

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
AKADĒMISKĀ MAĢISTRA STUDIJU PROGRAMMA
“SPORTA ZINĀTNE”

**AUGSTAS INTENSITĀTES INTERVĀLA FIZISKAS
SLODZES (HIIT) UN SPRINTA INTERVĀLA FIZISKAS
SLODZES (SIT) AKŪTA IETEKME UZ
KOGNITĪVAJIEM PROCESIEM UN AFEKTA
STĀVOKLI TOPOŠAJIEM PIEAUGUŠAJIEM**

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Klāvs Ēvelis**

Stud. apl. Nr. ke18014

Darba vadītāja: Dr. biol., asoc. prof. Līga Plakane

RĪGA 2024

KOPSAVILKUMS

Topošajiem pieaugušajiem, sportošana bieži vien nav prioritāte, gan laika ierobežojumu, gan arī ģimenes un karjeras dēļ. Augstas intensitātes intervāla un sprinta intervāla treniņi var būt efektīvs treniņu veids, kā patērējot īsāku laiku, ir iespējams nozīmīgi uzlabot veselību.

Darba mērķis bija salīdzināt kā augstas intensitātes intervāla un sprinta intervāla sporta slodze ietekmē kognitīvos procesus un afekta stāvokli topošajiem pieaugušajiem. Eksperimentālajā pētījumā piedalījās 22 dalībnieki, kuri tika randomizēt iedalīti augstas intensitātes, sprinta intervāla vai kontroles grupā.

Rezultāti norāda uz to, ka sprinta intervāla slodze izraisa lielākas laktāta koncentrācijas izmaiņas asinīs, salīdzinot ar augstas intensitātes slodzi. Netika novērota sporta slodzes ietekme uz kognitīvajiem procesiem un afekta stāvokli.

Atslēgas vārdi: HIIT, SIT, kognitīvie procesi, afekta stāvoklis, laktāts

SUMMARY

For emerging adults, exercise is often not a priority, both due to time constraints, family and career, high-intensity interval and sprint interval training can be an effective way of training to significantly improve health, while taking little time.

The aim of the study was to compare the effects of high-intensity intervals and sprint intervals on the cognitive process and affective state of emerging adults. In the experimental study, 22 participants were randomized to a high-intensity, sprint-interval, or control group.

The results indicate that sprint interval exercise causes greater changes in plasma lactate concentration, which is the highest in sprint interval group. No effect for either of the exercise groups on cognitive processes and affective state was observed.

Key words: HIIT, SIT, cognitive processes, affective state, lactate

SATURS

SATURS	4
APZĪMĒJUMU SARAKSTS.....	6
IEVADS.....	7
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	9
1.1. Sporta slodze	9
1.1.2. Augstas intensitātes intervāla treniņi (HIIT)	9
1.2 Sprinta intervāla treniņi (SIT)	10
1.3 Sporta slodze un laktāts.....	11
2. Kognitīvie procesi un afekts.....	12
2.1. Motorās spējas.....	13
2.2. Kognitīvie procesi un smadzeņu enerģijas patēriņš	15
2.3. Afekts	15
3. Sporta slodzes ietekme uz kognitīvajiem procesiem un afekta stāvokli	16
3.1. Akūtas sporta slodzes ietekme uz kognitīvajiem procesiem	16
3.2. Akūtas sporta slodzes un kognitīvo procesu mijiedarbības mehānismi	17
3.3. Akūtas sporta slodzes ietekme uz afekta stāvokli	18
3.4. Akūtas sporta slodzes un afekta stāvokļa mijiedarbības mehānismi	19
3.5. Laktāts, smadzeņu enerģijas patēriņš un kognitīvie procesi	20
2. MATERIĀLI UN METODES.....	22
2.1 Pētījuma dalībnieki.....	22
2.2 Pētījuma procedūra.....	22
2.3 Instrumentārijs.....	23
2.3.1 Kognitīvie testi	23
2.3.2. Kodola afekts	24
2.3.2 Laktāta koncentrācijas noteikšana asinīs.....	25
2.3.3. Veloergometrs slodzes veikšanai un sirds frekvences monitorēšana.....	25
2.4 Pētījuma grupas.....	25
2.4.1 Augstas intensitātes intervāla slodze	25

2.4.2 Sprinta intervāla slodze	25
2.4.3 Kontroles grupa	26
2.5 Datu analīze.....	26
3. REZULTĀTI	27
3.1 Dalībnieku raksturojums	27
3.2 Laktāta koncentrācijas izmaiņu analīze.....	27
3.3 Kognitīvo testu rezultātu analīze.....	29
3.3.1 Krāsu reakcijas tests	29
3.3.2 Kāršu šķirošanas tests.....	30
3.3.3. Pirksta uzsitiena tests	31
3.3.4 Ciparu atmiņas tests	32
3.4 Kodola afekts	33
4. DISKUSIJA.....	35
4.1. Ierobežojumi	37
SECINĀJUMI	39
PATEICĪBAS	40
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	41
PIELIKUMI	53

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

Saīsinājums	Atšifrējums latviešu valodā	Atšifrējums angļu valodā
HIIT	<i>augstas intensitātes intervāla slodze</i>	<i>high intensity interval training</i>
SIT	<i>sprinta intervāla slodze</i>	<i>sprint interval training</i>
μL	<i>mikrolitri</i>	<i>microliters</i>
m	<i>metri</i>	<i>meters</i>
kg	<i>kilogrami</i>	<i>kilograms</i>
h/ned	<i>stundas nedēļā</i>	<i>hours in week</i>
h/d	<i>stundas dienā</i>	<i>hours in day</i>
nmol/L	<i>milimoli litrā</i>	<i>millimoles per liter</i>

IEVADS

Sportošana var nozīmīgi uzlabot dzīves kvalitāti un samazināt mazkustīguma dēļ izraisīto sirds asinsvadu, gan arī vēža izraisīto mirstības risku (Marquez et al., 2020; Zhao et al. 2020). Lielāks mazkustīgums ir saistīts ar lielāku risku depresijai, zemāku fizisko aktivitāti un zemāku ar fizisko veselību saistītu dzīves kvalitāti (Saunders et al., 2020). Pašreizējā statistika liecina, ka vairāk nekā puse Latvijas pieaugušo vecumā no 25 līdz 34 gadiem uz darbu dodas ar automašīnu vai strādā attālināti, kā arī tikai 10 līdz 13% nodarbojas ar zemas intensitātes sporta treniņiem un tikai 2 līdz 4% nodarbojas ar augstas intensitātes slodzes treniņiem regulāri (Latvijas veselības uzvedība pieaugušo iedzīvotāju vidū, 2022). Topošie pieaugušie, kas tiek definēti kā pieaugušie vecumā no 18 līdz 30, izglītības un karjeras attīstības dēļ izjūt laika spiedienu, kas samazina fiziskām aktivitātēm atvēlēto laiku (Wood et al., 2017; Hilger-Kolb et al., 2020).

Ir pierādīts, ka intervences, kuru mērķis ir palielināt fizisko aktivitāti pieaugušajiem, ir efektīvas, bet to efektivitāte ir atkarīga no dažādām uzvedības izmaiņām un plānošanas (Howlett et al., 2018). Augstas intensitātes intervāla treniņi, kā arī sprinta intervālu treniņi var būt gan laika ziņā efektīvi, gan izdevīgi sporta slodzes rīki, lai uzlabotu vispārējo veselību un fizisko sagatavotību (Gillen & Gibala, 2014; Metcalfe et al., 2020). Tikko iznākušā pārskata rakstā tika secināts, ka augstas intensitātes intervāla treniņi uzrāda nozīmīgus uzlabojumus sirds asinsvadu un elpošanas sistēmu funkcionēšanā, salīdzinot ar nesportošanu vai vidējas intensitātes treniņiem (Poon et al., 2024). Bet, augstas intensitātes slodzes var izraisīt negatīvu afektu un fizisku nogurumu (Dregney et al., 2023). Tādēļ ir jāņem vērā arī psiholoģiskie faktori, kur pētījumi rāda, ka pozitīvu reakciju izjūta pēc akūtas slodzes var veicināt ilgtermiņa sportošanu (André et al., 2024). Sprotot, kā atšķirīgi slodžu veidi un intensitāte var ietekmēt mūsu fizisko nogurumu un afektīvo stāvokli, var izstrādāt pēc iespējas labākas fizisko aktivitāšu programmas, lai veicinātu ilgtermiņa veselīgu paradumu ieviešanu.

Maģistra darbs apvieno dažādu nozaru pieejas, lai izpētītu kā akūta sporta slodze ietekmē kognitīvās spējas un afektu.

Darba mērķis: izpētīt, kā augstas intensitātes intervāla un sprinta intervāla slodzes ietekmē kognitīvās spējas un afekta stāvokli topošajiem pieaugušajiem.

Darba uzdevumi:

1. Pētījuma eksperimentālā dizaina izstrāde un sporta slodžu protokolu izveide;
2. Novērtēt HIIT un SIT slodzes ietekmi uz laktāta koncentrāciju plazmā;
3. Izpētīt kā HIIT un SIT slodze ietekmē kognitīvos procesus;
4. Izpētīt kā HIIT un SIT slodze ietekmē afekta stāvokli;
5. Salīdzināt eksperimentālās grupas un to rezultātus.

Pētījuma hipotēze un jautājumi:

H1: Kognitīvie procesi uzlabosies pēc akūtas slodzes HIIT grupā, bet neuzlabosies kontroles grupā.

Q1: Kāds ir SIT un HIIT akūtas slodzes efekts uz afekta stāvokli?

Q2: Vai pēc SIT slodzes dalībnieku kognitīvais sniegums būs zemāks?

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Sporta slodze

Par fizisko aktivitāti var saukt jebkuru ķermeņa skeleta muskuļu kustību, kas patērē enerģiju, to var definēt kā "jumta" terminu, un fiziska sporta slodze (*exercise*) ir fiziskās aktivitātes apakštermins (Caspersen et al., 1985). Lai gan literatūrā abi šie termini bieži tiek jaukti, tos noteikti nevar izmantot kā sinonīmus, jo fiziska sporta slodze ir plānota, strukturēta, mērķtiecīga aktivitāte, kurai ir konkrēts mērķis, piemēram, uzlabot kādas spējas, veselību vai sasniegt kādu mērķi, kā arī fiziskai sporta slodzei var būt izteiktākas negatīvās sekas, piemēram, traumas (Dasso, 2018).

1.1.2. Augstas intensitātes intervāla treniņi (HIIT)

Augstas intensitātes intervāla treniņus (HIIT) definē kā sporta slodzes formu, kur tiek veikta īsu, bet intensīvu intervālu, (tipiski sākot no 15 sekundēm līdz vairākām minūtēm), sporta slodze, kam cikliski seko atpūta vai zemākas intensitātes slodzes intervāls, treniņu ilgums ir līdz 30 minūtēm (Ito, 2019; Bhat & Balakrishnan, 2024). Intensitāti HIIT protokolos var mērīt relatīvi- pēc maksimālā sirds ritma, tipiski intensitāte ir ap 80-95% no cilvēka maksimālās sirds frekvences (Ito, 2019). 2023. gada sistemātiskā pārskata un meta-analīzes rakstā apskatīja 97 randomizēti kontrolētus pētījumu rezultātus saistībā ar HIIT un tā ietekmi uz kardiometabolo veselību. Rakstā tika secināts, ka HIIT spēj nozīmīgi uzlabot aerobās spējas (VO₂), samazināt asinsspiedienu, samazināt sirdsritmu miera stāvoklī, kā arī izmainīt ķermeņa kompozīciju, konkrētāk, samazināt ķermeņa masas indeksu, tauku masu un jostasvietas apkārtmēru, tika secināts, ka HIIT arī var uzlabot dažādus insulīna marķierus, kopumā norādot uz HIIT kā efektīvu rīku, lai uzlabotu kardiometabolo veselību (Edwards et al., 2023). HIIT var uzlabot dzīves kvalitāti, fizisko un mentālo veselību, uzrādot līdzīgu efektu kā nepārtraukta vidējas intensitātes aerobā slodze (Griffiths et al., 2024). HIIT priekšrocība ir tā, ka HIIT treniņš var būt tikpat efektīvs kā klasiskais aerobais treniņš, bet prasīt mazāk laika, tādējādi tas ir daudz efektīvāks relatīvi patērētajam laikam (Liqiang et al., 2019).

1.2 Sprinta intervāla treniņi (SIT)

Sprinta intervāla treniņi (SIT) ir sporta slodzes forma, kurai raksturīgi īsi, maksimālas slodzes intervāli, kam seko atpūta. Atšķirībā no HIIT, kur intervāli ir līdz pat 100 sekundēm ilgi, SIT slodzes intervāli būs līdz 30 sekundēm, tādējādi paaugstinot intensitāti un samazinot ilgumu (Weston et al., 2014). Tipiskie SIT protokoli sastāv no sešiem 30 sekunžu sprintiem un pētījumos uzrādās, ka intervences ar šādiem SIT protokoliem var nozīmīgi uzlabot VO₂max (Vollaard et al., 2017). Klasiskie SIT netrenētiem cilvēkiem rada lielu nogurumu, pētījuma dalībnieki SIT subjektīvi uztver kā nogurdinošāku, salīdzinot ar nepārtrauktu zemākas slodzes treniņu, kā arī objektīvie mērījumi SIT slodzes laikā uzrāda augstāku skābekļa patēriņu un zemāku jaudu, kopumā norādot uz to, ka SIT veicina lielāku ķermeņa nogurumu, salīdzinot ar nepārtrauktu zemākas intensitātes slodzi, pat ja padarītais darbs ir vienlīdzīgs (Monroe et al., 2016). Kā alternatīva klasiskajam sprinta intervāla treniņa dizainam tiek piedāvāta slodzes forma, kas sastāvētu no īsākiem sprintiem, kā arī mazāk atkārtojuma reizēm, konkrēti minot divas līdz četras reizes pa 10 līdz 20 sekundēm (Vollaard & Metcalfe, 2017). Tas ietekmētu divus aspektus, treniņa ilgumu un radīto nogurumu. Samazinātos kopējais treniņa laiks, kas ir svarīgi, jo laiks bieži tiek minēts kā barjera fiziskajām aktivitātēm B. Peng et al., (2023), kā arī samazinātos intensitāte, proti, 30 sekunžu ilgu sprintu vietā būtu 10 līdz 20 sekunžu sprinti, kas varētu mazināt slodzes izraisīto nogurumu un tādējādi padarīt sprinta intervāla treniņus pieejamākus vidēji aktīvam cilvēkam (Vollaard & Metcalfe, 2017).

Bet kā ir ar adaptāciju, vai mazāks sprinta atkārtojumu skaits un īsāks to laiks spēj veicināt līdzīgi efektīvu pozitīvo adaptāciju? 2010. gada pētījumā 48 dalībnieki tika iedalīti četrās grupās, viena grupa veica klasisko SIT protokolu, 30 sekunžu sprinti ar četru minūšu atpūtu starp katru sprintu (30:4), otra grupa veica 10 sekunžu sprintus ar četru minūšu atpūtu (10:4), trešā grupa veica 10 sekunžu sprintus ar divu minūšu atpūtu (10:2) un kontroles grupa, kas nesportoja, sākumā tika veikti četri sprinti un pakāpeniski sprintu skaits tika palielināts līdz seši vienā treniņa ietvarā. Divu nedēļu garš trenēšanās periods rezultējās ar to, ka visas trīs treniņu grupas uzrādīja līdzīgu uzlabojumu piecu kilometru distances laikā, VO₂max un vidējā anaerobā jauda uzlabojās gan 30:4 grupā, gan arī 10:4 grupā, bet neuzlabojās 10:2 grupā, savukārt maksimālā anaerobā jauda uzlabojās visās trīs grupās, bet aptuveni uz pusi mazāk (4,2% pret 8,5% un 9,5%). Kopumā šajā pētījumā redzams, ka īsāki sprinti, ar līdzvērtīgu atpūtas laiku un atkārtojumu skaitu var veicināt līdzīgu aerobo un anaerobo adaptāciju (Hazell et al., 2010). Pie līdzīgiem secinājumiem nonāca pētījumā, kur 30 sekunžu sprinti tika salīdzināti ar 15 sekunžu sprintiem un klasisko izturības slodzi 60 minūšu ilgumā, visas trīs grupas līdzīgi uzlaboja aerobo kapacitāti, norādot ne tikai uz to, ka 15 sekunžu sprints var sniegt

līdzvērtīgu adaptāciju 30 sekunžu sprintam, bet arī to, ka tas var būt laika ziņā efektīvs rīks, salīdzinot ar klasisko izturības slodzi (Zelt et al., 2014). Savukārt 2017. gada pētījumā, kur 36 dalībnieki tika iedalīti sešu nedēļu ilgā 20 sekunžu divu atkārtojuma reižu vai 10 sekunžu divu atkārtojumu reižu grupā, rezultātos bija redzams, ka tā grupa, kura veica 20 sekunžu sprintus, uzrādīja nozīmīgi labāku pieaugumu aerobajā kapacitātē, salīdzinot ar 10 sekunžu sprintu grupu (Nalçakan et al., 2018). Nesen iznākusi meta-analīze apkopoja 18 pētījumus par īsu sprinta-intervālu ietekmi uz dažādiem veselības rādītājiem, salīdzinot ar klasisko sprintu un nesportojošu kontroles grupu. Rezultāti norādīja, ka īsi sprinta intervāli var efektīvi uzlabot aerobās anaerobās spējas, salīdzinot ar nesportojošu kontroles grupu, un uzlabot aerobās un anaerobās spējas līdzīgi kā garāki sprinta intervāli (Boullosa et al., 2022).

Kopumā sprinta intervāla treniņi ir efektīvs rīks, lai uzlabotu aerobās un anaerobās spējas. Klasiskie sprinta intervāla protokoli ir efektīvi, bet var radīt nogurumu un, iespējams, nav piemēroti sēdošiem un netrenētiem cilvēkiem. Lai risinātu šo, pētījumos arvien vairāk tiek minēta modificēta sprinta intervāla forma, kura sastāv no mazāk atkārtojumu reizēm un īsāku sprinta laiku. Pētījumi norāda, ka īsāki sprinta intervāli var būt tikpat efektīvi kā klasiskie sprinta intervāli, tādējādi uzsverot to kā potenciālu alternatīvu, kas ļautu ietaupīt laiku un samazināt sporta slodzes intensitāti.

Ir redzams, ka gan HIIT, gan SIT slodzes var tikt pielietotas, lai uzlabotu fiziskās spējas. Katrai no šīm slodzēm ir savas īpatnības, gan ilgumā, gan arī intensitātē, ja HIIT slodzei ir raksturīga augsta slodzes intensitāte, ap 80-95% no maksimālās sirds frekvences, tad SIT slodzei būs raksturīga maksimālā slodze, kas pietuvosies 100% maksimālajai sirds darbības frekvencei. Arī ilgumam ir atšķirība- klasiskā SIT slodze būs līdz 30 sekundēm, bet pētījumos arvien vairāk uzrādās, ka arī līdz 20 sekundēm SIT slodze var būt efektīva. HIIT protokolos būs lielāka darba fāze, pat līdz pāris minūtēm, un tam sekos ilgāka atpūtas fāze. Abas šīs slodzes var salīdzināt ar intensitāti/ilgumu, kur, pieaugot intensitātei, samazinās ilgums un otrādi.

1.3 Sporta slodze un laktāts

Laktāts rodas anaerobajā glikolīzē kad muskuļu šūnām nepieciešamais enerģijas daudzums ir lielāks nekā ir iespējams resintezēt no oksidatīvās fosforilācijas reakcijām, kurās nepieciešams skābeklis. Vēsturiski laktāts tika uzskatīts par apgrūtināšu blakusproduktu fiziskai sporta slodzei, bet mūsdienās pētījumi ir pierādījuši, ka laktāts var kalpot kā ogļhidrātu “krājumu atjaunošanai”, dodot enerģiju šūnām un kalpot kā signālviela (Li et al., 2022). Laktāts kā signālviela var veicināt dažādu neirotrofisko faktoru kā BDNF un VEGF izdalīšanos smadzenēs, kā arī tam var būt loma muskuļu atjaunošanās procesos, piemēram, sarkopēnijas

gadījumā un tauku oksidācijā, ja to apskata aptaukošanās kontekstā (Lee et al., 2023). Skeleta muskuļiem darbojoties, enerģijas patēriņš pieaug, un ar laiku O₂ pieprasījums pārspēj tā piegādes iespējas, sāk dominēt anaerobie vielmaiņas procesi, un tajā brīdī laktāts sāk akumulēties un var tikt izmantots kā enerģijas substrāts. Pie augstas intensitātes slodzes laktāta pieaugums asinīs ir visizteiktākais (Hargreaves & Spriet, 2020). Pētījumā, kur tika apskatītas laktāta izmaiņas pēc dažādas intensitātes akūtām slodzēm tika secināts, ka akūta maksimālās intensitātes slodze visvairāk palielina laktāta koncentrāciju asinīs, salīdzinot ar kontroles grupu un zemākas intensitātes slodzēm. Arī augstas intensitātes slodze nozīmīgi palielina laktāta koncentrāciju asinīs, salīdzinot ar kontroles grupu un mērenas intensitātes slodzi, kopumā ir novērojams, ka laktāta koncentrācija visizteiktāk palielinās pie augstas intensitātes, konkrēti pie maksimālās intensitātes slodzes (Ji et al., 2024). Lai gan maksimālās intensitātes slodze var nozīmīgi palielināt laktāta koncentrāciju, nepieciešams saprast kāds ir optimālais slodzes ilgums. Pētījumā, kur 15 vīriešiem bija jāizpilda trīs 10, 15 un 30 sekunžu sprinti tika apskatīta šo sprintu izpildījuma ietekme uz laktāta koncentrāciju. Tika secināts, ka tieši trīs 10 sekunžu sprinti visnozīmīgāk palielināja laktāta koncentrāciju, pēc tam sekoja 15 sekunžu sprinti un viszemākā laktāta koncentrācija asinīs tika fiksēta 30 sekunžu sprintos, kas liek domāt par to, ka maksimālai slodzei ir jābūt no 10 līdz 15 sekundēm ilgi, ja mērķis ir veicināt laktāta pieaugumu (Langley et al., 2024). Citā rakstā apskatīja augstas intensitātes slodzes efektu uz laktāta koncentrāciju plazmā sēdošiem cilvēkiem, kur tika secināts, ka augstas intensitātes slodze var nozīmīgi palielināt laktāta koncentrāciju (Damayanti et al., 2022). 2023. gada sistemātiskajā pārskatā un meta-regresijas analīzē apskatīja, kāds varētu būt visoptimālākais augstas intensitātes protokols, ja mērķis ir sasniegt vislielāko laktāta koncentrāciju. Salīdzinot slodzes ilgumu, visoptimālākā augstas intensitātes slodze uzrādās 20 līdz 30 sekunžu ilgumā, ja slodze ir īsāka, glikolīzes sistēma netiek pilnībā iedarbināta un laktāts nerasniedz augstāko punktu, ja slodze ir garāka, aerobā sistēma kļūst par galveno enerģijas nodrošināšanas sistēmu, tādējādi laktāts neuzkrājas un tā koncentrācija nepieaug. Ja apskata atpūtas ilgumu, tai ir jābūt ap 80-90 sekundēm, jo šādā laikā var atjaunot lielāko daļu fosfokreatīna, kas ļauj atkārtoto augstas intensitātes slodzi veikt ar pietiekamu atdevi, lai veicinātu laktāta koncentrācijas pieaugumu. Šādus ciklus atkārtojot 8 līdz 9 reizes, kopumā slodzes protokolam ilgstot ap 15 minūtēm var tikt sasniegts augstākā laktāta koncentrācija (Jacob et al., 2023).

2. Kognitīvie procesi un afekts

Kognitīvos procesus var iedalīt vienkāršos un sarežģītākos. Pie vienkāršiem kognitīvajiem procesiem tipiski iekļauj sensoros, motoros un uzmanības procesus, kā piemēram: sensorās sajūtas, uztvere, reakcijas laiks, uzmanība, pirkstu sīkā motorika u.c.

(Harvey, 2019). Pie sarežģītākajiem kognitīvajiem procesiem tipiski tiek pieskaitīta atmiņa, problēmu risināšana, lēmumu pieņemšana, kreativitāte un vadības funkcijas (Knauff & Wolf, 2010). Kognitīvie procesi izmainās dzīves gājumā, visaugstāko līmeni sasniedzot brieduma gados, tad novecojot, vienkāršie kognitīvie procesi samazinās, bet procesi kas ietver iemācītas prasmes un faktuālu informāciju ir ar tendenci noturēties vienlīdzīgā līmenī (Craig & Bialystok, 2006).

Vairāki faktori var būt nozīmīgi kognitīvo procesu dinamikā, piemēram, izglītība. Pētījumi rāda, ka izglītība ir pozitīvi saistīta ar kognitīvajām spējām pieaugušo vecumposmā, kā arī samazinātu demences risku (Lövdén et al., 2020). Mūsu karjeras izvēle var radīt izaicinošāku, sarežģītāku vidi, kas ir saistīta ar augstākām kognitīvajām spējām (Fujishiro et al., 2017; Stebbins et al., 2022). Zems socioekonomiskais stāvoklis ir saistīts ar ātrāku kognitīvo spēju kritumu dzīves vēlākajos gados (Migeot et al., 2022). Augsts finansiālais un kultūras līmenis vēlīnajā dzīves posmā ir saistīts ar labākām kognitīvajām spējām (Peterson et al., 2021). Arī miegs ir svarīgs, jo miega deprivācija mazina neiroloģisko ceļu aktivitāti, kas noved pie kognitīvo procesu pasliktināšanās (Khan & Al-Jahdali, 2023). Miega ilgums jeb tas, cik ilgu laiku cilvēki pavada miegā ik nakti, ļauj nozīmīgi prognozēt kognitīvās spējas pieaugušo vecumposmā, saistot vislabākās kognitīvās spējas ar 7 stundu ilgu miegu (Tai et al., 2022). Cirkadiānais ritms arī var ietekmēt kognitīvos procesus, vislabāko sniegumu uzmanībā un darba atmiņā uzrādot pēcpusdienā, bet vissliktāko sniegumu agrā rītā. Nav skaidrs, kā cirkadiānais ritms ietekmē sarežģītākus kognitīvos procesus, piemēram, kreativitāti (Xu et al., 2021).

Ir redzams, ka kognitīvos procesus nosaka dažādi sociāli un kultūras faktori: finansiālais stāvoklis, izglītība un nodarbošanās. Vērts pieminēt arī ikdienišķākus faktoros kā miega trūkums un cirkadiānais ritms, kas var akūti jeb tūlītēji negatīvi ietekmēt kognitīvos procesus.

2.1. Motorās spējas

Motorās spējas ir nozīmīgas ikdienas dzīvē, jo tās raksturo cilvēka spēju veikt kustību un mijiedarboties ar apkārtējo vidi, tai skaitā citiem cilvēkiem (Bishop, 2014). Motorās spējas iedala divās kategorijās: lielajā un sīkajā motorikā. Lielās motorās spējas ietver iešanu, lekšanu u.c. lielās kustības, kā arī līdzsvaru un koordināciju (Dixon & Hennessy, 2006). Sīkā motorika, savukārt, vairāk ietvers rokas un pirkstus, kas raksturoties spējā precīzi satvert objektus un ar tiem manipulēt, kā arī kontrolēt satvēriena refleksu (Lipkin, 2009). Sīkās motorās spējas var tālāk iedalīt divās: motorā adaptācija, ko raksturo kā spēju iemācīties izmantot kādu priekšmetu, piemēram, karoti ēšanai, savukārt secīgu motoru darbību veikšana, piemēram, kāda mūzikas instrumenta spēlēšana, tiek klasificēta kā motorā sekvence (Walker, 2009).

Motorās spējas mainās dzīves gaitā, ieņemot līdzīgu izmaiņu trajektoriju kā kognitīvās spējas. Tās attīstās no bērnības līdz pieaugušo vecumam, tad atkal pasliktinoties no pieaugušo vecuma līdz vecumdienām, kļūstot līdzīgām kā bērnībā (Leveresen et al., 2012). Motorās spējas ir saistītas ar akadēmiskajiem sasniegumiem skolas vecumposmā, šī saistība ir izteiktāka meitenēm, konkrēti motorās spējas ir saistītas ar labāku valodu un skaitļu uzdevumu sniegumu, kā arī labākām uzmanības prasmēm (Çınar et al., 2023). Intervences, kuru mērķis ir uzlabot bērnu motorās spējas, piemēram fiziskās aktivitātes, veicina vispārējo kognitīvo spēju attīstību, kā arī, uzlabo viņu kardiorespiratoro sagatavotību, veiktību un koordināciju, kas, savukārt, var radīt pozitīvas izmaiņas smadzeņu struktūrās (Peng & Feng, 2022). Fiziskās aktivitātes ir neatņemama sastāvdaļa, lai veiksmīgi ilgtermiņā attīstītu un uzlabotu bērnu motorās spējas, lielāko uzlabojumu var novērot tieši lielajām motorajām spējām, bet arī sīkā motorika nozīmīgi uzlabojas (Dapp et al., 2021). Pieaugušo vecumā motorās spējas ir visaugstākajā līmenī Leversen et al., (2012), bet kā ir ar jaunu spēju apgūšanu?

2020. gada pētījumā trīs vecumgrupām lika mācīties mest šautriņas. Pirmajā grupā bija bērni 10 gadu vecumā, otrajā grupā bija dalībnieki, kam ir 18 gadi un trešajā grupā bija pieaugušie vecumā no 34 līdz 45 gadiem, visiem dalībniekiem bija vienlīdzīgs bāzes līmenis šautriņu mešanā. Divu dienu laikā katram dalībniekam bija jāmet šautriņas 200 reizes. Pētījuma autori secināja, ka visas trīs grupas apguva šo motoro prasmi līdzīgā ātrumā. Tas ieskicē to, ka pieaugušo vecumā apgūt jaunas motorās prasmes ir tikpat efektīvi kā bērnībā, kas norāda uz motoro prasmju nozīmīgu apgūšanu dzīves garumā (Solum et al., 2020).

Novecojot, motorās spējas pasliktinās, kas iet roku rokā ar citu kognitīvo procesu pasliktināšanos (Van Der Willik et al., 2020). 2022. gada meta-analīzes rakstā tika apskatīts, kā izmaiņas centrālajā nervu sistēmā ir saistītas ar pasliktinātām motorajām spējām. No neirofizioloģijas skatpunkta, novecojot, motoro spēju pasliktināšanās tiek saistīta ar izmainītu smadzeņu aktivitāti gan motorajās smadzeņu daļās, gan arī pakauša temporālajā garozā. Izmaiņas smadzeņu aktivitātē lielākoties ir atkarīgas no konkrētā motorā uzdevuma specifikas un iesaistītajām ķermeņa daļām. Rakstā tiek minēts arī tas, ka gados vecākiem pieaugušajiem motorie uzdevumi izmanto plašāku centrālo nervu sistēmas iesaisti, lielāku aktivitāti novērojot smadzeņu daļās, kas atbild par vizuālo informācijas apstrādi, kas, iespējams, kalpo kā kompensācijas mehānisms (Zapparoli et al., 2022). Paliekot vecākiem, motorās spējas pasliktinās ne tikai centrālās nervu sistēmas līmenī, bet arī motoro nervu līmenī. Tiek novērots, ka motorie neironi samazina savu darbības potenciāla biežumu un ātrumu, tādā veidā mazinot spēku, ko muskulis var attīstīt konkrētā laika posmā, tādējādi pasliktinot vispārējās motorās spējas (Da Rosa Orssatto et al., 2022; Da Rosa Orssatto et al., 2023).

2.2. Kognitīvie procesi un smadzeņu enerģijas patēriņš

Smadzenes patērē daudz enerģijas, ap 20% no ķermeņa kopējā enerģijas patēriņa, kaut arī sastāda tikai 2% no kopējās ķermeņa masas (Padamsey & Rochefort, 2023). Tipiski smadzenes enerģiju iegūst no glikozes, kur skābekļa pieejamību oksidācijai kontrolē neirovaskulārie mehānismi, kas nodrošina stabilu skābekļa piegādi (Watts et al., 2018). Kognitīvi izaicinoši uzdevumi var palielināt skābekļa nepieciešamību, tādējādi pieprasot lielāku aktivitāti no mitohondrijiem (Morella et al., 2022). Akūtas slodzes laikā smadzeņu enerģijas patēriņš kļūst dinamiskāks, piemēram, neironi var sākt izmantot arī glikolīzi kā enerģijas avotu, kas tiek veikta bez skābekļa klātbūtnes (Yellen, 2018). Kukaiņiem ir izpētīts, ka tādi procesi kā iemācīšanās un atmiņa rada lielu enerģijas patēriņu smadzenēs, ja ķermenis ir liela enerģētiskā stresa situācijā, tas var veicināt šo procesu pasliktināšanos (Jaumann et al., 2013). Vēl var minēt, ka smadzeņu informācijas apstrāde var patērēt līdz pat 35 reizēm mazāk enerģijas kā smadzeņu komunikācija ar pārējo ķermeni (Levy & Calvert, 2021). Redzot, ka kognitīvie procesi var patērēt daudz enerģijas, ir svarīgi saprast kā ilgstoši augsta aktivitāte, piemēram, sports, kas patērē enerģiju, var novest pie kognitīvo procesu pasliktināšanās.

2.3. Afekts

Afekts ir sajūtu apzīmējums, kas tiek izmantots, lai raksturotu dažādas emociju un garstāvokļa izpausmes. Afektiem ir raksturīga gan negatīva, gan arī pozitīva valence jeb šīs sajūtas var iedalīt gan pozitīvās, gan arī negatīvās. Afektam var būt dažāda intensitāte un ilgums. Afektam ir nozīmīga loma gan sociālos, gan arī kognitīvos un fizioloģiskos procesos (Abrams et al., 2013). 2009. gada rakstā tiek minētas vairākas afekta mērīšanas metodes. Viens veids ir izmantojot fizioloģiskas mērīšanas metodes, kā piemēram, ādas elektrisko aktivitāti, kas atspoguļo autonomās nervu sistēmas funkcionēšanu. Šī metode spēj labāk atspoguļot afekta intensitāti, bet nevar noteikt valenci. Otra metode ir mērot cilvēka reakciju uz stimulu, piemēram, acu mirkšķināšana, kas var norādīt uz iespējamo valenci. Vēl afekta stāvokli var mērīt, izmantojot smadzeņu izpētes metodes, bet šīs metodes prasa daudz resursu, kā arī afekta stāvokli var izraisīt aktivitāti dažādos smadzeņu reģionos, kas var apgrūtināt mērījuma precizitāti. Uzvedības novērošana, piemēram, balss analizēšana, sejas izteiksmes analizēšana, var norādīt uz afekta stāvokli, bet šie mērījumi varētu nebūt tik precīzi. Vēl viens veids kā mērīt afektu ir ar subjektīvām metodēm, kur dalībnieki aizpilda kādu aptauju vai kā citādi ziņo par pašlaik izjustajām emocijām un garstāvokli. Šīs metodes ir lētas, ātras un ērtas, kā arī vislabāk var izmērīt tieši pašlaik izjusto dalībnieka afektu, trūkums šīm metodēm ir tāds, ka tās ir subjektīvas, kā arī nereti cilvēkiem ir grūtības nedefinēt, kā viņi pašlaik jūtas (Mauss & Robinson, 2009).

3. Sporta slodzes ietekme uz kognitīvajiem procesiem un afekta stāvokli

3.1. Akūtas sporta slodzes ietekme uz kognitīvajiem procesiem

Iepriekš tika secināts, ka augstas intensitātes treniņi var būt efektīva alternatīva klasiskajiem kardiotoriņiem, jo tie aizņem mazāku laiku, bet ir svarīgi saprast, kā šādi treniņi var ietekmēt kognitīvās spējas. 2020. gada meta-analīzē sintezēja pētījumus, kas apskata augstas intensitātes intervāla treniņus jeb HIIT slodzes ietekmi uz kognitīvajiem procesiem, konkrētāk, vadības funkcijām vairākās vecuma grupās. Raksta autori secināja, ka HIIT var uzlabot inhibīciju jeb spēju kavēt impulsus bērniem un pusaudžiem, kā arī ilgtermiņa HIIT var uzlabot darba atmiņu, minot to, ka pietrūkst kvalitatīvu pētījumu topošajiem pieaugušajiem un gados vecākiem pieaugušiem (Hsieh et al., 2020). Savukārt, cita meta-analīze, kas apskatīja HIIT akūtu ietekmi uz vadības funkcijām atklāja mazu, bet pozitīvu efektu, kas norādīja uz to, ka akūta HIIT slodze var uzlabot vadības funkcijas, salīdzinot ar kontroles grupu, kas neveica nekādu slodzi. Taču, salīdzinot HIIT ar zemas līdz vidējas intensitātes sporta slodzes grupu, šis pozitīvais efekts izzuda un kļuva statistiski nenozīmīgs, kas norāda uz to, ka zema un vidēja aerobā slodze var būt tikpat efektīva, cik augstas intensitātes slodze (Moreau & Chou, 2019). Pētījumi par motorajām spējām pēc HIIT slodzes ir maz un uzrāda dažādus rezultātus. Pētījumā, kur dalībniekiem bija uzdevums apgūt klavieru spēlēšanu tika secināts, ka HIIT slodze neuzlabo klavieru spēlēšanas motoro spēju apguvi (Swarbrick et al., 2020). Tikmēr citā pētījumā motoro spēju apguve uzlabojās pēc akūtas HIIT slodzes (Thomas et al., 2016). Gados vecākos pieaugušajos tika novērots, ka HIIT uzlaboja motoro spēju apgūšanu (Taylor et al., 2024). Apskatot reakcijas laiku, pētījumi uzrāda, ka akūta augstas intensitātes slodze var uzlabot jeb samazināt reakcijas laiku Krāsu reakcijas testā (Chang et al., 2019; Bahdur et al., 2019; Ballester-Ferrer et al., 2022).

Akūta sprinta intervāla slodze jeb SIT uzrāda uzlabojumus reakcijas laikā, uzmanībā un vadības funkcijās, gan jāpiemin, ka pētījumos ir mazas izlases, kas limitē pētījumu vispārināšanu (Kujach et al., 2020; Herold et al., 2022; Kong et al., 2022; Lei et al., 2022). Akūta SIT slodze pusaudžiem uzrāda uzlabojumus vadības funkcijās, bet ne atmiņā (Cooper et al., 2016). Pētījums, kur tika apskatīts, kā SIT slodze ietekmē sniegumu kognitīvajos testos un videospēlēs, tika secināts, ka SIT slodze var uzlabot sniegumu konkrētās videospēles uzdevumā un lielāku precizitāti kognitīvajos testos, bet testēšana tika veikta 30 minūtes pēc slodzes (Manci et al., 2024).

Pētījumi kopumā norāda, ka augstas intensitātes sporta slodzes var uzlabot sniegumu kognitīvajos testos- redzami uzlabojumi atmiņā, reakcijas laikā un uzmanībā, kā arī vadības

funkcijās. Bet, salīdzinot HIIT ar vidējas intensitātes slodzi, netiek novērotas atšķirības. Par sprinta efektu uz kognitīvajām spējām ir grūti atrast spēcīgus secinājumus, jo ir maz pētījumu, tajos dominē vīriešu dzimuma pārstāvji, kā arī, rakstīšanas brīdī, darba autors nespēja atrast nevienu meta-analīzi, kas apskatītu akūtu SIT efektu uz kognitīvajām spējām. Lai gan HIIT un SIT varētu būt efektīvi rīki kognitīvo spēju uzlabojumam, nav viennozīmīgu pierādījumu, ka tie būtu efektīvāki kā cita veida slodzes.

3.2. Akūtas sporta slodzes un kognitīvo procesu mijiedarbības mehānismi

Kateholamīnu teorija skaidro akūtas sporta slodzes ietekmi uz kognitīvajiem procesiem caur neiromodulātoriem. Pēc akūtas sporta slodzes no smadzenēm izdalās noradrenālīns un dopamīns, kas var uzlabot kognitīvās spējas (McMorris et al., 2016). Rakstā argumentē, ka, ja vidējas intensitātes slodzē perifēri izdalās noradrenālīns un dopamīns, kas norāda par noradrenālīna un dopamīna izdalīšanos arī smadzenēs, un ir redzams kognitīvo spēju uzlabojums, tad augstas intensitātes slodzei vajadzētu veicināt vēl lielāku šo kateholamīnu izdalīšanos, tādējādi radot lielāku pozitīvo efektu uz kognitīvajiem procesiem. Bet ķermeņa fizioloģiskais stress varētu būt kavējošais faktors. Pētījumi ar cilvēkiem uzrāda, ka pēc augstas intensitātes slodzes, asins plazmā un siekalās palielinās kortizola līmenis, kas ietekmē kateholamīnu izdalīšanos, tādējādi kavējot kognitīvos procesus (McMorris et al., 2016).

Interocepcijas modelis, ko piedāvāja McMorris (2021), apskata kādēļ kognitīvie procesi pēc slodzes var gan uzlaboties, gan arī pasliktināties. Interocepciju šajā modelī var definēt kā iekšējo signālu informācijas uztveršanu, kas palīdz mums pieņemt lēmumu. Rakstā tiek minēts, ka pēc vidējas intensitātes sporta slodzes kopumā kognitīvo procesu sniegums uzlabosies, bet šis nav tik viennozīmīgi, ja apskata augstas intensitātes slodzi. Ierobežojumi kateholamīnu teorijai rodas tajā brīdī, kad ir redzami uzlabojumi kognitīvajās spējās pēc augstas intensitātes slodzes, kas ir pretrunā ar iepriekš minēto stresa un kateholamīnu mijiedarbību. Interocepcijas modelis varētu palīdzēt izskaidrot šo pretrunu. Šis modelis paredz to, ka augstas intensitātes slodzes efekts uz kognitīvajām spējām ir atkarīgs arī no uztvertās piepūles. Interocepcijas modelis paredz, ka atpūtas stāvoklī vai zemas intensitātes slodzē, kateholamīnu mērena izdalīšanās būs kā kavējošs faktors ierosai, tādējādi kognitīvie procesi varētu būt pasliktināti, bet ja cilvēks ir tendēts uz sniegumu jeb ir augsti motivēts, tas var būt kā pietiekams stimuls, lai izdalītos dopamīns un norepinefrīns, kas veicinātu ierosu un kognitīvie procesi uzlabotos. Vidējas intensitātes slodze būs optimāla, lai veicinātu dopamīna un norepinefrīna izdalīšanos, tādējādi kognitīvās spējas uzlabosies, savukārt, augstas intensitātes slodzē kateholamīnu teorija paredz kognitīvo spēju pasliktināšanos. Bet interocepcijas modelis ievieš potenciālu skaidrojumu, kādēļ šie kognitīvie procesi varētu nepasliktināties un pat uzlaboties.

Interoceptīvais modelis ietver sevī daudzus faktorus, kas palīdz pieņemt lēmumu par labu vai sliktu kognitīvo procesu uzlabojumam. Atkarībā no uztvertās piepūles, tālāk tiks minēti faktori, kam ir nozīmīga loma uztvertās piepūles veidošanā. Mūsu motivācija veikt konkrēto sporta slodzi, iepriekšējā pieredze līdzīgā slodzē, kā arī mūsu fiziskā sagatavotība var tikt raksturoti kā psiholoģiskie faktori. Vēl var minēt fizioloģiskos faktorus, piemēram, muskuļu un šķiedru spēja nodot informāciju centrālajai nervu sistēmai, lai aktivizētu nepieciešamās smadzeņu daļas optimālam sniegunam. Kognitīvie faktori ietvers sevī to, kā mēs uztveram konkrēto uzdevumu, vai mums tas ir nozīmīgs un jēgpilns un vai tā izpildīšana ir tā vērtā, kā arī cik prasīgs ir uzdevums, vai mums tam pietiek resursu. Kopā šie psiholoģiskie, kognitīvie un fizioloģiskie faktori veido mūsu priekšstatu par konkrēto augstas intensitātes slodzi un uztverto piepūli, tādējādi regulējot mūsu sniegunu kognitīvajos uzdevumos pēc šīs slodzes. Ja mūsu pieejamie resursi ir pietiekami, konkrētais uzdevums tiek uztverts kā izpildāms un nozīmīgs, kā arī mūsu motivācija ir augsta, nepieciešamā piepūle būs zemāka kā pieejamie resursi, kataholamīni izdalīsies optimālā līmenī un pat pēc augstas intensitātes slodzes, kognitīvās spējas uzlabosies. Ja pieejamie resursi nav pietiekami, motivācija ir zema un uzdevums tiek uztverts kā mazsvarīgs, nepieciešamā piepūle būs lielāka kā pieejamie resursi, kataholamīni neizdalīsies pietiekami, un kognitīvās spējas pasliktināsies (McMorris, 2021).

3.3. Akūtas sporta slodzes ietekme uz afekta stāvokli

Ir svarīgi saprast, kā augstas intensitātes sporta slodze var ietekmēt afekta stāvokli, jo, lai gan pētījumi rāda, ka augstas intensitātes sporta slodze var būt efektīva fizioloģiskiem rādītājiem, psiholoģiskais stāvoklis arī ir jāņem vērā, lai radītu kopīgu priekšstatu par augstas intensitātes slodzēm. Pētījumi rāda, ka iekšējā motivācija, psiholoģiskās vajadzības un uztvertā pašefektivitāte var būt saistīta ar pieturēšanos pie fiziskās slodzes (Eynon et al., 2019). Pētījums, kur 28 sēdošiem vīriešiem tika mērīts afekts gan slodzes laikā, gan arī pēc tās, secināja, ka akūta HIIT slodze var radīt negatīvas emocijas pēc slodzes un arī slodzes laikā (Saaniyoki et al., 2015). Pie līdzīgiem secinājumiem nonāca pētījumā, kur salīdzināja HIIT slodzi ar vidējas intensitātes slodzi, kur HIIT grupa ziņoja par zemāku afektu un lielāku fizisko nogurumu, salīdzinot ar vidējas intensitātes grupu, bet nebija izmaiņas tajā, cik ļoti izbaudīja sporta slodzes (Dregney et al., 2023). 2018. gada rakstā nonāca pie pretējiem secinājumiem, kur HIIT slodze izraisīja pozitīvu afektu un augstāku pašefektivitāti jaunākiem dalībniekiem, kuri pozitīvu afektu uzrādīja arī pie augstas intensitātes nepārtrauktas slodzes, savukārt gados vecāki dalībnieki uzrādīja pozitīvāku afektu un pašefektivitāti vidējas intensitātes nepārtrauktai slodzei, norādot uz to, ka vecumgrupa var būt nozīmīgs faktors, kas jāņem vērā, lai labāk izprastu, kāda ir afektīvā reakcija augstas intensitātes slodzēm (Poon et al., 2018). Meta-analīze,

kur tika apskatīts HIIT pret vidējas intensitātes nepārtrauktu slodzi un afektu, neuzrādīja nozīmīgu atšķirību afektīvajās reakcijās sporta slodzes laikā, bet tika atklātas atšķirības pēc slodzēm, kur vidējas intensitātes nepārtraukta slodze uzrādīja pozitīvāku afektīvo reakciju, salīdzinot ar HIIT, lai gan HIIT slodze tika uztverta kā izbaudāmāka (De Oliveira Tavares et al., 2021). Sistemātiskā pārskatā un meta-analīze, kurā apskatīja akūta sprinta intervāla slodzes afektīvo reakciju, secināja, ka SIT slodze, salīdzinot ar vidējas intensitātes slodzi, rada negatīvāku afektu uzreiz pēc slodzes, līdzīgu efektu slodzes laikā, bet SIT slodze tika vērtēta kā tikpat izbaudāma kā vidējas intensitātes slodze (M. Hu et al., 2022). Citā pārskata un meta-analīzes rakstā apskatīja, kā izmainās afektīvā reakcija relatīvi sprintu ilgumam un atkārtojuma reizēm. Garāki sprinti, gan 30 sekunžu, gan arī 15 līdz 20 sekunžu, uzrādīja negatīvāku efektu nekā 5 līdz 6 sekunžu, un 30 sekunžu sprinti uzrādīja negatīvāku efektu, salīdzinot ar 15 līdz 20 sekunžu, kas liecina, ka sprinta ilgumam ir nozīme, ja apskata afektīvo reakciju. Savienojot ilgumu ar reizēm, tika secināts, ka divas atkārtojumu reizes pa 15 līdz 20 sekundēm vai arī vairāk atkārtojumu reizes, bet ar 5 līdz 6 sekunžu ilgumu var radīt pozitīvu afektu (Metcalf et al., 2022).

Apskatot kā augstas intensitātes sporta slodzes ietekmē afekta stāvokli, ir tendence, ka dominējošais afekts pēc akūtas augstas intensitātes ir negatīvs, gan HIIT, gan arī SIT slodzes gadījumā. Tas, visticamāk, ir saistīts ar slodzes intensitāti, jo pētījumi uzrāda to, ka palielinot sprinta ilgumu un atkārtojumu reizes, afekts kļūst negatīvāks, kā arī vienā konkrētā pētījumā vecumgrupa uzrādījās kā nozīmīgs faktors. Kopumā var secināt, ka HIIT un SIT slodzes var izraisīt negatīvu afektu, bet pie īsākas slodzes ilguma un intensitātes afekts var būt arī pozitīvs. Nepieciešams saprast, kāda varētu būt optimālā slodzes intensitāte un ilgums, ja mērķis ir veicināt pozitīvu afektīvo reakciju.

3.4. Akūtas sporta slodzes un afekta stāvokļa mijiedarbības mehānismi

Viens skaidrojums, kā dažādu intensitāšu sporta slodze ietekmē afektu ir dualā-režīma teorija Ekkekakis & Brand (2019), kur intensitāte tiek iedalīta vidējā, augstā un maksimālajā. Vidēja intensitātes slodzē pieprasītais skābekļa daudzums nepārsniedz pieejamo, tādējādi neuzkrājot oglekļa dioksīdu un nodrošinot to, ka fizioloģiskie parametri (sirds ritms, laktāta koncentrācija u.c.) noturas vienmērīgā līmenī, un tas veicina homeostāzes uzturēšanu. Šajā slodzes intensitātē visbiežāk tiks piedzīvots pozitīvs afekta stāvoklis. Augstas intensitātes slodzē pieprasītais skābekļa daudzums būs lielāks par pieejamo, un vienmērīgu līmeni noturēt nebūs iespējams, tādējādi tiks iedarbināta stresa reakcijas sistēma. Reakcijas uz šo slodzi ir dažādas un nereti atkarīgas no konkrētā cilvēka fiziskās sagatavotības, būs cilvēki kas piedzīvos negatīvu afektu augstas slodzes iespaidā, bet būs arī cilvēki, kas ziņos par pozitīvu afektu pēc

augstas intensitātes slodzes. Pēdējā kategorija jeb maksimālā slodze tiek raksturota kā visu resursu izsmelšana, kur dominējošais afekts būs negatīvs (Ekkekakis & Brand, 2019).

Lai gan konkrētajā rakstā tika apskatīta sporta slodžu intensitāte un afekta stāvoklis, šai teorijai var vilkt paralēles ar sporta slodzes efektu uz kognitīvajiem procesiem. Zinot to, ka kognitīvie procesi ir enerģiju prasīgi, kā arī to, ka smadzenes patērē daudz enerģijas relatīvi savam izmēram, var spekulēt, ka augstas intensitātes slodze var patērēt tik daudz enerģiju, ka kognitīvo procesu pildīšanas laikā smadzenes nespēj iegūt pieprasīto enerģiju, un tādējādi kognitīvās spējas pasliktinās. Bet, tai pat laikā, augsta slodze veicina gan pozitīvu, gan arī negatīvu afektu, kas varētu būt atkarīgs no cilvēka fiziskās sagatavotības vai citiem faktoriem.

3.5. Laktāts, smadzeņu enerģijas patēriņš un kognitīvie procesi

Saprotot, ka laktāts var kalpot kā enerģijas avots, ir svarīgi apskatīt kāda ir laktāta loma smadzeņu enerģijas patēriņā un to, kā tas ietekmē kognitīvās spējas. Atpūtas laikā laktāta izmantošana sastāda ap 2% no smadzeņu enerģētiskā metabolisma, bet slodzes laikā laktāta metabolisms var palielināties līdz pat 3,5 reizēm, sastādot ap 10% no smadzeņu enerģijas patēriņa (Overgaard et al., 2012). Citā pētījumā secināja, ka laktāta metabolisms var palielināties līdz pat 10 reizēm (Dalsgaard et al., 2004). Laktāts slodzes laikā var pildīt divas galvenās funkcijas saistībā ar smadzenēm. Pirmkārt, kalpot kā enerģijas avots, kur neironiem aktivizējoties, laktāts ir nepieciešams, lai nodrošinātu paaugstinātu enerģijas pieprasījumu gan neironos, gan arī astrocītos (Magistretti & Allaman, 2015; Riske et al., 2016; Dembitskaya et al., 2022; Xue et al., 2022; Cai et al., 2022). Šie pētījumi rāda, ka sportojot no smadzeņu pre-sinaptiskajiem neironiem izdalās glutamāts, kas veicina neironu aktivizāciju, tas, savukārt, paaugstina astrocītu enerģijas pieprasījumu. Lai kompensētu šo paaugstināto pieprasījumu, glikolīzes procesā tiek veidots laktāts. Skeleta muskuļos arī veidojas laktāts, līdzīga paaugstinātā enerģijas pieprasījuma dēļ. Laktātam nonākot asinsritē, tas var tikt transportēts no muskuļiem uz smadzenēm, tādējādi piegādājot smadzenēm nepieciešamo enerģijas substrāta daudzumu, kopā atspoguļojot gan centrālo, gan arī perifēro, veidu kā laktāts pilda smadzeņu enerģijas apgādes funkciju (Xue et al., 2022). Otrkārt, laktāts kalpo kā signālviela smadzeņu plasticitātei, angiogēnēzei jeb jaunu asinsvadu attīstībai un neironu savstarpējai komunikācijai, kas varētu kalpot kā mehānisms laktāta un kognitīvo procesu mijiedarbībai (Xue et al., 2022; Cai et al., 2022).

Pētījums rāda, ka laktāts var mediēt slodzes un kognitīvo procesu efektu, proti, fiziska sporta slodze uzlabo kognitīvos procesus, un laktāts var kalpot kā mediators šai ietekmei (R. Li et al., 2024). Cits pētījums pelēs apskatīja, kā laktāts ietekmē atmiņu un neuroģenēzi caur laktāta

palielināšanos asinīs sporta slodzes ietekmē un/vai orālu laktāta uzņemšanu. Tika secināts, ka laktāts caur fizisku sporta slodzi var veicināt neuroģenēzi, laktāta orāla uzņemšana papildus sporta slodzei neizraisīja papildus uzlabojumus, un orāla laktāta uzņemšana bez slodzes uzrādīja līdzīgu neuroģenēzes līmeni sporta slodzei. Pārbaudot ietekmi uz atmiņu, rezultāti norādīja, ka sporta slodze kopā ar laktāta uzņemšanu var uzlabot atmiņu, kopumā rezultāti no šī pētījuma norāda uz to, ka laktāts caur slodzi, gan arī papildus uzņemts var veicināt pozitīvas izmaiņas smadzenēs un uzlabot kognitīvos procesus (Hwang et al., 2023). Pie līdzīgiem secinājumiem nonāk Hayek et al. (2019) pētījums, kur laktāts kalpo kā signālviela neurotrofiskajiem faktoriem, un augstāks šo neurotrofisko faktoru līmenis tiek saistīts ar labāku atmiņu un iemācīšanos pelēm.

Kopumā pētījumi uzrāda, ka laktātam ir nozīmīga loma smadzeņu metabolismā, tas apgādā smadzenes ar nepieciešamo enerģiju augstas neironu aktivitātes laikā. Laktāts arī kalpo kā signālviela, kur tas veicina dažādu neurotrofisku faktoru izdalīšanu, kas veicina neuroplasticitāti un neuroģenēzi. Lai gan ir pētījumi, kas apskata laktāta ietekmi uz kognitīvajiem procesiem, tādu pētījumu nav daudz, un daļa no tiem ir veikta ar pelēm. Kopā ņemot, laktāts piedalās dažādos smadzeņu enerģijas procesos un signalizē pozitīvas izmaiņas smadzenēs.

2. MATERIĀLI UN METODEDES

2.1 Pētījuma dalībnieki

Pētījumā kopumā piedalījās 22 cilvēki, no kuriem 11 (50%) bija sievietes un 11 (50%) vīrieši. Dalībnieku vidējais vecums ($M= 25,23$, $SD=2,79$) gadi. Dalībnieki tika uzrunāti caur sociālajiem tīkliem un tika aicināti studenti.

Pētījuma dalībnieku iekļaušanas kritēriji:

- vecumā no 20-30 gadiem;
- nav regulāri aktīvi sportisti (sporto ne vairāk kā 2x nedēļā);
- nav hronisku vai akūtu veselības problēmu.

Pētījuma dalībnieku izslēgšanas kritēriji:

- cilvēki, kas norāda, ka nevar vai nav rekomendēts veikt fizisku sporta slodzi veselības vai citu apsvērumu dēļ;
- smēķētāji;
- cilvēki ar locītavu sāpēm.

2.2 Pētījuma procedūra

Eksperimentālā pētījuma norises vieta bija Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Sporta fizioloģijas laboratorija, kur periodā no 2024. gada marta līdz maijam notika datu ievākšana. Dalībnieku mērījumu rezultāti tika ievākti laika intervālā no 9:00 līdz 14:00, pirmajā dienas pusē, pēc iespējas cenšoties mazināt cirkadiānā ritma ietekmi (Klerman et al., 2022). Dalībniekiem piesakoties pētījumam, tika nodota informācija, ka nedrīkst ēst vismaz 2h pirms pētījuma sākuma. Dalībniekiem ierodoties uz pētījuma vietu, tika parakstīta informētā piekrišana un izstāstīta pētījuma gaita, pēc tam dalībnieki tika randomizēti iekļauti vienā no trīs eksperimentālajām grupām, izmantojot bloku randomizācijas metodi.

Tālāk dalībnieki uz portatīvā datora pildīja kognitīvos testus www.explo.ro.lv platformā. Pēc testu izpildes tika paņemti 20 μ L kapilārās asinis laktāta koncentrācijas noteikšanai. Tad dalībnieki veica iedalītās grupas uzdevumu, pēc kā atkal tika paņemti 20 μ L asinis. Pēc asins parauga paņemšanas dalībnieki izpildīja tos pašus kognitīvos testus otro un pēdējo reizi, pabeidzot eksperimenta procedūru. Eksperiments kopumā vienam dalībniekam aizņēma ap

pusotru līdz divām stundām. Pētījums tika apstiprināts Latvijas Universitātes Dzīvības un Medicīnas zinātņu pētījumu ētikas komitejā, atzinuma Nr. 71-35/2.

2.3 Instrumentārijs

2.3.1 Kognitīvie testi

Pirksta uzsitiena tests (*Finger Tapping Test*), kas ir balstīts uz Reitan (1969) paradigmu. Tests ir datorizēts, radot iespēju to administrēt ar datora palīdzību (Vanags, Ekmanis, 2018). Tests paredz, ka pēc iespējas īsākā laikā ar dominējošās rokas rādītājpirkstu nepieciešams veikt uzsitienu pa klaviatūras atstarpes taustiņu. Tam seko piegājieni ar nedominējošās rokas rādītājpirkstu. Uzsitieni ar katras rokas rādītājpirkstu jāveic 10 sekunžu intervālā 3 piegājienos. Pirms testa ir dots izmēģinājuma piegājieni.

Ciparu atmiņas tests (*Digit Span Test*) balstās uz Terman, L.M. (1916) paradigmu un ir veidots kā digitāls tests (Vanags, Ekmanis, 2018). Uz ekrāna tiek rādītas dažāda garuma ciparu virknes, kuras nepieciešams iegaumēt un pēc tam tiek prasīts ievadīt redzēto ciparu virkni. Ciparu virknei pieaugot, tests paliek sarežģītāks. Tests tiek apturēts, ja tiek pieļauts konkrēts kļūdu skaits. Testa otrā daļa paredz to, ka cipari jāievada apgrieztā secībā. Pirms testa ir pieejams izmēģinājums.

Krāsu reakcijas tests (*Stroop Test*) veidots digitalizējot Stroop (1935) papīra versiju (Vanags, Ekmanis, 2018). Testam kopumā ir trīs daļas jeb posmi. Pirmā daļa sastāv no uzdevuma, kur pēc iespējas ātrāk nepieciešams nospiegt atstarpes taustiņu, reaģējot uz jebkādu vārdu kāds parādās uz ekrāna. Otrā daļa paredz, ka tiek reaģēts uzreiz, nospiežot atstarpes taustiņu, kā uz ekrāna parādās vārds, kurš saskan ar vārda krāsu, piemēram, vārds “zaļš” rakstīts zaļā krāsā. Ja vārda uzrakstītā krāsa nesakrīt ar vārda krāsu, nav jāreaģē. Testa trešajā daļā taustiņš jānospiež brīdī, kad vārda krāsa nesakrīt ar rakstīto krāsu, piemēram vārds “zils” rakstīts sarkanā krāsā. Ja vārda krāsa sakrīt ar rakstīto, taustiņš nav jāspiež. Pirms katras testa daļas ir izmēģinājums.

Kāršu šķirošanas tests (*Card sorting test*) datorizēts balstoties uz Berg, E. (1948) papīra versiju (Vanags, Ekmanis, 2018). Testā ir redzamas četras kāršu kavās, kur katrā kavā ir sava figūra un figūru krāsa. Testa laikā nepieciešams grupēt redzamo kārti vienā no kavām, atbilstoši krāsas, figūras vai skaita kombinācijai. Testa laikā mainās nosacījumi pēc kā grupēt kārtis un dalībniekam nepieciešams ātri adaptēties jaunajiem nosacījumiem, jo nosacījumu maiņa nav zināma.

Kognitīvajiem testiem tika analizēti attiecīgie mērījumu rezultāti:

- krāsu reakcijas testam tika salīdzināts “korekto atbilžu vidējais reakcijas laiks” visos trīs testa posmos;
- kāršu šķirošanas testam tika salīdzināts “pareizo atbilžu skaits” un “pabeigto kategoriju skaits”;
- pirksta uzsītiena testam tika salīdzināts visu trīs posmu vidējais rezultāts abām rokām “nospiedienu skaitā” un “noguruma koeficientā”;
- ciparu atmiņas testā tika salīdzināts “pareizo atbilžu skaits” gan turp virzienā, kur ciparus vajadzēja rakstīt tādā secībā kā tie ir rakstīti, un arī apgrieztajā virzienā, kur tos vajadzēja rakstīt apgrieztā secībā.

2.3.2. Kodola afekts

Kodola afekts tika mērīts ar Zviedru kodola afekta skalu (*Swedish Core Affect Scale*) Västfjäll et al., (2002), Latvijā adaptējis (Vanags & Raščevska, 2015). Skala sastāv no 12 jautājumiem, kur jautāts par to, kā dalībnieks jūtas konkrētajā brīdī 0-8 punktu Likerta skalā, piemēram, “Pesimistisks – Optimistisks” skalā no 0-8. Skalas jautājumi pēc tam veido 4 apakškategorijas, kuru katru sastāda 3 jautājumi:

1. Valence, kas tiek vērtēta (pozitīva/negatīva), adaptācijas Kronbaha alfa=0,87, augstāks rezultāts liecina par pozitīvāku valenci;
2. Enerģiskums, kas tiek vērtēta (aktivizācija/deaktivizācija), adaptācijas Kronbaha alfa=0,8, augstāks rezultāts liecina par augstāku izjusto enerģiskumu;
3. Patīkama aktivizācija, kas tiek vērtēta (patīkama aktivizācija/nepatīkama deaktivizācija), adaptācijas Kronbaha alfa=0,8, augstāks rezultāts liecina par augstāku iesaisti un ieinteresētību;
4. Nepatīkama aktivizācija, kas tiek vērtēta (nepatīkama aktivizācija/patīkama deaktivizācija), adaptācijas Kronbaha alfa=0,8, augstāks rezultāts liecina par mierīgāku un patīkamāku sajūtu.

Kognitīvie testi un Zviedru kodola afekta skala tika administrēta, izmantojot platformu www.explorol.lv, kurā iespējams veidot jau esošu digitālu kognitīvo testu baterijas, tādējādi ātri un viegli veicot kognitīvos mērījumus.

2.3.2 Laktāta koncentrācijas noteikšana asinīs

Lai noteiktu laktāta koncentrāciju asinīs, no pirksta tika paņemtas 20 µL kapilārās asinis, pirms un pēc slodzes vai video skatīšanās kontroles grupai. Tās tika ievietotas Glikozes/Laktāta hemolizējošā šķīdumā un tad analizētas, izmantojot Vācijā ražotu *Biosen Lactate and Glucose Analyzer* (Diagnostics, n.d.). Laktāta koncentrāciju izteica mmol/L.

2.3.3. Veloergometrs slodzes veikšanai un sirds frekvences monitorēšana

Sporta slodzes protokolu veica, izmantojot veloergometru (*Monark Ergomedic 828E*) (HaB Direct, 2024). Veloergometrs ir aprīkots ar sirds frekvences uztvērēju, jaudas datiem vatos un pretestības regulatoru, kuru var noregulēt no 0-7 režīmu intervālā. Sirds frekvence tika monitorēta ar *Polar H10* sirds ritma sensoru (Gilgen-Ammann et al., 2019). Veloergometrs automātiski uztver un savienojas ar sirds ritma sensoru, kas ļauj ērti monitorēt dalībnieka sirds frekvenci sporta slodzes laikā.

2.4 Pētījuma grupas

Abas eksperimentālās grupas slodzi veica uz veloergometra. Vispirms tika dota 5 minūšu iesildīšanās bez pretestības (sievietēm) vai ar 60 W jaudu (vīriešiem) ar 60-70 apgriezieniem minūtē. Pēc iesildīšanās sekoja 1 minūtes atpūta, kuras laikā tika vēlreiz izstāstīta plānotā slodze, kas atbilda HIIT un SIT grupām.

2.4.1 Augstas intensitātes intervāla slodze

Pēc vienas minūtes atpūtas sekoja pieci 90 sekunžu augstas intensitātes slodzes intervāli, starp katru intervālu bija 90 sekunžu atpūta. Slodzes intensitāte tika individuāli pielāgota pēc teorētiskās maksimālās sirdsdarbības frekvences, kas balstās uz personas vecumu, (220-vecums). Sirdsdarbības frekvence, sekojot monitoram, tika turēta robežās 80-85% no teorētiskā maksimuma, balstoties uz Ito, (2019) minēto intensitātes robežu. Kopumā HIIT slodzes veikšana aizņēma 15 minūtes.

2.4.2 Sprinta intervāla slodze

Pēc vienas minūtes atpūtas sākās četri 15 sekunžu maksimālās intensitātes slodzes intervāli, kur starp tiem bija 3 minūšu un 20 sekunžu atpūta, balstoties uz Vollaard & Metcalfe, (2017) minēto sprinta atkārtojumu skaitu un ilgumu. Pirms katra cikla uzsākšanas bija 10 sekundes "iemīšanās" periods. Pētījumos nav nodefinēts, kāda būtu samazinātas sprinta slodzes pretestība, tādēļ šī pētījuma ietvarā pretestība tika fiksēta ap 3,75%-4,5% no ķermeņa masas,

lai būtu iespējams izpildīt visu slodzes protokolu. Kopumā SIT slodzes veikšana aizņēma 15 minūtes.

2.4.3 Kontroles grupa

Kontroles grupa skatījās 15 minūšu ilgu izglītojošu video par sporta pozitīvo ietekmi uz vispārējo veselību. Tika izvēlēta video skatīšanās kā aktīvā kontrole, jo pētījumos neuzrādās atšķirības pasīvās un aktīvās kontroles grupu izmaiņās tieši kognitīvo procesu kontekstā (Au et al., 2020).

2.5 Datu analīze

Lai atbildētu uz hipotēzi un pētījuma jautājumiem, tika izmantota jauktā dizaina dispersiju analīze (ANOVA), tika noteikta gan iekšgrupas (laiks) līmeņa mērījumu atšķirība, gan arī starpgrupu (grupa) līmeņa mērījumu atšķirība, kā arī abu šo līmeņu mijiedarbība. Efekta lielums tika aprēķināts Omega kvadrātā, jo šis kritērijs ir sensitīvāks pie mazām izlasēm, kad kopējais dalībnieku skaits ir zem 30 (Kroes & Finley, 2023). Post-Hoc analīze tika veikta ar t-testu, izmantojot Holmsa metodi, kā arī aprēķināts Cohen's d efekta lielums. Starpgrupu līmenī bija trīs faktori jeb trīs grupas. Iekšgrupu līmenī bija divi faktori jeb divi mērījumi, pirms un pēc manipulācijas.

Viens respondents nebija izpildījis Pirksta uzsitiena testu, uz ko norādīja tas, ka nospiešu taustiņu skaits bija 0 vai 1, tādēļ šī dalībnieka rezultāti Pirksta uzsitiena testā netika iekļauti datu analīzē. Cits dalībnieks norādīja savu vecumu 31, kas ir virs 30, kas neatbilst iekļaušanas kritērijiem. Tas tika konstatēts tikai pēc pētījuma veikšanas un, balstoties uz to, ka dati nebija ārpus grupas vidējā, tika nolemts tos iekļaut gala analīzē. Datu sakārtošanai tika izmantota datorprogramma *Microsoft Excel*. Datu analīze un datu vizuāla atspoguļošana tika veikta, izmantojot *JASP* datorprogrammas 0.18.3 versiju (JASP Team, 2024).

3. REZULTĀTI

3.1 Dalībnieku raksturojums

Pētījumā piedalījās 22 dalībnieki, kuri tika randomizēti iedalīti vienā no 3 grupām. Gan HIIT, gan SIT grupā bija 7 dalībnieki, kamēr kontroles grupā bija 8 dalībnieki. Tika atspoguļoti vidējie rezultāti augumam, svaram, ķermeņa masas indeksam un jautājumiem par fiziskām aktivitātēm, kā arī sportošanas paradumiem (skat. 1. tabulu). Kopumā grupas ir vienlīdzīgas, jo gan KMI neuzrāda nozīmīgas atšķirības starp grupām ($p=0,458$), gan arī sportošanas stundas nedēļā ($p=0,666$) un ikdienas pastaigas ($p=0,096$).

1. Tabula

Pētījuma dalībnieku aprakstošās statistikas dalījumā pa grupām

Table 1.

Participant descriptive statistics based on group

	HIIT		SIT		Kontrole Control	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Vecums (gadi)	26,4	3,7	24,7	1,8	24,6	2,6
Svars (kg)	76	5	72	13	64	5
Augums (m)	1,8	0,1	1,8	0,1	1,7	0,1
KMI (kg/m^2)	23,9	2,2	23	2	22,4	2,8
Sportošana (h/ned)	1,5	0,9	1,4	0,5	1,3	0,5
Pastaiga (h/d)	1,7	0,5	1,3	0,5	2	0,8

Sportošana=sportiskas aktivitātes nedēļā stundās, pastaiga=pastaiga stundas dienā

3.2 Laktāta koncentrācijas izmaiņu analīze

Lai izvērtētu, vai pastāv atšķirības starp katru no fiziskās sporta slodzes intensitātes veidiem un kontroles grupu, vispirms tika izanalizēta laktāta koncentrācija (skat. 2. tabulu), izmantojot jaukta dizaina dispersiju analīzi.

2. Tabula

Jauktā dizaina dispersiju analīze laktāta koncentrācijas novērtēšanai

Table 2.

Lactate Two-Way Mixed ANOVA for lactate concentration evaluation

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω^2
Laktāts	Starpgrupu/ Grupa	285,36	2	142,68	153,13	<0,001	0,835
	Iekšgrupu/ Laiks	425,81	1	425,81	284,04	<0,001	0,9
	Laiks x Grupa	254,31	2	128,16	85,49	<0,001	0,76

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω^2 =Omega efekta lielums / Omega effect size

Jauktā tipa dispersijas analīze uzrādīja to, ka laktāta koncentrācijai ir nozīmīga mijiedarbība starp laika un grupas faktoriem ($F(2,19)=85,49$, $p<0,001$), uzrādot lielu efektu ($\omega^2=0,76$). Tas norāda uz to, ka laktāta koncentrācijas izmaiņas laikā atšķirās starp grupām. Iekšgrupas faktoram laiks ir nozīmīgas izmaiņas laktāta koncentrācijā, ($F(1,19)=284,04$, $p<0,001$), ar lielu efektu ($\omega^2=0,9$). Arī starpgrupu faktoram grupa ir nozīmīgas laktāta koncentrācijas atšķirības ($F(2,19)=153,13$, $p<0,001$), ar lielu efektu ($\omega^2=0,84$). Tas norāda, ka laktāta koncentrācija atšķiras starp grupām un arī starp mērījumiem. Lai savstarpēji salīdzinātu grupas tika veikta Post-Hoc analīze un aprēķināts Cohen's d efekta lielums.

Apskatot Post-Hoc, 1. mērījumā nav redzamas nozīmīgas atšķirības starp grupu laktāta koncentrācijām ($p=1$). Salīdzinot kontroles grupu ar augstas intensitātes grupu un sprinta grupu 2. mērījumā, ir novērojamas nozīmīgas laktāta koncentrācijas izmaiņas ($d=-3,66$, $p<0,001$) un ($d=-5,47$, $p<0,001$), liecinot par lielu efektu. Tas norāda, ka, salīdzinot ar kontroles grupu, augstas intensitātes grupā un sprinta grupā pēc sporta slodzes ir augstāka laktāta koncentrācija. Salīdzinot augstas intensitātes un sprinta grupas pēc slodzes laktāta koncentrācijas mērījumus, ir redzams, ka tie nozīmīgi atšķiras, norādot uz lielu efektu ($d=1,8$, $p<0,001$). Tas atspoguļo to, ka pēc sprinta slodzes laktāta koncentrācija ir nozīmīgi augstāka nekā pēc augstas intensitātes slodzes.

3.3 Kognitīvo testu rezultātu analīze

Vispirms tika pārbaudīta hipotēze par to, ka kognitīvie procesi uzlabosies pēc augstas intensitātes slodzes, bet neuzlabosies kontroles grupā. Lai to paveiktu, tika izmantota jaukta dizaina dispersijas analīze visu kognitīvo testu rādītājiem. Kā arī, dispersijas analīze tika izmantota, lai atbildētu uz otro pētījuma jautājumu, vai pēc sprinta slodzes dalībnieku kognitīvās spējas būs zemākas.

3.3.1 Krāsu reakcijas tests

Apskatot korekto atbilžu vidējo reakcijas laiku, Krāsu reakcijas testa 1. posmā, (skat. 3. tabulu), jaukta dizaina dispersijas analīze uzrādīja, ka laika un grupas faktoru mijiedarbība nav nozīmīga ($F(2,19)=2,15$, $p=0,144$). Iekšgrupas faktoram laiks ir nozīmīga ietekme uz reakcijas laiku ($F(1,19)=6,16$, $p=0,023$), ar mazu līdz vidēju efektu ($\omega^2=0,042$), kas liecina, ka starp pirmo un otro mērījumu pastāv nozīmīgas atšķirības reakcijas laikā. Reakcijas laikam nav nozīmīgas atšķirības starp grupām ($p=0,72$). Otrajā mērījumā reakcijas laiks nozīmīgi atšķiras ar vidēju efektu ($d=-0,44$, $p=0,023$), kas liecina, ka laika ietekmē reakcijas laiks pasliktinās, neatkarīgi no grupas. Reakcijas laiks 2. un 3. testa posmam neuzrāda statistiski nozīmīgu laika un grupas faktoru mijiedarbību ($p=0,83$) un ($p=0,89$). Arī laikam nav nozīmīgas ietekmes uz reakcijas laiku 2. un 3. testa posmā ($p=0,75$) un ($p=0,93$). Grupu atšķirības arī netika novērotas nedz 2., nedz 3. testa posmā ($p=0,34$) un ($p=0,116$).

3. Tabula

Jaukta dizaina dispersiju analīze Krāsu reakcijas testa-reakcijas laikam visiem trīs posmiem
Table 3.

Stroop test reaction time Two-Way Mixed ANOVA for all three parts

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω^2
Krāsu reakcijas testa-reakcijas laiks 1. posms	Starpgrupu/ Grupa	774,64	2	387,32	0,33	0,72	0
	Iekšgrupu/ Laiks	1500,8	1	1500,8	6,16	0,023	0,042
	Laiks x Grupa	1048,16	2	524,08	2,15	0,144	0,017
Krāsu reakcijas testa-reakcijas laiks 2. posms	Starpgrupu/ Grupa	6751,59	2	3375,8	0,34	0,72	0
	Iekšgrupu/ Laiks	271,82	1	271,82	0,1	0,75	0
	Laiks x Grupa	1029,5	2	514,75	0,19	0,83	0
Krāsu reakcijas testa-reakcijas laiks 3. posms	Starpgrupu/ Grupa	5307,67	2	2653,83	0,116	0,89	0
	Iekšgrupu/ Laiks	27,53	1	27,53	0,008	0,93	0
	Laiks x Grupa	810,76	2	405,38	0,114	0,89	0

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω^2 =Omega efekta lielums / Omega effect size

3.3.2 Kāršu šķirošanas tests

Ar jaukta dizaina dispersiju analīzi kāršu šķirošanas testā tika analizēts pareizo atbilžu skaits un pabeigto kategoriju skaits. Laika un grupas mijiedarbība neuzrāda nozīmīgu ietekmi uz pareizo atbilžu skaitu ($p=0,94$). Rezultāti uzrādīja (skat. 4. tabulu), ka iekšgrupas faktoram laiks, ir nozīmīga ietekme uz pareizo atbilžu skaitu ($F(1,19)=6,8$, $p=0,017$), ar vidēju efektu ($\omega^2=0,095$), kas liecina, ka pareizo atbilžu skaits atšķirās 1. un 2. mērījumā. Starp grupām nav nozīmīgas atšķirības ($p=0,97$). Jauktā dizaina dispersijas analīze neuzrāda nozīmīgu laika un grupas mijiedarbību pabeigtajām kategorijām ($p=0,207$), kā arī nav novērojamas nozīmīgas atšķirības laikā ($p=0,197$) un starp grupām ($p=0,79$) pabeigtajām kategorijām.

4. Tabula

Jaukta dizaina dispersiju analīze Kāršu šķirošanas testa pareizo atbilžu skaitam un pabeigtajām kategorijām

Table 4.

Card sorting test correct answer and completed category Two-Way Mixed ANOVA

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω^2
Pareizo atbilžu skaits	Starpgrupu/ Grupa	3,95	2	1,97	0,97	0,97	0
	Iekšgrupa/ Laiks	214,88	1	214,88	6,8	0,017	0,095
	Laiks x Grupa	3,95	2	1,97	0,062	0,940	0
Pabeigtas kategorijas	Starpgrupu/ Grupa	0,69	2	0,35	0,234	0,79	0
	Iekšgrupa/ Laiks	0,97	1	0,97	1,79	0,197	0
	Laiks x Grupa	1,86	2	0,93	1,712	0,207	0

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω^2 =Omega efekta lielums / Omega effect size

Post-Hoc analīzē ir novērojams, ka 2. mērījumā pareizo atbilžu skaits nozīmīgi atšķīrās, uzrādot vidēju efektu ($d=-0,669$, $p=0,017$), kas liecina, ka 2. mērījumā pareizo atbilžu skaits pieaug neatkarīgi no grupas.

3.3.3. Pirksta uzsitiena tests

Pirksta uzsitiena testam tika analizēts abu roku nospiedienu skaits un noguruma koeficients. Jauktā dizaina dispersijas analīze (skat. 5. tabulu) uzrādīja, ka laika un grupas mijiedarbība nav statistiski nozīmīga labās un kreisās rokas nospiedienu skaitam ($p=0,95$) un ($p=0,423$). Netika atklāta nozīmīga laika un grupas mijiedarbība labās un kreisās rokas noguruma koeficientam ($p=0,496$) un ($p=0,227$). Laikam nebija nozīmīgas ietekmes uz labās un kreisās rokas nospiedienu skaitu ($p=0,543$) un ($p=0,95$). Laikam nebija nozīmīgas ietekmes uz kreisās rokas noguruma koeficientu ($p=0,227$). Toties labās rokas noguruma koeficients atšķīrās starp 1. un 2. mērījumu ($F(1,18)=4,79$, $p=0,042$) ar mazu efektu ($\omega^2=0,034$). Netika novērotas labās rokas un kreisās rokas nospiedienu skaita atšķirības starp grupām ($p=0,326$) un ($p=0,296$). Arī labās un kreisās rokas noguruma koeficients neatšķīrās starp grupām ($p=0,496$) un ($p=0,253$).

Pirmajā un otrajā mērījumā labās rokas noguruma koeficients nozīmīgi atšķīrās, uzrādot vidēju efektu ($d=0,4$, $p=0,042$), kas liecina, ka 2. mērījumā, labās rokas noguruma koeficients samazinājās.

5. Tabula

Jaukta dizaina dispersiju analīze Pirksta uzsitienu testa roku nospiediena skaitam un noguruma koeficientam

Table 5.

Finger tapping test tap number and fatigue coefficient Two-Way Mixed ANOVA

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω^2
Labās rokas nospiedien skaita	Starpgrupu/ Grupa	216,05	2	108,02	1,19	0,326	0,007
	Iekšgrupa/ Laiks	3,83	1	3,83	0,38	0,543	0
	Laiks x Grupa	0,96	2	0,48	0,048	0,95	0
Kreisās rokas nospiedien skaita	Starpgrupu/ Grupa	241,7	2	120,85	1,31	0,296	0,011
	Iekšgrupa/ Laiks	0,024	1	0,024	0,004	0,95	0
	Laiks x Grupa	10,44	2	5,2	0,902	0,423	0
Labās rokas noguruma koeficients	Starpgrupu/ Grupa	361,85	2	180,93	1,203	0,323	0,007
	Iekšgrupa/ Laiks	154,98	1	154,98	4,79	0,042	0,034
	Laiks x Grupa	47,17	2	23,59	0,73	0,496	0
Kreisās rokas noguruma koeficients	Starpgrupu/ Grupa	777,42	2	388,71	1,48	0,253	0,017
	Iekšgrupa/ Laiks	25,44	1	25,44	0,118	0,74	0
	Laiks x Grupa	697,08	2	348,539	1,611	0,227	0,020

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω^2 =Omega efekta lielums / Omega effect size

3.3.4 Ciparu atmiņas tests

Ciparu atmiņas testā tika salīdzināts pareizo atbilžu skaits abos virzienos, proti, turp virzienā, kur cipari bija jāraksta kā tie bija redzēti un pretējā virzienā, kur cipari bija jāraksta pretēji kā tie bija redzēti (skat. 6. tabulu). Jaukta dizaina dispersijas analīze neuzrādīja nozīmīgu laika un grupas mijiedarbību gan pareizo atbilžu skaitam turp virzienā ($p=0,298$), gan arī pretējā virzienā ($p=0,230$). Pareizo atbilžu skaits abos virzienos neatšķīrās laikā ($p=0,76$) turp virzienam un ($p=0,79$) pretējam virzienam. Starp grupām netika novērotas nozīmīgas atšķirības pareizo atbilžu skaitā turp virzienā ($p=0,69$), kā arī pretējā virzienā ($p=0,664$).

6. Tabula

Jaukta dizaina dispersiju analīze Ciparu atmiņas testa pareizo atbilžu skaitam un pareizo atbilžu skaitam pretējā virzienā

Table 6.

Card sorting test correct answer and completed category Two-Way Mixed ANOVA

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω^2
Pareizo atbilžu skaits turp virzienā	Starpgrupu/ Grupa	4,35	2	2,18	0,38	0,69	0
	Iekšgrupa/ Laiks	0,26	1	0,26	0,097	0,76	0
	Laiks x Grupa	6,97	2	3,49	1,29	0,298	0,007
Pareizo atbilžu skaits pretējā virzienā	Starpgrupu/ Grupa	4,1	2	2,06	0,42	0,664	0
	Iekšgrupa/ Laiks	0,17	1	0,17	0,074	0,79	0
	Laiks x Grupa	7,36	2	3,68	1,59	0,230	0,014

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω^2 =Omega efekta lielums / Omega effect size

3.4 Kodola efekts

Lai atbildētu uz pirmo pētījuma jautājumu par to, kā augstas intensitātes intervāla slodze un sprinta intervāla slodze ietekmēs kodola afektu, tika izmantota jaukta dizaina dispersiju analīze (skat 7. tabulu). Netika atklāta statistiski nozīmīga laika un grupas mijiedarbība valences skalā ($p=0,933$), enerģiskuma skalā ($p=0,418$), patīkamas aktivizācijas skalā ($p=0,077$) un patīkamas deaktivizācijas skalā ($p=0,87$). Starp grupām netika atrastas nozīmīgas atšķirības valences skalā ($p=0,467$), enerģiskuma skalā ($p=0,116$), kā arī patīkamas aktivizācijas ($p=0,708$) un patīkamas deaktivizācijas skalās ($p=0,112$). Nav novērojamas nozīmīgas atšķirības laikā valences ($p=0,392$) un patīkamas deaktivizācijas skalās ($p=0,716$). Nozīmīgas atšķirības laikā tika atklātas enerģiskuma skalai ($F(1,19)=6,39$, $p=0,021$), uzrādot vidēju efektu ($\omega^2=0,074$). Arī patīkama deaktivizācija atšķīrās laikā ($F(1,19)=9,36$, $p=0,006$).

7. Tabula

Afeka kodola apakšskalū jaukta dizaina dispersijas analīze

Table 7.

Core affect subscale Two-Way Mixed ANOVA

	Faktors / Factor	SS	df	MS	F	p	ω²
Valence	Starpgrupu/ Grupa	3,83	2	1,91	0,815	0,467	0
	Iekšgrupa/ Laiks	0,62	1	0,62	0,77	0,392	0
	Laiks x Grupa	0,1	2	0,06	0,07	0,933	0
Enerģiskums	Starpgrupu/ Grupa	11,63	2	5,8	2,42	0,116	0,045
	Iekšgrupa/ Laiks	6,52	1	6,52	6,39	0,021	0,074
	Laiks x Grupa	1,86	2	0,93	0,913	0,418	0
Patīkama aktivizācija/ nepatīkama deaktivizācija	Starpgrupu/ Grupa	2,08	2	1,04	0,35	0,708	0
	Iekšgrupa/ Laiks	0,04	1	0,04	0,14	0,716	0
	Laiks x Grupa	1,84	2	0,92	2,95	0,077	0,017
Nepatīkama aktivizācija/ patīkama deaktivizācija	Starpgrupu/ Grupa	12,29	2	6,15	2,46	0,112	0,046
	Iekšgrupa/ Laiks	10,16	1	10,16	9,36	0,006	0,112
	Laiks x Grupa	0,3	2	0,15	0,14	0,87	0

SS=kvadrātu summa / Sum of Squares, MS=vidējo kvadrāts / Mean Square, ω²=Omega efekta lielums / Omega effect size

Pirmajā un otrajā mērījumā enerģiskuma līmenis nozīmīgi atšķīrās ar vidēju efektu ($d=-0,59$, $p=0,021$), kas liecina, ka laika ietekmē enerģiskuma līmenis pieaug, neatkarīgi no grupas. Patīkamas deaktivizācijas līmenis nozīmīgi atšķīrās 2. mērījumā ar vidēju efektu ($d=-0,72$, $p=0,006$), kas liecina, ka visām grupām, laika gaitā, palielinās patīkama deaktivizācija.

Pirmo hipotēzi var noraidīt, jo HIIT slodze neveicina uzlabojumus kognitīvajos procesos salīdzinot ar kontroles grupu nevienā no apskatītajiem kognitīvajiem procesiem. Atbildot uz otro pētījuma jautājumu, nav novērojams, ka SIT slodze nozīmīgi ietekmētu kognitīvos procesus. Atbildot uz pirmo pētījuma jautājumu, HIIT slodze neizraisa nozīmīgas izmaiņas afekta stāvoklī, līdzīgi, SIT slodze arī neizraisa nozīmīgas izmaiņas afekta stāvoklī.

4. DISKUSIJA

Šī pētījuma mērķis bija izpētīt, kā akūtas augstas intensitātes intervāla un sprinta intervāla slodzes ietekmē kognitīvos procesus un afekta stāvokli topošajos pieaugušajos. Vispirms tika apskatītas laktāta koncentrācijas izmaiņas starp grupām. Rezultāti norāda, ka pēc SIT slodzes laktāta koncentrācija pieauga visvairāk, pēc HIIT slodzes mērījuma laktāta koncentrācija arī pieauga un visbeidzot, kontroles grupā laktāta koncentrācija neuzrādīja izmaiņas starp mērījumiem. Kognitīvo procesu rezultāti nebija atšķirīgi starp grupām. Reakcijas laiks Krāsu reakcijas testa 1. posmā palielinājās visās grupās vienlīdzīgi pēc manipulācijas mērījumā. Pēc manipulācijas mērījumā Kāršu šķirošanas testā visām grupām palielinājās pareizo atbilžu skaits. Labās rokas noguruma koeficients visām grupām bija zemāks pēc manipulācijas mērījumā. Apskatot kodola afektu, redzams, ka pēc manipulācijas visās grupās pieauga enerģiskums un patīkama deaktivizācija.

Laktāta koncentrācijas izmaiņas norāda uz to, ka veicot 15 minūšu slodzes protokolu, SIT slodze izraisa lielāku laktāta koncentrācijas pieaugumu, salīdzinot ar HIIT grupu, tika novērotas nozīmīgas atšķirības ar lielu efektu. Tas nozīmē, ka grupu intensitātes manipulācija ir bijusi adekvāta. Laktāta izmaiņas ir skaidrojamas ar to, ka SIT slodzei bija maksimālā intensitāte, kas veicina lielāku laktāta veidošanos, kas sakrīt ar iepriekšējo pētījumu atziņām (Langley et al., 2024; Ji et al., 2024).

Lai atbildētu uz otro pētījuma jautājumu un izvirzīto hipotēzi, tika analizēti kognitīvo procesu rezultāti starp laika mērījumiem un starp grupām. Netika atklātas atšķirības kognitīvo testu rezultātos starp HIIT un kontroles grupām. Reakcijas laiks vienlīdzīgi pasliktinājās visās grupās tieši pirmajā Krāsu reakcijas testa posmā un neuzrādīja izmaiņas pārējos posmos. Šie rezultāti ir pretēji iepriekšējiem pētījumiem, kur HIIT uzrāda uzlabojumus jeb samazina reakcijas laiku Krāsu reakcijas testā (Chang et al., 2019; Bahdur et al., 2019; Ballester-Ferrer et al., 2022). Potenciāls izskaidrojums ir, ka otrajā kognitīvo testu izpildes reizē Krāsu reakcijas testa 1. posmā bija novērojamas atšķirības, jo šis posms ir tas, kur nepieciešams tikai reakcijas laiks, bez krāsu un tekstu sakrītības vai nesakrītības. Tas nozīmētu, ka 1. posmā reakcijas laiks vidēji būs daudz ātrāks kā 2. un 3. posmā, iespējams, ka šis testa posms bija pietiekami sensitīvs, lai fiksētu reakcijas laika samazināšanos vispārējā noguruma dēļ, neatkarīgi no grupas, eksperimenta ilguma iespaidā.

Kāršu šķirošanas testā visām grupām uzlabojās pareizo atbilžu skaits 2. mērījumā, kas liecina par uzlabotām vadības funkcijām gan HIIT, gan SIT, kā arī kontroles grupā. Tas liek

domāt to, ka sporta slodzei nav nozīmīgas ietekmes uz vadības funkcijām, salīdzinot ar kontroles grupu, kas noraida izvirzīto hipotēzi. Šie rezultāti ir pretrunā iepriekšējiem pētījumiem, kur akūtas augstas intensitātes slodzei un sprinta intervāla slodzei uzrādījās pozitīva ietekme uz vadības funkcijām (Hsieh et al., 2020; Moreau & Chou, 2019; Kujach et al., 2020; Herold et al., 2022; Kong et al., 2022; Lei et al., 2022). Alternatīvs skaidrojums pareizo atbilžu skaita uzlabojumam varētu būt iemācīšanās efekts, iespējams, ka dalībnieki pildot kāršu šķirošanas testu 2. reizi labāk spēja adaptēties mainīgajiem nosacījumiem, jo tests jau bija zināms.

Pirksta uzsitiena testā labās rokas noguruma koeficients uzlabojās visām grupām vienlīdzīgi, kas norāda par samazinātu motoro spēju nogurumu labajā rokā, bet netiek novērotas atšķirības starp eksperimentālajām grupām un kontroles grupu. Tas iet roku rokā ar iepriekšējā pētījuma atziņām, kur motorās spējas neizmainījās pēc akūtas sporta slodzes (Swarbrick et al., 2020). Citos pētījumos gan tika novērots, ka motorās spējas uzlabojas (Thomas et al., 2016; Taylor et al., 2024). Svarīgi minēt, ka katrs no šiem motoro spēju pētījumiem izmanto citu pieeju šo spēju noteikšanai. Svarbriķa un kolēģu pētījumā apskatīja klavieru spēlēšanas prasmi, tikmēr Taylor et al., (2024) tā bija roku satvēriena spēja, un Thomas et al., (2016) pētījumā tika izmantots motoro spēju precizitātes uzdevums. Katrs no šiem uzdevumiem atšķiras pēc būtības un sarežģītības, tādēļ grūti salīdzināt rezultātus. Iespējams, ka plaukstas un rokas motorikas spējas, piemēram, satvēriens un precizitāte pieaug pēc slodzes neiromuskulāru iemeslu dēļ, kamēr sīkā motorika, ko novērotu pie klavieru spēlēšanas un šī pētījuma pirksta uzsitiena testā neuzrādītu nozīmīgas izmaiņas pēc slodzes.

Ciparu atmiņas testā netiek novērotas nozīmīgas atšķirības starp grupām un mērījumiem. Iepriekšējie pētījumi uzrādīja to, ka atmiņas spējas uzlabojās pēc akūtas sporta slodzes bērnu izlasē (Hsieh et al., 2020). Savukārt citā pētījumā pēc sprinta intervāla slodzes nebija novērojamas izmaiņas atmiņas spējās pusaudžiem (Cooper et al., 2016). Redzams, ka topošajos pieaugušajos akūtas slodzes ietekme uz atmiņu nav pietiekami pētīta, lai spētu veiksmīgi salīdzināt iegūtos rezultātus. Iespējams, ka ciparu atmiņas tests nav pietiekami sensitīvs, lai fiksētu izmaiņas starp mērījumiem un slodzēm topošo pieaugušo izlasē.

Kopumā pirmā hipotēze noraidās, jo netiek novērotas uzlabotas kognitīvās spējas pēc HIIT slodzes, salīdzinājumā ar kontroles grupu. Arī SIT slodze neizraisa īpašu efektu uz kognitīvajiem procesiem, kas atbild uz otro pētījuma jautājumu. Kognitīvo procesi izmaiņas konkrētos testos ir novērojamas tikai starp 1. un 2. mērījumu, laika ietekmē.

Lai atbildētu uz pirmo pētījuma jautājumu, tika salīdzināts kodola afekta stāvoklis pirms un pēc slodzes, kā arī starp eksperimentālajām grupām un kontroli. Laika ietekmē pieaug enerģiskums un patīkama deaktivizācija, bet netiek novērotas izmaiņas starp grupām. Tas nozīmē, ka visām grupām laika gaitā līdzīgi pieaug izjustā enerģiskuma sajūta, kā arī palielinās patīkama deaktivizācija, ko var raksturot kā miera un atvieglojuma sajūtu. Fokusējoties uz HIIT, šī pētījuma rezultāti iet pretrunā ar citu pētījumu atziņām, kur HIIT slodze izraisa negatīvu afektu (Saaniyoki et al., 2015; Dregney et al., 2023; De Oliveira Tavares et al., 2021). Bet jāpiemin, ka šajos pētījumos tiek akcentēta vecumgrupas un pašefektivitātes nozīme, tādēļ grūti salīdzināt HIIT ietekmi uz afekta stāvokli starp pētījumiem, jo dalībnieku vecumgrupa un pētījumu rezultāti atšķiras, kā arī šī darba ietvarā netika mērīta pašefektivitāte. Tradicionālie sprinta intervāla treniņi tipiski izraisa negatīvu afekta stāvokli (M. Hu et al., 2022). Bet pētījumos parādās tas, ka saīsināts sprinta ilgums un mazāk atkārtojumu reizes var veicināt arī pozitīvu afektu (Metcalf et al., 2022). Konkrēti Metcalf et al., (2022) pētījumā tiek minēts, ka vairākas atkārtojumu reizes ar 5-6 sekunžu ilgumu var būt optimāli pozitīva afekta izraisīšanai. Šajā pētījumā SIT slodze bija 15 sekunžu ilga ar četrām atkārtojumu reizēm, nebija novērotas SIT grupas afekta izmaiņas, salīdzinot ar kontroli vai HIIT grupu.

Atbildot uz pirmo pētījuma jautājumu ir redzams, ka HIIT slodze neizraisa specifiskas izmaiņas afekta stāvoklī. Apskatot SIT slodzi, redzams, ka četru 15 sekunžu sprinti neizraisa pozitīvu afektu, bet arī neizraisa negatīvu afektu, iespējams, ka samazināta SIT slodze, lai neizraisītu negatīvu afektu, ir ap četrām atkārtojuma reizēm un 15 sekunžu ilgumu.

4.1. Ierobežojumi

Veiktajam pētījumam ir ierobežojumi, ko ir svarīgi pieminēt. Sprinta intervāla slodze tika pieskaņota samazinātas piepūles protokolam, bet literatūrā nav minēts, kāda būtu optimālā pretestība veloergometram, kas ierobežo pētījuma rezultātu salīdzināšanu ar citiem pētījumiem. Augstas intensitātes intervāla grupai tika izmantota sirds frekvence, lai monitorētu intensitāti, bet tā nebija ierakstīta, tādēļ nav iespējams apskatīt, cik lielu daļu no slodzes dalībnieki pavadīja mērķa sirds frekvences intervālā. Kontroles grupa skatījās video, kas var tikt raksturots kā aktīvā kontrole, kas, iespējams, veicina kādu kognitīvo procesu izmaiņas, lai gan literatūrā pasīvā un aktīvā kontrole neuzrāda nozīmīgas izmaiņas (Au et al., 2020).

Lai gan datorizētiem kognitīviem testiem ir priekšrocības to ērtumā, precīza reakcijas laika un citu raksturlielumu mērīšanā, konkrēto kognitīvo testu sensitivitāte nav zināma. Testiem nav pieejamu Latvijas populācijā veiktu standartizācijas datu ar ko salīdzināt rezultātus, tādēļ nav zināms vai veselīgiem topošajiem pieaugušajiem šie testi var novērot

nozīmīgas izmaiņas kognitīvajos procesos. Izlases apjoms ir neliels, iespējams, pie lielākas izlases būtu novērojams nozīmīgs efekts eksperimentālajām grupām. Afekta stāvoklis tika mērīts ar aptaujas palīdzību, kas ir subjektīvs mērījums, lai gan tas pats par sevi nav ierobežojums, iespējams, ka fizioloģiskie dati, piemēram, ādas elektriskā aktivitāte, var būt kā papildus rīks afekta stāvokļa mērīšanai.

Ir jāpiemin arī pētījuma stiprās puses, - trīs grupas ļauj salīdzināt savstarpējās slodzes, kā arī kontroles grupa var kalpot kā labs laika ietekmes punkts. Tas ka viena pētījuma ietvaros ir trīs grupas dod plašāku ieskatu salīdzināt šīs dažādās manipulācijas pēc iespējas līdzīgākos apstākļos. Pētījuma dalībnieku randomizācija pa grupām norāda, ka grupas ir pielīdzināmas viena otrai jeb homogēnas.

SECINĀJUMI

1. Laktāta koncentrācija nozīmīgi pieaug akūtu sporta slodžu ietekmē, konkrēti visvairāk pieaugot pie sprinta intervāla slodzē, tad augstas intensitātes slodzē.
2. Sprinta intervāla slodze neizraisa nozīmīgu ietekmi uz kognitīvajiem procesiem, salīdzinot ar kontroles grupu.
3. Augstas intensitātes slodze neizraisa negatīvu afekta stāvokli, salīdzinot ar kontroles grupu, līdzīgi, sprinta intervāla slodze neizraisa negatīvu afekta stāvokli, salīdzinot ar kontroles grupu.
4. Izvirzītā hipotēze tiek noraidīta – netiek novērotas atšķirības pēc augstas intensitātes slodzes kognitīvajos procesos, salīdzinot ar kontroles grupu.

PATEICĪBAS

Maģistra darba izstrāde ir daļa no projekta “Augstas intensitātes intervāla fiziskas slodzes (HIIT) un sprinta intervāla fiziskas slodzes (SIT) akūtā ietekme uz neiroplastiskuma biomarķieri BDNF un psihoemocionālo funkcionēšanu topošajiem pieaugušajiem: randomizēti kontrolēts pētījums”. Projekts tiek veikts pateicoties “SIA Mikrotīkls” ziedojumam, kuru administrē LU fonds.

Vēlos pateikties projekta kolēģiem: Dr.biol. Līgai Plakanei, Dr.psych. Aleksandram Koļesovam un Dr. med. Evitai Rostokai par palīdzību un līdzdalību projekta veikšanā. Vēlos pateikties darba vadītājai asoc.prof. Līgai Plakanei par atbalstu un iedrošinājumu darba izstrādes un rakstīšanas procesā. Pateicos Edmundam Vanagam par kognitīvajiem testiem un platformu, kur tos administrēt. Vēlos pateikties pētījuma dalībniekiem par veltīto laiku un piedalīšanos pētījumā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Abrams, D. B., Turner, J. R., Baumann, L. C., Karel, A., Collins, S. E., Witkiewitz, K., Fulmer, T., Tanenbaum, M. L., Commissariat, P., Kupperman, E., Baek, R. N., Gonzalez, J. S., Brandt, N., Flurie, R., Heaney, J., Kline, C., Carroll, L., Upton, J., Buchain, P. C., . . . Wiebe, D. J. (2013). Affect. In *Springer eBooks* (pp. 49–50). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1005-9_1088
- André, N., Grousset, M., & Audiffren, M. (2024). A behavioral perspective for improving exercise adherence. *Sports Medicine - Open/Sports Medicine - Open*, *10*(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00714-8>
- Au, J., Gibson, B. C., Bunarjo, K., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2020). Quantifying the difference between active and passive control groups in cognitive interventions using two meta-analytical approaches. *Journal of Cognitive Enhancement*, *4*(2), 192–210. <https://doi.org/10.1007/s41465-020-00164-6>
- Bahdur, K., Gilchrist, R., Park, G., Nina, L., & Pruna, R. (2019). Effect of HIIT on cognitive and physical performance. *Apunts. Medicina De L'esport*, *54*(204), 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2019.07.001>
- Ballester-Ferrer, J. A., Bonete-López, B., Roldan, A., Cervelló, E., & Pastor, D. (2022). Effect of acute exercise intensity on cognitive inhibition and well-being: Role of lactate and BDNF polymorphism in the dose-response relationship. *Frontiers in Psychology*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1057475>
- Berg, E. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *Journal of General Psychology*, *39*, 15–22.
- Bhat, S., & Balakrishnan, G. (2024). Role of exercise in the prevention and treatment of metabolic syndrome. In *Elsevier eBooks* (pp. 367–381). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85732-1.00012-8>
- Bishop, M. R. (2014). Motor. In *Elsevier eBooks* (pp. 261–272). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411603-0.00014-8>
- Boullosa, D., Dragutinovic, B., Feuerbacher, J. F., Benítez-Flores, S., Coyle, E. F., & Schumann, M. (2022). Effects of short sprint interval training on aerobic and anaerobic indices: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *32*(5), 810–820. <https://doi.org/10.1111/sms.14133>

- Cai, M., Wang, H., Song, H., Yang, R., Wang, L., Xue, X., Sun, W., & Hu, J. (2022). Lactate is answerable for brain function and treating brain diseases: energy substrates and signal molecule. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.800901>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *PubMed*, 100(2), 126–131. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920711>
- Centre for Disease Prevention and Control (Latvia), Riga Stradiņš University. Latvia Health Behavior Among the Adult Population 2022.
- Chang, Y. K., Chen, F. T., Kuan, G., Wei, G. X., Chu, C. H., Yan, J., Chen, A. G., & Hung, T. M. (2019). Effects of acute exercise duration on the inhibition aspect of executive function in late Middle-Aged adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00227>
- Çınar, E., Fitzpatrick, C., Almeida, M. L., Camden, C., & Garon-Carrier, G. (2023). Motor Skills are More Strongly Associated to Academic Performance for Girls Than Boys. *Canadian Journal of School Psychology*, 38(3), 252–267. <https://doi.org/10.1177/08295735231173518>
- Cooper, S. B., Bandelow, S., Nute, M. L., Dring, K. J., Stannard, R. L., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2016). Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents. *Preventive Medicine Reports*, 4, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.06.004>
- Craik, F. I. M., & Bialystok, E. (2006). Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.01.007>
- Da Rosa Orssatto, L. B., Blazeovich, A. J., & Trajano, G. S. (2023). Ageing reduces persistent inward current contribution to motor neurone firing: Potential mechanisms and the role of exercise. *The Journal of Physiology*, 601(17), 3705–3716. <https://doi.org/10.1113/jp284603>
- Da Rosa Orssatto, L. B., Borg, D. N., Pendrith, L., Blazeovich, A. J., Shield, A., & Trajano, G. S. (2022). Do motoneuron discharge rates slow with aging? A systematic review and meta-analysis. *Mechanisms of Ageing and Development*, 203, 111647. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2022.111647>
- Dalsgaard, M. K., Quistorff, B., Danielsen, E. M., Selmer, C., Vogelsang, T., & Secher, N. H. (2004). A reduced cerebral metabolic ratio in exercise reflects metabolism and not accumulation of lactate within the human brain. *Journal of Physiology*, 554(2), 571–578. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.055053>

- Damayanti, N. A., Nusdwinuringtyas, N., Tambunan, T. F. U., & Kekalih, A. (2022). The effect of High-Intensity Interval Training on blood lactate levels and rate of perceived exertion in sedentary healthy adults. *Jurnal Profesi Medika*, 16(2).
<https://doi.org/10.33533/jpm.v16i2.5104>
- Dapp, L. C., Gashaj, V., & Roebbers, C. M. (2021). Physical activity and motor skills in children: A differentiated approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 54, 101916.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101916>
- Dasso, N. A. (2018). How is exercise different from physical activity? A concept analysis. *Nursing Forum*, 54(1), 45–52. <https://doi.org/10.1111/nuf.12296>
- De Oliveira Tavares, V. D., Schuch, F. B., Tempest, G. D., Parfitt, G., De Oliveira Neto, L., Galvão-Coelho, N. L., & Hackett, D. (2021). Exercisers' Affective and Enjoyment Responses: A Meta-Analytic and Meta-Regression Review. *Perceptual and Motor Skills*, 128(5), 2211–2236. <https://doi.org/10.1177/00315125211024212>
- Dembitskaya, Y., Piette, C., Pérez, S., Berry, H., Magistretti, P. J., & Venance, L. (2022). Lactate supply overtakes glucose when neural computational and cognitive loads scale up. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2212004119>
- Diagnostics, E. (n.d.). *Biosen Lactate and Glucose Analyzer / EKF Diagnostics*.
<https://www.ekfdiagnostics.com/biosen-analyzer.html>
- Dixon, S., & Hennessy, M. (2006). One year: One giant step forward. In *Elsevier eBooks* (pp. 322–351). <https://doi.org/10.1016/b0-32-302915-9/50018-5>
- Dregney, T., Thul, C. M., Linde, J. A., & Lewis, B. A. (2023). Affective responses to high intensity interval training relative to moderate intensity continuous training. *Physical Activity and Health*, 7(1), 229–238. <https://doi.org/10.5334/paah.271>
- Edwards, J., Griffiths, M., Deenmamode, A. H. P., & O'Driscoll, J. M. (2023). High-Intensity Interval Training and Cardiometabolic Health in the General Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Sports Medicine*, 53(9), 1753–1763. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01863-8>
- Eynon, M., Foad, J., Downey, J. A., Bowmer, Y., & Mills, H. (2019). Assessing the psychosocial factors associated with adherence to exercise referral schemes: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(5), 638–650. <https://doi.org/10.1111/sms.13403>
- Ekkekakis, P., & Brand, R. (2019). Affective responses to and automatic affective valuations of physical activity: Fifty years of progress on the seminal question in exercise

- psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 130–137.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.018>
- Fujishiro, K., MacDonald, L. A., Crowe, M., McClure, L. A., Howard, V. J., & Wadley, V. G. (2017). The role of occupation in Explaining Cognitive functioning in Later Life: Education and Occupational Complexity in a U.S. National sample of Black and white men and women. *The Journals of Gerontology: Series B*, 74(7), 1189–1199.
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbx112>
- Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T., & Wyss, T. (2019). RR interval signal quality of a heart rate monitor and an ECG Holter at rest and during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), 1525–1532. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04142-5>
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409–412. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>
- Griffiths, M., Edwards, J., McNamara, J., Galbraith, A., Bruce-Low, S., & O’Driscoll, J. M. (2024). The effects of high intensity interval training on quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.1007/s10389-024-02192-4>
- HaB Direct. (2024, April 2). *Monark Ergomedic 828E* | *HAB Direct*.
<https://www.habdirect.com/product/monark-828e/>
- Hayek, L. E., Khalifeh, M., Zibara, V., Assaad, R. A., Emmanuel, N., Karnib, N., El-Ghandour, R., Nasrallah, P., Bilen, M., Ibrahim, P., Younes, J., Haidar, E. A., Barmo, N., Jabre, V., Stephan, J. S., & Sleiman, S. F. (2019). Lactate mediates the effects of exercise on learning and memory through SIRT1-dependent activation of hippocampal brain-derived neurotrophic factor (BDNF). *the Journal of Neuroscience*, 39(18), 1661–18. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1661-18.2019>
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2(9), 817–828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>
- Harvey, P. D. (2019). Domains of cognition and their assessment. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 21(3), 227–237. <https://doi.org/10.31887/dcns.2019.21.3/pharvey>
- Hazell, T. J., MacPherson, R. E. K., Gravelle, B. M. R., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 153–160.
<https://doi.org/10.1007/s00421-010-1474-y>
- Herold, F., Behrendt, T., Meißner, C., Müller, N. G., & Schega, L. (2022). The influence of acute sprint interval training on cognitive performance of healthy younger adults.

- International Journal of Environmental Research and Public Health (Online)*, 19(1), 613. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010613>
- Hilger-Kolb, J., Loerbroks, A., & Diehl, K. (2020). ‘When I have time pressure, sport is the first thing that is cancelled’: A mixed-methods study on barriers to physical activity among university students in Germany. *Journal of Sports Sciences*, 38(21), 2479–2488. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1792159>
- Howlett, N., Trivedi, D., Troop, N. A., & Chater, A. M. (2018). Are physical activity interventions for healthy inactive adults effective in promoting behavior change and maintenance, and which behavior change techniques are effective? A systematic review and meta-analysis. *Translational Behavioral Medicine*, 9(1), 147–157. <https://doi.org/10.1093/tbm/iby010>
- Hsieh, S. S., Chueh, T., Huang, C. J., Kao, S., Hillman, C. H., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2020). Systematic review of the acute and chronic effects of high-intensity interval training on executive function across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 39(1), 10–22. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1803630>
- Hu, M., Jung, M. E., Nie, J., & Kong, Z. (2022). Affective and Enjoyment Responses to sprint Interval Training in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.820228>
- Hwang, D., Kim, J., Kyun, S., Jang, I., Kim, S. W., Park, H., & Lim, K. (2023). Exogenous lactate augments exercise-induced improvement in memory but not in hippocampal neurogenesis. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33017-1>
- Ito, S. (2019). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World Journal of Cardiology*, 11(7), 171–188. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171>
- Yellen, G. (2018). Fueling thought: Management of glycolysis and oxidative phosphorylation in neuronal metabolism. *Journal of Cell Biology*, 217(7), 2235–2246. <https://doi.org/10.1083/jcb.201803152>
- Jacob, N., So, I., Sharma, B., Marzolini, S., Tartaglia, M. C., Oh, P., & Green, R. (2023). Effects of High-Intensity Interval Training Protocols on blood lactate levels and cognition in Healthy Adults: Systematic Review and Meta-Regression. *Sports Medicine*, 53(5), 977–991. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01815-2>
- JASP Team (2024). JASP (Version 0.18.3)[Computer software].
- Jaumann, S., Scudelari, R., & Naug, D. (2013). Energetic cost of learning and memory can cause cognitive impairment in honeybees. *Biology Letters*, 9(4), 20130149. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0149>

- Ji, M., Cho, C., & Lee, S. (2024). Acute effect of exercise intensity on circulating FGF-21, FSTL-1, cathepsin B, and BDNF in young men. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 22(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.11.002>
- Khan, M., & Al-Jahdali, H. (2023). The consequences of sleep deprivation on cognitive performance. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*, 28(2), 91–99. <https://doi.org/10.17712/nsj.2023.2.20220108>
- Klerman, E. B., Brager, A. J., Carskadon, M. A., Depner, C. M., Foster, R. G., Goel, N., Harrington, M. E., Holloway, P. M., Knauert, M., LeBourgeois, M. K., Lipton, J. O., Mellow, M., Montagnese, S., Ning, M., Ray, D., Scheer, F. A., Shea, S. A., Skene, D. J., Spies, C., . . . Burgess, H. J. (2022). Keeping an eye on circadian time in clinical research and medicine. *Clinical and Translational Medicine*, 12(12). <https://doi.org/10.1002/ctm2.1131>
- Knauff, M., & Wolf, A. (2010). Complex cognition: the science of human reasoning, problem-solving, and decision-making. *Cognitive Processing*, 11(2), 99–102. <https://doi.org/10.1007/s10339-010-0362-z>
- Kong, Z., Yu, Q., Sun, S., Lei, O. K., Tian, Y., Shi, Q., Nie, J., & Burtscher, M. (2022). The impact of sprint interval exercise in acute severe hypoxia on executive function. *High Altitude Medicine & Biology*, 23(2), 135–145. <https://doi.org/10.1089/ham.2022.0004>
- Kroes, A. D. A., & Finley, J. R. (2023). Demystifying omega squared: Practical guidance for effect size in common analysis of variance designs. *Psychological Methods*. <https://doi.org/10.1037/met0000581>
- Kujach, S., Olek, R. A., Byun, K., Suwabe, K., Sitek, E. J., Ziemann, E., Laskowski, R., & Soya, H. (2020). Acute sprint interval exercise increases both cognitive functions and peripheral neurotrophic factors in humans: the possible involvement of lactate. *Frontiers in Neuroscience (Online)*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01455>
- Langley, J. O., Ng, S. C., Todd, E. L., & Porter, M. (2024). $\dot{V}O_{2max}$: determining the optimal test duration for maximal lactate formation rate during all-out sprint cycle ergometry. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05456-9>
- Lee, S., Choi, Y., Jeong, E., Park, J., Kim, J., Tanaka, M., & Choi, J. (2023). Physiological significance of elevated levels of lactate by exercise training in the brain and body. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 135(3), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2022.12.001>
- Lei, O., Sun, S., Nie, J., Shi, Q., & Kong, Z. (2022). Sprint interval exercise improves cognitive performance unrelated to postprandial glucose fluctuations at different levels

- of normobaric hypoxia. *Journal of Clinical Medicine*, 11(11), 3159.
<https://doi.org/10.3390/jcm11113159>
- Leveresen, J. S. R., Haga, M., & Sigmundsson, H. (2012). From Children to Adults: Motor Performance across the Life-Span. *PLOS ONE*, 7(6), e38830.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038830>
- Levy, W. B., & Calvert, V. (2021). Communication consumes 35 times more energy than computation in the human cortex, but both costs are needed to predict synapse number. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(18). <https://doi.org/10.1073/pnas.2008173118>
- Li, R., Karageorghis, C. I., Chen, Y., Chen, Y., Liao, Y., Hung, T. M., & Chang, Y. K. (2024). Effect of acute concurrent exercise training and the mediating role of lactate on executive function: An ERP study. *Psychology of Sport and Exercise*, 70, 102531.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102531>
- Li, X., Yang, Y., Zhang, B., Lin, X., Fu, X., An, Y., Zou, Y., Wang, J., Wang, Z., & Yu, T. (2022). Lactate metabolism in human health and disease. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01151-3>
- Lipkin, P. H. (2009). MOTOR DEVELOPMENT AND DYSFUNCTION. In *Elsevier eBooks* (pp. 643–652). <https://doi.org/10.1016/b978-1-4160-3370-7.00066-3>
- Liqiang, S., Fu, J., Sun, S., Zhao, G., Cheng, W., Dou, C., & Quan, M. (2019). Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLOS ONE*, 14(1), e0210644.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210644>
- Lövdén, M., Fratiglioni, L., Glymour, M. M., Lindenberger, U., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Education and cognitive functioning across the life span. *Psychological Science in the Public Interest*, 21(1), 6–41.
<https://doi.org/10.1177/1529100620920576>
- Magistretti, P. J., & Allaman, I. (2015). A cellular perspective on brain energy metabolism and functional imaging. *Neuron*, 86(4), 883–901.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.03.035>
- Mancı, E., Gençtürk, U., Günay, E., Güdücü, Ç., Herold, F., & Bediz, C. Ş. (2024). The influence of acute sprint exercise on cognition, gaming performance, and cortical hemodynamics in esports players and age-matched controls. *Current Psychology (New Brunswick, N.J.)*. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-05750-x>
- Márquez, D. X., Aguiñaga, S., Vásquez, P. M., Conroy, D. E., Erickson, K. I., Hillman, C. H., Stillman, C. M., Ballard, R., Sheppard, B. B., Petruzzello, S. J., King, A. C., &

- Powell, K. E. (2020). A systematic review of physical activity and quality of life and well-being. *Translational Behavioral Medicine*, *10*(5), 1098–1109.
<https://doi.org/10.1093/tbm/ibz198>
- Mauss, I. B., & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition & Emotion*, *23*(2), 209–237. <https://doi.org/10.1080/02699930802204677>
- McMorris, T. (2021). The acute exercise-cognition interaction: From the catecholamines hypothesis to an interoception model. *International Journal of Psychophysiology*, *170*, 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.10.005>
- McMorris, T., Turner, A. P., Hale, B. J., & Sproule, J. (2016). Beyond the catecholamines hypothesis for an acute Exercise–Cognition interaction. In *Elsevier eBooks* (pp. 65–103). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800778-5.00004-9>
- Metcalfe, R. S., Atef, H., Mackintosh, K. A., McNarry, M. A., Ryde, G., Hill, D. M., & Vollaard, N. (2020). Time-efficient and computer-guided sprint interval exercise training for improving health in the workplace: a randomised mixed-methods feasibility study in office-based employees. *BMC Public Health*, *20*(1).
<https://doi.org/10.1186/s12889-020-8444-z>
- Metcalfe, R. S., Williams, S., Fernandes, G., Astorino, T. A., Stork, M., Phillips, S., Niven, A., & Vollaard, N. (2022). Affecting Effects on affect: The impact of protocol permutations on affective responses to sprint interval exercise; A systematic review and Meta-Analysis of pooled individual participant data. *Frontiers in Sports and Active Living*, *4*. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.815555>
- Migeot, J., Calivar, M., Granchetti, H., Ibáñez, A., & Fittipaldi, S. (2022). Socioeconomic status impacts cognitive and socioemotional processes in healthy ageing. *Scientific Reports*, *12*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09580-4>
- Monroe, D. C., Gist, N. H., Freese, E. C., O'Connor, P. J., McCully, K. K., & Dishman, R. K. (2016). Effects of sprint interval cycling on fatigue, energy, and cerebral oxygenation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *48*(4), 615–624.
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000809>
- Moreau, D., & Chou, E. (2019). The Acute Effect of High-Intensity Exercise on Executive Function: A Meta-Analysis. *Perspectives on Psychological Science*, *14*(5), 734–764.
<https://doi.org/10.1177/1745691619850568>
- Morella, I., Brambilla, R., & Morè, L. (2022). Emerging roles of brain metabolism in cognitive impairment and neuropsychiatric disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *142*, 104892. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104892>

- Nalçakan, G. R., Songsorn, P., Fitzpatrick, B., Yüzbaşıoğlu, Y., Brick, N., Metcalfe, R. S., & Vollaard, N. (2018). Decreasing sprint duration from 20 to 10 s during reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) attenuates the increase in maximal aerobic capacity but has no effect on affective and perceptual responses. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(4), 338–344. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0597>
- Overgaard, M., Rasmussen, P., Bohm, A. M., Seifert, T., Brassard, P., Zaar, M., Homann, P. H., Evans, K. A., Nielsen, H. B., & Secher, N. H. (2012). Hypoxia and exercise provoke both lactate release and lactate oxidation by the human brain. *the FASEB Journal*, 26(7), 3012–3020. <https://doi.org/10.1096/fj.11-191999>
- Padamsey, Z., & Rochefort, N. L. (2023). Paying the brain's energy bill. *Current Opinion in Neurobiology*, 78, 102668. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2022.102668>
- Peng, B., Ng, J. Y. Y., & Ha, A. S. (2023). Barriers and facilitators to physical activity for young adult women: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01411-7>
- Peng, S., & Feng, X. (2022). Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: Relationship, mechanism and perspectives. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1017825>
- Peterson, R., George, K. M., Gilsanz, P., Mayeda, E. R., Glymour, M. M., Meyer, O. L., Mungas, D. M., DeCarli, C., & Whitmer, R. A. (2021). Lifecourse socioeconomic changes and late-life cognition in a cohort of U.S.-born and U.S. immigrants: findings from the KHANDLE study. *BMC Public Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10976-6>
- Poon, E. T., Li, H., Gibala, M. J., Wong, S. H., & Ho, R. S. (2024). High-intensity interval training and cardiorespiratory fitness in adults: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(5). <https://doi.org/10.1111/sms.14652>
- Poon, E. T., Sheridan, S., Chung, A. P., & Wong, S. H. (2018). Age-specific affective responses and self-efficacy to acute high-intensity interval training and continuous exercise in insufficiently active young and middle-aged men. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 16(3), 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.09.002>
- Reitan, R.M. (1969). Manual for administration of neuropsychological test batteries for adults and children. Indianapolis, Indiana.

- Riske, L., Thomas, R. K., Baker, G. B., & Dursun, S. (2016). Lactate in the brain: an update on its relevance to brain energy, neurons, glia and panic disorder. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, 7(2), 85–89.
<https://doi.org/10.1177/2045125316675579>
- Saanijoki, T., Nummenmaa, L., Eskelinen, J., Savolainen, A. M., Vahlberg, T., Kalliokoski, K. K., & Hannukainen, J. C. (2015). Affective responses to repeated sessions of High-Intensity interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(12), 2604–2611. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000721>
- Saunders, T. J., McIsaac, T., Douillette, K., Gaulton, N., Hunter, S., Rhodes, R. E., Prince, S. A., Carson, V., Chaput, J., Chastin, S., Giangregorio, L., Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Kho, M. E., Poitras, V. J., Powell, K. E., Ross, R., Ross-White, A., Tremblay, M. S., & Healy, G. N. (2020). Sedentary behaviour and health in adults: an overview of systematic reviews. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10 (Suppl. 2)), S197–S217. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0272>
- Solum, M., Lorås, H., & Pedersen, A. V. (2020). A golden age for motor skill learning? Learning of an unfamiliar motor task in 10-Year-Olds, young adults, and adults, when starting from similar baselines. *Frontiers in Psychology*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00538>
- Stebbins, R. C., Yang, Y. C., Reason, M., Aiello, A. E., Belsky, D. W., Harris, K. M., & Plassman, B. L. (2022). Occupational cognitive stimulation, socioeconomic status, and cognitive functioning in young adulthood. *SSM-Population Health*, 17, 101024.
<https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2022.101024>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reaction. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Swarbrick, D., Kiss, A., Trehub, S., Tremblay, L., Alter, D., & Chen, J. L. (2020). HIIT The Road Jack: An exploratory study on the effects of an acute Bout of Cardiovascular High-Intensity Interval Training on Piano learning. *Frontiers in Psychology*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02154>
- Tai, X. Y., Chen, C., Manohar, S., & Husain, M. (2022). Impact of sleep duration on executive function and brain structure. *Communications Biology*, 5(1).
<https://doi.org/10.1038/s42003-022-03123-3>
- Taylor, E. M., Cadwallader, C. J., Curtin, D., Chong, T. T., Hendrikse, J. J., & Coxon, J. P. (2024). High-intensity acute exercise impacts motor learning in healthy older adults. *Npj Science of Learning*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00220-2>

- Thomas, R., Johnsen, L. K., Geertsen, S. S., Christiansen, L., Ritz, C., Roig, M., & Lundbye-Jensen, J. (2016). Acute exercise and motor memory consolidation: The role of exercise intensity. *PloS One*, *11*(7), e0159589.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159589>
- Van Der Willik, K. D., Licher, S., Vinke, E. J., Knol, M. J., Darweesh, S. K., Van Der Geest, J. N., Schagen, S. B., Ikram, M. K., Luik, A. I., & Ikram, M. A. (2020). Trajectories of cognitive and motor function between ages 45 and 90 years: A Population-Based Study. *The Journals of Gerontology: Series A*, *76*(2), 297–306.
<https://doi.org/10.1093/gerona/glaa187>
- Vanags, E., & Raševska, M. (2015). Relationships between depression, anxiety and stress levels, and Latvian words affective ratings (p. 1). 19th Conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOP).
- Vanags, E., Ekmanis, J. (2018). Affect arousal and valence recognition from EDA asymmetry and HRV measurements during computerised cognitive ability testing, The 4th international conference of the European Society for Cognitive and Affective Neuroscience (ESCAN).
- Västfjäll, D., Friman, M., Gärling, T., & Kleiner, M. (2002). The measurement of core affect: A Swedish self-report measure derived from the affect circumplex. *Scandinavian Journal of Psychology*, *43*(1), 19–31. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00265>
- Vollaard, N., & Metcalfe, R. S. (2017). Research into the Health Benefits of Sprint Interval Training Should Focus on Protocols with Fewer and Shorter Sprints. *Sports Medicine*, *47*(12), 2443–2451. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0727-x>
- Vollaard, N., Metcalfe, R. S., & Williams, S. (2017). Effect of number of sprints in an SIT session on change in V O₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *49*(6), 1147–1156. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001204>
- Walker, M. P. (2009). Sleep-Dependent memory processing. In *Elsevier eBooks* (pp. 1055–1065). <https://doi.org/10.1016/b978-008045046-9.00072-3>
- Watts, M. E., Pocock, R., & Claudianos, C. (2018). Brain energy and oxygen metabolism: Emerging role in normal function and disease. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2018.00216>
- Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIT) on Fitness in Adults: A Meta-Analysis of Controlled and Non-Controlled Trials. *Sports Medicine*, *44*(7), 1005–1017.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0180-z>

- Wood, D., Crapnell, T., Lau, L., Bennett, A., Lotstein, D., Ferris, M., & Kuo, A. (2017). Emerging adulthood as a critical stage in the life course. In *Springer eBooks* (pp. 123–143). https://doi.org/10.1007/978-3-319-47143-3_7
- Xu, S., Akioma, M., & Yuan, Z. (2021). Relationship between circadian rhythm and brain cognitive functions. *Frontiers of Optoelectronics*, *14*(3), 278–287. <https://doi.org/10.1007/s12200-021-1090-y>
- Xue, X., Liu, B., Hu, J., Bian, X., & Lou, S. (2022). The potential mechanisms of lactate in mediating exercise-enhanced cognitive function: a dual role as an energy supply substrate and a signaling molecule. *Nutrition & Metabolism*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12986-022-00687-z>
- Zapparoli, L., Mariano, M., & Paulesu, E. (2022). How the motor system copes with aging: a quantitative meta-analysis of the effect of aging on motor function control. *Communications Biology*, *5*(1). <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03027-2>
- Zelt, J. G., Hankinson, P. B., Foster, W. S., Williams, C., Reynolds, J. O., Garneys, E., Tschakovsky, M. E., & Gurd, B. J. (2014). Reducing the volume of sprint interval training does not diminish maximal and submaximal performance gains in healthy men. *European Journal of Applied Physiology*, *114*(11), 2427–2436. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2960-4>
- Zhao, M., Veeranki, S. P., Magnussen, C. G., & Xi, B. (2020). Recommended physical activity and all cause and cause specific mortality in US adults: prospective cohort study. *BMJ*, m2031. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2031>

PIELIKUMI



DZĪVĪBAS UN MEDICĪNAS ZINĀTŅU PĒTĪJUMU ĒTIKAS KOMITEJAS ATZINUMS

Rīgā, Datums skatāms laika zīmogā

Nr. 71-35/2

Pētījuma nosaukums	Augstas intensitātes intervāla fiziskas slodzes (HIIT) un sprinta intervāla fiziskas slodzes (SIT) akūtā ietekme uz neiroplastiskuma biomarķieri BDNF un psihoemocionālo funkcionēšanu topošajiem pieaugušajiem: randomizēti kontrolēts pētījums
Pētījuma vadītāja	Līga Plakane
Pētījuma izpildītāja	Aleksandrs Koļesovs, Evita Rostoka, Klāvs Ēvelis
Pētījuma norises vietas	LU Bioloģijas fakultātes Sporta fizioloģijas laboratorija; LU Medicīnas fakultātes Bioķīmijas laboratorija

Latvijas Universitātes Dzīvības un medicīnas zinātņu pētījumu ētikas komiteja (turpmāk – Ētikas komiteja) 2024. gada 12. janvāra sēdē izvērtēja pētījuma “Augstas intensitātes intervāla fiziskas slodzes (HIIT) un sprinta intervāla fiziskas slodzes (SIT) akūtā ietekme uz neiroplastiskuma biomarķieri BDNF un psihoemocionālo funkcionēšanu topošajiem pieaugušajiem: randomizēti kontrolēts pētījums” (turpmāk – pētījums) pieteikumu, pētījuma dalībnieku informētās piekrišanas projektu, šajos dokumentos norādītos ētikas principu ievērošanas nosacījumus, risku un ieguvumu samēru analīzi, kā arī pētījuma dalībnieku tiesību aizsardzības nosacījumus un nolēma, ka:

plānotais pētījums atbilst pētījumu ētikas principiem un pētījuma dalībnieku tiesību aizsardzības prasībām.

Atzinums ir spēkā pētījuma pieteikumā plānotajai datu ieguvei līdz 2025. gada 31. decembrim
Pētījuma vadītāja un izpildītāju pienākumi:

- veicot pētījumu, ievērot pētījumu ētikas principus un personas datu aizsardzības prasības;
- atbilstoši Ētikas komitejas nolikuma 29. punktam, rakstiski informēt Ētikas komiteju par izmaiņām plānotajā pētījuma norisē un iesniegtajos dokumentos pirms šādu izmaiņu veikšanas.

Ētikas komitejas priekšsēdētāja

(paraksts*)

S.Mežinska

*** ŠIS DOKUMENTS IR ELEKTRONISKI PARAKSTĪTS AR DROŠU ELEKTRONISKO PARAKSTU UN SATUR LAIKA ZĪMOGU**

Maģistra darbs „Augstas intensitātes intervāla fiziskas slodzes (HIIT) un sprinta intervāla fiziskas slodzes (SIT) akūta ietekme uz kognitīvajiem procesiem un afekta stāvokli topošajiem pieaugušajiem” izstrādāts LU Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un LUISā iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai un/vai e-studijās iesniegtai darba elektroniskai versijai.

Autors: Klāvs Ēvelis *paraksts* 30.05.2024

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr.biol., asoc. prof. Līga Plakane *paraksts* 30.05.2024

Recenzents: *paraksts* Dr. biol. Viktors Veliks

Darbs iesniegts LU Bioloģijas fakultātē 30.05.2024

Studiju metodiķe: *paraksts* Vita Brusbārde

Darbs aizstāvēts Maģistra studiju programmas “Sporta zinātne” maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

prot. Nr. , vērtējums

Komisijas sekretārs/e: