

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Andres Maask

VAIMSE PINGUTUSE SEOSSED TÖÖMÄLU MAHU JA ISIKSUSEJOONTEGA
Uurimistöö

Juhendajad: Andero Uusberg, *PhD* ja Alan Voodla, *MA*

Jooksev pealkiri: Vaimne pingutus, töömälu ja isiksus

Tartu 2021

Vaimse pingutuse seosed töömälu mahu ja isiksusejoontega

Kokkuvõte

Uuriti väljavaateteooriast (Shenhav, Botvinick & Cohen, 2013) johtuvat küsimust töömälu ja meelekindluse seotusest vaimse pingutuse valikuga. Katsemeetod kätkes mitme liikuva objekti jälgimise ülesande MOT (Meyerhoff, Papenmeier & Huff, 2017) modifikatsiooni, isiksusetesti ülilühiversiooni XS5 (Konstabel et al., 2017), küsimusi pingutuse subjektiivse suuruse, afekti ja keskendumise kohta ning visuaalse töömälu katset (Kyllingsbæk & Bundesen, 2009). Andmetöötluseks kasutati programmi JASP 0.14.0.0, korduvmõõtmiste ANOVAt. Põhitulemustena leidsid kinnitust seos töömälu ja vaimse pingutamise valiku vahel (Pearsoni $r=0,310$; $p<0,01$), pingutuse tajutud suuruse ja meeldivuse mittekorreleeritus ning seose puudumine meelekindluse ning süvenemisvalmiduse vahel. Järeldada võib EVC paikapidavust – valik vaimselt pingutada tugineb oodatava tasu ja kulu suhte hinnangule. Põhjendatult saab eristada pingutuse kvantitatiivset ja kvalitatiivset komponenti ning käsitleda valikut vaimselt pingutada sõltumatuna meelekindlusest.

Märksõnad: vaimne pingutus, kognitiivne kontroll, CC, väljavaateteooria, EVC, mitme objekti jälgimine, MOT individuaalsed erinevused, töömälu, meelekindlus, isiksusejooned

Mental effort and its linkages to working memory capacity and personality traits

Abstract

The EVC (Shenhav, Botvinick & Cohen, 2013) theory-based question if chosen mental effort is linked to working memory capacity or conscientiousness was explored. The method included Multiple Object Tracking task MOT (Meyerhoff, Papenmeier & Huff, 2017) modified, the personality test XS5 (Konstabel et al., 2017), questions estimating the subjective effort, affect and focus, and a visual working memory test (Kyllingsbæk & Bundesen, 2009). For data analysis, JASP 0.14.0.0, repetitive measures ANOVA was applied. In result, the correlation between working memory and chosen mental effort was identified ($r=0,310$; $p<0,01$), the effort and its pleasantness occurred uncorrelated and so were conscientiousness and the choice of mental effort. EVC gained some evidence that the choice of mental effort derives the estimated cost-effect ratio. The differentiation of the unrelated quantitative and qualitative component of mental effort as well as the latter not depending on conscientiousness got grounded.

Keywords: mental effort, cognitive control, CC, Expected Value of Control, Multiple Object Tracking, MOT, individual differences, working memory, conscientiousness, personality traits

Sissejuhatus

Iga inimese elus on aeg-ajalt tarvis end kokku võtta – vaimselt või füüsiliselt pingutada. Sageli on pingutus suur ja raske töö, mis nõuab täit tähelepanu ja keskendumist ülesandele, kuid mõnel juhul võib vaimne pingutamine olla hoopis meeldiv ja meeliülendav ning palju põnevust ja naudingut pakkuv tegevus (Inzlicht, Shenhav & Olivola, 2018). Seega ei pruugi pingutuse suurus ja meeldivus alati käsikäes käia. Cambridge'i inglise keele seletav sõnastik defineerib pingutust kui millegi saavutamiseks vajalikku füüsilist või vaimset aktiivsust. Shenhav et al. (2017) väitel määravad soorituse põhimõtteliselt võimaliku taseme ülesande parameetrid ning subjekti infotöötlusvõime. Inimese motiveeritust mingil ajendil ja eesmärgil süveneda võivad aga ilmselt mõjutada ka nii hetkeolek – näiteks huvi või igavus, reipus või väsimus, hea või halb meeleolu, pinge või voo seisund – kui ka püsivamad loomuomadused, näiteks kognitiivne võimekus või isiksusejooned. Käesoleva töö idee on heita rohkem valgust vaimsesse pingutusse panustamise otsuse ehk süvenemise valiku langetamise tagamaadesse just püsivamate loomuomaduste tasandil. Kas teatud individuaalsed eripärad ennustavad otsust enam või vähem vaimselt pingutada?

M. Solms on kokku võtnud, et motivatsiooni kaudu filtreerib subjekt olevikku läbi mineviku, et otsustada, mida teha – motivatsioon seisneb soovis korrata varasemat rahulduskogemust ning vältida varasemalt frustrerinud kogemust (Solms, 2015). Antud soov viib valmiduseni kognitiivse ressursi sihipäraseks investeringuks. Vaimset pingutust ongi operatsioonalselt määratletud kui soorituse eesmärgi ja subjekti infotöötlusvõime ühenduslüli soorituse teostuses peegelduvate infotöötlusprotsesside rakendamisega (Shenhav et al., 2017). Oluline on siinkohal just teostuse aspekt – Inzlicht et al. (2018) on pingutuse eristanud raskusest (difficulty) või nõudmisest (demand): pingutus vastab organismide poolt mingi tulemuse suunas rakendatavale vaimse või füüsilise töö intensiivsusele, samas kui nõudmine või raskus viitab ülesande enda omadusele (nt. seitsme vs kolme ühiku hoidmine töömälus). Samal kaalutlusel eristub pingutus ka sooritusest – ühetaolise raskus- või nõudlikkusastmega ülesande soorituseks võivad erinevad indiviidid näha vaeva erineva intensiivsusega. Trujillo (2019) on vaimse pingutuse kokkuvõtvalt määratlenud kui neurokognitiivse protsessi, mis peegeldab psühholoogilise infotöötluste ressursside kontrollitud kulutamist taju, tunnetuse ja tegevuse käigus. Kontrollitud kulutamine viitab, et pingutuse eelduseks on indiviidi valik – otsus realiseerida teatud mahus ressursi soovitud tulemuse saavutamiseks läbi konkreetsete tegevuste sooritamise.

Kuivõrd kogemus (mälu) näitab, et tegevused võivad pakkuda rahuldust lühemas, kuid viia ebaedule pikemas perspektiivis, on vajalik suuta tolereerida lühiajalist ebameeldivust kaugema tulemuslikkuse kasuks. See sõltub võimest potentsiaalsete tulemuste (kujutluses) hindamisest

lähtuvalt pidurdada nendega hetkel mittekooskõlalistest tunnetest ajendatud tegevusi (Solms, 2015). Eesmärgile jõudmiseks, eriti kui selleks tuleb ületada segavaid ja/või tugevaid (nt harjumuslikke) konkureerivaid reaktsioone, rakendub spetsiaalne mehhanismide kompleks, mille kohta on kasutusele võetud termin kognitiivne kontroll (*Cognitive Control – CC*) (Shenhav, Botvinick & Cohen, 2013). Kognitiivse kontrolli all peetakse silmas prefrontaalset aktivatsiooni, mis on vajalik harjumusliku või meeldiva tegevuse pidurdamiseks, kui on vaja teha midagi ebameeldivat (Cohen, 2017). Näiteks aitab see mehhanism hoida püsivat tähelepanu igaval ülesandel või juhtida emotsioone. Kontrollitavate infoühikute hulk on piiratud: 4 ± 1 (Cowan, 2010).

Mis aga määrab ülesandele kulutatava tähelepanu taseme ehk kognitiivse kontrolli? Kontrolli oodatava väärtuse (*Expected value of control – EVC*) teooria raamistikust lähtudes on tähelepanu suunamine investering, mis väljendab oodatavat tasu ja kulu suhet (Shenhav, Botvinick & Cohen, 2013). EVC käsitleb kognitiivset pingutust lähtuvalt väljavaateteooriast kui otsust, mille langetamisel hinnatakse enne ülesande sooritamiseks vajalikku pingutamist mõttes saadavat tulu ja ülesande edukaks sooritamiseks eeldatavat kognitiivset ressursikulu (Kool & Botvinick, 2018; Kurzban, 2016; Shenhav jt., 2017). Kognitiivse pingutuse väärtuse, millest lähtudes langetatakse valik, kui palju energiat pingutusse suunata või kui kaua seda teha, võib pingutusele lisada näiteks oodatav või saadav tasu (palk, hea hinne), pingutuse tulemus (valminud objekt, omandatud teadmised või kogemused), aga ka kaasnev risk, eneseületus, soov vältida tunnetusliku ebakõla (Festinger, 1962) või kaotust (Kahneman & Tversky, 1991) jpm. Oodatava tasu hindamisel võetakse väljavaate tasuvusmudel (Kurzban, Duckworth, Kable, & Myers, 2013) arvesse tõenäosust ülesande edukaks soorituseks antud kognitiivse panuse juures. Kui tasuvusmudel jätab ebaselgeks tasuvuskalkulatsiooni muutumise ajas, siis protsessimudel täpsustab ka töötlusele ressursside jaotamise dünaamika: tähelepanu, emotsiooni ja motivatsiooni nihkumise kurnatuse süvenemisel enam tasule ning impulsiivsuse suunas, eemale konfliktist ja kontrollist (Inzlicht & Schmeichel, 2013). Kognitiivse pingutuse kulu poolele lisandub nimetatud protsessimudelil veel kurnatus (Frieze et al., 2018). , mis antud katse kestvust ja keerukust arvestades tõenäoliselt ei muutu märkimisväärselt.

Kuivõrd organismidel on ressursse – sealhulgas kognitiivset ressursi – piiratud mahu, nende ärakulutamisel aga on organism kuni taastumiseni teatud määral haavatavamas seisus või koguni ohus, tuleks eeldada, et pingutust kui ressursi kulutamist tajutakse subjektiivselt ebameeldivana. On tõepoolest leitud, et tavaliselt tajutakse vaimset pingutust niivõrd ebameeldivana, et mittevajaliku pingutuse suhtes ilmutavad inimesed tõrksust (Botvinick and Braver, 2015; Shenhav et al., 2017). Ometi kogetakse teatud tingimustel vaimset pingutust meeldiva või lausa premeerivana (Cacioppo

and Petty, 1982; Inzlicht, Shenhav & Olivola, 2018). Siit võib järeldada, et põhimõtteliselt peaks pingutus olema hinnatav eraldi nii kvantitatiivselt (pingutuse suurus) kui kvalitatiivselt aspektist (afektiivne komponent, pingutuse tajutud väärtus), mis omavahel ei pruugi sugugi korrelatiivselt seostuda.

Väljavaateteooria võtmes eeldatava tulu-kulu suhte arvutusvalemile tuginedes võiks seega eeldada kognitiivse võimekuse mõju soostumusele vaimseks pingutuseks üsna üheselt – enama kognitiivse ressursiga inividid peaks olema enam valmis panustama kognitiivsesse pingutusse kui vähem võimekad. Kas kognitiivset ressursi oleks võimalik hinnata mõne lihtsa, praktiliselt mõõdetava markeri alusel, prognoosimaks valmidust vaimselt pingutada?

Kuivõrd endogeenset tähelepanu on käsitletud kui töömälu hoitavat asjakohasuse kaardistust, milles igal ruumiline paiknemine ja/või tajutav omadus evib väärtust lähtuvalt oma olulisusest antud eesmärkide suhtes (Uusberg, 2014), on alust arvata, et üks olulisi, ent tänaseks küllaltki hõlpsalt mõõdetav soorituse mõjutaja on töömälu maht. Suurem töömälu maht, mille põhjal indiviidi vaistlik tulu-kulu kalkulatsioon annab tulemuseks soodsama väljavaate ehk eeldatavalt parema sooritustaseme, võiks seega soosida ka vaimse pingutuse kõrgema taseme valikut.

Kuid kas see seos ikka saab olla nii üks-ühene? Tavaelus kuuleme nii mõnegi inimese kohta öeldavat, et ta on andekas, aga laisk. Tähendab – kognitiivse ressursi, mis lubaks eeldada võimsat tulemust, realiseerimine vaimse pingutusena sõltub millestki veel. Ilmselt mõjutavad vaimset pingutust nõudva ülesande sooritusvõimet inimeste individuaalsed eripärad – alates elementaarsetest neuroloogilistest protsessidest nagu tähelepanu ja töömälu, kuni komplekssete biopsühhosotsiaalsete konstruktideni nagu isiksusejooned. Inimesed ei ole oma elu asjaolude passiivsed ohvrid või elupuhuste sarrustuste poolt programmeeritavad tühjad organismid, vaid proaktiivsed oma elu kujundajad ning nende käitumine saab alguse isiksuseomadustest (McCrae & Costa, 1999). Lisaks töömälule kui hõlpsaimini mõõdetavale kognitiivsele ressursile indikaatorile võiks süvenemise tarvis vajaliku pingutuse valmiduse alget otsides pöörata pilgu ka tänaseks hästi valideeritud ja kõrge reliaablusega isiksusejoonte hindamise meetodite suunas.

Näiteks võiks intuitiivselt eeldada, et Suure Viisiku (McCrae & Costa, 1999) meelekindlus võiks ennustada valikut enama vaimse pingutuse kasuks. Avatus uudsusele võiks ennustada suurema variatiivsusega pingutuse tasemetest valikul. Neurotilisus võiks ennustada pingutuse tajumist ebameeldivana (negatiivne afekt) ning võibolla ka pärssida töömälu kättesaadavust. Lepikkusega aga võiks kaasas käia väljakutsete minimeerimine, mis meie katses väljenduks ehk eelistatud madalamates kiirustes.

Käesoleva uurimuse katse on disainitud ning küsimustikega kombineeritud eesmärgil leida meetod

vaimse pingutuse mõõtmiseks ning selle abil sedastada mõned inimeste vaimse pingutuse valmidust ennustada võivad individuaalsed erinevused.

EVC mudelit on testitud mitmeti. Levinuim viis on muuta ülesande raskusastet ning vaadelda, kuidas seostub sellega subjektiivne hinnang (Kool, McGuire, Rosen ja Botvinick, 2010). Mudeli mõistmiseks on tarvis uurida ka vastupidist manipulatsiooni – muutes tasu ja vaadeldes pingutuse muutust. Viimast lähenemist on rakendatud ülesannetes, mis mõõdavad pingutuse eelistusi, mitte ei jälgi otseselt panuste suurust (Milyavskaya, Galla, Inzlicht ja Duckworth, 2018). Meie katse eesmärk on ühendada mõlemad lähenemisviisid ja kontrollida seda läbi erinevate katsetingimuste.

Kui füüsilise pingutuse suuruse tuvastamiseks on olemas vahendid nii tehtud töö kui selleks kulutatud energia mõõtmiseks, siis vaimse pingutuse suurust – kulutatud kogust piiratud kognitiivset ressursi – on oluliselt keerulisem mõõta. On küll rakendatud erinevaid füsioloogiliste näitajate mõõtmise meetodeid neurokognitiivse aktiivsuse sedastamiseks nii tervikuna (põhjalik ülevaade nt Fox, 2020) kui kognitiivsete modaalsuste kaupa (nt Ewoldsen, 2017), kuid neile lähenemistele on ette heidetud kaudsust (Trujillo, 2019) ning liigset tundlikkust katsetingimustele või taustategureile, nt ärevus (Shenhav et al. 2017). Samuti on eksperimentaalselt hinnatud kognitiivset koormust (Brünen, 2010) ja koguni peanahalt mõõdetud EEG põhjal üritatud tuletada vaimse pingutuse neurokognitiivset indeksi termodünaamika seaduste eeskujul (Trujillo, 2019), kuid probleemiks sai madal eristusvõime ülesande spetsiifilisuse seisukohast.

Meie katses püüame mõõta mitme liikuva objekti jälgimise ülesande sobivust EVC raamistiku paikapidavuse kontrolliks ning uurime, kas inimese seesmise infovajaduse mõjutamine muudab ülesandes valitud kiirust ehk mõjutab kognitiivse pingutuse suurust ja/või muudab afekti (infoküllane tingimus võiks olla meeldivam kui infovaene tingimus). Ressursikuluks on antud töös indiviidi poolt panustatavad infoühikud. Protsessimudel (Inzlicht & Schmeichel, 2013) kirjeldatud dünaamikaid, nt kurnatuse teket ja süvenemist või afekti muutumist katse vältel ei ole suhteliselt lühikese sooritusaja tõttu mõistlik eeldada ning sellepärast neid ka ei mõõdetud.

Eelpooltoodust lähtuvalt on antud töö põhieesmärgiks uurida, kuivõrd vaimse pingutuse otsused on seotud kahe olulise, ent hõlpsalt mõõdetava individuaalsete erinevuste indikaatoriga: töömälu maht ning isiksusejooned.

Uurimistöö teine pool kujutabki endast individuaalsete erinevuste ennustusvõime selgitamist.

Antud töö katsega sedastatakse võimalus eksperimentaalselt kindlaks teha vaimse pingutuse suurust mitme objekti jälgimise (*Multiple Object Tracking – MOT*) ülesande kiiruse valikute kaudu mõõtes, mil määral inimene oma pingutust väärtustab.

Oma katsega püüame mõõta mitme liikuva objekti jälgimise ülesande sobivust EVC raamistiku

paikapidavuse kontrolliks ning uurime, kas inimese seesmise infovajaduse mõjutamine muudab ülesandes valitud kiirust ehk mõjutab kognitiivse pingutuse suurust ja/või muudab afekti (näiteks infoküllane tingimus võiks olla meeldivam kui infovaene tingimus).

Antud eesmärgist lähtuvalt on katses 2 fikseeritud oodatava tasu taset ning pingutuse suurust on võimalik katseisikul vastavalt oma võimekusele ning oodatavale tasule muuta. Teooria kohaselt peaks see andma võimaluse nende 2 väärtuse põhjal välja arvutada indiviidi subjektiivse pingutuse hulga ja väärtuse. Suurem töömälu maht peaks antud ülesande sooritust lihtsustama, mis omakorda võiks antud ülesandes soodustada suuremate kiiruste valimist, vähem vigu pallide tuvastamisel ja kokkuvõttes suuremaid punktiskoore ehk edukamat oodatavat sooritust. Kuivõrd teadmine, et paremad kognitiivsed võimed tagavad edukama soorituse kognitiivsetes ülesannetes, kontrollitakse seda antud töös üksnes eeldusena esimesele hüpoteesile. Meile pakuvad huvi süvenemise valikud ehk kas eelpoolkirjeldatud edu eeldusel langetatakse otsus rohkem vaimselt pingutada.

Teooriapõhiselt on kalkuleeritud sooritusedu väljavaatest lähtuvalt seega esimene hüpotees (H1), et suurema töömälu mahuga kaasneb kõrgem valmidus vaimseks pingutuseks.

Operatsioonalselt määratlemegi edu läbi kahe kriteeriumi: valitud keskmisest suuremad kiirused ning antud keskmisest enam õigeid vastuseid.

Teisena üritame selgust tuua varasemates uuringutes (nt. Inzlicht, Shenhav & Olivola 2018) täheldatud esmapilgul vastuolulisi tulemusi pingutuse kui ressursikulu loogilisele ebameeldivusele (Botvinick and Braver, 2015; Shenhav et al., 2017) vaatamata mõningais töodes pingutust paradoksaalselt ka meeldivana tajumise kohta (nt. Cacioppo and Petty, 1982; Inzlicht, Shenhav & Olivola, 2018). Nimelt oletame (H2), et pingutusel võib olla kaks sugugi mitte korreleeritud aspekti: pingutuse suurus kui kvantitatiivne ning meeldivus kui afektiivne komponent.

Kolmandaks võtame vaatluse alla, kas valiku kognitiivselt pingutada eelistamine on seotud meelekindlusega. Korduvalt ja tänapäevanigi otsitavate, ometi taas ja taas (nt (Kretzschmar et al., 2018; Woods et al., 2017) leidmata jäänud isiksusejoonte ning vaimsete võimete seose asemel võiks ehk oletada, et teatud isiksusejoontega individid vähemalt eelistavad luua ja võtta vastu väljakutseid kognitiivse pingutamise valikute näol? Suure Viisiku (McCrae & Costa 1999) meelekindluse määratlus tundub olemuslikult küllaltki hästi haakuvat kognitiivse kontrolli konstruktiga ehk siis võiks (H3) eeldada kõrgema meelekindluse puhul eelistust pingutada MOT ülesandes enam ehk valida kõrgemad kiirused.

Projekti, mille raames on valminud ka käesolev töö, kaudu üritatakse lähemale jõuda vaimse pingutuse kui kognitiivse ressursi kulutamise mõõtmisele. Kognitiivse pingutuse operatsionaliseerimine ja korrektne mõõtmine on reaalses maailmas väga praktiline vajadus – see

aitaks informeeritult vähendada väga paljudes uuringutes kinnitust leidnud inimeste sooritusel operatiivsuse häirumist vaimse nõrkemise tõttu (Trujillo, 2019).

Meetod

Valim

Uuringus osales 119 katseisikut. Lõpliku valimi moodustasid neist 108, kes läbisid kogu testipatarei ja kelle andmed kasutati analüüside läbi viimiseks. Neist 81 olid naised ning 27 mehed. Keskmine vanus naistel oli 32,96 aastat ($SD=10,664$) ja meestel 34,33 aastat ($SD=12,558$), kõige noorem katseisik oli 18 aastane ja kõige vanem 59 aastane. Kõrgeima omandatud haridusena raporteeriti enim kõrgharidust (72) ja keskharidust (27). Kutseharidust raporteeriti 4 ja põhiharidust 5 korral.

Katses osalemiseks kasutatud seadmetest kasutati enim sülearvutit – 85 juhul. Lauaarvutit kasutati 23 juhul. Silmade kauguseks ekraanist hinnati keskmiselt 51,82 cm ($SD=21,059$). Ekraani laius pikslites oli keskmiselt 1554,5 ($SD=271,7$) ning ekraani külgede suhe 1:1,8.

Katses osalemise eest oli psühholoogiatudengitel võimalus saada 1 katsetund, ning kõik katseisikud osalesid 40-eurose kinkekaardi loosis, mis oli osa manipulatsioonist motivatsiooni tõstmisel. Katseisikute leidmiseks kasutati Facebooki reklaami ning isiklikke kontakte lumepalli põhimõttel.

Protseduur

Katse oli plaanis läbi viia TÜ psühholoogiateaduskonna laboris, ent Covid-19 meetmete rakendumise tõttu koguti andmed veebipõhiselt paltvormidel formr.org ja pavlovia.org.

Uuringus osalemine algas Google Forms keskkonnas, kus küsiti KI andmed (e-posti aadress, vanus, sugu, kõrgeim omandatud haridustase, iseloomustus KI olukorra kohta katse tegemisel (kodus või privaatses kohas, kas on üksi või mitte), millise seadmega on tegu, kas manipuleerimiseks kasutatakse hiirt või puuteplaati, ekraani kaugust silmadest ning ka informeeritud nõusoleku lehega tutvumise kinnitust. Seejärel sai KI siseneda formr.org keskkonda küsimustikke täitma. Registreerimise järel suunati KI pavlovia.org keskkonda, kus KI sidumiseks eelnavate andmetega tuli sisestada oma varem märgitud e-posti aadress ning alles seejärel sai minna katset tegema.

Juhised kuvati iga ülesande eel arvutiekraanil. Kõigile katseisikutele anti nii juhised kui ülesanded samas järjekorras.

Küsimustikud

Individuaalsete erinevuste mõõtmiseks kasuti isiksusetesti eriti lühikest versiooni XS5, mille sisereliaablus on Eesti kontekstis vahemikus 0,83 kuni 0,90 (Konstabel, Lönnqvist, Leikas, Velázquez, Qin, Verkasalo & Walkowitz, 2017).

Uuringu käigus täitsid katseisikud ka Mängulisuse töödisaini küsimustiku *Adult Playfulness Trait Scale (APTS)* (Shen, X.S., Chick, G. & Zinn, H. 2014) eestikeelse adaptatsiooni (Redi, K., 2017) ning tunnetusliku selguse vajaduse – *Need for cognitive closure (NFCC)* küsimustiku. Nende kahe küsimustiku andmed ja analüüs ei ole seotud käesoleva uurimistööga.

Katse

Sooritusülesandena rakendati pallide meeldejätmist, jälgimist ja tuvastamist arvutipõhises keskkonnas, võttes aluseks Meyerhoff, Papenmeier ja Huff (2017) modifitseeritud meetoodika.

Katse sisaldab 3x2 faktoriaalset eksperimenti (2 fikseeritud oodatava tasu taset).

Eksperimendi sisuks on mitme objekti jälgimine (*Multiple Object Tracking*, - *MOT*), mille käigus KI jälgib ekraanil (nelja küljega keskkonnas) teatud arvu kuulide hulgast (antud katses 9) katseesituse (*trial*) algul meelde jäetud liikuvaid halle kuule. Kuulid liiguvad 5 sekundi jooksul üksteise suhtes ja üksteise tagant läbi ning välja serva jõudes põrkuvad peegeldudes sama nurga all edasi. Milliseid kuule KI jälgima peab, saab ta teada iga esituskorra algul, kui jälgimiseks määratud kuulid värvuvad 1,5 sekundiks punaseks. Ekraanivaate näidis on kuvatõmmisena on leitav antud töö LISA 1.

Iga katseesituse alguses saab KI valida kiiruse teljelt enda jaoks sobiva kuulide liikumise kiiruse. Suurema kiiruse valimine toob endaga kaasa kõrgema punktisumma. Tasu punktides jääb vastavalt kiiruse valikule vahemiku 0-40.

Kõigi plokkide läbimise järel küsitakse KI-lt täiendavalt küsimusi: kui väsitav oli katse?; kui kaasahaarav see oli?; kui väga soovite punkte võita?; kui väga soovite teistest parem olla?; kui tugevalt tuli ennast ületada? Samuti küsiti eelistatumat väljatüüpi. Antud küsimused käesolevas töös käsitlust ei leia, kuid on kasutusel Matthias Kalvi 2020.a. valminud uurimistöös. Samuti küsiti KI-lt katse meeldivuse, pingutuse suuruse ja keskendumise kohta.

Katsematerjalideks on veel katse lõppu integreeritud kiire visuaalne töömälu katse (Kyllingsbæk & Bundesen, 2009), kus KI pidi püüdma meelde jätta värviliste objektide asukohta ning vastama, kas järgnevalt kuvatu oli õige vale või pole kindel.

Katsedisain

Katse sisuks on mitme objekti jälgimise – *MOT* ülesanne, mis nõuab katseisikult tähelepanu koondamist ja töömälu koormamist märgistatud liikuvate kuulide jälgimisel (sõltuvalt raskusastmest 2..4) ning tuvastamisel (Meyerhoff, Papenmeier, & Huff, 2017). Pingutuse suurust ja vajaliku töömälu hulka reguleeritakse objektide liikumise kiiruse, kuulide ja jälgitavate pallide arvu muutmisega. KI sooritab ülesannet mitmel korral (katseesitused) ning erinevatel tingimustel.

Ülesandes on muutumatud tegurid: ekraanil liikuvate objektide arv (9 kuuli), ekraani värvid ja kontrastsus, katse kestus (5 s), märgistatud kuulide meelde jätmise aeg (1,5 s) muutuvad on erinevad informeerituse tasemed (kohene tagasiside õigesti ning valesti märgitud pallid, võimalus vaadata esituse kordust) ja jälgitavate objektide (märgitud kuulide) arv (2...4). KI saab osadest katsetingimustes muuta pallide liikumise kiirust (mõjutab võimalikku saadavat punktisummat). Eeldatavasti on *EVC* teooriast lähtuvalt KI valitud kiirus seotud KI sooviga kulutada kognitiivset ressursi edukaks katseesituse läbimiseks. Suurem kiirus annab võimaluse saada rohkem punkte. Eduka katseesituse eest saab katseisik punkte, mis annavad neile võimaluse osaleda kinkekaardi loosimises.

Antud uurimuses eeldatakse väljavaate teooria kohaselt, et iga inimene, tehes midagi, mis kulutab kognitiivset ressursi, sooritab peas kalkulatsiooni, kus arvutatakse eesseisva ülesande lahendamiseks vajaliku pingutuse kulu, tulemuse saavutamise tõenäosuse (valitud kiirusel) ja tulemuse subjektiivse väärtuse (valitud kiirus ehk punktisumma) korrutisena (Kahneman & Tversky, 1979) ning valitud pingutuse tase on iga KI-u optimum, kus valitud kiirus on saadava tulu tulu ja pingutusest tulenevat kulu arvestades optimaalsel tasemel (erinevus on võimalikult suur).

Erinevates katseplokkides on 2 erinevat informeerituse taset: 1) avatud ehk KI saab kohest tagasisidet soorituse õigsuse kohta (õigesti märgistatud kuul värvub üleni punaseks, jälgitav kuul, mis on märkimata, värvub keskosas punaseks, perimeeter jääb halliks, volest märgitud kuul, jääb keskelt halliks ja punaseks värvub perimeeter – vt LISA 1) ning lisaks võimaluse vaadata uuesti katseesituse kordust; 2) suletud, kus KI näeb ploki lõpus saadud punktiskoori. Eeldatavasti on avatud tagasiside motivaatoriks paremale sooritusele ning õppimisele.

Katse käigus küsitakse iga katseesituse vahel küsimusi afekti („Millise tunde see mänguväli tekitab?“), motivatsiooni („Kui suure osa oma keskendumisvõimest sa sel väljal mängu panid?“) ja väsimuse kohta („Kui kurnav see mänguväli tundus?“). Võimalik valida vahemikus 0...100.

Katsedisain on 2x3. 8 katseesitust igas ploki kokku 48. Neile lisanduvad iga ploki alguses 1 harjutuskord ning katse alguses mõlema infokülluse tasemega tutvustamiseks 3 harjutuskorda 3 jälgitava kuuliga.

Kuulide arv suureneb (2, 3 ja 4 tk) plokkide kaupa, juhuslikult pakutakse esmalt kas avatud või suletud tingimust. Iga ploki läbimise järel kuvatakse kogutud punktiskoor ja informeeriv tekst, kas plokk läheb arvesse kinkekaardi loosimises.

Katses on sõltumatuteks muutujateks: erinevad infokülluse tasemed – inforikkus (tagasiside tulemuse ja punktide kohta, võimalus vaadata katses märgitud pallide liikumist) ja vaesus 2 taset, raskusastmed - 3 taset erinevate pallide arvuga (2...4).

Katse sõltuvad muutujad on enesekohased raportid katseesituste vahel, ning kuulide mängus liikumiseks valitud kiirus (vahemikus 0...2 sõltumata väljal kuvatud punktilisest väärtusest).

Täpsemalt saab katse koodi ja parameetritega tutvuda psühholoogia instituudis A. Uusbergi juures.

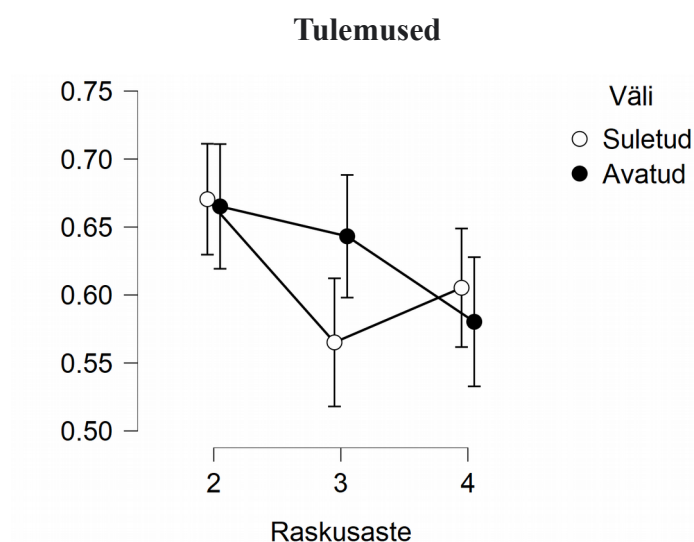
Andmeanalüüs

Andmetöötlemiseks ja tulemuste statistiliseks kirjeldamiseks kasutati andmetöötlusprogrammi JASP 0.14.0.0.

Eelanalüüsid

Eelanalüüsides kasutati korduvmõõtmiste ANOVAt, et sedastada, kas katse ning manipulatsioon toimisis ootuspäraselt. Mauchly sfäärilisuse testi eelduste ($p < 0,05$) rikkumisel korregeeriti eeldustele mittevastavaid p -väärtusi korduvmõõtmiste ANOVA F-testis Greenhouse-Geisser'i algoritmiga. Koosmõjude sedastamisel tehti Tuckey ja Holmi *Post hoc* testid.

Seoseuuringus kasutati Pearsoni korrelatsioonikoefitsienti.



Joonis 1. Õiged vastused avatud vs suletud tingimusel

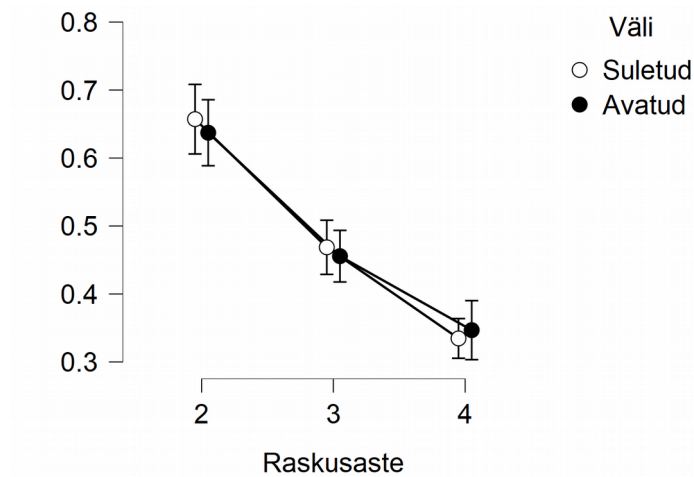
Korduvmõõtmiste ANOVA tulemustest selgus (Joonis 1), et antud õigete vastuste osakaal ei sõltunud välja tüübist (avatud vs suletud) ($F=1,131$; $p=0,290$), kuid sõltus jälgitavate pallide arvust (raskusaste) ($F=7,252$; $p=0,002$) ja nende koosmõjust (välja ja raskusastme interaktsioon) ($F=3,542$; $p=0,031$).

Välja ja raskusastme koosmõjule tehti *Post hoc* testid, millega leidsime olulised erinevused olevat väljadel: suletud 2 ja avatud 3 ($P_{\text{tuckey}} = 0,005$ $P_{\text{holm}} = 0,006$); suletud 2 ja avatud 4 ($P_{\text{tuckey}} = 0,021$ $P_{\text{holm}} = 0,022$); avatud 2 ja suletud 3 ($P_{\text{tuckey}} = 0,007$ $P_{\text{holm}} = 0,007$).

Raskusastme p -väärtus ($p=0,002$) ja välja tüübi ja raskusastme koosmõju p -väärtus ($p=0,031$) on väiksemad kui näeb ette Mauchly sfäärilisuse testi eeldus, millest võib järeldada, et õiged vastused

ei jaotu võrdselt kõigi kuue katsetingimuse vahel ning seetõttu korrigeeriti korduvmõõtmiste ANOVA F-testi mittevastavad p-väärtuseid.

Kiirus avatud ja suletud tingimusel

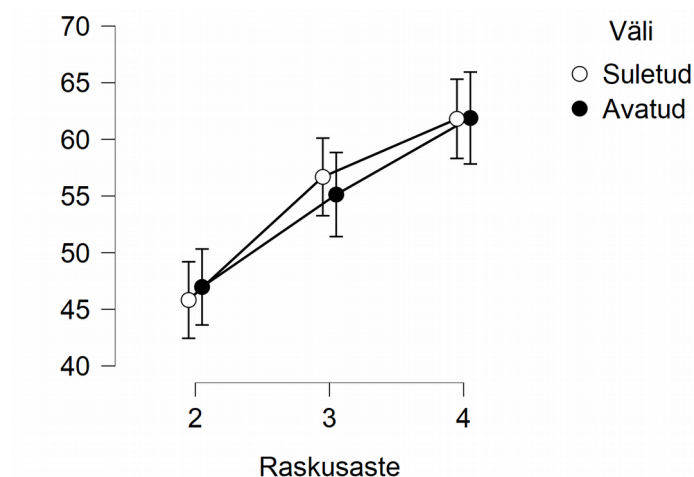


Joonis 2. Õiged vastused vs välja tüüp ja jälgitavate objektide arv

Korduvmõõtmiste ANOVA valitud kiiruste (0 minimaalne ning 2 maksimaalne võimalik kiirus) mõju kohta välja, raskusastme ning nende koosmõju valikule katses (Joonis 2). Selgus oodatult, et manipulatsioonikontroll toimis ning raskusaste mõjutas oluliselt valitud kiirusi – rohkem jälgitavaid palle vähendas valitud kiirust ($p < 0,001$, $\eta^2 G = 0,242$).

Välja tüüp ($p = 0,371$; $\eta^2 G = 4,029 \times 10^{-4}$) ning välja ja raskusastme koosmõju ($p = 0,084$; $\eta^2 G = 0,002$) valitud kiirusele statistiliselt olulist mõju ei omanud.

Raporteeritud pingutus avatud vs suletud tingimusel ja erinevatel raskusastmetel

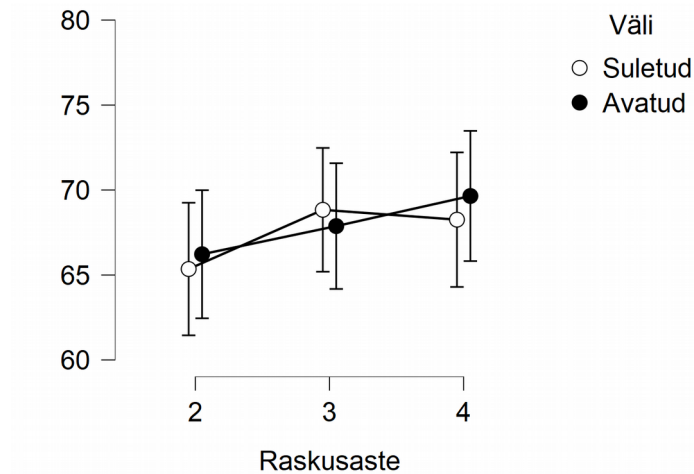


Joonis 3. Raporteeritud pingutus avatud vs suletud tingimusel ja erinevatel raskusastmetel

Korduvmõõtmiste ANOVA raporteeritud pingutuse (0 – minimaalne, 100 – maksimaalne pingutus) kohta erinevatel katsetingimustel – sedastada, milline välja tüüp või raskusaste või nende kombinatsioon kutsus esile suuremat raporteeritud pingutust (Joonis 3.). Selgus, et suurem

raskusaste (rohkem jälgitavaid palle) paneb katseisikud raporteerima suuremast pingutusest ($p < 0,001$; $\eta^2 G = 0,102$). Välja tüüp ($p = 0,889$; $G = 8,726e-6$) ja välja ja raskusastme interaktsioon ($p = 0,304$; $G = 8,704e-4$) pingutuse suurust ei mõjutanud.

Keskendumine

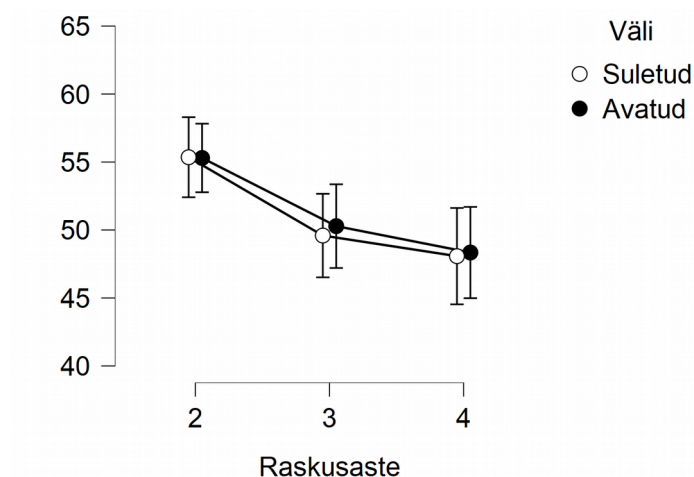


Joonis 4. Raskusastme mõju raporteeritud keskendumisele.

Tulemused: välja tüüp ($p = 0,488$; $\eta^2 G = 1,183e-4$), raskusaste ($p = 0,024$; $\eta^2 G = 0,005$), interaktsioon ($p = 0,171$; $\eta^2 G = 6,325e-4$). Joonis 4 näitab, et katseisikud raporteerivad enamate pallide jälgimist kui suuremat keskendumist nõudvat tingimust.

Afekt

Tulemused: välja tüüp ($p = 0,730$; $\eta^2 G = 8,550e-5$), raskusaste ($p < 0,001$; $\eta^2 G = 0,033$), interaktsioon ($p = 0,906$; $\eta^2 G = 8,774e-5$).



Joonis 5. Raskusastme mõju afektile

Näitab, et KI-te afektile avaldab mõju ainult raskusaste (Joonis 5).

Põhiküsimused

Eelanalüüsides selgus, et valitud kiirused, raporteeritud pingutuse määr, afekt ja keskendumine ei sõltunud välja tüübist, vaid peamiselt raskusastmest, seetõttu põhianalüüsides seoseanalüüsis kasutati analüüsi lihtsustamiseks keskmistatud andmeid.

Korrelatsioonid

Seoseuuringus kasutati Pearsoni korrelatsioonikoefitsienti.

Olulisemad seosed Tabelist 1.

Tabel 1.

Olulisemate muutujate vaheline korrelatsioonimaatriks

Muutuja		xS5_O	xS5_C	xS5_E	xS5_A	xS5_N	TM	kiirus	pingutus	keskendumine	afekt
1. xS5_O	Pearsoni r	—									
	p-väärtus	—									
2. xS5_C	Pearsoni r	0.007	—								
	p-väärtus	0.940	—								
3. xS5_E	Pearsoni r	0.427 ***	0.084	—							
	p-väärtus	<.001	0.385	—							
4. xS5_A	Pearsoni r	0.267 **	0.285 **	0.031	—						
	p-väärtus	0.005	0.003	0.746	—						
5. xS5_N	Pearsoni r	-0.120	-0.524 ***	-0.418 ***	-0.289 **	—					
	p-väärtus	0.211	<.001	<.001	0.002	—					
6. TM	Pearsoni r	0.008	-0.254 **	-3.805e -4	0.006	0.198 *	—				
	p-väärtus	0.933	0.008	0.997	0.952	0.041	—				
7. kiirus	Pearsoni r	0.045	-0.105	0.113	-0.072	0.044	0.310 **	—			
	p-väärtus	0.641	0.273	0.241	0.452	0.648	0.001	—			
8. pingutus	Pearsoni r	0.002	0.033	0.125	0.147	-0.090	0.059	0.139	—		
	p-väärtus	0.987	0.731	0.194	0.125	0.350	0.549	0.148	—		
9. keskendumine	Pearsoni r	-0.002	0.203 *	0.027	0.217 *	-0.098	0.039	-0.110	0.397 ***	—	
	p-väärtus	0.986	0.034	0.780	0.023	0.307	0.688	0.251	<.001	—	
10. afekt	Pearsoni r	0.036	0.071	0.031	-0.048	-0.089	0.077	-0.079	0.154	0.456 ***	—
	p-väärtus	0.708	0.461	0.751	0.621	0.353	0.433	0.412	0.108	<.001	—

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

xS5_O – avatus; xS5_C – meelekindlus; xS5_E – ekstravertsus; xS5_A – koostöövalmidus; xS5_N – neurootilisus; TM – töömälu

Suuremad valitud kiirused seostuvad suurema töömäluga ($r=0,310$; $p<0,01$).

Seoseanalüüsist selgus, et afekti ja pingutuse vahel on väike statistiliselt mitteoluline seos ($r=-0,154$; $p=0,108$).

Katset tajusid subjektiivselt meeldivamana need, kes raporteerisid suuremat keskendumist katsele ($r=0,456$; $p<0,001$).

Suurem töömälu käib koos väiksema meelekindlusega ($r=-0,254$; $p<0,01$).

Suuremat tähelepanu rakendamist raporteeti koostöövalmite ($r=0,217$; $p<0,05$) ja meelekindlate ($r=0,203$; $p<0,05$) poolt. Samuti suuremat pingutust ($r=0,397$; $p<0,001$).

Arutelu ja järeldused

Leitud positiivne seos töömälu mahu ja soorituse kvaliteedi vahel ($r=0,310$; $p<0,01$) pole midagi üllatavat, valideerides pigem kenasti, et meie katse mõõtis hästi juba teada seost, et head kognitiivsed võimed, sealhulgas töömälu, on kognitiivsete ülesannete eduka soorituse eelduseks. Ehk – suurem töömälu maht realiseerus tõepoolest edukama kognitiivse sooritusena. Samuti pole üllatav, et kognitiivse koormuse tõstmisel (suurem pallide liikumiskiirus ja/või arv) soorituse kvaliteet halvenes ehk tehti rohkem vigu ($r=-0,438$; $p<0,001$).

Küll aga sai empiirilise kinnituse väljavaateteooriast deduktiivselt tuletatud meie **esimene hüpotees** – et parem kognitiivne ressurss toob kaasa valmiduse enamaks vaimseks pingutuseks. Otsus valida suurem vaimne pingutus, mille indikaatoriks käesolevas katses oli suurem valitud kiirus, käis tõepoolest kaasas parema kognitiivse ressursi ehk antud katses sedastatud suurema töömälu mahuga ($r=0,310$; $p<0,01$). Tõepoolest võetakse praktilistes tegutsemise valikutes oma kognitiivset ressursi arvesse.

Põnev on aga seejuures, et kuivõrd EVC paradigma käsitleb kognitiivset pingutust lähtuvalt väljavaateteooriast kui otsust, mille langetamisel hinnatakse enne ülesande sooritamiseks vajalikku pingutamist mõttes saadavat tulu ja ülesande edukaks sooritamiseks eeldatavat kognitiivset ressursikulu (Kool & Botvinick, 2018; Kurzban, 2016; Shenhav jt., 2017), võiks oodata, et eelpool kinnitust leidnud valikud on mingilgi määral ka subjektiivselt tajutud, võiks arvata, et teadvustatudki. Parema kognitiivse ressursi hea töömälu näol võiks kaasa tuua näiteks ülesande hindamise lihtsamaks või meeldivamaks. Selle väljaselgitamiseks küsisime katsealustelt ka subjektiivseid hinnanguid oma pingutusele, keskendumisele ning katse meeldivusele. Ometi ei leitud töömälu skooril seost ühegi eelpoolmainituist. See tõstatab küsimuse, kas tõesti on ülesande edukaks soorituseks antud kognitiivse panuse juures oodatava tasuvuse kalkulasioon (Kurzban, Duckworth, Kable, & Myers, 2013) täiel määral implitsiitne? Loomulikult ei saa käsitleda küsimustiku vastuseks raporteeritud ja praktilises soorituses teostatut teadvustatu ja teadvustamata hinnangute otseste korrelaatidena, kuid paljud uuringud viitavad tõepoolest lahknevustele inimeste enesekohastes raportites ja reaalses käitumises. Antud uuringus leitud vihje, et see võib nõnda olla ka vaimse pingutuse valikute puhul, vajaks kinnitamiseks mitmekülgsemat uurimist. Lähtudes kognitiivse kontrolli määratlusest kui mõtteprotsesse valikuliselt käivitavast ja pidurdavast prefrontaalsest aktivatsioonist (Cohen, 2017), on neuropsühholoogias üldteada tõik, et komplitseeritud sooritus eeldab enamat otsmikusagara ehk teadvustatuse kaasatust. Seega on tõenäoline, et oma tegevuste aluseks võetud eksplitsiitsete arutluste ja implitsiivsete tehete osakaalud varieeruvad korrelatsioonis ülesande keerukusega – nende osakaalude määra

täpsustamine ja nihkumise printsiibid süvenemise valikute juures oleks käesolevast katsest lähtuvalt samuti intrigeeriv edasise uurimise teema.

Teise hüpoteesina kontrolliti Inzlicht, Shenhav & Olivola (2018) tähelepanekust tuletatud oletust pealtnäha vastuollu minevate leidude kohta vaimse pingutuse subjektiivsest meeldivusest (nt. Cacioppo and Petty, 1982; Inzlicht, Shenhav & Olivola, 2018) vs ebameeldivusest (Botvinick and Braver, 2015; Shenhav et al., 2017). Nimelt oletati, et pingutusel võib olla kaks sugugi mitte korreleeritud aspekti: pingutuse suurus kui kvantitatiivne ning meeldivus kui afektiivne komponent. Tõepoolest leiti, et katseisikute poolt valitud vaimse pingutuse suurus ei olnud seotud küsimustikus raporteeritud antud pingutuse subjektiivse meeldivusega. Enamgi veel – nii pingutuse suuruse ja keskendumise intensiivsuse ($r=0,397$; $p<0,001$) kui ka pingutuse tajutud meeldivuse ja keskendumise vahel ilmnis positiivne seos ($r=0,456$; $p<0,001$) katse tundus meeldivam neile, kes raporteerisid suuremat keskendumist katsele. Leitud võib tõlgendada kui kaudset kinnitust EVC mudelile (Shenhav, Botvinick & Cohen, 2013), et ettevõtmises väärtuse nägemine käib kaasas enama süvenemisega, ent korrelatsioonina võib viidata ka Festingeri (1962) poolt empiirilisel kinnitust leidnud sootuks vastupidisele põhjuslikkusele – et veidi, kuid ebapiisavalt tasustatud pingutuse korral muudavad inimesed kognitiivse dissonantsi ületamiseks oma hoiakut ehk hindavad katset meeldivamaks – või hoopis ühisele mõjurile. Seoseanalüüsist selgus, et afekti ja pingutuse vahel on väike statistiliselt mitteoluline seos ($r=-0,154$; $p=0,108$). Kuigi katse oli liiga lühiajaline EVC protsessimudeli implikatsiooni – et pingutuse kestmisel näidatud impulsiivsuse kasvu ja kontrolli vähenemise tendentside (Inzlicht & Schmeicheli, 2013) taaskinnitamiseks, väärib juba antud ajaraamis ilmestunud tilluke, ent mudeliga lootustandvalt samasuunaline seos siiski põgusat tähelepanu.

Kolmanda hüpoteesina püstitatud seos isiksusejoonte ning vaimse pingutuse valmiduse vahel oodatud kinnitust ei leidnud. Otsus katses enam pingutada ehk valik pallikeste suurema liikumiskiiruse kasuks ei olnud seotud meelekindlusega, nagu intuitiivselt võiks oletada. Samuti ei ilmnenud seost süvenemise valikute ja ühegi teise Suure Viisiku (McCrae & Costa, 1999) faktori vahel ega ka avatuse ja süvenemisvalikute suurema varieeruvuse vahel. Nagu üha korduvatele kummutamise katsetele (nt. Woods et al., 2020; Kretzschmar et al., 2018) vaatamata on leidnud kinnitust teadmine, et „pole ühest isiksuse ja vaimse võimekuse seost peitumas kompleksuse miraaži taga“ (Kretzschmar et al., 2018; Woods et al., 2017), ei ilmnenud käesolevas töös seoseid isiksusejoonte ja kognitiivset võimekust peegeldava soorituste kvaliteedi vahel. Suuremat tähelepanu rakendamist raporteeti koostöövalmite ($r=0,217$; $p<0,05$) ja meelekindlate ($r=0,203$; $p<0,05$) poolt. Omapärane, esialgu vaid mõtteainet pakkuv ning töö eesmärgist kõrvale jääva

juhuleiuna kindlasti kontrollimist vajav seos ilmestus töömälu ja kahe isiksusejoone vahel. Nimelt osutus positiivseks töömälu ja neurootilisuse ($r=0,198$; $p<0,05$) ning negatiivseks töömälu ja meelekindluse seos ($r=-0,254$; $p<0,01$). Antud konstruktide määratlusest võiks ju spekulatiivselt tuletada, et ehk on neurootilised inimesed ka enda suhtes kriitilistena oma töömälu rohkem treeninud või pingutasid katsesituatsioonis rohkem, samas kui meelekindlad ei lase end häirida nii väikestest väljakutsetest nagu katse sooritamine ühe tillukese panuse nimel psühholoogiateadusesse, kuid nagu ka eelpooltoodud kõrvalleidudena ilmestunud tulemused, tahaks need esmalt teoreetilise baasi, uurimise rationale ning müra- ning artefakte välistava katsedisaini läbi kontrollimist.

Pole välistatud ka eelpooltoodud individuaalsete erinevuste interaktiivne mõju antud katse sooritusele – nt suure viisiku meelekindlus võib kompenseerida madalamat töömälu võimekust, avatus soosida suuremat varieeruvust kiirusevalikutes. Individuaalsete erinevuste ennustusvõime edasine selgitamine ning võimalike interaktsioonide tuvastamine võiks juhatada lähemale süvenemise kui vaimse pingutuse detailsemale mõistmisele.

Viited:

- Botvinick, M. M., and Braver, T. (2015). Motivation and cognitive control: from behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology*. Vol. 66, 83–113. doi: 10.1146/annurev-psych-010814-015044
- Brünken, R. (Ed.). (2010). Measuring cognitive load. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (p. 181–202). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.011>
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1982). The need for cognition. *Journal of Personal and Social Psychology*. Vol. 42, 116–131. doi: 10.1037/0022-3514.42.1.116
- Cohen, J. D. (2017). Cognitive control: Core constructs and current considerations. In T. Egner (Ed.), *The Wiley handbook of cognitive control* (pp. 1–28). Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118920497.ch1>
- Cowan, N. (2010). The Magical Mystery Four How Is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Current Directions in Psychological Science*, 19, 51–57. <https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- Ewoldsen, D.R. (2017). Measurement of Cognitions. <https://doi.org/10.1002/9781118901731.iecrm0143>
- Festinger, L. (1962). A theory of cognitive dissonance. California: Stanford University Press.
- Friese, M., Loschelder, D. D., Gieseler, K., Frankenbach, J., & Inzlicht, M. (2018). Is Ego Depletion Real? An Analysis of Arguments. *Personality and Social Psychology Review*, 108886831876218. <https://doi.org/10.1177/1088868318762183>
- Fox, J.R. (2020). Measurement of Cognitions. 2020 Sept 08 <https://doi.org/10.1002/9781119011071.iemp0026>
- Inzlicht, M., Shenhav, A., & Olivola, C. Y. (2018). The Effort Paradox: Effort Is Both Costly and Valued. *Trends in Cognitive Sciences*, 22, 337–349.
- Inzlicht, M. & Schmeichel, B.J. (2013). Beyond simple utility in predicting self-control fatigue: A proximate alternative to the opportunity cost model. *Behavioral and Brain Sciences* 36(6):695-6 doi: 10.1017/S0140525X13001076
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica* 4 , 263 – 291.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1991). Loss aversion in riskless choice: a reference-dependent model . *Q. J. Economics* 106, 1039 – 1061 .

- Konstabel, K., Lönnqvist, J.-E., Leikas, S., Velázquez, R. G., Qin, H., Verkasalo, M., & Walkowitz, G. (2017). Measuring single constructs by single items: Constructing an even shorter version of the “Short Five” personality inventory. *PLOS ONE*, 12, e0182714. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182714>
- Kool, W., & Botvinick, M. (2018). Mental labour. *Nature Human Behaviour*, 1. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0401-9>
- Kool, W., McGuire, J. T., Rosen, Z. B., & Botvinick, M. M. (2010). Decision making and the avoidance of cognitive demand. *Journal of Experimental Psychology: General*, 139, 665. <https://doi.org/10.1037/a0020198>
- Kretschmar, A., Spengler, M., Anna-Lena Schubert, A., Steinmayr, R. & Ziegler, M. (2020). The Relation of Personality and Intelligence—What Can the Brunswik Symmetry Principle Tell Us? *Journal of Intelligence*, 6(3): 30. doi: 10.3390/jintelligence6030030
- Kurzban, R. (2016). The sense of effort. *Current Opinion in Psychology*, 7, 67–70. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.08.003>
- Kurzban, R., Duckworth, A., Kable, J. W., & Myers, J. (2013). An opportunity cost model of subjective effort and task performance. *Behavioral and Brain Sciences*, 36, 661–679. <https://doi.org/10.1017/S0140525X12003196>
- Kyllingsbæk, S., & Bundesen, C. (2009). Changing change detection: Improving the reliability of measures of visual short-term memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(6), 1000–1010
- McCrae, R.R. & Costa, P.T. (1999). A Five-Factor Theory of Personality. In Pervin, L.A. & John, O.P. (Eds.) *Handbook of Personality: Theory and Research*. (2nd Ed.) New York: Guilford.
- Meyerhoff, H. S., Papenmeier, F., & Huff, M. (2017). Studying visual attention using the multiple object tracking paradigm: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79, 1255–1274. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1338-1>
- Milyavskaya, M., Galla, B., Inzlicht, M., & Duckworth, A. (2018). More Effort, Less Fatigue: How Interest Increases Effort and Reduces Mental Fatigue. <https://doi.org/10.31234/osf.io/8npfx>
- Redi, K., (2017). Vajadus kognitiivse selguse järele küsimustiku adapteerimine ja seosed sotsiaalse soovitavusega. <https://dspace.ut.ee/handle/10062/57298>
- Shen, X.S., Chick, G. & Zinn, H. (2014). Validating the Adult Playfulness Trait Scale (APTS): An Examination of Personality, Behavior, Attitude, and Perception in the Nomological Network of Playfulness, *American Journal of Play*, v6 n3 p345-369

- Shenhav, A., Botvinick, M. & Cohen, J.D. (2013). The expected value of control: An integrative theory of anterior cingulate cortex function. *Neuron*. 2013 Jul 24; 79(2): 217–240.
- Shenhav, A., Musslick, S., Lieder, F., Kool, W., Griffiths, T. L., Cohen, J. D., & Botvinick, M. M. (2017). Toward a Rational and Mechanistic Account of Mental Effort. *Ann. Rev. Neurosci.* 40, 99–124. doi: 10.1146/annurev-neuro-072116-031526
- Solms, M. (2015) The Feeling Brain: Selected Papers on Neuropsychanalysis. In Rose, J. (Ed.) *Psychoanalytical Ideas*. Karnac Books, London
- Trujillo, L.T. (2019). Mental Effort and Information-Processing Costs Are Inversely Related to Global Brain Free Energy During Visual Categorization. *Frontiers in Neuroscience*. December 2019 | Volume 13 | Article 1292 doi: 10.3389/fnins.2019.01292
- Uusberg, A. (2014). Electroencephalographic insights into affective attention. Institute of Psychology, University of Tartu
- Woods, S.A., Hinton, D., Stumm, S.V. & Bellman-Jeffries, J. (2017). Personality and Intelligence: Examining the Associations of Investment-Related Personality Traits With General and Specific Intelligence. *European Journal of Psychological Assessment* 35(2). doi: 10.1027/1015-5759/a000391

LISA 1

Kuvatõmmised katsest

Tere tulemast pallide jälgimise mängu!

Siin mängus tuleb sul punktide võitmiseks silmas pidada ekraanil liikuvaid palle, umbes nagu lennujuhil, kes jälgib radariekraanil liikuvaid lennukaid.

Punkte jagatakse kokku 6 plokis. Kui su punktiskoor plokis ületab teiste osalejate keskmise, siis saad juurde ühe pileti loosirattasse, kust tõmbame uuringu lõpus välja kolm 40€ kinkekaarti.

Jätkamiseks vajuta noolel.



Mäng koosneb mänguväljadest, kus liiguvad 9 palli. Mida kiiremini pallid liiguvad, seda rohkem punkte mänguväli annab.

Enne liikuma hakkamist muudavad kolm palli hetkeks värvi. Sinu ülesanne on nende pallide liikumist jälgida ning kui pallid on uuesti seisma jäänud, siis neile hiirevajutusega osutada.

Kui leiad kõik pallid üles, lisanduvad mängus olnud punktid plokki punktikontole. Kui mõni pall jääb leidmata, jääb mängus olnud punktidest ilma.

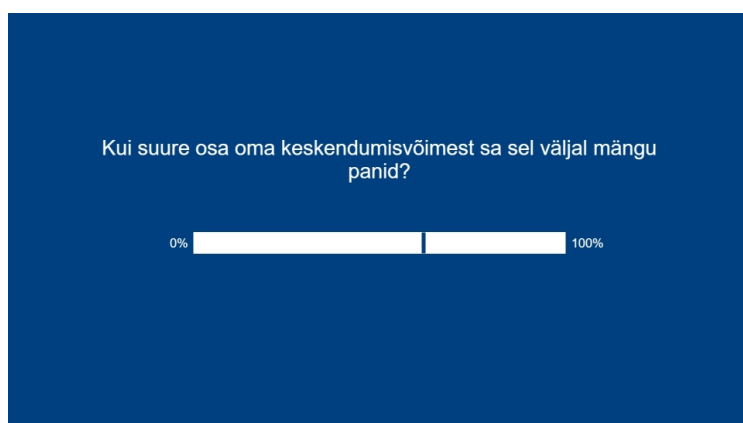
Vajuta noolt, et pallide jälgimist proovida.



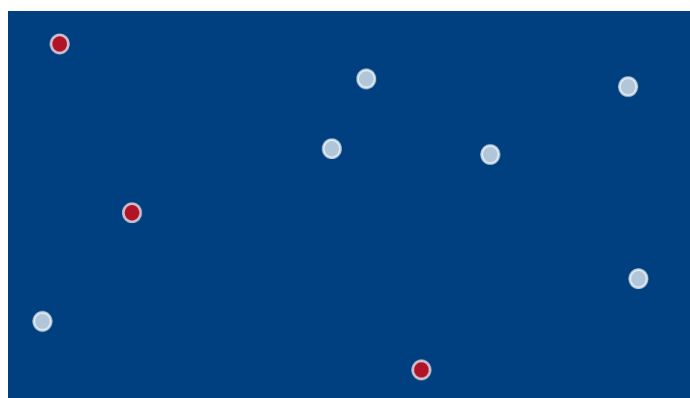
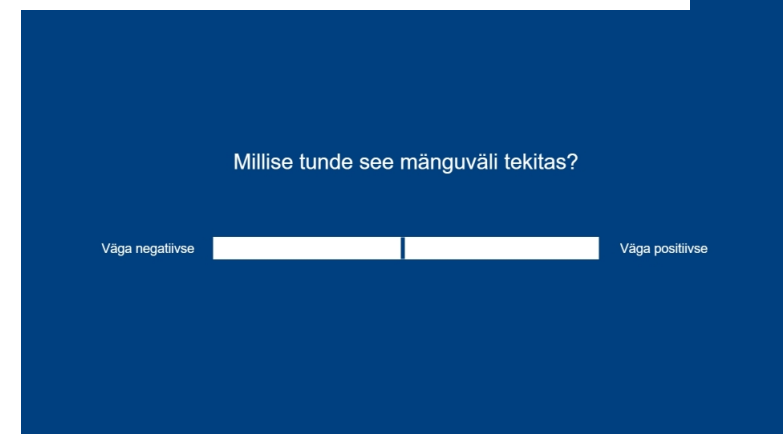
Sissejuhatus katsesse.



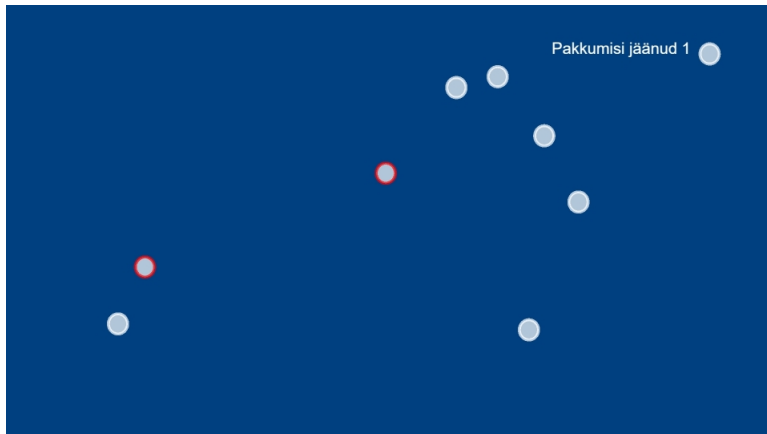
Kiiruse valimine



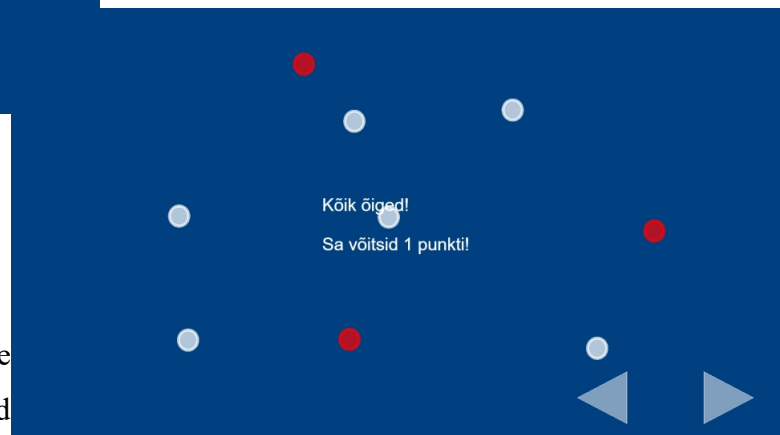
Katseesituste vahelised hinnangud



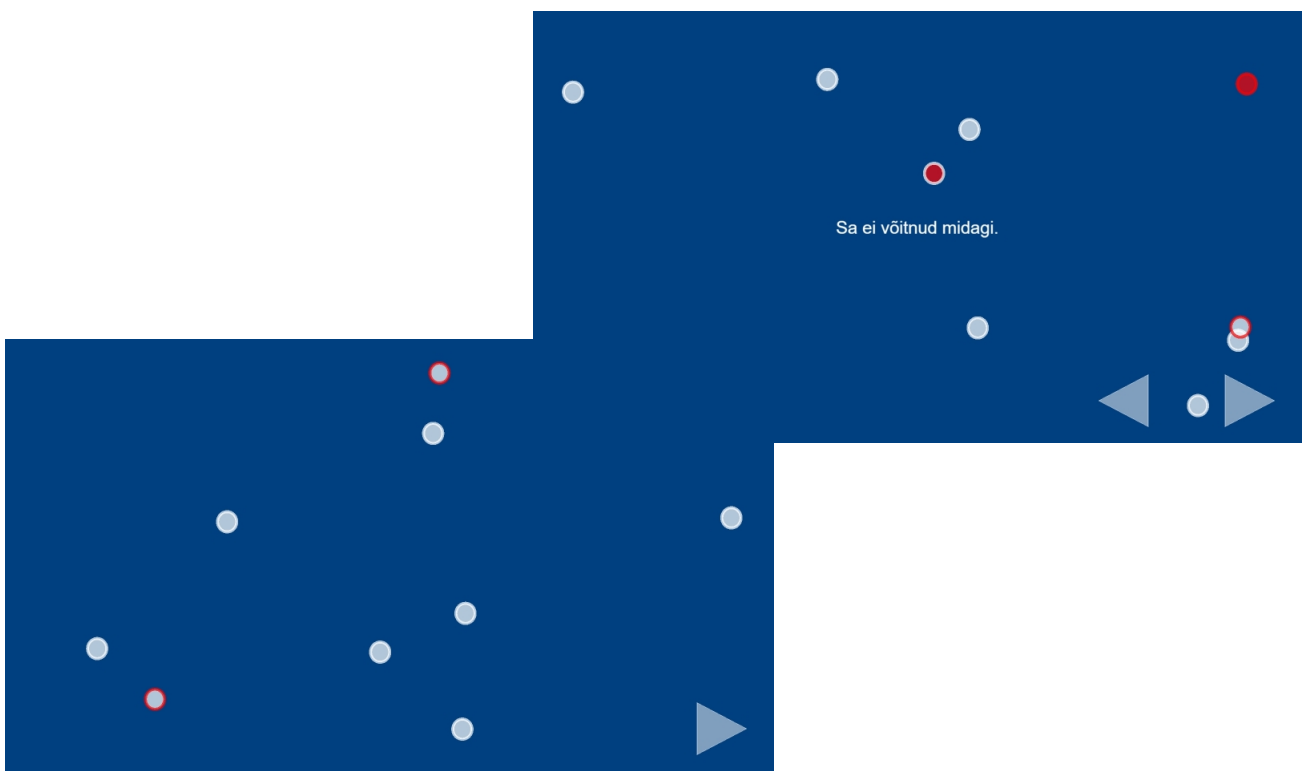
Jälgitavaks märgitud kuulid. Vaadeldav 1,5 s jooksul.



Peale 5 sekundilist kuulide liikumist saab märgistada jälgitud objektid



Tagasiside avatud tingimuses. Noolest valakule saab vaadata kuule liikumas nii, et märgitud kuulid on eristatud.



Infovaeses tingimuses on peale katsesitust näha ainult KI märgistatud objektid. Tagasiside puudub.

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

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Andres Maask