkusest. Suurem mõõtmiskordade arv annaks omakorda võimaluse teha statistiliselt olulisi järeldusi saadud andmete põhjal.

Kaheteistkümne nädala pikkuse treeningperioodi tulemusel ei esinenud märkimisväärset positiivset erinevust osalejate sooritustasemes. Lõdvestusoskuse märgatavat paranemist puhkeolekus täheldati vaid ühel osalejal. Teine osaleja ei ilmutanud üheski mõõtmislokkorras märgatavat erinevust lõdvestuses võrreldes baastasemega. Seega ei leidnud kinnitust ka ükski siinse töös püstitatud hüpotees ning läbiviidud uuringu tulemused ei ole kooskõlas varasemate töödega, mis toetavad SLM BT tehnika tõhusust sportliku soorituse paranemisel (Choudhary jt, 2016; Fortes jt, 2017; Lagos jt, 2008; Paul & Garg, 2012).

Antud töö on sobilik samalaadse ent suurema statistilise võimsusega, suuremamahulise uuringu läbiviimise aluseks, mis hõlmab endas suuremat mõõtmiskordade arvu pikema perioodi vältel ning võimalusel kaasab rohkem osalejaid. SLM BT treening on potentsiaalselt kasulik meetod sportlaste lõdvestustaseme suurendamiseks, kuid selle kasutegur sooritusnäitajate tõusus nõuab täpsemat uurimist.

Tänuõnad

Soovin tänada oma juhendajat Aave Hannust teema tutvustamise ja igakülgse abi eest uurimistöö valmimisel. Tänan Margareth Oldet tema abi eest malepartiide analüüsimisel ja uuringus osalejaid nende panustatud aja eest.

Kirjanduse loetelu

Appelhans, B. M., Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10(3), 229-240.

Aubert, A. E., Seps, B., Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports medicine*, 33(12), 889-919.

Barker, J. B., McCarthy, P., Jones, M., & Moran, A. (2011). *Single-case research methods in sport and exercise psychology*. London and New York: Routledge

Baumeister, R. F., Showers, C. J. (1986). A review of paradoxical performance effects: Choking under pressure in sports and mental tests. *European Journal of Social Psychology*, 16, 361-383.

Chiou, C. W., Zipes, D. P. (1998). Selective vagal denervation of the atria eliminates heart rate variability and baroflex sensitivity while preserving ventricular innervation. *Circulation*, 98(4), 360-368.

Choudhary, R., Trivedi, V., Choudhary, S. G. (2016). Effect of heart rate variability biofeedback training on the performance of track athlete. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 5, 166- 174.

Delaney, J. P. A., Brodie, D. A. (2000). Effects of short-term psychological stress on the time and frequency domains of heart-rate variability. *Percept Mot Skills*, 2, 515-524.

Dong J. G. (2016). The role of heart rate variability in sports physiology. *Experimental and therapeutic medicine*, 11(5), 1531-1536.

Durlak, J. A. (2009). How to select, calculate, and interpret effect sizes. *Journal of Pediatric Psychology*, 34, 917-928.

Esco, M.R., Williford, H.N., Flatt, A.A., Freeborn, T. J., Nakamura, F. Y. (2018). Ultra-shortened time-domain HRV parameters at rest and following exercise in athletes: an alternative to frequency computation of sympathovagal balance. *European Journal of Physiology*, *118(1)*, 175-184.

Ford, J. L., Ildefonso, K., Jones, M. L., & Arvinen-Barrow, M. (2017). Sport-related anxiety: current insights. *Open access journal of sports medicine*, *8*, 205–212.

Fortes, L. S., Costa, B. D. V., Paes, P. P., Nascimento Junior, J. R. A., Fiorese, L., Ferreira, M. E. C. (2017). Influence of competitive-anxiety on heart rate variability in swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, *16*, 498-504.

Goldberger, J. J., (1999). Sympathovagal balance: how should we measure it? *The American journal of physiology*. *276(4)*, 1273-1280.

Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers, J. J., Stenvik, K., Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, *93(3)*, 263-272.

Harmison, R. J. (2011). Peak performance in sport: Identifying ideal performance states and developing athletes' psychological skills. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, *1(S)*, 3-18.

Institute of HeartMath (2014). *Building Personal Resilience. A Handbook for Heartmath Certified Coaches and Mentors*. Boulder Creek, CA: Institute of HeartMath.

Kinugasa, T., Cerin, E., & Hooper, S. (2004). Single-subject research designs and data analyses for assessing elite athletes' conditioning. *Sports Medicine*, *34(15)*, 1035-1050. doi: 10.2165/00007256-200434150-00003

Lagos, L., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P., Bates, M., Pandina, R. (2008). Heart rate variability biofeedback as a strategy for dealing with competitive anxiety: A case study. *Biofeedback*, *36*, 109–115.

Lehrer, P. M. (2007). Biofeedback training to increase heart rate variability. P. M. Lehrer, R. L. Woolfolk, S. E. Wesley (toim), *Principles and practice of stress management* (lk 227-248). New York: Guilford Press

Lehrer, P. M., Grevitz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*. 5, 756.

Listea, R., Ducrocq, E., Siminiceanu, A., Visu-Petra, L. (2017). Getting the butterflies to fly in formation: A review on the modulating effect of attentional control on motor and visual aspects of sports performance under pressure. *Cognition, Brain, Behavior. An interdisciplinary Journal*. 21(4), 249-274.

Morales, J., Garcia, V., García-Massó, X., Salvá, P., Escobar, R. and Buscà, B. (2013) The use of heart rate variability in assessing precompetitive stress in high-standard judo athletes. *International Journal of Sports Medicine* 34(1), 144-151.

Murray, N. P., Raedeke, T. D. (2008), Heart rate variability as an indicator of pre-competitive arousal. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 346-355.

Nunan, D., Sandercock, G. R., Brodie, D. A. (2010) A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *Pacing & Clinical Electrophysiology*, 33(11), 1407-1417.

Olive, M.L., Smith, B.W. (2005). Effect size calculations and single subject designs. *Educational Psychology* 25(2):313-324.

Paul, M., Garg, K. (2012). The effect of heart rate variability biofeedback on performance psychology of basketball players. *Applied Psychophysiological Biofeedback*, 37, 131-144.

Shaffer, F., Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in public health*, 5, 258.

Smith, R. E., Schutz, R. W., Smoll, F. L., Ptacek, J. T. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: The Athletic Coping Skills Inventory-28. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17, 379-398.

Sutarto, A. P., Wahab, M. N. A., Zin, N. M. (2010). Heart rate variability biofeedback: a new training approach for operator's performance enhancement. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 3(1), 176-198.

Sutarto, A. P., Wahab, M. N., Zin, N. M. (2012). Resonant breathing biofeedback training for stress reduction among manufacturing operators. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 18(4), 549-561.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17(3), 354–81.

Taylor, T. (2010). Ceiling effect. N. J. Salkind (toim), *Encyclopedia of research design* (lk 133-134). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.

Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36, 747-756.

Thurber, M. (2008). *HeartMath interventions for counselors, therapists, social workers, and health care professionals: Establishing a new baseline for sustained behavioral change*. Boulder Creek, CA: HeartMath LLC.

Troubat, N., Fargeas-Gluck, M. A., Tulppo, M., Dugue, B. (2009). The stress of chess players as a model to study the effects of psychological stimuli on physiological responses: an example of substrate oxidation and heart rate variability in man. *European Journal of Applied Physiology*, 105, 343-349.

White, O. R. (1974). *The 'split-middle': A 'quickie' method of trend estimation*. Seattle, WA: University of Washington, Experimental Educational Unit, Child Development and Mental Retardation Center.

Winer, L. R. (1977). Biofeedback: a guide to the clinical literature. *The American Journal Of Orthopsychiatry*, 47(4), 626-638.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrekselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

/Emily Hõim/