

TARTU ÜLIKOOL  
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Kaja Ruhno

**Kõrge temperatuuriga keskkonnas aklimatiseerumise mõju kognitiivsele  
võimekusele ja tunnetusprotsessidele: Teaduskirjanduse süstemaatiline  
ülevaade**

**Effects of heat acclimation on cognitive performance and perception: A Systematic Review  
of Literature**

**Magistritöö**

füsioteraapia õppekava

Juhendaja professor, PhD Vahur Ööpik  
Kaasjuhendaja professor, PhD Kairi Kreegipuu

Tartu 2022

## Sisukord

LÜHIÜLEVAADE .....	3
ABSTRACT.....	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	5
1.1. Keskkonnategurite mõju kehalisele töövõimele .....	5
1.2. Kognitiivne võimekus.....	6
1.3. Kõrge temperatuuriga keskkonna mõju kognitiivsele võimekusele .....	8
1.4. Aklimatiseerumine kõrge temperatuuriga keskkonnas .....	10
1.4.1. Aklimatiseerumise mõju kehalisele töövõimele kõrge temperatuuriga keskkonnas .....	12
1.4.2. Aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele kõrge temperatuuriga keskkonnas .....	13
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	16
3. METOODIKA .....	17
3.1. Teaduskirjanduse otsinguprotsess.....	17
3.2. Teaduskirjanduse valimi moodustamise kriteeriumid .....	17
3.3. Teaduskirjanduse allikate selekteerimine .....	18
4. TULEMUSED .....	20
4.1. Analüüsi kaasatud artiklite ülevaade .....	20
4.2. Passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele.....	31
4.3. Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele .....	31
4.4. Passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi mõju tunnetusprotsessidele .....	32
4.4.1. Mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele .....	32
4.4.2. Mõju soojusmugavuse ja soojustunnetusele .....	33
4.5. Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammi mõju tunnetusprotsessidele .....	33
4.5.1. Mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele .....	33
4.5.2. Mõju soojusmugavuse ja soojustunnetusele .....	34
5. ARUTELU .....	35
6. JÄRELDUSED .....	41
KASUTATUD KIRJANDUS.....	42
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	49

## LÜHIÜLEVAADE

**Eesmärk:** Käesoleva teaduskirjanduse süstemaatilise ülevaate eesmärgiks on välja selgitada kõrge temperatuuriga keskkonnas aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele.

**Metoodika:** Teaduskirjanduse otsing ja selekteerimine põhines PRISMA juhendil. Artikleid otsiti järgmistest andmebaasidest: Pubmed, Web of Science, Scopus, EBSCO. Aklimatiseerumise mõju kognitiivsete funktsioonide osas otsiti andmebaasidest originaalartikleid, mis olid ilmunud ajavahemikul 1. jaanuarist 1980 kuni 24. aprillini 2022. Ajavahemikust 1. jaanuar 2012 kuni 24. aprill 2022 otsiti andmebaasidest originaalartikleid, mis kirjeldasid aklimatiseerumisprogrammide mõju tunnetusprotsessidele.

**Tulemused:** Käesolevasse töösse on sisse arvatud 16 artiklit, mis vastasid otsingukriteerumitele. Kõik 16 artiklit on eksperimentaaluuringud.

**Kokkuvõte:** Kuumastressi korral on täheldatud reaktsiooniaja kiirenemist. Kuumastress kahjustab komplekssete ülesannete sooritusvõimet, mis viitab täidesaatvate funktsioonide toimimise häirumisele. Sarnast mõju on täheldatud nii passiivse kuumaekspositsiooni korral kui ka kuumaekspositsiooni koosmõjul kehalise koormusega. Kuumastress ei kahjusta lihtsate kognitiivsete ja mootorsete ülesannete sooritusvõimet. Keskmise pikkusega aklimatiseerumisprogrammidel on positiivne mõju täidesaatvatele funktsioonidele ja ajahindamise võimekusele, täheldatud on ülesannete sooritamisel täpsuse suurenemist. Nii lühi-keskmise kui pikaajalistel aklimatiseerumisprogrammidel on täheldatud positiivset mõju tunnetusprotsesside tajumisele kõrgel temperatuuril. Aklimatiseerumisprogrammidel olenemata ülesehitusest on täheldatud positiivset mõju kognitiivse võimekuse säilitamisele kuumastressi tingimustes. Samuti on leitud positiivne efekt tunnetusprotsessidele (soojusmugavus, soojutustunnetus ja pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste) olenemata aklimatiseerumisprogrammi ülesehitusest. Naiste osakaal aklimatiseerumisprogrammides on vähene, mille tõttu on raskendatud järeltööde tegemine, kas aklimatiseerumise mõjul kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele on soolisi erinevusi.

**Märksõnad:** kontrollitud hüpertermia, süvatemperatuur, kognitiivne võimekus, tajude

## **ABSTRACT**

**Aim:** The aim of this systematical review was to gather research of heat acclimation influence on cognitive performance and perception.

**Methods:** Search was carried out in Pubmed, Web of Science, Scopus, EBSCO for identifying suitable studies. PRISMA guidelines were used for reporting data.

**Results:** 16 studies were picked for final examination.

**Conclusions:** Heatstress accelerates reaction time. Heatstress impairs the performance of complex tasks, which indicates a deterioration in executive functions. Heatstress has not negative influence on simple cognitive task performance. The same effect on cognitive performance has been detected during passive and active heat exposure. Short-term and medium-term heat acclimation regimens restores executive functions and planning accuracy and time perception in hyperthermic humans. In this study we did not find beneficial effect on cognitive performance in long-term acclimation regimens. Heat acclimation protocols as short-term (<7 days), medium-term (8–14 days), and long-term ( $\geq 14$  days) induce many beneficial physiological and perceptual (thermal comfort, thermal sensation and perceived rate of exertion) adaptations to high ambient temperatures. Beneficial effect was found in passive heat exposure and physically active heat acclimation protocols. Females are heavily underrepresented in heat acclimation studies, what makes it difficult to make generalizations is the effect of heat acclimation on cognitive performance and perception in females compared men.

**Keywords:** controlled hyperthermia, core temperature, cognitive performance, perception.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Keskkonnategurite mõju kehalisele tövõimele

Harjumatud keskkonnategurid, näiteks kõrge õhutemperatuur ja -niiskus, päikesekiirgus, tugev tuul, suur kõrgus merepinnast, suurendavad koormust füsioloogilistele süsteemidele (NATO Science and Technology Organization 2013; Sawka *et al.* 2011). Kõrge keskkonnatemperatuuri mõjuväljas tõuseb keha süvatemperatuur kehalisel tööl kiiremini ja ulatuslikumalt kui normaalse temperatuuriga keskkonnas ja see on üks väsimuse kiirema süvenemise põhjuseid (Racinais *et al.* 2014). Sõjaväelase ja (tipp)sportlase elukutse kuuluvad tegevusalade hulka, kus tööalaste ülesannete edukas täitmine ja seatud eesmärkide saavutamine eeldab head või koguni kõrgetasemel kehalist ja kognitiivset võimekust (Ashworth *et al.* 2020). Sõjalised missioonid ja rahvusvahelised võistlused toimuvad sageli piirkondades, kus nii temperatuur kui ka õhu suhteline niiskus võivad märgatavalt erineda meile tavapärasest kliimanäitajatest. Käesoleva teaduskirjanduse süstemaatilise ülevaate eesmärgiks oli välja selgitada kõrge temperatuuriga keskkonnas aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele.

Kehalisest koormusest tingitud keha süvatemperatuuri tõus ja kõrge keskkonna temperatuur ( $\geq 30$  °C) (Wickham *et al.* 2021) võivad koostoimes põhjustada enneaegset väsimust ja kehalise tövõime langust. Kuumastress suurendab füsioloogilist pinget, mis väljendub kõrgeenenud süva-, naha- ja ajutemperatuuris, südame-vereringesüsteemi suurenenud koormuses, kõrges stressihormoonide tasemes, laktaadi kuhjumises ja suurenenud sõltuvuses süsivesikute ainevahetusest, mis põhjustab aeroobse võimekuse langust (Rahimi *et al.* 2019, Périard *et al.* 2015).

Militaarses kontekstis on lisaks kliimaatilistele tingimustele oluliseks mõjuteguriks kantav kaitseriietus ja -varustus, mis võib oluliselt takistada soojuskadu (Hancock & Vasmatazidis 2003). Kaitseriietus ja -varustus vähendavad õhu-naha kokkupuutepinda, mille tõttu väheneb soojuskadu konveksiooni ja higi koostisesse kuuluva vee aurustumise teel. Kui vee aurustumisega nahalt kaasnev soojuskadu on väiksem kui soojusteke, kiireneb keha süvatemperatuuri tõus tasemeni, mis põhjustab kurnatust ja võib viia kuumakahjustuste tekkele (Sawka *et al.* 2011). Raskuste kandmine (laskemoon, relvastus, toit, vesi) suurendab veelgi soojusteket, lisab koormust südame-veresoonkonna süsteemidele (Ashworth *et al.* 2020).

Kuumas ja sageli ühtaegu niiskes kliimas toimub palju suuri spordivõistlusi. Niisugustes tingimustes ohustab hüpertermia eelkõige vastupidavusalade sportlasi, kes treenivad peamiselt parasvöötmele omastes oludes (Sawka *et al.* 2011). Erineva treenituse tasemega sportlaste vastupidavusliku töövõime langus kõrge temperatuuriga keskkonnas võrreldes normaalsete oludega on erinevates uuringutes ulatunud 3%-st (Tucker *et al.* 2004) 17%-ni (Racinais *et al.* 2015) või isegi 30%-ni (Watson *et al.* 2005).

## 1.2. Kognitiivne võimekus

Kognitiivne võimekus peegeldab kortikaalsete ja subkortikaalsete alade täpset ja tõhusat koostöömist, võimaldades välisstiimuli äratundmist, identifitseerimist, vastuse valikut ja vastust stiimulile reaktsioonina (Schmit *et al.* 2017). Kognitiivne funktsioon on lai mõiste, mis viitab teadmiste omandamisega, informatsiooni töötlemisega ja arutlusvõimega seotud vaimsetele protsessidele. Kognitiivsed protsessid hõlmavad taju, mälu, õppimisvõimet, tähelepanu, otsuste tegemise ja keeleoskuse/võimekuse valdkondi (Kiely 2014).

Kognitiivpsühholoogia on eksperimentaalsetele uuringutele toetuv õpetus sellest, kuidas inimene võtab vastu, töötleb, muundab, säilitab ja kasutab informatsiooni. Taju-, tähelepanu-, kujutlus-, mälu-, otsustamis- ning liigutusprotsessid viiakse ellu mitmetasandilise infotöötlussüsteemi osalusel, mis kodeerib objektiivse maailma kohta käivat teavet sisemiste teabeesinduste (representatsioonide) vahendusel (Bachmann ja Maruste 2003).

Psühhomeetristeks uuringuteks kasutatakse erinevaid testide patareisid, mis sisaldavad erinevaid allteste, kus hinnatakse vastavaid kognitiivseid funktsioone (Murray & Johnson 2013). Enam levinud vaimsed võimed, mida uuritakse, on töötluskiirus, töömälu, tähelepanu ja üldine kognitiivne võimekus (Singh *et al.* 2021). Klassikalise näitena psühhomeetristest hindamisvahenditest võib välja tuua arvutipõhise testipatarei *The TestMyBrain Digital Neuropsychology Toolkit*. See töötati välja 2020. aastal ja annab hea ülevaate uuritava üldisest kognitiivsest võimekusest (Singh *et al.* 2021). Kognitiivsete ülesannete kategoriseerimine on raskendatud erinevate ajupiirkondade koosaktivatsiooni tõttu (Qian *et al.* 2013), seetõttu on ülesanded klassifitseeritud “lihtsateks” (lihtsad tajupõhised motoorsed oskused) ja

“kompleksseteks” (nõuavad suuremat pingutust ja/või tähelepanu; nt mitme ülesande samaaegne sooritus, tähelepanu jagamise ja säilitamise ülesanded, mälu ülesanded) (Barry *et al.* 2022).

Kognitiivsete testide patareide abil hinnatakse erinevaid vaimse võimekuse aspekte. Enam levinud faktorid, mida hinnatakse, on reaktsiooniaeg ja täpsus, mis peegeldavad informatsiooni töötlusprotsesside efektiivsust (Schmit *et al.* 2017) ja üldine kognitiivne võimekus, mis annab hea ülevaate täidesaatvate funktsioonide toimimise efektiivsusest (Breit *et al.* 2020). Täidesaatvate funktsioonide hulka kuuluvad kõrgetasemelised kognitiivsed võimed nagu töömälu, inhibitsioonivõime, kognitiivne paindlikkus, planeerimisvõime, arutlusvõime ja probleemilahendusoskus. Täidesaatvad funktsioonid võimaldavad igapäevaeluliselt eesmärke planeerida (Kiely 2014), saavutada, kohaneda uute olukordadega (Cristofori *et al.* 2019). Täidesaatvad funktsioonid võimaldavad mentaalselt “mängida” ideedega; võtta aega mõtlemiseks enne tegevuse sooritamist. Nii tagatakse uute, ootamatute olukordade lahendamise võime ja keskendumisvõime; see aitab ka vastu seista ahvatlustele. Täidesaatvate funktsioonide oluline osa on üldine inhibitsioonivõimekus (impulsi kontrollivõime stiimulile) ning suutlikkus säilitada selektiivset tähelepanuvõimekust (Diamond 2013). Töömälu kajastatakse kui vaimset töötsooni, mis võimaldab baasi mõtlemiseks. Sellele tsoonile tugineva infotöötamise tulemusel on inimene võimeline sooritama keerulisi toiminguid nagu arutlemine, lugemine, järeldusteni jõudmine. Samuti arvatakse töömälu olevat seotud tähelepanuga ja võimega seostada teadmisi lühimälu ja pikaajalise mälu vahel (Baddeley 2009).

Kognitiivsed protsessid töötlevad tunnetusprotsessidest saadud informatsiooni (Kiely 2014). Kuumas keskkonnas kehalisel koormusel tekib organismis suurem füsioloogiline pinge, mis võib põhjustada enneaegset väsimust (Périard *et al.* 2015). Lisaks füsioloogilistele muutustele organismis uuritakse psühhofüüsilisi tunnetusprotsesse, mis võivad mõjutada kehalist ja vaimset sooritusvõimet. Peamised tunnetusprotsessid, mida uuritakse kõrge temperatuuri mõju osas kognitiivsele võimekusele, on soojusmugavus (Thomas *et al.* 2020), soojustunnetus (Flouris & Schlader 2015) ja

subjektiivselt tajutud raskusaste (RPE) (Borg 1982). Ollakse arvamusel, et pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste mõjutab enam sooritusvõimet kehalisel koormusel kuumas kliimas, kuid samuti on oluline mõju soojustunnetuse tunnetusprotsessidel (Flouris & Schlader 2015).

### 1.3. Kõrge temperatuuriga keskkonna mõju kognitiivsele võimekusele

Laialdaselt on uuritud kehalise koormuse mõju kognitiivsele võimekusele. Mõõdukas kehaline koormus avaldab positiivset toimet vaimsele võimekusele. See võib olla seotud katehoolamiinide kontsentratsiooni tõusuga, mille tõttu tõuseb erutuslävi, mis omakorda võib avaldada positiivset mõju infotöötlusprotsesside kiirenemisele (Donnan *et al.* 2021). Kuumastress koostoimes kehalise koormusega avaldab organismile suuremat koormust. Ainuüksi kuumastressi mõju kognitiivsele võimekusele on uuritud küllaltki palju, kuid uuringute tulemuste süstematiseerimine ja üldistamine on raskendatud. Muutused kognitiivses võimekuses võivad põhjustatud olla erinevatest teguritest: ülesannete tüüp, keskkonnateguritega kokkupuuteaeg, uuritavate oskused ja aklimatiseerumise tase (Ashworth *et al.* 2020). Võrdlemisi selgesti avaldub siiski seaduspärasus, et kuumastressi mõju kognitiivsele võimekusele sõltub ülesande tüübist. Sealjuures selle mõju tugevus korreleerub keha süvatemperatuuri muutustega (Hancock & Vasmatzidis 2003). Oluliseks mõjuriks kognitiivsele võimekusele kõrgel temperatuuril on ka suhtelise õhuniiskuse tase. Tian *et al.* (2021) viisid läbi uuringu, kus testiti kõrgel temperatuuril suhtelise õhuniiskuse mõju kognitiivsele võimekusele. Kui suhteline õhuniiskus oli 70% ja selle juures toimus temperatuuri tõus 26 °C-lt 39 °C-ni, täheldati kognitiivsete testide sooritusel suuremat vigade tekke arvu. Kui suhteline õhuniiskus vähenes 70%-lt 50%-ni, vähenes testide sooritusel vigade arv.

Kognitiivsed võimed, mida hinnatakse, jaotatakse kahese infotöötlusprotsessi teooria kohaselt automaatseteks ja kontrollitud protsessideks (Schneider & Chein 2003). Nende kahe protsessi omavaheline interaktsioon on arenenud säilitamaks sooritusvõimet mitmekesisel keskkonnas, kus tähelepanu peab olema jagatud olulise stiimuli või stiimulite jälgimiseks. Automaatsed ehk lihtsad protsessid vajavad vähest pingutust ning toimivad häireteta ka suurte kehaliste ja vaimsete koormuste korral (Hancock & Vasmatzidis 2003). Kontrollitud protsessid ehk kompleksed võimed vajavad seevastu suuremat pingutust ning võivad omakorda raskendada teiste kontrollitud protsesside paralleelset toimimist. Kontrollitud protsesside adekvaatne toimimine tagab õpivõime, mis on oluline ootamatutes olukordes, kus on vajalik täidesaatvate funktsioonide suurem kaasatus (Schneider & Chein 2003). Oskuste tase on oluline tegur, mis mõjutab, kas ja mil määral kuumastress avaldab kognitiivsele sooritusvõimele negatiivset mõju. Kõrgem oskuste tase tähendab teatud funktsioonide automatiseerumist, mis on omakorda vähem mõjutatud välistest teguritest (Hancock & Vasmatzidis 2003). Näiteks on Curley *et al.* (1983) täheldanud, et õpivõime



on alanenud kehalise koormuse ja kuumastressi tingimustes olulisel määral, kuid mõjutamatuks jäid automatiseerunud oskused.

Eksperimentaalsed uuringud näitavad, et keha süvatemperatuuri tõus tasemele  $\sim 38,5$  °C on potentsiaalseks läveks, mil hüpertermia hakkab avaldama negatiivset mõju kognitiivsele võimekusele. Keha süvatemperatuuril  $< 38,5$  °C on täheldatud kognitiivsete võimete parenemist, kuid alates temperatuurist  $> 38,5$  °C hakkab häiruma komplekssete ülesannete sooritustase, viidates täidesaatvate funktsioonide halvenemisele (Schmit *et al.* 2017, Gaoua, Racinais *et al.* 2011, Hancock & Vasmatzidis 2003).

Ümberpööratud U-kujuline erutuslääve teooria selgitab, kuidas kognitiivne võimekus muutub hüpertermia tingimustes (Schmit *et al.* 2017). Simmons *et al.* (2008) on täheldanud keha süvatemperatuuri tõustes lihtsa reaktsioonikiiruse, valikulise reaktsioonikiiruse, töömälu ja komplekssete kognitiivsete testide soorituse parenemist. Kuid aga süvatemperatuur ületab  $38,2$ – $38,5$  °C piiri, hakkab hüpertermia kasulik efekt taanduma. Enamik autoreid on leidnud, et alates temperatuurist  $\sim 38,5$  °C hakkavad häiruma enam pingutus/ressurssi vajavad funktsioonid (täidesaatvad funktsioonid, sh töömälu ja püsiva tähelepanu säilitamise võimekus). Ülesannete sooritamisel on registreeritud reaktsiooniaja kiirenemist, kuid seejuures ka valehäirete arvu suurenemist, mis viitab impulsiivsuse tõusule. Impulsiivsuse tõus (Racinais *et al.* 2017, Ely *et al.* 2013) viitab kognitiivse kontrolli vähenemisele ja seeläbi vigade suuremale esinemissagedusele ülesannete sooritamisel. Halveneb eristamisvõime ning töömälu maht (Hancock & Vasmatzidis 2003, Piil *et al.* 2019, Racinais *et al.* 2017, Schmit *et al.* 2017). Impulsiivsuse suurenemine võib halvendada konfliktse olukorra lahendamise võimet militaarses kontekstis (Gaoua, Racinais *et al.* 2011, Racinais *et al.* 2008). Nii aktiivse kui passiivse kuumastressi korral on täheldatud sarnast mõju kognitiivsetele võimetele (Donnan *et al.* 2021, Hancock & Vasmatzidis 2003). Ramsey *et al.* (1983) on viidanud, et soojemates kliimaatilistes tingimustes on õnnetusjuhtumite arv suurenenud, ning täheldanud riskeerivamat käitumist. Roh *et al.* (2017) on välja toonud kognitiivse võimekuse muutuse kehalisel koormusel erinevatel temperatuuridel. Nad leidsid, et lihtsas ja komplekses Stroopi testis paranes täpsus märkimisväärselt kohe pärast kehalist koormust tavatemperatuuril ( $18$  °C), muutust ei täheldatud samades näitajates koormusjärgselt kõrgenenud temperatuuriga keskkonnas ( $32$  °C).

Põhjused, miks kognitiivne võimekus keha süvatemperatuuri ulatuslikuma tõusu korral alaneb, võivad olla erinevad. Neuronite temperatuuri tõus ning temperatuuri- ja kemoretseptoritelt lähtuvad signaalid võivad avaldada inhibeerivat mõju kognitiivsele võimekusele. EEG uuring hüpertermia tingimustes kehalise koormuse ajal, kui keha süvatemperatuur jõudis vahemikku 39,5–40,0 °C, näitas üldist kortikaalse aktiivsuse alanemist (Schmit *et al.* 2017). On täheldatud, et tsentraalse väsimuse korral tekivad muutused meeleolus ja käitumises (Tamm *et al.* 2014).

Kognitiivsete funktsioonide, milles suuremas mahus osalevad täidesaatvad funktsioonid, sooritusvõimes on täheldatud langust ekstreemselt kõrgetel temperatuuridel. Näiteks viietunnisel viibimisel 44 °C kuumuses kehalise pingutusega jäi mõjutamatuks lihtne planeerimisvõimekus, kuid komplekssete ülesannete sooritamise võime (sealhulgas probleemilahendusoskus) alanes märgatavalt (Gaoua, Grantham *et al.* 2011).

#### **1.4. Aklimatiseerumine kõrge temperatuuriga keskkonnas**

Aklimatiseerumise all mõistetakse kohanemisprotsesse, mis avalduvad organismis harjumuspärastest erinevate kliimaatiliste tegurite mõjul (IUPS Thermal Commission 2001). Aklimatiseerumine on levinud meetod kehalise töövõime languse vähendamiseks, võimaldades läbi füsioloogiliste ja tajupõhiste kohanemisreaktsioonide suurendada vastupidavust nii kehalises kui kognitiivses töövõimes (Tyler *et al.* 2016). Peamised füsioloogilised kohanemisreaktsioonid on plasma mahu suurenemine, südame löögisageduse ja keha süvatemperatuuri langus kehalisel tööl, pingutuse subjektiivselt tajutava raskusastme langus, Na<sup>+</sup> ja Cl<sup>-</sup> sisalduse langus uriinis ja higis, higierituse intensiivistumine ja ühtlustumine nahal, süsivesikute kasutamise vähenemine kehalisel tööl (Rahimi *et al.* 2019, Sawka *et al.* 2011, Racinais *et al.* 2019).

Aklimatiseerumisprogramme on võimalik klassifitseerida mitmel alusel. Osa neist põhinevad üksnes inimese korduval passiivsel ekspositsioonil kõrgele keskkonnatemperatuurile, osa on aga üles ehitatud süstemaatiliste kehaliste koormuste rakendamisele kõrge temperatuuri mõjuväljas (Sawka *et al.* 2011, Garrett *et al.* 2011, Gibson *et al.* 2020). Teist liiki aklimatiseerumisprogrammid jagunevad omakorda kolmeks neis rakendatavate kehaliste koormuste intensiivsuse alusel: esiteks konstantse intensiivsusega koormustega programmid,

teiseks subjektiivselt valitava intensiivsusega koormustega programmid ja kolmandaks kontrollitud hüpertermial põhinevad programmid (Garrett *et al.* 2011, Gibson *et al.* 2020, Périard *et al.* 2016, Tyler *et al.* 2016). Kontrollitud hüpertermial põhineva aklimatiseerumisprogrammi puhul reguleeritakse kehalise koormuse intensiivsust igal aklimatiseerumissessioonil nii, et aklimatiseeruja keha süvatemperatuur püsiks vahemikus 38,5–39,0 °C (Gibson *et al.* 2020, Périard *et al.* 2016). Militaarsfääris kasutatakse kõige enam aklimatiseerumisprogramme, mis sisaldavad konstantse intensiivsusega kehalisi koormusi (Garrett *et al.* 2011). See meetod võimaldab samaaegselt kaasata palju inimesi, kuid suhteline termiline koormus võib neil suures ulatuses varieeruda. Subjektiivselt reguleeritava intensiivsusega koormusega programmi miinuseks on samuti individuaalselt varieeruv termiline ja kehaline koormus. Kontrollitud hüpertermial põhinev mudel tagab kõige optimaalsemad füsioloogilised kohanemisreaktsioonid. Kui koormus organismile on ebapiisav, ei teki kohanemisreaktsioone soovitud ulatuses (Tyler *et al.* 2016).

Kestuse alusel jagunevad aklimatiseerumisprogrammid lühiajalisteks (<7 päeva), keskmise pikkusega (8–14 päeva) ja pikaajalisteks (>15 päeva) programmideks. Aklimatiseerumine käivitub suhteliselt kiiresti, mida näitab esmaste füsioloogiliste kohanemisreaktsioonide avaldumine juba esimese päeva mõjul. Ligikaudu 75–80% ulatuses teostuvad kohanemisprotsessid 4–7 päevaga (Périard *et al.* 2015). Lühiajalisi aklimatiseerumisprogramme rakendatakse olukordades, kus lähetuse etteteatamise aeg võib olla lühike, näiteks sõjaväelaste puhul (Tyler *et al.* 2016). Lühiajalised programmid annavad suhteliselt häid tulemusi keha süvatemperatuuri ja südame löögisageduse languse osas, kuid üldiselt avalduvad füsioloogilised kohanemisreaktsioonid ulatuslikumalt pikemaajalise aklimatiseerumise korral (Daanen *et al.* 2018).

Südame löögisageduse langus avaldub juba aklimatiseerumise esimese 4–5 päevaga (Périard *et al.* 2016). Enamik kohanemisreaktsioone higi ja higierituse osas ilmneb 3–4 päeva jooksul. Higi naatriumisisaldus hakkab vähenema juba 2. päeva jooksul. Väga oluline füsioloogiline kohanemisreaktsioon on plasma mahu suurenemine, mis võib individuaalselt varieeruda 3–27% piires ja sõltub programmi kestusest. Plasma mahu suurenemine vähendab südame löögisagedust, parandab stabiilse vererõhu säilitamise võimet ja kokkuvõttes vähendab koormust südame-veresoonkonna süsteemile kehalisel tööol (Racinais *et al.* 2017). Parema aeroobse võimekusega indiviididel toimub aklimatiseerumine kiiremini, nad suudavad taluda kõrgemat keha süvatemperatuuri ja neil on väiksem vastuvõtlikkus kuumakahjustusele (Martin *et al.* 2019)

### 1.4.1. Aklimatiseerumise mõju kehalisele töövõimele kõrge temperatuuriga keskkonnas

Neli nii-öelda klassikalist eduka aklimatiseerumise tunnust on alanenud südamelöögisagedus ja keha süvatemperatuur ning suurenenud higieritus ja aeroobne töövõime kuumastressi tingumustes (Sawka *et al.* 2011). Mitmekülgsemalt on aklimatiseerumise mõju kehalisele töövõimele käsitletud mitmes hiljutises ülevaateartiklis (Ashworth *et al.* 2020, Benjamin *et al.* 2019, Tyler *et al.* 2016, Waldron *et al.* 2021, Wickham *et al.* 2021). Tyler *et al.* (2016) on metaanalüüsis välja toonud, et kehaline töövõime suureneb keskmiselt 23% aklimatiseerumisprogrammi järel. Lisaks alaneb keha süvatemperatuur keskmiselt 0,31 °C ja südame löögisagedus väheneb 12 l/min. (Benjamin *et al.* 2019). Kehaline töövõime paraneb mõnevõrra enam aklimatiseerumisprogrammides, kus kasutatakse kontrollitud hüpertermia meetodikat ning kui uuritavate VO<sub>2</sub> max baastase on kõrgem. Pikemaajalistes aklimatiseerumisprogrammides ilmned suuremad organismi kohanemisprotsessid (enam kui 10 päeva) kui lühiajalistes programmides (kuni 5 päeva) (Benjamin *et al.* 2019). Waldron *et al.* (2021) on metaanalüüsis välja toonud, et kõrgel temperatuuril aklimatiseerumine suurendab VO<sub>2</sub> max võimekust nii kuumas keskkonnas kui tavatemperatuuril vähesel kuni mõõdukal määral, kuid siiski on leitud, et aeroobse võimekuse suurenemise näitajad ilmnevad enam kehalisel koormusel kõrgel temperatuuril.

Naiste osakaal on olulisel määral suurenenud spordivõistlustel ja ametialadel (militaarsfäär, tuletõrje), kus on vajalik viibida kuumas keskkonnas. Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise uuringutes on naiste osakaal vähene, mis raskendab üldistuste tegemise suuremale populatsioonile. Kuid Wickham *et al.* (2021) on metaanalüüsis jõudnud järelduseni, et naistel ilmnevad aklimatiseerumisel kohanemisreaktsioonid aeglasemalt kui meestel. Näiteks Mee *et al.* (2015) läbiviidud kümnapäevase kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogrammi tulemused näitasid, et naistel ilmned füsioloogilised kohanemisreaktsioonid viis päeva hiljem kui meestel. Arvestama peab, et tulemusi mõjutavad erinevad tegurid: antropomeetria, menstruaaltsükkel, treenituse tase ja keskkonnatingimused, mis võivad koosmõjus tekitada väiksema kuumakoormuse aklimatiseerumissessioonide ajal (Wickham *et al.* 2021).

#### **1.4.2. Aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele kõrge temperatuuriga keskkonnas**

Aklimatiseerumise mõju kehalisele töövõimele on mitmetes ülevaateartiklites analüüsitud ja andmete põhjal tehtud üldistusi (Sawka *et al.* 2011, Tyler *et al.* 2016, Garrett *et al.* 2011, Benjamin *et al.* 2019, Waldron *et al.* 2021). Kuid aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele on teadaolevalt käsitletud kahes ülevaateartiklis vähesel määral (Ashworth *et al.* 2020, Robin *et al.* 2021) ja tunnetusprotsessidele kahes metaanalüüsis (Tyler *et al.* 2016, Rahmini *et al.* 2019). Tyler *et al.* (2016) on välja toonud aklimatiseerumise mõju soojustunnetusele ja pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele ja Rahmini *et al.* (2019) on käsitlenud soojusmugavuse ja pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme tunnetuse muutusi. Kuna kognitiivsed funktsioonid töötlevad informatsiooni, mis on saadud tunnetusprotsessidest (Kiely, 2014), siis praktilisest seisukohast on oluline käsitleda kognitiivse võimekuse aspektist nii kognitiivseid funktsioone kui tunnetusprotsesse koostoimes kognitiivsele võimekusele. Teadaolevalt on käsitletud kognitiivse võimekuse muutusi vähesel määral koosmõjus tunnetusprotsesside muutustega aklimatiseerumise järgselt.

Füsioloogilised kohanemisprotsessid, millel põhineb aklimatiseerumine, võivad parendada aju funktsiooni ja kognitiivset võimekust, vähendades hüpertermia negatiivset toimet, mõjutades soodsalt aju verevarustust ja soojusmugavustunnet (Ashworth *et al.* 2020). Aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele on uuritud vähe ja tulemused on vastuolulised. Osa eksperimentaalseid uuringuid on näidanud reaktsiooniaja kiirenemist ja täpsete vastuste osakaalu suurenemist (Radakovic *et al.* 2007). Samas ei ole leitud kasutegurit visuaalse tähelepanu täpsuses (Patterson *et al.* 1998), lihtsas motoorses sooritusvõimes (Radakovic *et al.* 2007, Patterson *et al.* 1998). On leitud, et aklimatiseerumine parendas ajataju (Tamm *et al.* 2015), kuid Patterson *et al.* (1998) ei leidnud statistiliselt olulist muutust ajataju funktsioonis aklimatiseerumise järgselt. Uute oskuste omandamisvõime ehk kontrollitud töötlusvõime hõlmab endas täidesaatvate funktsioonide suuremat kaasatust (Schneider & Chein 2003). Täidesaatvate funktsioonide töövõime hakkab vähenema keha süvatemperatuuril 38,5 °C (Donnan *et al.* 2021, Hancock & Vasmatzidis 2003, Schmit *et al.* 2017). Aklimatiseerumise järgselt on täheldatud täidesaatvate funktsioonide sooritusvõime paranemist kõrgel temperatuuril (Racinais *et al.* 2017, Radakovic *et al.* 2007). Kuid Barry *et al.* (2022) ei täheldanud kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogrammis akuutsel

kuumastressil negatiivset mõju täidesaatvatele funktsioonidele. Akuutsel kuumastressil kiirenes vaid reaktsioonaja kiirus, kuid enne ja pärast aklimatiseerumisprogrammi komplekssete ülesannete sooritusvõimes muutusi ei esinenud.

Aju verevarustus tõuseb kehalisel koormusel intensiivsusel kuni 60%  $VO_2\max$ , sellest suurematel intensiivsustel hakkab verevarustus vähenema. Seega mõjufaktoriteks vaimse võimekuse languses võib olla kurnav kehaline koormus kiirelt tõusnud keha süvatemperatuuriga (Donnan *et al.* 2021). Kuid aklimatiseerimise oluline füsioloogiline muutus on plasmamahu suurenemine, mis parendab verevarustust ning keha süvatemperatuuri alanemine (Sawka *et al.* 2011), mille läbi võib olla kasutuger kognitiivse võimekuse säilitamise osas (Ashworth *et al.* 2020).

Vähendades pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastet (RPE) kehalisel koormusel ja kuumastressi tingimustes, on täheldatud indiviidi kognitiivse sooritusvõime paranemist (Tyler *et al.* 2016). Tajutud väsimustunnet käsitletakse kui kompleksset emotsiooni, mis on omakorda mõjutatud teiste emotsioonide poolt (näiteks viha, hirm), motivatsiooni, kogemust käesoleva ülesande sooritamisel (Tamm *et al.* 2014). Kehalise koormuse suurenemisel ja väsimuse tekkel fokuseerub tähelepanu dissotsiatiivselt assotsiatiivsele (Alvarez-Alvarado *et al.* 2019), mille läbi võib valvsus väheneda (Balagué *et al.* 2012). Tajutud väsimustunde kasvamisel on täheldatud ka ajataju funktsiooni häirumist, indiviid hindab aega mööduvat kiiremini tegelikkusest (Tamm *et al.* 2014). Eduka aklimatiseerumise üheks oluliseks näitajaks on aeroobse võimekuse suurenemine (Lorenzo *et al.* 2010), mis võib olla mõjutegur tajutud väsimustunde vähenemisel aklimatiseerumise järel (Moss *et al.* 2020). Nii sportlikus kui militaarses kontekstis on ülesannete edukaks täitmiseks, planeerimiseks olulisel kohal täpne aja hindamise võimekus. Aja adekvaatne tajumine on vajalik infotöötlaste, otsuste tegemise ja tegevuse planeerimise jaoks. Aklimatiseerumisel on täheldatud ajataju hindamise võimekuse paranemist (Tamm *et al.* 2015).

Kognitiivse sooritusvõime edukus kuumastressi tingimustes sõltub oskuste tasemest. Objektiivselt paremate oskustega (automatiseerunud) indiviidide sooritusvõime on stressirohkes olukorras ja väsimusseisundis vähem ohustatud (Gaoua 2010). Curley *et al.* (1983) viisid läbi kümnepäevase kontrollitud hüpertermia programmi temperatuuril 33 °C koormusel 50% maksimaalsest hapnikutarbimisvõimest. Omandatud ehk automatiseerunud oskuste

sooritusvõimes ei leitud muutusi, uute oskuste omandamisvõime halvenes kõigil 10 päeval ( $p < 0,01$ ).

Soojuse tajumine mõjutab oluliselt kehalist ja kognitiivset sooritusvõimet. Eristatakse kahte tunnetusprotsessi soojuse subjektiivsel hindamisel: soojusmugavust (*thermal comfort*), mis on afektiivne component, ja soojustunnetust (*thermal sensation*), mis on intensiivsuse tajumise termin (S. H. Kroesen *et al.* 2022, Zhang *et al.* 2004). Soojustunnetust on omistatud enam naha ja ümbritseva õhu taju suhestumisele, soojusmugavus on seotud nahaverevarustuse ja higistamise intensiivsusega (Stevens *et al.* 2018). On leitud, et kui ümbritseva keskkonna temperatuur tõuseb 22 °C-lt 30 °C-ni, väheneb soojusmugavus (Lang *et al.* 2022, Erkan, 2021) ning alaneb sooritusvõime komplekssete ülesannete sooritamisel (Gaoua *et al.* 2012).

Inimesed võivad tajuda sama temperatuuri erinevalt. Sportlikus kontekstis, kui soojustunnetus ei ole mugav, võib sportlik sooritusvõime halveneda. Kuna eliitspordis võib väiksemgi mõjutegur muutuda oluliseks võidu-kaotuse nimel, on antud tunnetusprotsessi mõju uuritud sooritusvõimele (Schweiker *et al.* 2017). Kroeseni *et al.* (2022) on täheldanud uuringus, kus osales 105 eliitsportlast erinevatelt spordialadelt, olulist töövõime langust kõrgel temperatuuril olukorras, kus uuritavad hindasid soojustunnetust maksimaalselt kõrgeks. Tulemusena oli keskmine töövõime langus kõrgel temperatuuril  $26,0 \pm 10,7\%$  võrreldes kontrollgrupiga (S. Kroesen *et al.* 2022). Mitmed uuringud on välja toonud aklimatiseerumise positiivse mõju nii soojusmugavusele kui soojustunnetusele (Moss *et al.* 2020, Ko *et al.* 2020). Vedeliku tasakaalul on samuti oluline roll kognitiivse võimekuse säilitamisel. On leitud, et  $>2\%$  vedeliku kaotusel kehamassist on vähene mõju lihtsatele kognitiivsetele ülesannetele, kuid komplekssete ülesannete sooritusel väheneb soorituse kiirus ja esineb suurem vigade arv (Gaoua *et al.* 2010). Kuid kõrge temperatuuriga aklimatiseerumisel suureneb kogu keha veesisaldus  $\sim 5\text{--}7\%$  kehamassist, mis vähendab ohtu dehüdratsiooni tekkele (Périard *et al.* 2016).

## 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva teaduskirjanduse süstemaatilise ülevaate eesmärgiks oli välja selgitada kõrge temperatuuriga keskkonnas aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele.

Seatud eesmärki silmas pidades otsiti vastust järgmistele küsimustele:

1. Millised kognitiivsed funktsioonid häiruvad kõrge keskkonnatemperatuuri mõjul või kõrge keskkonnatemperatuuri ja kehalise pingutuse koostoimel?
2. Kas aklimatiseerumisel ilmnevad muutused kognitiivses võimekuses ja tunnetusprotsessides sõltuvad aklimatiseerumisprogrammi kestusest?
3. Kas aklimatiseerumisel ilmnevad muutused kognitiivses võimekuses ja tunnetusprotsessides sõltuvad aklimatiseerumisprogrammi ülesehitusest?
4. Kas aklimatiseerumisel ilmnevatel muutustel kognitiivse võimekuse ja tunnetusprotsesside osas esineb soolisi erinevusi?



### **3. METOODIKA**

#### **3.1. Teaduskirjanduse otsinguprotsess**

Teaduskirjanduse otsimiseks kasutati järgnevaid andmebaase: Pubmed, Web of Science, Scopus ja EBSCO (sisaldas andmebaase: MEDLINE, APA PsycINFO jt). Artiklite otsinguprotsess ja valik põhines PRISMA juhendil (Shamseer *et al.* 2015). Otsinguprotsessi on kirjeldatud joonisel 1.

Aklimatiseerumise mõju kohta kognitiivsetele funktsioonidele otsiti andmebaasidest originaalartiklid, mis olid ilmunud ajavahemikul 1. jaanuarist 1980 kuni 24. aprillini 2022. Suur ajavahemik on tingitud aspektist, et antud uuringuid on vähesel määral tehtud viimase 10 aasta jooksul. Otsingu märksõnadena kasutati: (“*heat acclimation*”) AND (“*cognitive*” OR “*performance*”).

Ajavahemikust 1. jaanuar 2012 kuni 24. aprill 2022 otsiti andmebaasidest originaalartiklid, mis kirjeldasid aklimatiseerumisprogrammide mõju tunnetusprotsessidele. Otsingu märksõnadeks kasutati (“*heat acclimation*”) AND (“*perception*”).

#### **3.2. Teaduskirjanduse valimi moodustamise kriteeriumid**

Magistritöös analüüsimiseks valiti teaduskirjanduse allikad järgmiste kriteeriumite alusel.

1. Artikkel põhineb uuringul, kus uuritavateks on terved täiskasvanud (välistatud erinevad haigusseisundid), kellega sekkumisena viidi läbi aklimatiseerumisprogramm kontrollitud hüpertermiaga, konstantse intensiivsusega kehaline koormus või subjektiivselt reguleeritud intensiivsusega koormus ning uuriti sekkumise mõju kognitiivsele ja kehalisele töövõimele ja tunnetusprotsessidele.

2. Artikkel põhineb uuringul, kus uuritavatele kasutati sekkumisena lühiajalist/keskmist või pikaajalist aklimatiseerumisprogrammi, mille käigus uuriti sekkumise mõju kognitiivsele ja kehalisele töövõimele.

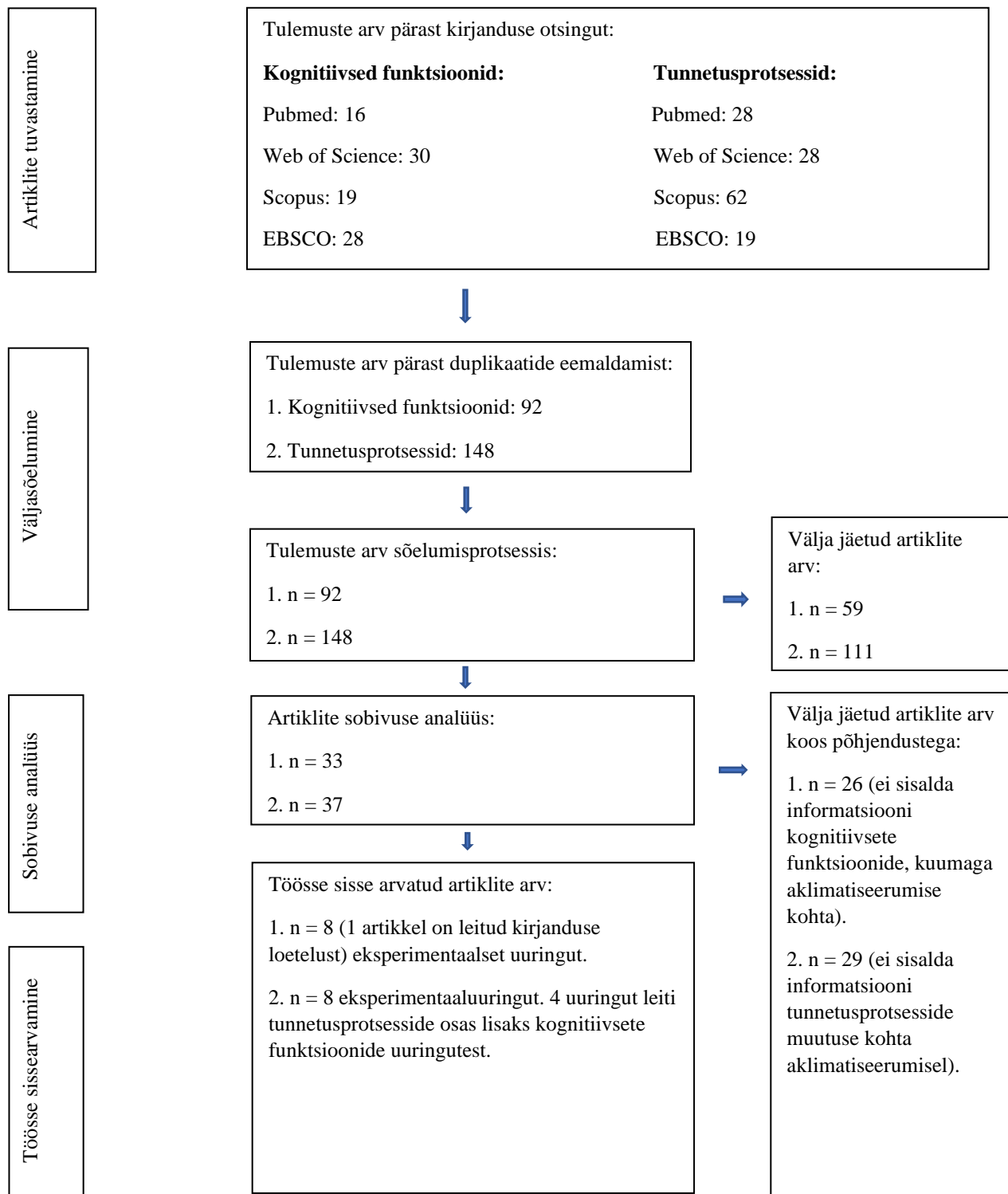
3. Artikkel põhineb uuringul, kus kasutati sekkumisena passiivset aklimatiseerumisprogrammi kontrollitud hüpertermiaga ning viidi läbi kognitiivse võimekuse testid enne ja/või sekkumise ajal ning pärast sekkumist.

4. Kõigi kolme eespool loetletud allikate kategooria puhul olid ühisteks kriteeriumiteks: a) artikli ilmumine rahvusvahelise levikuga ingliskeelses eelretsenseeritavas teadusajakirjas; b) artikli täismahus kättesaadavus; c) andmete olemasolu täiskasvanud uuritavate kognitiivse ja kehalise sooritusvõimekuse ning tunnetusprotsesside kohta pärast aklimatiseerumisprogrammi läbimist.

### **3.3. Teaduskirjanduse allikate selekteerimine**

Iga andmebaasidest leitud artikli pealkirja sobivuse korral loeti läbi selle lühikokkuvõte, mille põhjal otsustati artikli sobivuse kohta antud magistriritöös analüüsimiseks.

Sobivate andmete leidmiseks tehti kaks otsingut. Esimene otsing tehti aklimatiseerumise mõju kohta kognitiivsele võimekusele. Pärast duplikaatide ja nende allikate eemaldamist, mis ei olnud kättesaadavad täistekstina, jäi alles 92 allikat. Teine otsing sooritati leidmaks allikaid aklimatiseerumise mõjust tunnetusprotsessidele. Pärast duplikaatide ja nende allikate eemaldamist, mis ei olnud kättesaadavad täistekstina, jäi alles 121 allikat.



**Joonis 1.** Kirjanduse otsing ja selekteerimine

## 4. TULEMUSED

### 4.1. Analüüsi kaasatud artiklite ülevaade

Käesolevasse töösse on sisse arvatud 16 artiklit, mis vastasid otsingukriteerumitele. Kõik 16 artiklit on eksperimentaaluuringud. Kõige uuemad teadusartiklid on avaldatud 2022. ja 2020. aastal (Barry *et al.* 2022; Moss *et al.* 2020). Uuringud on tehtud eri riikides: Suurbritannias, Kanadas, Eestis, Ameerika Ühendriikides, Taanis, Serbias, Koreas, Kataris, Austraalias. Kaasatud teadusartiklites on osalejate arv kokku 253 (mehed  $n = 246$ , naised  $n = 7$ ). Uuringute lõikes varieerus osalejate arv 1-st (Ruddock *et al.* 2016) kuni 40-ni (Radakovic *et al.* 2007).

Aklimatiseerumise mõju kognitiivsetele funktsioonidele uurisid Barry *et al.* (2022), Piil *et al.* (2019), Racinais *et al.* (2017), Tamm *et al.* (2015), Radakovic *et al.* (2007), Patterson *et al.* (1998), Curley *et al.* (1983) ja Walker *et al.* (2001). Aklimatiseerumise mõju tunnetusprotsessidele uurisid Piil *et al.* (2019), Racinais *et al.* (2017), Tamm *et al.* (2014), Patterson *et al.* (1998), Moss *et al.* (2020), Willmott *et al.* (2017), Kelly *et al.* (2016), Ko *et al.* (2020), James *et al.* (2017), Gibson *et al.* (2015), Ruddock *et al.* (2016), Walker *et al.* (2001) ja Willmott *et al.* (2019). Erinevates uuringutes osalejate vanus varieerus, kuid üldises plaanis olid uuringutesse kaasatud noored kuni (43 a) inimesed. Artiklid sisaldasid informatsiooni aklimatiseerumisprogrammi ülesehituse, uuritavate kehalise töövõime (erinevad töövõime testide kirjeldused) ja kognitiivse võimekuse kohta.

Töösse kaastatud uuringute tulemused on välja toodud tabelis 1.

**Tabel 1.** Töösse kaasatud uuringute lühikirjeldus ja peamised tulemused

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
(Barry <i>et al.</i> 2022) Eksperimentaalne uuring	8 täiskasvanut (4 naist, 4 meest). Vanus: 25 ± 4 a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> hinnati digiaalse Stroopi testi abil infotöötluskiirust (lugemise ja arvutamise ülesanne) ja täidesaatvaid funktsioone (inhibitsioonivõime ja ümberlülitumine).  <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> higieritus, kehamass, SLS, T <sub>rec</sub> , T <sub>skin</sub> .	Passiivne kontrollitud hüpertermia 7 järjestikusel päeval 1 h päevas. Uuritavad olid 40–41 °C vees (kaelani).  Kognitiivsed testid sooritati baastaseme hindamiseks norm. temperatuuril, kui keha süvatemperatuur ↑ kuni 38,6 °C ja 60 min pärast, kui keha süvaemp. > 38,6 °C 1. ja 7. päeval.	Kontrollgrupp puudus. Tulemusi võrreldi baastaseme, hüpertermia algfaasi ja aklimatiseerumisperioodi lõpu seisundiga.	Akuutsel kuumastressil tekkis reaktsioonaja kiirenemine lugemisülesande ajal (p<0,01). Reaktsiooniaeg arvutusülesande ajal kiirenes kuni keha süvatemp. 38,6 °C (p = 0,04). Pärast 60 min sessiooni jäi kiiremaks ainult reaktsiooniaeg lugemisel.  Akuutsel kuumastressil ei leitud mõju täidesaatvatele funktsioonidele.  HA järgselt ei täheldatud statistiliselt olulist mõju kognitiivsetele funktsioonidele: Reaktsioonikiirus lugemisel (p = 1,00); arvutamisel (p = 0,61). Täidesaatvad funktsioonid: impulsi kontrollivõime e inhibitsioon (p = 0,09); ümberlülitumisvõime (p = 0,70).  Higieritus ↑ (p≤0,05); kehamass ↓ (p≤0,05); SLS ↓ (p<0,05); T <sub>rec</sub> ↓ (p<0,05); T <sub>skin</sub> ↓ (p<0,05).

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
(Piil <i>et al.</i> 2019) Eksperimentaalne uuring	13 treenitud meest. Vanus 40 ± 2 a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> lihtne motoorne ülesanne, lihtne kognitiivne ülesanne, kombineeritud motoorne-kognitiivne ül. (arvutusülesanne), kompleksne motoorne ülesanne (jälgimisülesanne). <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojusmugavus, soojustunnetus. <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> T <sub>rec</sub> , kehamass, SLS, uriinitihedus	Aktiivne kontrollitud hüpertermia 28 p. Uuritavad treenisid kliimalaboris veloergomeetril koormusel 60% VO <sub>2</sub> max 1 h päevas 5 päeval nädalas. Temperatuur 39,4 ± 0,3 °C, suhteline õhuniiskus 26,6 ± 1,2%.  Kognitiivsed testid sooritati 3 korral (päev 0, 14 ja 28). Testimine sooritati baastaseme hindamiseks passiivse kuumastressi tingimustes (15 min enne kehalist koormust) ja pärast kehalist koormust kõrgel temperatuuril kolmel päeval.	Kontrollgrupp puudus. Tulemusi võrreldi kõrgel temperatuuril enne ja pärast kehalist koormust kolmel päeval (0, 14 ja 28).	Kombineeritud motoorse- kognitiivse ja lihtsa kognitiivse sooritus ei olnud hüpertermiast mõjutatud (p>0,05 – 0., 14. ka 28. päeval, d = 0,44).  Lihtsa motoorse ülesande sooritus oli aegsem kui baastasemega kuumastressi tingimustes (p = 0,05; d=0,75). Komplekse motoorse ülesande sooritusvõime oli madalam võrreldes baastasemega kõigil päevadel (p<0,05; d = 0,91).  T <sub>rec</sub> ↓ (p<0,05); kehamass ↓ (p<0,05); SLS ↓ (p<0,05); soojustunnetus ↓ (p<0,05); soojusmugavus ↑ (p<0,05).
(Racinais <i>et al.</i> 2017) Eksperimentaalne uuring	14 meest. Vanus 33 ± 8 a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> hinnati täidesaatvaid funktsioone ( <i>One Touch Stockings of Cambridge test</i> ) ruumilise planeerimisvõime ja töömälu osas. <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojusmugavus, soojustunnetus.	Passiivne kontrollitud hüpertermia kliimakambris 11 päeva jooksul 1 h päevas. Temperatuuril 48–50 °C, suhteline õhuniiskus 50%.  Testimised toimusid tavatemperatuuril baastasemel 24 °C, suhteline õhuniiskus 40% ja kõrgel temperatuuril hüpertermia seisundis 44–50 °C.	Kontrollgrupp puudus. Võrreldi baastaset tavatemperatuuril ja hüpertermia korral kõrgel temperatuuril enne ja pärast HA programmi.	Soojustunnetus ↑ hüpertermia korral võrreldes baastasemega (p<0,001, η <sup>2</sup> = 0,943). Soojusmugavus ↓ hüpertermia korral võrreldes baastasemega (p<0,001, η <sup>2</sup> = 0,937). HA ei mõjutanud neid tunnetusprotsesse (enne ja pärast HA muutusi ei täheldatud, p = 0,816, η <sup>2</sup> = 0,004).  HA vähendas kognitiivsetel testidel

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
		<b>Füsioloogilised parameetrid:</b> $T_{rec}$ , $T_{skin}$ , higieritus, SLS, H-refleks, maksimaalne tahtlik isomeetriline kontraktsioonivõime ( <i>m soleus</i> )			sooritatavate vigade arvu ( $p = 0,028$ , $\eta^2 = 0,321$ ). Preaklimatiseerumise seisundis hüpertermia korral sooritati enam vigasid ( $p = 0,043$ ).  Hüpertermia tingimustes oli reaktsiooniaeg vastamisel kiirem (impulsiivsus $\uparrow$ ) kui tavatemperatuuril ( $p = 0,014$ , $\eta^2 = 0,385$ ).  Täidesaatvad funktsioonid paranesid HA järgselt hüpertermia tingimustes ( $p < 0,05$ ). Maksimaalne tahtlik isomeetriline kontraktsioon $\downarrow$ hüpertermia tingimustes ( $p < 0,001$ ; $\eta^2 = 0,700$ ). HA järgselt ei leitud muutusi antud näitajas.  H-refleksi amplituud oli madalam hüpertermia tingimustes ( $p < 0,001$ , $\eta^2 = 0,899$ ); HA järgselt ei paranenud H-refleksi amplituud (hüpertermia tingimustes).  $T_{rec} \downarrow$ ( $p < 0,05$ , $\eta^2 = 0,445$ ) tavatemperatuuril HA järgselt. $T_{skin} \downarrow$ ( $p < 0,05$ , $\eta^2 = 0,994$ ); SLS $\downarrow$ ( $p < 0,05$ , $\eta^2 = 0,920$ ).

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
					Higieritus↑ ( $p < 0,001$ , $\eta^2 = 0,583$ ) hüpertermia tingimustes HA järgselt.
<b>(Walker et al. 2001)</b> Eksperimentaalne uuring	8 meest, Professionaalsed rallisõitjad. Vanus: $24 \pm 4$ a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> psühhomotoorne võimekus (sh reaktsiooni kiirus, lihtne mentaalne aritmeetiline ülesanne). <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojustunnetus, vaimne kurnatus. <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> keha süvatemp., SLS, $T_{skin}$ , higieritus.	Kontrollitud hüpertermia 4 päeva jooksul 1 h päevas rallisimulatsiooni autos; temp. $50 \pm 2$ °C.	Andmeid võrreldi aklimatiseerumiseelse ja -järgse võimekusega kuumas keskkonnas.	Soojustunnetus↓ ( $p < 0,012$ ); vaimne kurnatus↓ ( $p < 0,01$ ); psühhomotoorse testi sooritusae kiirenes $p < 0,001$ ).  SLS↓ ( $p < 0,05$ ); keha süvatemp. ↓ ( $p < 0,001$ ); $T_{skin}$ ↓ ( $p < 0,005$ ); higieritus↑ ( $p < 0,031$ ).
<b>(Tamm et al. 2015)</b> Eksperimentaalne uuring	20 meest. Vanus $24,9 \pm 3,7$ a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> ajataju. <b>Tunnetusprotsessid:</b> subjektiivselt tajutud väsimus, RPE (Borg, 1998). <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> SLS, keha süvatemperatuur, prolaktiin, kasvuhormoon, kortisool.	Aktiivne kontrollitud hüpertermia 10 päeva. Koormus jaotati sessiooni esimesel poolel 50% $VO_2$ max, teisel 60% $VO_2$ max temperatuuril 42 °C suhteline õhuniiskus 18%. 1 sessiooni pikkuseks oli 60 min (sh 10 min puhkust) kurnatuseni.  Uuritavad treenisid kõnnirajal kiirusel 6 km/h, kaldenurka reguleeriti vahemikus 7–15%.	Kontrollgrupp puudus. Tehti 3 töövõime testi: termoneutraalses keskkonnas (N) (22 °C, 35%); HA programmi alguses temperatuuril 42 °C, 18% (H1); HA programmi lõppfaasis samades tingimustes (H2).	RPE: võrreldes N testiga, oli H1 ja H2 testis RPE↑ ( $p < 0,05$ ; F); H1 testis hinnati pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastet suuremaks kui H2 testis ↑ ( $p < 0,05$ ).  Subjektiivselt tajutud väsimus: N testis oli tajutud väsimusaste väiksem kui H1 ja H2 testis ( $p < 0,05$ ); H2 testis hinnati väsimusastet väiksemaks kui H1 testis ( $p < 0,05$ ).  Ajataju kiirenes T1 testis võrreldes N testiga ( $p < 0,05$ ).



Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontroll- grupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
					N ja T2 testi vahel ei leitud statistiliselt olulist muutust. SLS ↓ Prolaktiini tase oli H2 testil madalam kui H1 testil (p<0,05). Kasvuhormooni tase oli H2 testil madalam kui H1 testil (p<0,05), H2 ja N testil ei leitud erinevust.  Kortisooli tase N ja H2 testis oli madalam kui H1 testis (p<0,05).
<b>(Radakovic et al. 2007)</b> Eksperimentaalne uuring	40 sõdurit (mehed). Vanus 20.1 ± 0.9 a.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> tähelepanuvõime (selektiivne, püsiv ja jaotatud), motoorne jälgimisvõime ( <i>motor screening</i> ), reaktsiooniaeg, kiire nägemistaju põhine infotöötlusvõime.  Hindamine viidi läbi arvutipõhise Cambridge'i neuropsühholoogilise testipatarei abil ( <i>Computerized Cambridge Neuropsychological Test Automated Batteries, version 2.0</i> ).	10-päevane passiivne ja aktiivne HA programm temperatuuril 35 °C, suhteline õhuniiskus 40%. Passiivne HA sisaldas 1 h päevas viibimist kõrgel temp. kliimakambris; aktiivne programm sisaldas 1 h kõndi kõnnirajal kiirusel 5,5 km/h.  Kognitiivsed testid viidi läbi esimese ja teise töövõimetestiga järgselt kuumas.	Aklimatiseerumata grupp (töövõime testi sooritati temperatuuril 20 °C) (C); Aklimatiseerumata grupp, kes sooritas töövõime testi kuumas keskkonnas (40 °C) (U), aktiivses (A) ja passiivses (P) aklimatiseerumis-grupis osalejad sooritasid enne ja pärast töövõime testi kõrgel temperatuuril.	Motoorses jälgimisvõimekuses ei ilmnunud gruppide vahel erinevusi.  Kiire nägemistaju töötlusprotsessis (tähelepanu) ilmnis korrektsete vastuse ↓ aklimatiseerumata grupis hüpertermia tingimustes (p<0,05; 79,4 ± 7,1% enne <i>versus</i> 69,7 ± 10,3%).  Reaktsiooni aeg kiirenes HA järgselt (p<0,05; 368,4 ± 72,1 enne <i>versus</i> 410,1 ± 80,7 ms pärast II töövõimetestit).
<b>(Patterson et al. 1998)</b> Eksperimentaalne uuring	8 meest.	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> visuaalne informatsioonitöötlus, ruumiline tajus,	Sooritati kontrollitud hüpertermia kehalisel koormusel 22 päeva	Kontrollgrupp puudus, andmeid võrreldi	HA järgselt:  Soojusmugavus ↑ (p<0,05); Soojustunnetus ↓ (p<0,05);

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontroll- grupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
		valvus / püsiv tähelepanu, ajataju <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojustaju, soojustamugavus, RPE. <b>Füsioloogilised            parameetrid:</b> $T_{rec}$ , kehamass, SLS.	temperatuuril 40 °C, suhteline õhuniiskus 60%. Uuritavad treenisid veloergomeetril 90 min.  Kognitiivsed testid viidi läbi 2. ja 20. päeval kehalse koormuse ajal kuumas keskkonnas.	baastasemega ning enne ja pärast programmi läbimist.	Ajataju ↓ ( $p > 0,05$ ); valvus ↓ ( $p > 0,05$ );  visuaalne infotöötlusvõimekus ↓ ( $p > 0,05$ ); ruumiline tajus ↓ ( $p > 0,05$ ); RPE ↓ ( $p > 0,05$ ); $T_{rec}$ ↓ kehamass ↓ SLS ↓
<b>(Curley &amp;            Hawkins 1983)</b> Eksperimentaalne uuring	6 mereväelast (mehed).	<b>Kognitiivsed parameetrid:</b> ajataju, omandamisvõime (test sisaldas 15 omandatud oskuste soorituse ülesannet ja 46 uute oskuste omandamisvõime ülesannet).	10-päevane kontrollitud hüpertermia kehalse koormusega. Temp. 33,3 °C koormusel 50% $VO_2$ max. Kehaline koormus toimus kõnnil kõnnirajal kiirusega 3,3 km/h, kaldenurka tõsteti 2% (kuni SLS 180 l/min). Ühe sessiooni pikkuseks oli 155 min kolme puhkepausiga. Kognitiivsed testid viidi läbi iga päev. Ajahindamine kehalse koormuse ja puhkepauside ajal. Kognitiivne võimekus kolme pausi ajal.	Kontrollgruppi ei olnud. Tulemusi võrreldi baastasemega tavatemperatuuril, esimese ja viimase aklimatiseerumis- päeva tulemustega.	Omandatud oskuste sooritusvõimes ei täheldatud muutusi võrreldes baastasemega.  Uute oskuste omandamise ülesannete lahendamisel tõusis vigade arv kõigil 10 päeval võrreldes baastasemega ( $p < 0,05$ ; $F$ = 6,20).  Aja tajumine kiirenes enam 7. ja 9. päeval võrreldes baastasemega ( $p < 0,025$ – $p < 0,1$ ).  Statistiliselt olulist erinevust ei leitud ajataju hindamisel kehalse koormuse ajal võrreldes puhkepausidega kõrgel temperatuuril.
<b>(Moss et al.            2020)</b> Eksperimentaalne	16 pikamaa- jooksjat	<b>Tunnetusprotsessid:</b> RPE, soojustamugavus, soojustaju.	Programmi keskus 13 päeva 45 min veloergomeetril 40% $VO_2$ max 40 °C, suhteline õhuniiskus 40%	Võrreldi baastaset lühiajalise ja keskmise pikkusega aklimatiseerumispr	<b>Tunnetusprotsessid:</b> $T_1$ võrreldes $T_{15}$ -ga: RPE ↓ ( $p < 0,05$ ); $T_7$ ja $T_{15}$ erinevus $p$ = 0,120; $d$ = 0,13;

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
	(3 naist, 13 meest).	<b>Füsioloogilised parameetrid:</b>  SLS, $T_{rec}$ , plasma, kortisool, $T_{skin}$ .	Töövõime testid sooritati 1 ( $T_1$ ), 7 ( $T_7$ ) ja 15 ( $T_{15}$ ) päeval.  Aklimatiseerumis-sessioonid teostati 5 + 5 järjestikusel päeval.	aklimatiseerumisprogram miga (5 ja 10 päeva).	plasma $\uparrow$ ( $p < 0,05$ ); kortisool $\downarrow$ ( $p < 0,05$ ; $d = 1,1$ ); $T_{skin}$ $\downarrow$ ( $p < 0,05$ ); soojusmugavus $\uparrow$ ( $p < 0,05$ ); $T_7$ ja $T_{15}$ erinevus $p = 0,083$ , $d = 0,56$ ;  soojustunnetus $\downarrow$ ( $p < 0,05$ ); $T_{15}$ $\downarrow$ ( $p = 0,046$ ; $d = 0,56$ ) võrreldes $T_7$ -ga.  <b>Füsioloogilised parameetrid:</b>  SLS ( $T_7$ ) ja ( $T_{15}$ ) $\downarrow$ ( $p < 0,05$ ; $d = 0,6$ );  $T_{rec}$ ( $T_7$ ) ja ( $T_{15}$ ) $\downarrow$ ( $p < 0,05$ ; $d = 1,3$ ).
<b>(Willmott et al. 2017)</b> Eksperimentaalne	8 sportlast (vastupidavusala sportlast). Vanus: $42 \pm 4$	<b>Tunnetusprotsessid:</b> soojusmugavus, soojustunnetus, pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste (RPE).  <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> SLS, $T_{rec}$ , higieritus.	4 päeva kontrollitud hüpertermia kehalisel koormusel 2 W/kg kuni rektaaltemp. $\uparrow 38,5$ °C (veloergomeeter või kõnnirajal jooks (6–10 km/h) 60 min päevas 45 °C, suhteline õhuniiskus 30%. Soojusmugavust, soojustunnetust ja RPE hinnati töövõime testide ajal 5 min intervalliga.	Kontrollgrupp puudus. Andmeid võrreldi enne ja pärast HA programmi.	<b>Tunnetusprotsessid:</b> soojusmugavus $\uparrow$ ( $p < 0,05$ , $d = 1,0$ ); soojustunnetus $\downarrow$ ( $p < 0,05$ , $d = 1,2$ ); RPE $\downarrow$ ( $p < 0,05$ , $d = 1,0$ ).  <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> SLS $\downarrow$ ( $p > 0,05$ , $d = 0,4$ ); $T_{rec}$ $\downarrow$ ( $p > 0,05$ , $d = 0,1$ ); higieritus $\uparrow$ ( $p < 0,05$ , $d = 0,7$ );
<b>(Kelly et al. 2016)</b> Eksperimentaalne	14 professionaalset jalgpallurit	Töövõime test sooritati 4 päeva enne ja 2 päeva pärast aklimatiseerumisprogrammi veloergomeetril 60%	Aklimatiseerumisprogramm sisaldas 5 päeva treeningut veloergomeetril 27 min pävas (HIIT) $38,7 \pm 0,5$ °C; $34,4 \pm 1,3$ % RH).	7 HA grupis, 7 kontrollgrupis.	Aklimatiseerumisprogrammi läbinute muutused: RPE $\downarrow$ ( $p < 0,05$ , $\eta^2 = 0,30$ ); soojumugavus $\uparrow$ ( $p = 0,002$ );  SLS $\downarrow$ mõlemal grupil ( $p = 0,007$ )

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
		<p>VO<sub>2</sub>max 30 min 37,9 ± 0,1 °C; 28,5 ± 0,7 % RH.</p> <p><b>Tunnetusprotsessid:</b> RPE; soojusmugavus.</p> <p><b>Füsioloogilised parameetrid:</b> laktaat; SLS; keha süvatemp.; T<sub>skin</sub>.</p>	<p>Kontrollgrupp treenis termoneutraalses keskkonnas 5 päeva 27 min päevas (HIIT)veloergomeetril 22,3 ± 0,2 °C; 35,8 ± 0 % RH.</p> <p>RPE ja soojusmugavust hinnati töövõimetestide ajal 5 min intervalliga.</p>		<p>teistes parameetrites muutusi ei olnud kummaski grupis.</p>
<p><b>(Ko et al. 2020)</b> Eksperimentaalne</p>	19 meest.	<p><b>Füsioloogilised parameetrid:</b> T<sub>rec</sub>, SLS, higieritus.</p> <p><b>Tunnetusprotsessid:</b> soojustaju, RPE.</p>	<p>10-päevane HA programm.</p> <p>Esimene grupp treenis kõnnirajal 6 km/h 1 h 0% tõusu, mille järel puhkus 1 h temp. 33 °C, 60%.</p> <p>Teine grupp sooritas sama kehalise koormuse, mille järel 1 h istuvas asendis veeülikonnas (temp. 44,2 ± 0,1 °C).</p> <p>Kolmas grupp viibis 2h veeülikonnas kehalise koormuseta.</p>	<p>Uuritavad jaotati kolme gruppi: kehaline koormus (6 in); kehaline koormus ja passiivne kuum (6 in); passiivne kuum (7 in); RPE testid viidi läbi 1., 5. ja 10. päeval 10-minutise intervalliga (v. a passiivse kuuma grupis). Soojustaju hinnati kõigil gruppidel 10 min intervalliga 1., 5., 10. p.</p>	<p>T<sub>rec</sub> ↓ p&lt;0,05; SLS ↓ p&lt;0,05 kõigis gruppides;</p> <p>higieritus ↑ p&lt;0,05; soojustunnetus ↓ p&lt;0,05; RPE ↓ p&lt;0,05 5. ja 10. päeval teisel ja kolmandal grupil.</p>
<p><b>(James et al. 2017)</b> Eksperimentaalne</p>	17 meest.	<p><b>Füsioloogilised parameetrid:</b> T<sub>rec</sub>, laktaat VO<sub>2</sub>max.</p> <p><b>Tunnetusprotsessid:</b> soojustunnetus, RPE.</p>	<p>5 päeva kontrollitud hüpertermia kehalisel koormusel 90 min kõnnirajal koormusel 2,7 W/kg temp. 32 °C 60% kuni rektaaltemp. tõusuni 38,5 °C.</p>	<p>n =7 kontrollgrupis n =10 HA grupp. Töövõime testid sooritati mõlemale grupile enne ja pärast aklimatiseerumise ja treeningu sessioone.</p>	<p>T<sub>rec</sub> ↓p =0,01; soojustunnetus ↓p =0,04 aklimatiseerumisgrupis.</p> <p>Laktaadilävi (p = 0,021) ja SLS ↓mõlemal grupil. VO<sub>2</sub>max ↑ (p = 0,031) mõlemal grupil.</p>

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
			Kontrollgrupp samadel tingimustel temperatuuril 13 °C 50%.	temperatuuril 13 °C 50% ja 32 °C 60%.	RPE ↓ (p = 0,34) mõlemal grupil.
<b>(Gibson et al. 2015)</b> Eksperimentaalne	24 meest.	Töövõime testid sooritati enne ja pärast aklimatiseerumisprogrammi temp. 40 °C, suhteline õhuniiskus 28%. <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojustaju, RPE, higieritus. <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> T <sub>rec</sub> , T <sub>skin</sub> , SLS, RPE ja soojustunnetust hinnati töövõime testide ajal 10 min intervalliga.	Fikseeritud koormusega programm: koormus veloergomeetril 90 min, 50% VO <sub>2</sub> max temp. 40,2 ± 0,4 °C, 39,0 ± 7,8% RH 10 päeva. Fikseeritud koormusega kontrollitud hüpertermia: 65% VO <sub>2</sub> max kuni T <sub>rec</sub> ↑ 38,5 °C. Progresseeruva koormusega kontrollitud hüpertermia: viiel päeval koormusel 65% VO <sub>2</sub> max kuni T <sub>rec</sub> ↑ 38,5°C, järgneval 5 päeval kuni rektaaltemp ↑39 °C. Kontrollitud hüpertermia sessioonid viidi läbi temp. 40,2 ± 0,4 °C, 39,0 ± 7,8%.	HA programmi grupid: fikseeritud intensiivsusega koormus (8 inimest); kontrollitud hüpertermia kindel koormus (8 in); kontrollitud hüpertermia progresseeruv koormus (8 in).	Kõigis gruppides: T <sub>skin</sub> ↓ p<0,05; T <sub>rec</sub> ↓ p<0,05; SLS ↓ p<0,05; higieritus ↑ p<0,05.  Soojutunnetus ↓ ja RPE ↓ p<0,05 (gruppide vahel ei leitud statistiliselt olulist erinevust: RPE p = 0,180, f = 1,787 ja soojustunnetus p = 0,345, f = 1,150).
<b>(Ruddock et al. 2016)</b> Eksperimentaalne	1 uuritav (professionaalne jalgpallur). Vanus: 43 a.	Töövõime test kõnnirajal 30 °C 80% RH, 10 min 3 erineval koormusel jooks (6, 11 ja 13,5 km/h) ja 5 min kiirusel 16 km/h. <b>Tunnetusprotsessid:</b> soojusmugavus, RPE.	18 päeva jooksul 13 aklimatiseerumissessiooni. 5 kontrollitud hüpertermia kehalise koormusega 90 min, keha süvatemp. kuni ↑38 °C.	Tulemused enne ja pärast aklimatiseerumisprogrammi.	Soojusmugavus ↑ p<0,05 (58%); RPE ↓ (d = - 0,07);  plasmamaht ↑ p<0,05; higieritus ↑ p<0,05; keha süvatemp. ↑ p<0,05.

Artikli autorid Uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Sekkumine	Võrdlus/kontrollgrupp	Kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõju
		<b>Füsioloogilised parameetrid:</b> plasmamaht; higieritus; keha süvatemp.	7 passiivset kuumaga aklimatiseerumis- sessiooni vees 48 °C 30 min.		
<b>(Willmott et al. 2019)</b> Eksperimentaalne	20 meest. Vanus 23 ± 6 a.	Töövõime test enne ja pärast aklimatiseerumist temperatuuril 22 °C, 40% RH veloergomeetril. <b>Tunnetusprotsessid:</b> 1., 5. ja 10. HA sessioonil hinnati subjektiivselt tajutud väsimust 5 erinevas aspektis väsimuse skaalal <i>Total Fatigue Scale</i> (Stein et al. 2004) (üldine, füüsiline, emotsionaalne, mentaalne, täielik väsimus). <b>Füsioloogilised parameetrid:</b> higieritus, plasmamaht, hematokrit, hemoglobiin, T <sub>rec</sub> , SLS, kortisool.	10 päeva kontrollitud hüpertermia kehalisel koormusel veloergomeetril 2,3 W/kg temperatuuril 45 °C, 20% RH kuni keha süvatemp. 38,5 °C.	Esimene grupp koormusel 1 x päevas (n = 10); teine grupp koormusel 2 x päevas (n = 10).  Soojustunnetuse ja väsimuse hindamine viidi läbi 1., 5., 10. päeval 30 min enne ja pärast HA sessiooni.	Rektaaltemp. ↓p <0,05; SLS ↓<0,05; plasmamaht ↑ p<0,05; higieritus ↑ p<0,05.  Üldine, füüsiline ja täielik väsimustunne suurenes kõigil gruppidel esimesel sessioonil p<0,05 võrreldes baastasemega.  Samad näitajad vähenesid 5. ja 10. päeval grupis 1 x päevas koormust p<0,05. Samade näitajate intensiivsuse vähenemine toimus 10. päeval grupis, kus sooritati koormust 2 x päevas, p<0,05.  T <sub>rec</sub> ↓ p<0,05; SLS ↓ p<0,05; plasmamaht ↑ p<0,05; higieritus ↑ p<0,05.

**Kasutatud lühendid:** ↑ – mõõdetud parameetri suurenemine ajas; ↓ – mõõdetud parameetri vähenemine ajas; ↑ – mõõdetud parameetris muutust ei olnud; VO<sub>2</sub> max – maksimaalne hapnikutarbimise võime; temp. – temperatuur; SLS – südame löögisagedus; TVT – töövõime test; PA – passiivne aklimatiseerumine; KA – kehalise koormusega aklimatiseerumine; U – kontrollgrupp; RPE – pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste; RH – suhteline õhuniiskus; ms- millisekund , T<sub>rec</sub>- rektaaltemperatuur; T<sub>skin</sub> - naha temperatuur; HA- kuumaga aklimatiseerumine.

## **4.2. Passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele**

Passiivse ekspositsiooniga kõrgele temperatuurile aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele on uuritud kolmes eksperimendilises uuringus kaheksast: Barry *et al.* (2022); Racinais *et al.* (2017) ja Radakovic *et al.* (2007). Kahes uuringus kolmest toodi välja aklimatiseerumisprogrammi positiivne mõju täidesaatvatele funktsioonidele hüpertermia tingimustes. Racinais *et al.* (2017) viisid läbi 11-päevase aklimatiseerumisprogrammi ning tõid välja, et aklimatiseerumine vähendas testidel sooritavate vigade arvu ( $p < 0,028$ ) võrreldes preaklimatiseerunud seisundiga, kus sooritati vigu rohkem ( $p < 0,043$ ). Samuti on Radakovic *et al.* (2007) välja toonud, et kiire nägemistaju töötlusprotsessis oli korrektsete vastuste osakaal aklimatiseerumata grupis väiksem kui aklimatiseerunud uuritavatel ( $p < 0,05$ ). Seevastu Barry *et al.* (2022) ei ole leidnud kuumastressi negatiivset mõju täidesaatvatele funktsioonidele võrreldes baastasemega tavatemperatuuril, esimesel ja teisel aklimatiseerumissessioonil hüpertermia tingimustes seitsmepäevases kontrollitud hüpertermia programmis. Märkati ainult hüpertermia tingimustes reaktsiooniaja kiirenemist (lugemis- ja arvutamisesandele ajal  $p < 0,05$ ). Pärast 60-minutilist sessiooni jäi kiiremaks ainult reaktsiooniaeg lugemisel. Samuti on leidnud hüpertermia tingimustes reaktsiooniaja kiirenemist Racinais *et al.* (2017). Hüpertermia tingimustes oli reaktsioonikiirus vastamisel suurem kui tavatemperatuuril ( $p < 0,05$ ).

## **4.3. Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele**

Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammide mõju kognitiivsetele funktsioonidele on kirjeldanud kuus uuringut, nendest kahes uuringus on läbi viidud pikaajaline programm: Piil *et al.* (2019) 28 päeva; Patterson *et al.* (1998) 22 päeva. Keskmise pikkusega aklimatiseerumisprogrammi mõju vaimsele võimekusele on kirjeldatud kolmes uuringus: Tamm *et al.* (2015) 10 päeva; Radakovic *et al.* (2007) 10 päeva ja Curley *et al.* (1983) 10 päeva. Walker *et al.* (2000) on hetkel ainsana uurinud lühiajalise (neli päeva) aklimatiseerumise mõju psühhomotoorsele võimekusele. Piil *et al.* (2019) leidsid oma uuringus, et kombineeritud motoorse-kognitiivse ja lihtsa kognitiivse ülesande lahendamise võimekus ei olnud mõjutatud

kuumastressist ( $p > 0,05$ ). Lisaks leidsid nad, et hüpertermia tingimustes oli lihtsa motoorse ülesande sooritus aeglasem kui baastasemega tavatemperatuuril ( $p < 0,05$ ). Samuti oli komplekssete ülesannete sooritusvõime kõigil testimise päevadel (0., 14. ja 28. päev) madalam võrreldes baastasemega ( $p < 0,05$ ). Curley *et al.* (1983) ei leidnud tulemustes aklimatiseerumisprogrammi järgselt täidesaatvate funktsioonide paranemist. Patterson *et al.* (1998) jõudsid järelduseni, et hüpertermia koostoimes kehalise koormusega ei mõjuta negatiivselt püsivat tähelepanuvõimekust ( $p > 0,05$ ), visuaalset infotöötlusvõimekust ( $p > 0,05$ ), ruumilist taju ( $p > 0,05$ ) ja ajataju ( $p > 0,05$ ). Samuti ei leitud statistiliselt olulist muutust testitulemustes enne ja pärast aklimatiseerumisprogrammi.

Tamm *et al.* (2015) leidsid, et ajataju kiireneb hüpertermia tingimustes oluliselt võrreldes baastasemega ( $p < 0,05$ ). Aklimatiseerumisprogrammi järgselt paranes aja hindamise võimekus oluliselt, baastaseme ja aklimatiseerumisprogrammi järgse testi vahel ei leitud statistiliselt olulist erinevust. Radakovic *et al.* (2007) leidsid positiivset efekti komplekssete ülesannete sooritusvõimele aklimatiseerumise järel. Kiire nägemistaju töötlusprotsessis oli korrektsete vastuste osakaal suurem kui aklimatiseerumata kontrollgrupis ( $p < 0,05$ ). Lihtsas motoorses reaktsioonivõimekuses olulisi muutusi ei ilmnunud. Curley *et al.* (1983) täheldasid, et hüpertermia tingimustes omandatud ehk automaatsete oskuste sooritusvõimes ei tekkinud olulisi muutusi võrreldes baastasemega. Uute oskuste omandamisvõime oli kõigil aklimatiseerumise päevadel madalam võrreldes baastasemega ( $p < 0,01$ ). Samuti leidsid nad, et aja hindamise võimekus alanes aklimatiseerumisprogrammi esimesel päeval, kuid edasistel päevadel kiirenes oluliselt.

Walker *et al.* (2001) viisid läbi lühiajalise (neli päeva) aklimatiseerumisprogrammi kaheksale rallisõitjale rallisimulatsiooniautos. Täheldati statistiliselt olulist muutust psühhomotoorse reaktsioonikiiruse paranemise osas ( $p < 0,01$ ).

#### **4.4. Passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi mõju tunnetusprotsessidele**

##### **4.4.1. Mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele**

Passiivse ekspositsiooniga kõrgele temperatuurile aklimatiseerumisprogrammi mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele on välja toodud kahes uuringus: Ko *et al.* (2020) 10 päeva,



Ruddock *et al.* (2016) 18 päeva. Ko *et al.* (2020) kasutasid uuringus kontrollitud hüpertermiat passiivse kuumaks ekspositsiooniga ja passiivse ekspositsiooniga kontrollitud hüpertermiat kombinatsioonis kehalise koormusega. Mõlemas grupis hindasid uuritavad 5. ja 10. päeval pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastet statistiliselt oluliselt madalamaks võrreldes baastasemega ( $p < 0,05$ ). Ruddock *et al.* (2016) uurisid kontrollitud hüpertermia mõju 18 päeva jooksul, viies läbi 13 aklimatiseerumissessiooni: 5 kontrollitud hüpertermia kehalise koormusega 90 min, keha süvatemperatuur kuni  $\uparrow 38$  °C, ja 7 passiivse kuumaga aklimatiseerumissessiooni vees 48 °C 30 min. Pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmes statistiliselt olulist muutust võrreldes baastasemega ei täheldatud.

#### **4.4.2. Mõju soojusmugavuse ja soojustunnetusele**

Aklimatiseerumise mõju soojusmugavusele ja soojustunnetusele on kirjeldanud passiivse ekspositsiooniga kõrgele temperatuurile aklimatiseerumisprogrammi aspektist kolm uuringut: Ko *et al.* (2020); Racinais *et al.* (2017) ja Ruddock *et al.* (2016). Kolmest kaks uuringut on leidnud statistiliselt olulise positiivse efekti antud tunnetusprotsessidele (Ko *et al.* 2020, Ruddock *et al.* 2016): soojusmugavus on suurenenud ( $p < 0,05$ ) ja soojustunnetus on vähenenud ( $p < 0,05$ ). Soojusmugavuse ja -tunnetuses ei leidnud ainsana statistiliselt olulist muutust Racinais *et al.* (2017).

### **4.5. Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammi mõju tunnetusprotsessidele**

#### **4.5.1. Mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmele**

Üheksa uuringut on kirjeldanud aklimatiseerumise mõju pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme tunnetusele. Kahes uuringus (Ruddock *et al.* (2016) 18 päeva ja Patterson *et al.* (1998) 22 päeva) on läbi viidud pikaajaline aklimatiseerumisprogramm, kus ei leitud statistiliselt olulist muutust pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme tunnetuses võrreldes baastasemega aklimatiseerumisprogrammi viimasel sessioonil ( $p > 0,05$ ). Vastupidised tulemused on keskmise pikkusega aklimatiseerumisprogrammides, kus Moss *et al.* (2020) (13 päeva); Ko *et al.* (2020) (10 päeva); Willmott *et al.* (2019) (10 päeva) ja Tamm *et al.* (2015) (10 päeva) on leidnud statistiliselt

olulise positiivse efekti pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastmes aklimatiseerumise järgselt. Uuritavad hindasid koormust oluliselt väiksemaks baastasemest (RPE  $p<0,05$ ).

Willmott *et al.* (2017) ja Kelly *et al.* (2016) viisid läbi lühiajalise aklimatiseerumisprogrammi (4 ja 5 päeva), kus samuti uuritavad hindasid pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastet statistiliselt oluliselt madalamaks võrreldes algtasemega ( $p<0,05$ ). Seevastu James *et al.* (2017) ei täheldanud viiepäevases programmis statistiliselt olulist muutust antud tunnetusprotsessidele.

#### **4.5.2. Mõju soojusmugavuse ja soojustunnetusele**

Aklimatiseerumise mõju soojusmugavusele on välja toodud kuues uuringus. Piil *et al.* (2019); Ruddock *et al.* (2016) ja Patterson *et al.* (1998) viisid läbi pikaajalised aklimatiseerumisprogrammid, kus täheldasid statistiliselt olulist positiivset efekti soojusmugavuse tajumisele, võrreldes andmeid aklimatiseerumisprotsessi alguses ja lõppfaasis ( $p<0,05$ ). Samuti on positiivset efekti antud tunnetusprotsessile statistiliselt olulisel määral täheldanud Moss *et al.* (2020) (13 päeva). On täheldatud ka lühiajaliste aklimatiseerumisprogrammide positiivset mõju soojusmugavuse tajule. Willmott *et al.* (2017) ja Kelly *et al.* (2016) (4 ja 5 päeva) leidsid tulemustest soojusmugavuse suurenemise kõrgel temperatuuril ( $p<0,05$ ).

Soojuse intensiivsuse taju ehk soojustunnetust on uuritud kaheksas eksperimendis. Piil *et al.* (2019) (28 päeva) ja Patterson *et al.* (1998) (22 päeva) on välja toonud antud tunnetusprotsessi paranemise läbi aklimatiseerumisprogrammi ( $p<0,05$ ). Keskmise pikkusega aklimatiseerumisprogrammis leidsid Moss *et al.* (2020) (13 päeva) ja Ko *et al.* (10 päeva) soojustunnetuse vähenemise ( $p<0,05$ ), kuid Gibson *et al.* (2015) (10 päeva) ei täheldanud statistiliselt olulist muutust antud taju funktsioonis hüpertermia tingimustes aklimatiseerumisfaasi alguses ja lõpus ( $p>0,05$ ). Lühiajalistes 4–5-päevastes aklimatiseerumisprogrammides leidsid Willmott *et al.* (2017), James *et al.* (2017) ja Walker *et al.* (2001) soojustunnetuse vähenemise programmi lõpus ( $p<0,05$ ).

## 5. ARUTELU

Käesolev magistritöö püüab anda ülevaate uuemast teaduskirjandusest, mis käsitleb kuumastressi mõju kõrge õhuniiskuse korral kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele ning anda ülevaade kõrgel temperatuuril aklimatiseerumise mõjust kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele sõltuvalt aklimatiseerumisprogrammide kestusest ja metoodikast.

Uuringud on näidanud, et hüpertermia parendab (Gaoua, Racinais *et al.* 2011, Schmit *et al.* 2017), raskendab (Racinais *et al.* 2017) või ei mõjuta (Patterson *et al.* 1998) kognitiivset võimekust. Üldiselt on leitud, et kognitiivne võimekus pareneb keha süvatemperatuuri tõustes kuni tasemeni 38,5 °C. Sellel lävendil kognitiivne võimekus stabiliseerub ning jõudes 39 °C piirile ja üle, hakkavad häiruma täidesaatvad funktsioonid ehk halveneb komplekssete ülesannete sooritusvõime (Gaoua, Racinais *et al.* 2011).

Kuigi kuumastressi mõju kognitiivsele võimekusele on uuritud suhteliselt palju, on seevastu aklimatiseerumisprogrammide mõju vähem kajastatud. Üheks analüüsitavaks faktoriks oli aklimatiseerumisprogrammi metoodika mõju kognitiivsele võimekusele. Passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsele võimekusele uuriti kolmes eksperimendis: Barry *et al.* (2022), Racinais *et al.* (2017) ja Radakovic *et al.* (2007). Radakovic *et al.* (2007) täheldasid, et kuumastress mõjutab negatiivselt mitteaklimatiseerunud uuritavate komplekssete ülesannete sooritusvõimet, kuid 10-päevase passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi läbinute kognitiivses sooritusvõimes esines statistiliselt olulisel määral vähem vigasid kuumas keskkonnas. Racinais *et al.* (2017) täheldasid täidesaatvate funktsioonide sooritusvõime häirumist (ruumiline planeerimisvõime, töömälu) 11-päevasel aklimatiseerumisprogrammil hüpertermia tingimustes. Programmi lõpus täheldati täidesaatvate funktsioonide sooritusvõime paranemist. Barry *et al.* (2022) viisid läbi seitsmepäevase kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogrammi, kus ei täheldatud kuumastressi negatiivset mõju täidesaatvatele funktsioonidele. Samas täheldati reaktsiooniaja kiirenemist lugemis- ja arvutusülesande ajal, kuid kui keha süvatemperatuur jõudis tasemele 38,6 °C, jäi kiiremaks ainult reaktsiooniaeg lugemisel. Nii Racinais *et al.* (2017) kui Barry *et al.* (2022) täheldasid impulsiivsuse tõusu hüpertermia tingimustes, mille läbi reaktsiooniaeg kiireneb, kuid võib suurendada vigade arv sooritusel. Kolmest uuringust kahes täheldati täidesaatvate

funktsioonide paranemist passiivse kuumaekspositsiooniga aklimatiseerumisprogrammi järel (Racinais *et al.* 2017, Radakovic *et al.* 2007).

Kehalise koormusega aklimatiseerumisprogrammi mõju kognitiivsetele funktsioonidele uuriti kuues eksperimendis. Kehaline koormus koosmõjus kõrge temperatuuriga tekitab organismile suuremat füsioloogilist pinget, mis võib viia kiire väsimustunde tekkeni, mis omakorda võib olla põhjustatud muutustest kesknärvisüsteemis. Kuumastressi tingimustes on täheldatud neuroloogiliste ja neuropsühholoogiliste funktsioonide halvenemist, sh töömälu ja valvsuse funktsiooni häirumist (Radakovic *et al.* 2007). See tulemus viitab, et kuumastress koos kehalise koormusega võib mõjutada negatiivselt täidesaatvaid funktsioone, mis on olulised õpivõime säilitamises (Schneider & Chein, 2003). Gaoua *et al.* (2011) on leidnud, et keha süvatemperatuuri tõustes 1,5 °C kuumas keskkonnas kehalisel koormusel kasvas uuritavatel ülesannete lahendamisel vigade arv, mida seostatakse impulsiivsuse suurenemisega. Radakovic *et al.* (2007), Curley *et al.* (1983) ja Piil *et al.* (2019) täheldasid, et kuumastress koostoimes kehalise koormusega ei mõjuta lihtsate kognitiivsete ülesannete sooritusvõimet. Radakovic *et al.* (2007), Curley *et al.* (1983) ja Piil *et al.* (2019) täheldasid täidesaatvate funktsioonide häirumist, kuid aklimatiseerumisprogrammi lõpus need funktsioonid paranesid statistiliselt olulisel määral ( $p < 0,05$ ) ainult Radakovici *et al.* (2007) eksperimendis. Patterson *et al.* (1983) ei leidnud kuumastressi ja kehalise koormuse ajal ega programmi lõpus muutusi valvsuse, visuaalse infotöötlusprotsessi ja ruumilise taju funktsioonides. Walker *et al.* (2001) leidsid neljapäevases aklimatiseerumisprogrammis reaktsioonikiiruse paranemise psühhomotoorsete testide sooritusel.

Vastupidavusaladel on tähtis adekvaatselt tunnetada, milline on parima tulemuse saavutamiseks sobivaim tempo jaotuse strateegia võistlusrajal. Hüpertermia tingimustes on täheldatud aja tajumise kiirenemist (Schmit *et al.* 2017). Adekvaatne aja tajumise võimekus on vajalik taktikaliste otsuste tegemisel, õppimisvõime säilitamiseks ja seeläbi võimaldab reageerida adekvaatselt kiiresti muutuvates situatsioonides (Curley & Hawkins, 1983). Curley *et al.* (1983) täheldasid 10-päevases aklimatiseerumisprogrammis kõigil päevadel ajataju kiirenemist võrreldes baastasemega. Programmi viimasel päeval ajataju kiirenemine mõningal määral vähenes. Tamm *et al.* (2015) täheldasid samuti ajataju kiirenemist hüpertermia tingimustes võrreldes baastasemega ( $p < 0,05$ ). Kuid 10-päevase aklimatiseerumisprogrammi järel taastus ajataju funktsioon

baastasemele. Seevastu Patterson *et al.* (1998) ei täheldanud 22-päevases kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogrammis kuumastressi mõju aja hindamise võimekusele.

Uuringute vähesuse tõttu on raskendatud üldistuste tegemine aklimatiseerumisprogrammide mõju kohta kognitiivsele võimekusele sooses programmi kestusega. Antud töös leiti kaks pikaajalist (Patterson *et al.* 1998, Piil *et al.* 2019), viis keskmise pikkusega (Barry *et al.* 2022, Racinais *et al.* 2017, Tamm *et al.* 2015, Radakovic *et al.* 2007 ja Curley *et al.* 1983) ja üks lühiajaline aklimatiseerumisprogramm (Walker *et al.* 2001). Kuigi pikaajalistel aklimatiseerumisprogrammidel on välja toodud ulatuslikumad füsioloogilised kohanemisprotsessid (Garret *et al.* 2011, Benjamin *et al.* 2019), siis antud kahes uuringus ei leitud aklimatiseerumisprogrammil kasulikku mõju kognitiivsele sooritusvõimele. Piil *et al.* (2019) täheldasid täidesaatvate funktsioonide häirumist kuumastressi tingimustes, kuid programmi lõpus ei paranenud sooritusvõime. Patterson *et al.* (1983) ei täheldanud kognitiivses võimekuses muutusi kuumastressi tingimustes ega programmi lõpus. Antud uuringu läbiviijad viitasid, et kognitiivse võimekuse testid võiksid olla soovitatavalt komplekssemad, mis on tundlikumad väiksematele seisundimuutustele. Seevastu täheldati aklimatiseerumise positiivset mõju täidesaatvatele funktsioonidele keskmise pikkusega programmides (Racinais *et al.* 2017, Tamm *et al.* 2015, Radakovic *et al.* 2007).

Kehaline koormus kombinatsioonis kuumastressiga tekitab organismile suurema füsioloogilise ja tajupõhise koormuse (kõrgenenud soojustunnetus, vähenenud soojusmugavus ja suurenenud pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste). Need muutused võivad halvendada olulisel määral indiviidi kehalist ja kognitiivset sooritusvõimet (Guy *et al.* 2015). Väsimuse tajumine on seotud tihti peale füsioloogiliste muutustega (kõrge süvatemperatuur, suurenenud südamelöögisagedus, põletikumarkerid verenäitajates) (McMorris *et al.* 2006). Seeläbi on jõutud järeldusele, et läbi aklimatiseerumisprogrammi, mille tulemusel tekkinud füsioloogilised muutused vähendavad koormust organismile kuumastressi tingimustes, suureneb soojusmugavus ja väheneb soojustunnetus ning väheneb oluliselt pingutuse subjektiivselt tajutud raskusaste (Willmott *et al.* 2019). Pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme (RPE) vähenemist on täheldatud lühiajalistes (Kelly *et al.* 2016, Willmott *et al.* 2017) ja keskmise pikkusega (Moss *et al.* 2020, Ko *et al.* 2020, Gibson *et al.* 2015, Willmott *et al.* 2019 ja Tamm *et al.* 2015) aklimatiseerumisprogrammides. Ainsatena ei leidnud statistiliselt olulist muutust pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme

näitades Ruddock *et al.* (2016) 18-päevases ja Patterson *et al.* (1998) 22-päevases aklimatiseerumisprogrammis.

Gaoua *et al.* (2012) on raporteerinud, et soojusest põhjustatud ebamugavustunne võib olulisel määral mõjutada kognitiivset võimekust kõrgel temperatuuril. Uuringud on näidanud, et soojusmugavus mõjutab oluliselt töö produktiivsust, suurenenud soojusmugavuse tajumisel on produktiivsus suurenenud (Tham & Willem 2010, Zhang *et al.* 2021). Aklimatiseerumisprogrammide tulemused näitavad olulist paranemist soojusmugavuse ja soojustunnetuse tajus. Moss *et al.* (2020), viies läbi viiepäevase kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogrammi kehalise koormusega, leidsid statistiliselt olulise soojustunnetuse vähenemise ja soojusmugavuse suurenemise. Keha süvatemperatuuri ja nahatemperatuuri langus mõjutavad antud tunnetusprotsesse olulisel määral. Soojusmugavuse suurenemist statistiliselt olulisel määral on leitud lühiajalistes (Moss *et al.* 2020, Willmott *et al.* 2017), keskmise pikkusega (Ruddock *et al.* 2016) ja pikaajalistes (Piil *et al.* 2019, Patterson *et al.* 1998) aklimatiseerumisprogrammides. Ainsana ei leidnud soojusmugavuse tunnetusprotsessis pärast passiivset 11-päevast aklimatiseerumisprogrammi kontrollitud hüpertermiaga Racinais *et al.* (2017). Soojustunnetuse vähenemist pärast aklimatiseerumisprogrammi on leidnud Moss *et al.* (2020), Willmott *et al.* (2017), Ko *et al.* (2020), Gibson *et al.* (2015), Piil *et al.* (2019) ja Patterson *et al.* (1998). Ainsana ei leidnud soojustunnetuse tajus muutust Racinais *et al.* (2017).

Nii lühiajaliste, keskmiste kui ka pikajaaliste aklimatiseerumisprogrammide tulemused viitavad ühtselt antud tunnetusprotsesside paranemisele. Uuringutes on antud tunnetusprotsesside testid ühtsel põhimõttel läbi viidud, mis suurendab usaldusväärset uuringutulemuste üldistamisel. Soojusmugavust (Zhang *et al.* 2004) mõõdeti skaalal 0 (mugav) kuni 5 (väga ebamugav), soojustunnetust (Toner *et al.* 1986) skaalal 0 (talumatult külm) kuni 8 (talumatult kuum) ning pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastet (Borg 1982) skaalal 6 (ei ole pingutust) kuni 20 (maksimaalne pingutus). Gaoua *et al.* (2012) on viidanud, et subjektiivselt tajutud soojusebamugavus ja kuumastressist tingitud füsioloogiline pinge võivad olla võtmefaktoriteks kognitiivse võimekuse alanemiseks. Oma uuringus leidsid nad, et 5–6 °C nahatemperatuuri tõusul kõrgel temperatuuril on kognitiivne sooritusvõimekus alanenud. Aklimatiseerumise läbi tekkivad füsioloogilised muutused, nagu keha süva- ja nahatemperatuuri alanemine, higierituse intensiivistumine, plasma mahu suurenemine, mille toimel südame löögisagedus alaneb ja

aerobne võimekus suureneb, viivad pingutuse subjektiivselt tajutud raskusastme vähenemisele ja soojusmugavuse suurenemisele, mis parendavad kognitiivset võimekust kõrgel temperatuuril (Gaoua *et al.* 2012, Schmidt *et al.* 2017).

Tyler *et al.* (2016) ja Benjamin *et al.* (2019) on ülevaateartiklites, kus on analüüsitud aklimatiseerumise mõju kehalisele töövõimele, jõudnud järelduseni, et naiste osakaal antud uuringutes on märkimisväärselt vähene (Benjamin *et al.* (2019) – 7%, 76/1056 ja Tyler *et al.* (2019) – 3%; 3/101). Nendele andmetele tuginedes on Wickam *et al.* (2021) metaanalüüsis välja toonud, et naistel tekivad aklimatiseerumisel kohanemisreaktsioonid aeglasemalt kui meestel. Antud uurimuses leiti naiste osalemine kahes uuringus (Barry *et al.* 2022 – 4/4 ja Moss *et al.* 2019 – 3/13), kõikide uuritavate suhtes on antud uurimistöös naiste osakaal 2,8% (7/253). Andmete vähesuse tõttu on raskendatud üldistuste tegemine, kas aklimatiseerumisel kognitiivse võimekuse osas esineb soolisi erisusi.

Kognitiivsete funktsioonide testimisel puudub ühtsus, kasutatud on erinevaid teste erinevates tingimustes, mis on ka antud uurimistöö oluliseks piiranguks. Samuti on oluline piirang uuringute ülesehituse erinevus (passiivne kuuma ekspositsioon *versus* kehalise koormusega programmid) ning programmide ajalise kestuse erinevus. Samuti on uuritavate valim väike. Kõik eelnimetatud faktorid teevad raskeks tulemuste üldistamise laiemale populatsioonile. Patterson *et al.* (1998), kes ei täheldanud kõrgel temperatuuril kehalise koormuse ajal kognitiivsete funktsioonide muutust, on soovitanud kasutada testimisel komplekssemaid kognitiivseid ülesandeid, mis on tundlikumad muutustele vaimses võimekuses.

Edaspidiseks soovituseks oleks läbi viia lühiajalisi kontrollitud hüpertermia aklimatiseerumisprogramme kehalisel koormusel. Kuumastress ja kehaline koormus avaldavad koostoimes organismile suuremat füsioloogilist pinget, antud uuringud võimaldaksid anda hea ülevaate kognitiivse võimekuse võimalike muutuste kohta kuumastressi ja kehalise koormuse koosmõjul. Militaarses ja sportlikus kontekstis esineb kriitilist otsustusvõime vajadust eelkõige kehalise koormuse ajal. Praktilisest seisukohast oleks lühiajaliste programmide eelis väiksem ajakulu, mis militaarses sfääris võib olla oluline. Kõigil kaheksal eksperimendil, kus on uuritud aklimatiseerumise mõju kognitiivsetele funktsioonidele, on kasutatud erinevaid testi patereisid, mis raskendab tulemuste üldistamist ja süstematiseerumist. Soovituseks oleks kasutada kognitiivse võimekuse hindamisel komplekssemaid ülesandeid, mis on seisundispetsiifikale tundlikumad ning

on kõrge reliaabsuse ja valiidsusega. Samuti oleks oluline uuringutes suurendada naiste osakaalu, mõistmaks, kas aklimatiseerumisel kognitiivse võimekuse osas esineb soolisi erisusi.



## 6. JÄRELDUSED

Magistritöös analüüsitud uuringute tulemustele tuginedes on võimalik teha järgmisi järeldusi.

1. Kuumastress eraldi või koostoimes kehalise koormusega halvendab komplekssete ülesannete sooritusvõimet, mis viitab täidesaatvate funktsioonide toimimise häirumisele. Lisaks halveneb ajahindamisevõimekus, ajataju kiireneb. Kuumastress koosmõjus kehalise koormusega ei kahjusta lihtsate kognitiivsete ja motoorsete ülesannete sooritusvõimet.
2. Keskmise pikkusega aklimatiseerumisprogrammidel on positiivne mõju täidesaatvate funktsioonidele, mis väljendub ülesannete sooritamise täpsuse suurenemises, samuti paraneb ajataju. Pikaajalistes aklimatiseerumisprogrammides ei ole leitud positiivset mõju täidesaatvate funktsioonide toimimisele. Nii lühi-, -keskmisel kui pikaajalistel aklimatiseerumisprogrammidel on täheldatud positiivset mõju tunnetusprotsesside tajumisele kõrgel temperatuuril.
3. Enamiku nii üksnes passiivsel kuumaekspositsioonil kui ka kuumaekspositsioonil ja kehaliste koormuste koostoimel põhinevate aklimatiseerumisprogrammide mõjul paraneb täidesaatvate funktsioonide toimimine. Tunnetusprotsesside tajumisele on nii passiivse kuumaekspositsiooni kui kuumaekspositsiooni ja kehalise koormuse koostoimel täheldatud positiivset mõju suuremas osas aklimatiseerumisprogrammides.
4. Naissoost uuritavate väikese osakaalu tõttu ei ole seniste uuringute tulemuste põhjal võimalik teha üldistavaid järeldusi sooliste erinevuste kohta aklimatiseerumise mõju osas kognitiivsele võimekusele ja tunnetusprotsessidele.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alvarez-Alvarado, S., Chow, G. M., Gabana, N. T., Hickner, R. C., Tenenbaum, G. (2019). Interplay Between Workload and Functional Perceptual-Cognitive-Affective Responses: An Inclusive Model. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *41*(2), 107–118. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0336>.
2. Ashworth, E. T., Cotter, J. D., Kilding, A. E. (2020). Methods for improving thermal tolerance in military personnel prior to deployment. *Military Medical Research*, *7*(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00287-z>.
3. Balagué, N., Hristovski, R., Aragonés, D., Tenenbaum, G. (2012). Nonlinear model of attention focus during accumulated effort. *Psychology of Sport and Exercise*, *13*(5), 591–597. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.02.013>.
4. Barry, H., Gendron, P., Gagnon, C., Bherer, L., Gagnon, D. (2022). Passive heat acclimation does not modulate processing speed and executive functions during cognitive tasks performed at fixed levels of thermal strain. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *47*(3), 261–268. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0243>.
5. Benjamin, C. L., Sekiguchi, Y., Fry, L. A., Casa, D. J. (2019). Performance Changes Following Heat Acclimation and the Factors That Influence These Changes: Meta-Analysis and Meta-Regression. *Frontiers in Physiology*, *10*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2019.01448>.
6. Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *14*(5), 377–381.
7. Breit, M., Brunner, M., Preckel, F. (2020). General intelligence and specific cognitive abilities in adolescence: Tests of age differentiation, ability differentiation, and their interaction in two large samples. *Developmental Psychology*, *56*(2), 364–384. <https://doi.org/10.1037/dev0000876>.
8. Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, *163*, 197–219. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>.
9. Curley, M. D., Hawkins, R. N. (1983). Cognitive performance during a heat acclimatization regimen. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, *54*(8), 709–713.
10. Daanen, H. A. M., Racinais, S., Périard, J. D. (2018). Heat Acclimation Decay and Re-Induction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *48*(2), 409–430. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0808-x>.
11. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>.
12. Donnan, K., Williams, E. L., Morris, J. L., Stanger, N. (2021). The effects of exercise at different temperatures on cognitive function: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, *54*, 101908. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101908>.

13. Flouris, A. D., Schlader, Z. J. (2015). Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S1), 52–64. <https://doi.org/10.1111/sms.12349>.
14. Gaoua, N. (2010). Cognitive function in hot environments: A question of methodology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 Suppl 3, 60–70. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01210.x>.
15. Gaoua, N., Grantham, J., El Massioui, F., Girard, O., Racinais, S. (2011). Cognitive decrements do not follow neuromuscular alterations during passive heat exposure. *International Journal of Hyperthermia*, 27(1), 10–19. <https://doi.org/10.3109/02656736.2010.519371>.
16. Gaoua, N., Grantham, J., Racinais, S., El Massioui, F. (2012). Sensory displeasure reduces complex cognitive performance in the heat. *Journal of Environmental Psychology*, 32(2), 158–163. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.01.002>.
17. Gaoua, N., Racinais, S., Grantham, J., El Massioui, F. (2011). Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *International Journal of Hyperthermia: The Official Journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group*, 27(1), 1–9. <https://doi.org/10.3109/02656736.2010.516305>.
18. Garrett, A. T., Creasy, R., Rehrer, N. J., Patterson, M. J., Cotter, J. D. (2012). Effectiveness of short-term heat acclimation for highly trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1827–1837. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2153-3>.
19. Gibson, O. R., Mee, J. A., Tuttle, J. A., Taylor, L., Watt, P. W., Maxwell, N. S. (2015). Isothermic and fixed intensity heat acclimation methods induce similar heat adaptation following short and long-term timescales. *Journal of Thermal Biology*, 49–50, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.02.005>.
20. Guy, J. H., Deakin, G. B., Edwards, A. M., Miller, C. M., Pyne, D. B. (2015). Adaptation to hot environmental conditions: An exploration of the performance basis, procedures and future directions to optimise opportunities for elite athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(3), 303–311. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0277-4>.
21. Hancock, P. A., Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: The current state of knowledge. *International Journal of Hyperthermia*, 19(3), 355–372. <https://doi.org/10.1080/0265673021000054630>.
22. James, C. A., Richardson, A. J., Watt, P. W., Willmott, A. G. B., Gibson, O. R., Maxwell, N. S. (2017). Short-term heat acclimation improves the determinants of endurance performance and 5-km running performance in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 42(3), 285–294. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0349>.
23. Kelly, M., Gastin, P. B., Dwyer, D. B., Sostaric, S., Snow, R. J. (2016). Short Duration Heat Acclimation in Australian Football Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(1), 118–125.

24. Kiely, K. M. (2014). Cognitive Function. In A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 974–978). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5\\_426](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_426).
25. Ko, Y., Seol, S.-H., Kang, J., Lee, J.-Y. (2020). Adaptive changes in physiological and perceptual responses during 10-day heat acclimation training using a water-perfused suit. *Journal of Physiological Anthropology*, 39(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40101-020-00217-x>.
26. Kroesen, S., De Korte, Y., Hopman, M., Bongers, C., Eijsvogels, T. (2022). Impact of thermal sensation on exercise performance in the heat: A Thermo Tokyo sub-study. *European Journal of Applied Physiology*, 122. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04845-8>.
27. Lang, X., Wargocki, P., Liu, W. (2022). Investigating the relation between electroencephalogram, thermal comfort, and cognitive performance in neutral to hot indoor environment. *Indoor Air*, 32(1), e12941. <https://doi.org/10.1111/ina.12941>.
28. Lorenzo, S., Halliwill, J. R., Sawka, M. N., Minson, C. T. (2010). Heat acclimation improves exercise performance. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 109(4), 1140–1147. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2010>.
29. Martin, K., McLeod, E., Périard, J., Rattray, B., Keegan, R., Pyne, D. B. (2019). The Impact of Environmental Stress on Cognitive Performance: A Systematic Review. *Human Factors*, 61(8), 1205–1246. <https://doi.org/10.1177/0018720819839817>.
30. McMorris, T., Swain, J., Smith, M., Corbett, J., Delves, S., Sale, C., Harris, R. C., Potter, J. (2006). Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology*, 61(2), 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2005.10.002>.
31. Mee, J. A., Gibson, O. R., Doust, J., Maxwell, N. S. (2015). A comparison of males and females' temporal patterning to short- and long-term heat acclimation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S1), 250–258. <https://doi.org/10.1111/sms.12417>.
32. Moss, J. N., Bayne, F. M., Castelli, F., Naughton, M. R., Reeve, T. C., Trangmar, S. J., Mackenzie, R. W. A., Tyler, C. J. (2020). Short-term isothermic heat acclimation elicits beneficial adaptations but medium-term elicits a more complete adaptation. *European Journal of Applied Physiology*, 120(1), 243–254. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04269-5>.
33. Murray, A. L., Johnson, W. (2013). The limitations of model fit in comparing the bi-factor versus higher-order models of human cognitive ability structure. *Intelligence*, 41(5), 407–422. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.06.004>.
34. NATO Science and Technology Organisation. 2013. Management of heat and cold stress - guidance to NATO medical personnel. Technical Report RDP
35. Patterson, M. J., Taylor, N. A., Amos, D. (1998). *Physical Work and Cognitive Function During Acute Heat Exposure before and after Heat Acclimation*. Aeronautical and Maritime Research Lab Melbourne (Australia). <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA352863>.

36. Périard, J. D., Racinais, S., Sawka, M. N. (2015). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S1), 20–38. <https://doi.org/10.1111/sms.12408>.
37. Périard, J. D., Travers, G. J. S., Racinais, S., Sawka, M. N. (2016). Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Autonomic Neuroscience*, 196, 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.002>.
38. Piil, J. F., Mikkelsen, C. J., Junge, N., Morris, N. B., Nybo, L. (2019). Heat Acclimation Does Not Protect Trained Males from Hyperthermia-Induced Impairments in Complex Task Performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), 716. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050716>.
39. Robin, N., Coudevylle, G. R., & Hue, O. (2021). Attentional processes and performance in hot humid or dry environments: Review, applied recommendation and new research directions. *Movement and Sports Sciences - Science et Motricite*, 2021-January(112), 41–51. Scopus. <https://doi.org/10.1051/sm/2021002>
40. Qian, S., Sun, G., Jiang, Q., Liu, K., Li, B., Li, M., Yang, X., Yang, Z., Zhao, L. (2013). Altered topological patterns of large-scale brain functional networks during passive hyperthermia. *Brain and Cognition*, 83(1), 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.07.013>.
41. Racinais, S., Périard, J. D., Karlsen, A., Nybo, L. (2015). Effect of heat and heat acclimatization on cycling time trial performance and pacing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(3), 601–606. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000428>.
42. Racinais, S., Sawka, M., Daanen, H., Périard, J. (2019). *Heat Acclimation: Thermophysiology of Health and Performance* (pp. 159–178). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93515-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93515-7_8).
43. Racinais, S., Wilson, M. G., Gaoua, N., Périard, J. D. (2017). Heat acclimation has a protective effect on the central but not peripheral nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 123(4), 816–824. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00430.2017>.
44. Radakovic, S. S., Maric, J., Surbatovic, M., Radjen, S., Stefanova, E., Stankovic, N., Filipovic, N. (2007). Effects of Acclimation on Cognitive Performance in Soldiers during Exertional Heat Stress. *Military Medicine*, 172(2), 133–136. <https://doi.org/10.7205/MILMED.172.2.133>.
45. Rahimi, G. R. M., Albanaqi, A. L., Van der Touw, T., Smart, N. A. (2019). Physiological Responses to Heat Acclimation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(2), 316–326.
46. Ramsey, J. D., Burford, C. L., Beshir, M. Y., Jensen, R. C. (1983). Effects of workplace thermal conditions on safe work behavior. *Journal of Safety Research*, 14(3), 105–114. [https://doi.org/10.1016/0022-4375\(83\)90021-X](https://doi.org/10.1016/0022-4375(83)90021-X).

47. Ruddock, A. D., Thompson, S. W., Hudson, S. A., James, C. A., Gibson, O. R., Mee, J. A. (2016). Combined active and passive heat exposure induced heat acclimation in a soccer referee before 2014 FIFA World Cup. *SpringerPlus*, 5, 617. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2298-y>.
48. Sawka, M. N., Leon, L. R., Montain, S. J., Sanna, L. A. (2011). Integrated Physiological Mechanisms of Exercise Performance, Adaptation, and Maladaptation to Heat Stress. In *Comprehensive Physiology* (pp. 1883–1928). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/cphy.c100082>.
49. Schmit, C., Hausswirth, C., Le Meur, Y., Duffield, R. (2017). Cognitive Functioning and Heat Strain: Performance Responses and Protective Strategies. *Sports Medicine*, 47(7), 1289–1302. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0657-z>.
50. Schneider, W., Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: Behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 27(3), 525–559. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(03)00011-9).
51. Schweiker, M., Fuchs, X., Becker, S., Shukuya, M., Dovjak, M., Hawighorst, M., Kolarik, J. (2017). Challenging the assumptions for thermal sensation scales. *Building Research & Information*, 45(5), 572–589. <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1183185>.
52. Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ*, 349, g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>.
53. Singh, S., Strong, R. W., Jung, L., Li, F. H., Grinspoon, L., Scheuer, L. S., Passell, E. J., Martini, P., Chaytor, N., Soble, J. R., Germine, L. (2021). The TestMyBrain Digital Neuropsychology Toolkit: Development and Psychometric Characteristics. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 43(8), 786–795. <https://doi.org/10.1080/13803395.2021.2002269>.
54. Stein, K. D., Jacobsen, P. B., Blanchard, C. M., Thors, C. (2004). Further validation of the multidimensional fatigue symptom inventory-short form. *Journal of Pain and Symptom Management*, 27(1), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2003.06.003>.
55. Stevens, C. J., Mauger, A. R., Hassmèn, P., Taylor, L. (2018). Endurance Performance is Influenced by Perceptions of Pain and Temperature: Theory, Applications and Safety Considerations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(3), 525–537. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0852-6>.
56. Zhang, H., Huizenga, C., Arens, E., Wang, D. (2004). Thermal sensation and comfort in transient non-uniform thermal environments. *European Journal of Applied Physiology*, 92(6), 728–733. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1137-y>.
57. Tamm, M., Jakobson, A., Havik, M., Burk, A., Timpmann, S., Allik, J., Oöpik, V., & Kreegipuu, K. (2014). The compression of perceived time in a hot environment depends on

physiological and psychological factors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 67(1), 197–208. <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.804849>

58. Tamm, M., Jakobson, A., Havik, M., Timpmann, S., Burk, A., Ööpik, V., Allik, J., Kreegipuu, K. (2015). Effects of heat acclimation on time perception. *International Journal of Psychophysiology*, 95(3), 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.11.004>.

59. Tham, K. W., Willem, H. C. (2010). Room air temperature affects occupants' physiology, perceptions and mental alertness. *Building and Environment*, 45(1), 40–44. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.04.002>.

60. Thomas, S. D., Carter, H. H., Jones, H., Thijssen, D. H. J., Low, D. A. (2020). Effects of Acute Exercise on Cutaneous Thermal Sensation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2491. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072491>.

61. Tian, X., Fang, Z., Liu, W. (2021). Decreased humidity improves cognitive performance at extreme high indoor temperature. *Indoor Air*, 31(3), 608–627. <https://doi.org/10.1111/ina.12755>.

62. Toner, M. M., Drolet, L. L., Pandolf, K. B. (1986). (n.d.). Retrieved May 7 (2022). Perceptual and Physiological Responses during Exercise in Cool and Cold Water. Sage Journals, Volume: 62 issue: 1, 211–220. <https://doi.org/10.2466/pms.1986.62.1.211>.

63. Tucker, R., Rauch, L., Harley, Y. X. R., Noakes, T. D. (2004). Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 448(4), 422–430. <https://doi.org/10.1007/s00424-004-1267-4>.

64. Tyler, C. J., Reeve, T., Hodges, G. J., Cheung, S. S. (2016). The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1699–1724. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0538-5>.

65. Walker, S. M., Dawson, B., Ackland, T. R. (2001). Performance enhancement in rally car drivers via heat acclimation and race simulation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 128(4), 701–707. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00276-8](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00276-8).

66. Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., Piacentini, M. F., Looverie, R., Meeusen, R. (2005). Acute dopamine/noradrenaline reuptake inhibition enhances human exercise performance in warm, but not temperate conditions. *The Journal of Physiology*, 565(Pt 3), 873–883. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.079202>.

67. Wickham, K. A., Wallace, P. J., Cheung, S. S. (2021). Sex differences in the physiological adaptations to heat acclimation: A state-of-the-art review. *European Journal of Applied Physiology*, 121(2), 353–367. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04550-y>.

68. Willmott, A. G. B., Hayes, M., James, C. A., Gibson, O. R., Maxwell, N. S. (2019). Heat acclimation attenuates the increased sensations of fatigue reported during acute exercise-heat

stress. *Temperature (Austin, Tex.)*, 7(2), 178–190.  
<https://doi.org/10.1080/23328940.2019.1664370>.

69. Willmott, A. G. B., Hayes, M., Waldock, K. A. M., Relf, R. L., Watkins, E. R., James, C. A., Gibson, O. R., Smeeton, N. J., Richardson, A. J., Watt, P. W., Maxwell, N. S. (2017). Short-term heat acclimation prior to a multi-day desert ultra-marathon improves physiological and psychological responses without compromising immune status. *Journal of Sports Sciences*, 35(22), 2249–2256. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1265142>.



## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Kõrge temperatuuriga keskkonnas aklimatiseerumise mõju kognitiivsele võimekusele: Süstemaatiline kirjanduse ülevaade”,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Kaja Ruhno*

**22.05.2022**