

Tartu Ülikool
Psühholoogia Instituut

Toomas Treikelder

KÄITUMUSLIKU VAHENDI VÄLJATÖÖTAMINE
TASUMOTIVATSIOONI MÕÕTMISEKS

Uurimistöö

Juhendaja: Uku Vainik

Läbiv pealkiri: Tasumotivatsiooni mõõtmine käitumuslike vahenditega

Tartu 2016

Käitumusliku vahendi väljatöötamine tasumotivatsiooni mõõtmiseks

Lühikokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli töötada välja käitumuslik ning senistest lihtsamini rakendatav vahend tasumotivatsiooni mõõtmiseks. Katse ülesehitus põhineb teadaolevatel tasumotivatsiooni neurobioloogilistel mehhanismidel. Erinevalt puhtalt bioloogilistest meetoditest oleks käitumuslik lahendus paindlik – ta on kasutatav rohkemates asukohtades vähema ülesseadmisevaevaga ning ilma kalli erialase varustusega. Selleks loodi katseprogramm, mille abil oleks võimalik mõõta tasule reageerimist käitumuslikult, jälgides koordinatsioonivõime ning reaktsiooniaja muutumist erinevate tasuhulkade lõikes. Samuti oli eesmärgiks uurida, millised ülesandeliigid ning –eripärad on sellise ülesande jaoks sobivaimad. Eri ülesandetüüpide reaktsiooniaja ning koordinatsioonivõime näitajate analüüsimise käigus ei leitud statistiliselt olulisi erinevusi tasutingimuste lõikes, mis kinnitaks ühtki püstitatud hüpoteesi. Arutletakse võimaluste üle, kuidas katseplaani ning tasusüsteemi parandada.

Märksõnad: Tasumotivatsioon, käitumuslik vahend, koordinatsioonivõime, reaktsiooniaeg

Developing a behavioral tool for measuring reward motivation

Abstract

The goal of this research project was to develop a behavioral tool for measuring reward motivation, which would be easier to use compared to other options. The structure of the experiment is based on known neurobiological mechanisms of reward motivation. Unlike a purely biology-based solution, a behavioral alternative would be flexible – it could be used in more locations with less set-up effort and without expensive specialized equipment. For this purpose, an experimental program was developed which would for measuring reactions to reward through behavior by observing changes in coordination and reaction time between variable amounts of reward. Additionally, one of the goals was to find out the best task type and difficulty for measuring these changes. Through analysis of the reaction time and coordination indicators in different tasks across reward amounts, no statistically significant changes to support any formulated hypotheses were detected between reward groups. Ways to improve the experiment plan and reward system are discussed.

Keywords: Reward motivation, behavioral tool, coordination, reaction time

Sissejuhatus

Tungist põhjustatud probleeme võib tekkida arvukates eluvaldkondades. Toidu liigtarbimine ning hasartmängud on levinud näited sellest, kuidas kontroll oma tungide üle võib omada elukvaliteedile tohutuid tagajärgi. Meeldivast stiimulist (tasustatud saamine) tingitud muutused, sealjuures millegi saamise ootus, on tungide uurimise juures olulisel kohal. Tasusüsteemi (selle osa ajast, mis puudutab millegi soovitava saamise ootust/tahtmist) uurimine on järelikult selliste probleemide puhul kriitiline.

Tasusüsteem on tihedalt seotud dopamiini aktiivsusega. Keskaju dopamiini abil vahendatud signaalidele toetudes luuakse ajus objektidele puhas tasuväärtus, mis ei sõltu objektide sensorsetest omadustest ega nende saamiseks vajalikest tegevustest (Schultz, 2007). Kuigi konkreetsed ajupiirkonnad, mis aktiveeruvad tasustatavates tegevustes erinevad sõltuvalt tegevuse iseloomust, eksisteerivad inimesel äratuntavad tasuga seotud ajustruktuurid (Blaukopf & DiGirolamo, 2007). Tasu olemasolule või saamisele reageerivaid piirkondi on palju, sealhulgas prefrontaalse ja orbitofrontaalse koore alad, anterioorne singulaarkoor, kuid ka koorealused alad nagu juttkeha, sealhulgas naalduv tuum (NAcc) (Blaukopf & DiGirolamo, 2007).

Neid struktuure seob reageerivus dopamiinile. Dopamiini aktiivsust ennast on inimesel aga keeruline uurida. Kõige objektiivsemalt on seda võimalik teha PET skänneriga (viide). Kaudsemalt saab dopamiini aktiivsust eeldada funktsionaalse magnetresonants kuvamisega (fMRI), millega jälgitakse verevarustuse muutust üleval mainitud ajupiirkondades (Knutson, Westdorp, Kaiser, & Hommer, 2000). Just fMRI abil on näidatud dopamiiniga seotud struktuuride kõrgemat aktiivsust tasuootuse korral – näiteks juttkehas ning ajukoos, eriti prefrontaalkoores (Blaukopf & DiGirolamo, 2007). On leitud, et tasuootusele eelneb võrreldes kaotusootusega kõrgem NAcc aktiivsus, sealjuures seostati NAcc aktiveerumist tungidega seoses näiteks kõrge riskiga hasartmängudes osalemise ning soovitud toodete ostmisega (Knutson & Greer, 2008). Samas on fMRI kasutamine väga kallis ning see ei sobi suurel skaalal rakendamiseks. Seega tekib vajadus leida käitumuslikke tasusüsteemi indikaatoreid.

Eristatakse faasilist ning toonilist dopamiini aktiivsust. Enamikes keskaju dopamiiniga seotud struktuurides toimub faasiline dopamiini vabanemine – nn „pursetena“ aktiivsus. See seostub näiteks olukordadega, kus tasu või karistuse saamine ei ole kindel, tekitades ootusärevust (Schultz, 2007). Kui anda inimesele märku, et kohe on võimalik tasu saada,

tekib faasiline aktivatsioon NAcc-s (Schultz, 2007). Tooniline dopamiin seisneb üldises, aeglasemini muutuv dopamiini tasemes ajuosades. Suur osa käitumisega seotud muutustest juttkehas ning prefrontaalkoore neuronites on seotud just toonilise dopamiini konsentratsiooniga juttkeha piirkonnas (Schultz, 2007). (puudu tekst teise artikli kohta - (Niv, Daw, Joel, & Dayan, 2007)) Katses simuleeritakse mõlemat tüüpi aktiivsust kahe erineva koordinatsiooniülesandega.

Käitumuslikult poolelt on tasusüsteemiga seotud reaktsiooniaeg ning koordinatsioon – kui mängus on tasu ning see on eelnevalt teada, paraneb koordinatsioonivõime ning reaktsiooniaeg (Blaukopf & DiGirolamo, 2007). Seoseid on tehtud ka silmaliigutuste kiirusega, mis võib olla ülekantav muule mootorikale (Hikosaka, Nakamura, & Nakahara, 2005). Töötades välja käitumusliku preemiatundlikkuse katse kasutades koordinatsioonivõimet sooritusindeksina, oleks võimalik registreerida muutusi tasumotivatsioonis palju mobiilsema vahendiga ning ilma kalli erialase varustusega.

Käesoleva uurimuse eesmärgid ning hüpoteesid

Töö eesmärgiks on piloteerida tasumotivatsiooni mõõtmiseks loodud katseprogrammi. Programmi erinevate ülesannete ning katsetingimuste lõikes otsitakse erinevusi katseisikute koordinatsioonivõimes ning reaktsiooniajas. Koordinatsioonivõimet ning reaktsiooniaega hinnati läbi vastavateks sooritusteks kulunud ajahulga. Kolme erineva ülesande kontekstis püstitati järgnevad hüpoteesid:

Hüpotees I. Reaktsiooniaja katseosas paranevad reaktsiooniajad soorituse eest saadava tasuhulga suurenedes.

Hüpotees II. Lühiajalise pingutuse katseosas paraneb koordinatsioonivõime soorituse eest saadava tasuhulga suurenedes.

Hüpotees III. Püsiva pingutuse katseosas paraneb koordinatsioonivõime tasutsoonides võrreldes tavaahtmärkidega.

Meetod

Valim

Valim koosnes 12 inimesest vanuses 20 – 27 (keskmine vanus 23,33). Valimis oli 2 naist ning 10 meest. Katseisikuid koguti sotsiaalmeedia vahendusel ning kõik andsid informeeritud nõusoleku katses osalemiseks. Kõik katseisikud rääkisid eesti keelt emakeelena.

Katse käik

Uurimistöös katsetatakse kolme erinevat tüüpi ülesannet – reaktsioonija katseosa ning kaks silma-käe koordineerimise katseosa – lühikeste pingutustega ning pideva pingutusega, vastavuses faasilise ning toonilise dopamiini aktiivsusega. Ülesanded sooritatakse arvutiekraanil, kasutades selleks hiirt.

Katseisikut (edaspidi KI) tasustati ülesannete jooksul soorituse eest. Tasuna kasutati piimašokolaadi ning tumedat šokolaadi, mille hulgast KI valis enne katse sooritamist endale meelepärasema. Katse jooksul kogusid KI-d punkte (pt), mis pärast eksperimendi lõppu teisendati šokolaadiks (punktiväärtus jagati 17-ga, et saada väärtus grammides). Tasu saamist punktide põhjal rõhutati KI-dele, et oleks arusaadav, et tasustamine toimub ka realselt. Katsetes esinevaid ajalimiite korregeeriti KI teadmata automaatselt vastavaks tema sooritusele nii, et edukate soorituste protsent oleks KI-de vahel võimalikult konstantne (kalibreeritud 66% peale). Ajalimiidid ei olnud kolme katseosa vahel seotud. Sellest tulenevalt hoiti kontrolli all KI edukogemust ning kogutav punktisumma tuli KI-de vahel võrdlemisi sarnane.

Reaktsioonija katse

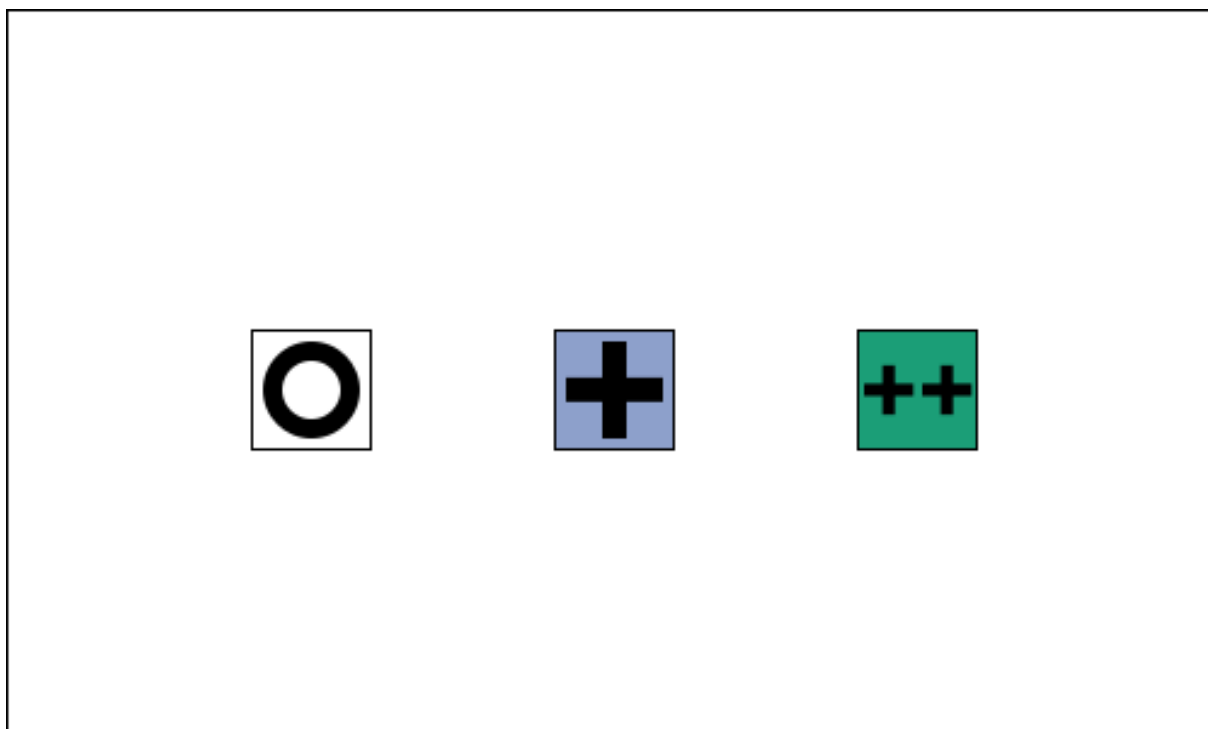
Esimene katseosa on lihtne reaktsioonija ülesanne, kus mõõdetakse muutusi KI reageerimiskiiruses sõltuvalt neile eduka soorituse eest lubatavast tasust. Katseosa koosneb kindlaksmääratud hulgast eraldiseisvatest sooritustest, mille jooksul on KI-l võimalik koguda fikseeritud hulk tasu. Edukas sooritus seisneb reageerimises alla määratud ajalimiidi, mida korregeeritakse vastavusse KI sooritusega.

Ülesandes kasutati kolme tasutingimust – nulltasu (*null*), võit (*gain*) ning suurem võit (*moregain*). Nulltasu korral ei saanud KI midagi isegi eduka soorituse korral. Võidu ning suurema võidu korral lisandus KI kogutud tasule fikseeritud hulk - vastavalt 5 või 10 punkti. Ebaõnnestunud soorituse korral punktisumma ei vähenenud.

Igas tasutingimuses on vaja teha võrdne arv sooritusi (25) ning need esitatakse KI-le juhuslikus järjekorras.

Iga soorituse struktuur on järgnev:

1. Ekraanile kuvatakse nupp, mis tähistab soorituse algust. Nupul on nähtav soorituse tasutingimuse sümbol, mis tähistab sellest sooritusest võimalikku saadavat tasu. Samuti on nupp vastava tasutingimuse värvi (Joonis 1).
2. KI vajutab nupule ning sümbol kaob, andes märku valmisolekuks.
3. Juhusliku ajaintervalli järel (katses kasutati 1300 - 1700 ms) ilmub nupu asemele samasse kohta sihtmärk. KI peab tegema hiirekliki enne, kui ajalimiit täis saab. Enneaegselt vajutamine loetakse ebaõnnestunud katseks.
4. KI-le kuvatakse tagasiside – soorituse tulemus (pihta, mööda või valestart) ning soorituse eest saadud tasu vastavalt tasutingimusele. Samuti kuvatakse seni kogutud tasuhulk. Ajaintervalli (katses 300 – 700 ms) järel algab järgmine sooritus.



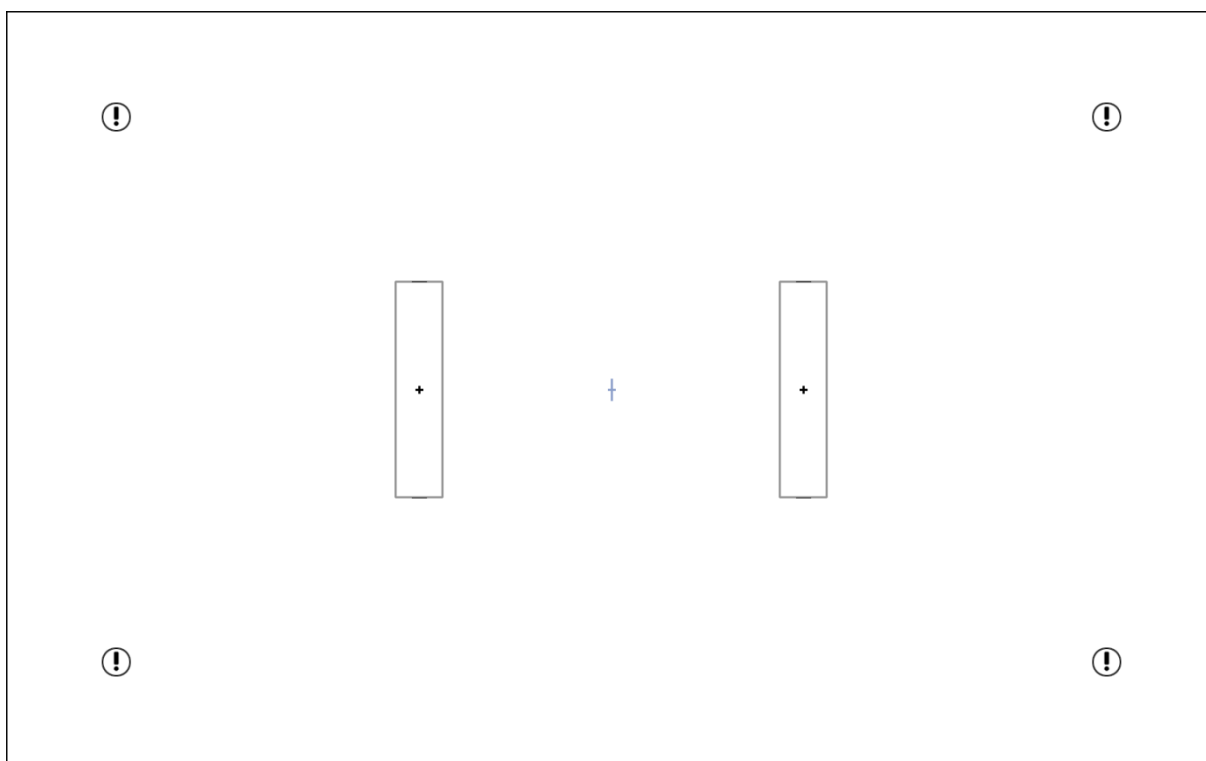
Joonis 1: Reaktsioonaja ning lühiajalise pingutuse katse tasusümbolid ning värvid.

Nupp ning sihtmärk asuvad mõlemad ekraani keskkohas. Katseosas registreeritakse soorituse alguses ilmunud nupule vajutamise kiirust, aega sihtmärgi ilmumisest vajutuseni (reaktsiooniaeg) ning soorituse edukust.

Lühiajalise pingutuse katse

Teine katseosa on koordinatsiooniülesanne, kus mõõdetakse koordinatsioonivõimet üksikute lühikeste pingutuste jooksul. Ülesanne on struktuurilt analoogne esimese osa reaktsiooniaja ülesandega, mõne olulise erinevusega.

Katse struktuur on identne reaktsiooniaja katsega. Koordinatsiooni mõõtmiseks tekib aga sihtmärk pärast juhuslikku ajaintervalli (katses 600 – 1000 ms) ekraanil paremale poole, eemale sooritust algatavast nupust. Nupp ning sihtmärk asuvad vertikaalselt ekraani keskkohas, horisontaalselt samal kõrgusel ning sümmeetriliselt ekraani keskkohaga (Joonis 2). Katse jooksul kasutatud arvuti ekraanil paiknesid need üksteisest 12 cm kaugusel.



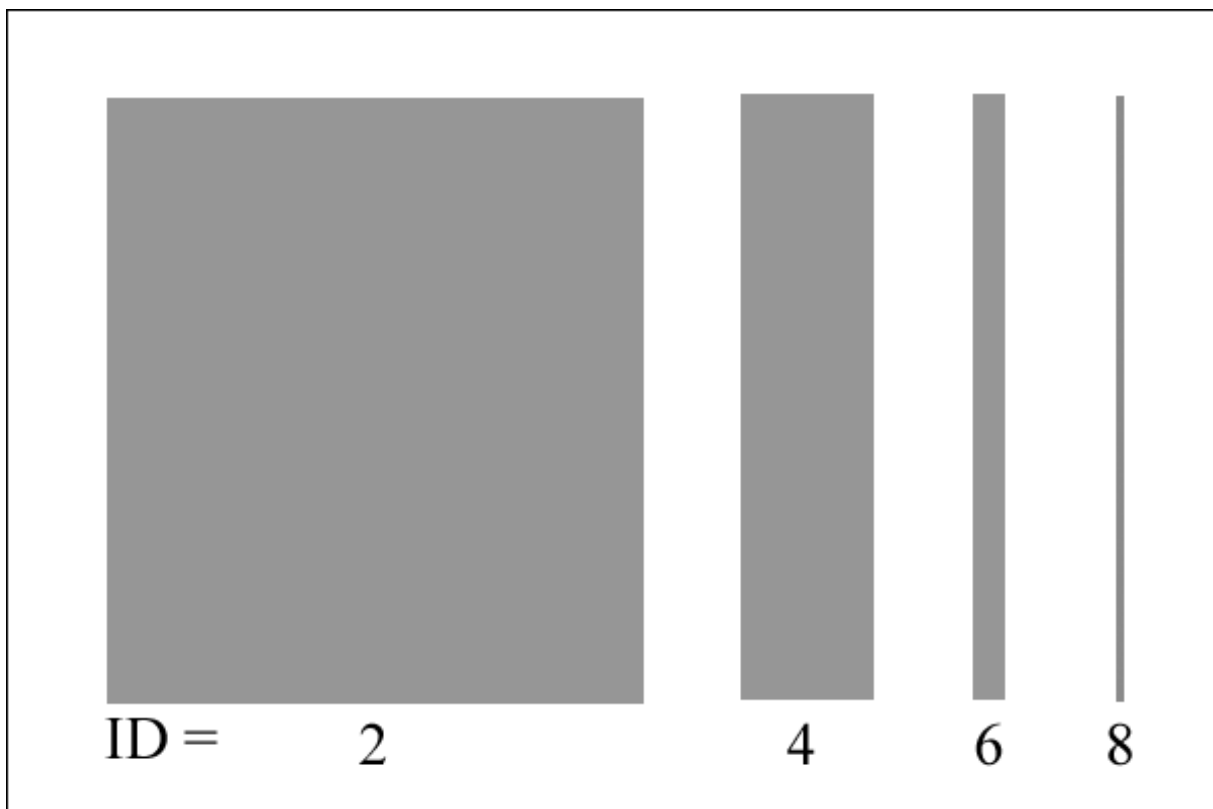
Joonis 2: Vasak ning parem fikseeritud asukoht ekraanil (illustreeritult) ning pikaajalise pingutuse katseosa hoiatussümbolid. Samuti on tähistatud ekraani keskkohat ning sihtmärkide keskkohad ja kõrgused.

Nupu ning sihtmärgi asukoht varieerub soorituste vahel lühikese distantssi võrra kummalegi poole. KI peab tegema kontrollitud hiireliigutuse ning tegema hiirekliki sihtmärgil enne, kui ajalimiit täis saab. Nupult enneaegne mahaliikumine, sihtmärgist möödavajutamine ning üle ajalimiidi minemine loetakse läbikukkunud soorituseks.

Lisaks tuuakse sisse soorituste keerukusastmed. Sooritused langesid eksperimendis nelja keerukusastmesse. Igas astmes on võrdne arv sooritusi, mille hulgas võrdne arv iga tasutingimuse liikmeid. Erinevad sooritusetingimused tulevad ette juhuslikus järjekorras. Iga tingimusega tehti läbi 25 sooritust, kokku seega 300. Raskusastet määratakse Fitts-i valemi abil:

$$ID = \log_2 \frac{2D}{W}$$

Siinkohal ID on keerukusaste, D on sihtmärgi kaugus soorituse alguskohast ning W on sihtmärgi laius (Fitts, 1966). Neli keerukusastet (ID) katses olid 2, 4, 6 ning 8. Kuna sihtmärgi kaugus nupust on fikseeritud, on vastavalt valemile sihtmärgi laius erinevates keerukusastmetes erinev (Joonis 3). Soorituste ajalimiidid arvutatakse jooksvalt eraldi iga astme kohta. Sihtmärkide kõrgus oli katses fikseeritud 6 cm peale.



Joonis 3: Erinevate raskustasemete sihtmärkide laiuste omavaheline suhe lühiajalise ning pikaajalise pingutuse ülesannetes (reaalne laius sõltub ekraani suurusest). Fitts'i reegli ID on kirjas iga sihtmärgi all (katses seda ei kuvata)

Katseosas registreeriti soorituse alguses ilmunud nupule vajutamise kiirust, aega sihtmärgi ilmumisest nupult mahaliikumiseni, aega nupult mahaliikumisest kuni sihtmärgile vajutamiseni ning soorituse edukust.

Püsiva pingutuse katse

Kolmas katseosa on koordineerimiskatse, kus mõõdetakse koordineerimiskõimet ühe, pika soorituse vältel. Ülesanne erineb eelmisest kahest, kuna puuduvad tasutingimused ning eraldiseisvad sooritused.

Ekraanil on sarnaselt varasematele ülesannetele kaks fikseeritud kohta, kuhu ilmuvad vaheldumisi sihtmärgid. Korraga on ekraanil üks sihtmärk ning sellele vajutades see kaob ning teise asukohta ilmub koheselt teine sihtmärk. KI vajutab vaheldumisi kahele sihtmärgile, üritades teha nii kiiresti ning samas täpselt kui võimalik. Ebaõnnestumisi ei jälgita – sihtmärgid püsivad seni alles, kuni neile vajutatakse. Jälgitakse ka ajalimiite, liiga aeglaste soorituste puhul kuvatakse KI-le hoiatus, et ta mäletaks oma sooritusel tempot hoida.

Tasustamine käib läbi punktitoonide. Punktitoon oli fikseeritud pikkusega (15 sekundit) periood, mille jooksul iga vajutus sihtmärgile lisab KI kogutud tasule kindlaksmääratud koguse. Punktitoonid tulevad ette fikseeritud aja tagant (tehtud katses tuli esimene ette 20 sekundit pärast algust). KI läbis selle tempoga neli punktitooni, mis moodustas nn „kohustusliku“ katseosa. Pärast neljandat tooni muutub punktitoonide vaheaeg iga korraga algse aja võrra pikemaks – toonid hakkavad üha harvemini ette tulema. Punktitoonist antakse KI-le märku sihtmärkide värvi muutumisega (Joonis 4). Katseosa kestab ettemääratud ajaperioodi (ajalimiidina kasutati 15 minutit) või kuni KI otsustab katseosa lõpetada, vajutades selleks määratud klahvi – seda kuvatakse pärast võimaluse avanemist ka ekraani allosas. KI-dele ei öeldud, kui kaua katseosa võib maksimaalselt kesta.



Joonis 4: Püsiva pingutuse ülesande tavasihhtmärk ning punktitsiooni sihtmärk (näites Fitts'i ID=4)

Keerukusastmed töötavad analoogselt lühiajalise pingutuse ülesandele – kauguseks võetakse uue sihtmärgi kaugus hiirest ning määratakse vastavalt laius. Keerukusastmed on samad, mis eelmises katses (2, 4, 6 ja 8) ning tulevad ette juhuslikult võrdse tõenäosusega.

Registreeriti iga sihtmärgi puhul liigutuse alustamiseks kuluv aeg pärast sihtmärgi ilmumist ning aeg alates liigutuse algusest kuni sihtmärgile vajutamiseni.

Harjutusvoorud

Kõigile katsetele eelneb harjutusvoor, mille käigus saab katseisik harjutada katset ilma reaalselt tasu saamata. Harjutusvoor on oluline ka katses esinevate ajalimiitide korrigeerimiseks – limiidid kohanduvad katseisiku võimetega juba harjutusvoorus ning kanduvad üle reaalsesse katsesse, mille käigus need vajaduse korral edasi arenevad. KI-d ei teavitatud programmi kohanevast iseloomust. Instruksioonide kohaselt sai parema soorituse korral rohkem tasu. KI-dele ülesandeid kirjeldavad instruksioonid on loetavad lisades (Lisa 1).

Katseosad modelleerivad ülal mainitud faasilist ning toonilist dopamiini vabanemist. Reaktsiooniaja ning lühiajalise pingutuse katseosad keskenduvad faasilisele dopamiini aktiivsusele ning pikaajalise pingutuse katse toonilisele.

Küsimustikud

KI-d täitsid eksperimendi jooksul ning selle järel küsimustikke Google Drive keskkonnas. Pärast iga erinevat ülesannet lasti KI-del täita lühike küsimustik, mis sisaldas hinnanguid eelnevas katseosas esinenud elementidele 7-pallisel Likerti skaalal. Pärast eksperimentaalse osa lõppu (enne tasustamist) täitsid KI-d kolm küsimustikku – šokolaadihoiaku (Toms, 2015), hetkeenesetunde ning üldise taustinfo kohta. Küsimustikud on nähtavad lisades (lisad 2 kuni 5). Lisades nähtavate küsimustike skaalad olid kõikjal asendatud seitsmepalliste skaaladega.

Protseduur

Katsed viidi läbi ühe arvuti peal samade sätetega KI-de vahel. Asukohad varieerusid. Katse ülesehitus oli järgnev:

1. KI allkirjastas informeeritu nõusoleku lehed ning valis soovitava tasu. Vastavalt käelisusele asetati hiir õigele poole. KI seadis end mugavalt istuma. KI-del oli võimalik kogu eksperimendi vältel küsida küsimusi, kui midagi segaseks jäi.
2. Järgnes katseprogrammi osa. KI-d järgisid juhiseid ekraanil (Lisa 1).
3. Pärast iga ülesandetüübiga lõpetamist vähendati programm tegumiribale ning KI täitis vastava tagasisideküsimustiku (Lisa 2). Harjutusvoorudele seda ei järgnenud.
4. Pärast eksperimendi lõppu suleti programm ning KI täitis järelküsimustikud (Lisad 3 kuni 5).
5. Lõpuks tasustati KI-d vastavalt tema kogutud punktidele.

Tulemused

Andmeanalüüsiks kasutati andmetöötlusprogrammi IBM SPSS Statistics 20.0. Kõigi reaktsiooniaegade ning koordinatsioonikatsetes liikumisaegade analüüsimiseks viidi läbi korduvmõõtmiste ANOVA, p-väärtuste raporteerimisel kasutati Greenhouse-Geisseri

korrektsiooni. Välja arvati sooritused, mis erinesid KI ja raskustaseme lõikes keskmisest üle 2 standardhälbe.

Keskmine eduprotsent (protsent pihtaminekuid) tuli reaktsioonija katseosas kõigi katseisikute peale 60.78% ning lühiajalise pingutuse katseosas 63.47%.

Reaktsioonija katse

Reaktsioonija katseosas oli vaatluse all KI-de reaktsiooniaeg sõltuvalt soorituste tasutingimusest. Sõltumatuks muutujaks oli tasutingimus, sõltuvaks reaktsiooniaeg. Reaktsiooniaeg mõõdeti sihtmärgi ilmumise ning sellele vajutamise vahel. Kasutades ainult pihtaläinud sooritusi (teiste puhul ei saa reaktsiooniaega registreerida) ei leitud tasutingimustevahel statistiliselt olulist erinevust ($F(1.673,18.406)=.238, p>.05$).

Kuna mitmete KIde tagasisidest tuli välja, et nulltasuga sooritused tundus efektiivsem mõnikord valestartiga kohe ära lõpetada, võrreldi ka tasu ning suurema tasu tingimusi omavahel, kuid statistiliselt olulist erinevust ei esinenud ($F(1,11)=.023, p>.05$).

Võrreldi ka valestartide arvu ennast tasutingimuste lõikes, kuid olulist erinevust ei esinenud ($F(1.204,13.240)=1.622, p>.05$). Sama kehtis pihtaläinud soorituste võrdluse korral tasutingimuste lõikes ($F(1.204,13.240)=1.622, p>.05$).

Lühiajalise pingutuse katse

Lühiajalise pingutuse katseosas olid vaatluse all KI-de koordinatsioonivõime näitajad sõltuvalt soorituse tasutingimusest, samuti vaadeldi pärast sihtmärgi ilmumist selle poole liikuma hakkamiseks kuluvat aega. Sõltumatuks muutujaks oli tasutingimus, sõltuvateks muutujateks aeg hiireliigutuse alustamisest kuni sihtmärgile vajutamiseni ning aeg sihtmärgi ilmumisest kuni hiireliigutuse alustamiseni. Kasutades vaid pihtaläinud sooritusi ei leitud tasutingimuste vahel üle kõikide raskustasemete statistiliselt olulist erinevust ($F(1.687,16.867)=.390, p>.05$). Samuti ei tulnud välja statistiliselt olulist erinevust liikumahakkamise ajas ($F(1.428,14.279)=.389, p>.05$). Nulltasu tingimuse väljajätmine analoogselt reaktsioonija katseosale ei toonud liikumisajas samuti olulisi erinevusi välja ($F(1,11)=.257, p>.05$). Sama kehtis liikumahakkamise aja kohta ($F(1,11)=1.466, p>.05$).

Iga raskustaseme eraldi testimine ei andnud statistiliselt olulisi tulemusi ühegi taseme eraldamise korral.

Lisanäitajana uuriti, kas tasutingimuste vahel esineb erinevus pihtaläinud katsekordade arvus, kuid olulist erinevust ei leitud ($F(1.761,17.613)=.933, p>.05$).

Kuna mitmed katseisikud olid välja toonud, et valestartiga vähemhuvitavate katsekordade möödalaskmine tundub kasulik, uuriti ka valestartide arvu tasutingimuse lõikes, kuid taaskord ei leitud statistiliselt olulist erinevust ($F(1.042,11.465)=1.837, p>.05$).

Püsiva pingutuse katse

Püsiva pingutuse katseosas oli vaatluse all KI-de koordineerimisvõime näitajad sõltuvalt sellest, kas parajasti ollakse punktisoonis või mitte. Sõltumatuks muutujaks oli punktisoonis olemine (jah/ei), sõltuvateks katsekorra jooksul kulunud aeg hiireliigutuse algusest kuni sihtmärgi vajutamiseni ning hiireliigutuse alustamiseks kulunud aeg. Arvestamata jäeti ühe KI tulemused, kuna väärtused langesid normist väga kaugemale, samuti olid tema puhul kirjas vaid punktisooni tulemused – KI oli oodanud punktisoonide ilmumist ilma vahepeal sihtmärkidele vajutamata.

Edukate soorituste puhul (esimese vajutusega pihtaläinud tulemused) leiti oluline seos punktisoonis olemise ning liikumisaja vahel ($F(1,10)=5.643, p=.039$). Liikumahakkamise ajakulu ning punktisoonis olemise vahel olulist seost ei esinenud ($F(1,10)=2.583, p>.05$).

Küsimustikud

Küsimuse „Kui palju motiveeris tasu teenimise võimalus sind siin eksperimendis?“ (Lisa 3) tulemuste keskmine seitsmepallisel skaalal oli 3.83, $SD=1.47$.

Küsimuse „Kui tõenäoline on, et tavaelus ostaksid endale šokolaadi, mida siin katses tasuks saab?“ (Lisa 4) tulemuste keskmine oli 4.25, $SD=1.71$.

Vastusena küsimusele „Mis motiveeris Sind siia katsesse tulema“ (Lisa 3) valis vaid 5 KI-d (41.7%) ühe valikuna „tasuvõimalus“. Kõige levinum vastusevariant oli „huvi“, mis sisaldas 9 KI vastuste hulgas (75%).

Arutelu ja järeldused

Käesoleva töö raames püstitati kolm hüpoteesi. Esimese hüpoteesi kohaselt eeldati, et reaktsiooniaja katseosas paranevad reaktsiooniajad soorituse eest saadava tasuhulga

suurenemisega. Selleks võrreldi tasutingimuste (null, gain, moregain) lõikes KI-de reaktsiooniga. Kuna ei esinenud statistiliselt olulist erinevust ei kõiki tasutingimusi vaadeldes ega nulltasu tingimuse eemaldamisel võib järeldada, et hüpotees ei leidnud kinnitust.

Teise hüpoteesi kohaselt eeldati, et lühiajalise pingutuse katseosas paraneb koordinatsioonivõime koos soorituse eest saadava tasu hulga. Olulist erinevust ei liikumisajast ega liikumise alustamise viivituses ei leitud ning hüpotees ei leidnud kinnitust. Lisaks uuriti, kas võib tekkida seos edukate soorituste või valestartide protsendiga, kuid kummagi näitaja puhul ei tuvastatud olulist muutust. Mitmed KI-d raporteerisid, et nulltasuga tingimustes tundus praktilisem teha valestarte, et jõuda kiiremini edasi. Seega võib edasistes eksperimentides proovida ühe motivatsiooni eristava indeksina kasutada valestartide arvu, kasutades seda soodustavat katseplaani.

Kolmanda hüpoteesi kohaselt eeldati, et püsiva pingutuse katseosas paraneb koordinatsioonivõime punktisoonides võrreldes tavaliste sihtmärkidega. Siin leiti statistiliselt oluline seos punktisoonis olemise ning nii liikumisaaja vahel. Samas ei kirjelda nende väärtuste muutumine tõenäoliselt muutusi koordinatsioonivõimes. Kasutatud katseplaani järgi ei olnud KI-del ühelgi ajahetkel otsest sündi oma võimete piiril sihtmärkidele vajutada. Seega võis pidevalt hoida sellist tempot, nagu KI ise soovis. Punktisoonis tekkis motivatsioon kiiremini sihtmärkidele vajutada, kuna tsoon oli piiratud pikkusega. Kuigi see erinevus ei kajasta otseselt erinevust võimes kiiremini sihtmärke tabada, võib tegu siiski olla tasusüsteemist tuleneva muutusega. Seega võib selle näitaja põhjal olla siiski võimalik tuletada muutust motivatsioonis vastavalt sellele, kui palju kiiremini KI punktisoonides sihtmärkidele vajutama hakkas.

Statistiliselt oluliste muutuste puudumine ei kinnita samas tingimata efekti puudumist. Katse läbiviimise käigus tuli ilmsiks mitmeid puudujääke katseplaanis ning programmi ülesehituses, mida arvesse võttes võiks potentsiaalselt olla tegu efektiivsema mõõtevahendiga.

Käesoleva töö puudused ning edasiarendused

Üheks puudujäägiks katseplaani juures osutus tasu vähene motiveerivus. Kuigi KI-d vastasid enesekohastes küsimustes keskmiselt, et tasu motiveeris neid selles katses üle keskmise (7 palli skaalal 3.83, $SD=1,47$), on see tõenäoliselt siiski nõrk mõju. Kõige levinum katsesse tulemise põhjus oli „huvi“ (sisaldus 75% KI-de vastustes), mis tasumotivatsiooni

katses ei ole hea näitaja. Samuti kritiseerisid mitmed KI-d punktide ühikuna kasutamise abstraktsust – katse jooksul oli kerge unustada, et mängus on reaalne tasu. Mitmed KI-d küsisid katse lõpus, kas on võimalik teada saada kui palju punkte teised said, väites, et neid motiveeris lihtsalt punktide kogumine rohkem. Kasutada võiks efektiivsemalt motiveerivat tasu (näiteks raha, või suuremad kogused mõnda muud motivaatorit).

Samuti oli valimi suurus (12 inimest) selle katse puhul liiga väike. Kuigi tegu oli katseisikulisese katseplaaniga, ei olnud KI-de arv tõenäoliselt piisav järelduste tegemiseks.

KI-d kommenteerisid ka, et nulltasu tingimuse sooritused tunduvad ajaraiskamisena. Nende kirjelduste järgi tundus kasulikum teha nulltasu tingimuse korral kiirelt valestart, et liikuda katsega edasi. Seetõttu prooviti andmetöötluse juures lisaanalüüsina nulltingimus välja arvata, kuid ka sealt ei tulnud olulisi erinevusi. Selle nähtuse valguses võib olla otstarbekas uurida, kas valestartide arvu pealt on võimalik luua seoseid tasumotivatsiooniga.

Püsiva pingutuse katseosas ei sunnitud KI-d oma vajutustes tempot hoidma, ainult hoiatati kui ta langes alla oma keskmise tempo. Seetõttu tekkis olukord, kus sai oodata, kuni punktitoon kätte jõuab. Kuigi instruktsioonis paluti ühtlast tempot hoida, ei kindlusta selline lahendus KI koordineerimisvõime kohast sooritust väljaspool punktitoone. Seetõttu pole tegeliku koordineerimisvõime muutumist punktitooni ning muude sihtmärkide vahel võimalik mõõta. Lahenduseks selles olukorras oleks parandus katseprogrammile, mis sunnib KI-d ka muul ajal pingutama – näiteks kui punktitoonid ei ilmuks muidu kui vaid kindla eelneva soorituse korral. Nii oleks teoreetiliselt võimalik teha järeldusi reaalse koordineerimisvõime muutuse kohta.

Samuti võiks püsiva pingutuse katseosas registreerida täpsemalt sooritused, mis ei olnud edukad, ehk siis need, kus KI pidi tegema mitu vajutust, et sihtmärki tabada. Nii saaks detailsemat informatsiooni KI käitumise kohta erinevates tingimustes.

Lisaks parandustele oleks sellise eksperimendi puhul võimalik teha mitmeid edasiarendusi, mis võimaldaks jälgida teistsuguseid motivatsiooni näitajaid või annaks lisainformatsiooni olemasolevate kõrvale. Näiteks oleks võimalik lisada hiireliigutuste salvestus, et lähemalt analüüsida KI-de sooritatud liigutusi.

Kokkuvõte

Käesolev töö ei võimaldanud teha järeldusi reaktsioonaja ning koordinatsioonivõime muutumise kohta sõltuvalt antava tasu hulgast. Samas võib nõrku kohti silmas pidades parandatud katseplaaniga olla tegu töötava mõõtevahendiga. Kasutatud katseplaaniga on seda võimatu kindlalt väita.

Kasutatud materjalid

- Blaukopf, C. L., & DiGirolamo, G. J. (2007). Reward, Context, and Human Behaviour. *The Scientific World JOURNAL*, 7, 626–640. <http://doi.org/10.1100/tsw.2007.122>
- Hikosaka, O., Nakamura, K., & Nakahara, H. (2005). Basal Ganglia Orient Eyes to Reward. *Journal of Neurophysiology*, 95(2), 567–584. <http://doi.org/10.1152/jn.00458.2005>
- Knutson, B., & Greer, S. M. (2008). Anticipatory affect: neural correlates and consequences for choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1511), 3771–3786. <http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0155>
- Knutson, B., Westdorp, A., Kaiser, E., & Hommer, D. (2000). FMRI Visualization of Brain Activity during a Monetary Incentive Delay Task. *NeuroImage*, 12(1), 20–27. <http://doi.org/10.1006/nimg.2000.0593>
- Niv, Y., Daw, N. D., Joel, D., & Dayan, P. (2007). Tonic dopamine: opportunity costs and the control of response vigor. *Psychopharmacology*, 191(3), 507–520. <http://doi.org/10.1007/s00213-006-0502-4>
- Schultz, W. (2007). Behavioral dopamine signals. *Trends in Neurosciences*, 30(5), 203–210. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2007.03.007>
- Toms, T. (2015). *Stopp-signaali ülesanne seostub kehamassiindeksiga, kuid ei mõjuta šoklaaditungi reguleerimisvõimet*. Tartu Ülikool. Salvestatud <http://dspace.ut.ee/handle/10062/49157>

Lisad

Lisa 1. Instruksioonid KI-dele

Eksperimendieelne

Selles eksperimendis tuleb sul sooritada mitmesuguseid ülesandeid, mis mõõdavad koordineerimisvõimet ja reaktsiooniaega.

Katses on kolm erinevat ülesannet.

Täpsemad instruksioonid on kirjas enne iga ülesannet.

Enne iga ülesannet toimub ka harjutusvoor, kus sul on võimalik harjutada ülesande sooritust nii kaua kui soovid.

Katse käigus näidatakse sinu edukust punktides (pt). Kõigist kolmest ülesandest saad punkte, mis kogu katse lõpus teisendatakse ette määratud ja fikseeritud süsteemi järgi šokolaadiks. Mida rohkem punkte saad, seda rohkem saad šokolaadi.

Eksperimentaator vastab kõigile küsimustele, mis sul võivad tekkida enne iga ülesande algust.

Enne reaktsioonaja ülesande harjutusvoor

Esimeses ülesandes on sul võimalik saada šokolaadi sinu reaktsioonajast lähtuvalt.

Ülesanne koosneb kokku 75 katsekorrast.

Katsekord algab, kui ekraani keskosasse ilmub ruudukujuline nupp.

Nupul olev sümbol tähistab šokolaadi hulka, mis on võimalik sellest katsekorrast teenida.

Nupule vajutades sümbol kaob, ning lühikese viivituse pärast ilmub samasse kohta hall sihtmärk. Sihtmärgile tuleb vajutada nii kiiresti kui võimalik.

Kui oled piisavalt kiire, saad punkte vastavalt sellele, mida sümbol tähistas.

LIIGA VARA või LIIGA HILJA vajutamine lõpetab katsekorra.

Sihtmärgile vajutamisel näidatakse korraks sinu tulemust selles katsekorras, pärast mida algab uus katsekord automaatselt. Ekraani ülaosas näidatakse pidevalt kogu punktisummat, mille oled kogunud.

Erinevaid punktikoguseid tähistavad sümbolid on praegu näidiseks ekraani ülemises servas reas. Vasakult paremale tähendavad need - ilma tasuta (0 pt), tasu (5 pt) ja suur tasu (10 pt).

Neid sümboleid ei ole ülesande ajal ekraani ülaservas nagu praegu, nii et jäta need nüüd meelde.

Praegu algab 12 katsekorra pikkune HARJUTUSVOOR selle ülesande jaoks. Harjutusvoorus ei saa sa punkte päriselt, kuid tagasiside mõttes kuvatakse kõike ikka nii, nagu päris ülesandes.

Kui oled selle instruksiooni läbi lugenud, teavita palun eksperimentaatorit!

Enne lühiajalise pingutuse ülesande harjutusvooru

Teises ülesandes on sul võimalik saada šokolaadi sinu täpsusest lähtuvalt.

Ülesanne koosneb kokku 300 katsekorrast.

Katsekord algab, kui ekraani VASAKUSSE osasse ilmub ruudukujuline nupp.

Nupul olev sümbol tähistab šokolaadi hulka, mis on võimalik sellest katsekorrast teenida.

Nupule vajutades sümbol kaob, ning lühikese viivituse pärast ilmub ekraani PAREMASSE osasse hall sihtmärk. Sihtmärgile tuleb vajutada nii täpselt ja kiiresti kui võimalik.

Kui oled piisavalt KIIRE ja TÄPNE, saad punkte vastavalt sellele, mida sümbol tähistas.

Nupult liikumine enne kui sihtmärk ilmub, samuti liiga vara või liiga hilja vajutamine ning sihtmärgist mööda vajutamine lõpetavad katsekorra.

Sihtmärgile vajutamisel näidatakse korraks sinu tulemust selles katsekorras, pärast mida algab uus katsekord automaatselt. Ekraani ülaosas näidatakse pidevalt kogu punktisummat, mille oled kogunud.

Erinevaid punktikoguseid tähistavad sümboolid on taas näidiseks ekraani ülemises servas reas. Vasakult paremale tähendavad need - ilma tasuta (0 pt), tasu (5 pt) ja suur tasu (10 pt). Neid sümboleid ei ole ülesande ajal ekraani ülaservas nagu praegu, nii et jäta need nüüd meelde.

Praegu algab lühike 48 katsekorra pikkune HARJUTUSVOOR selle ülesande jaoks. Harjutusvoorus ei saa sa punkte päriselt, kuid tagasiside mõttes näidatakse kõike ikka nii, nagu päris ülesandes.

Kui oled selle instruksiooni läbi lugenud, teavita enne jätkamist palun eksperimentaatorit!

Enne püsiva pingutuse ülesande harjutusvooru

Kolmandas ülesandes on sul võimalik saada šokolaadi sinu täpsusest lähtuvalt.

Ülesanne on erinev viimasest kahest. Selles ülesandes ei ole nuppu nagu eelmistes, sihtmärgid ilmuvad kohe pärast eelmisele sihtmärgile vajutamist.

Ülesande eesmärk on vajutada iga ekraanile ilmuva sihtmärgi peale nii kiiresti kui võimalik.

See ülesanne on seega ilma seisakuteta - sihtmärkide ilmumise vahel ei ole pause.

Sihtmärkidest saadav punktisumma on selles ülesandes fikseeritud 4 pt peale, nii et erinevaid tasusümboleid ei ole. Selle asemel saad punkte iga ROHELISE sihtmärgi eest, millele vajutad. Rohelised sihtmärgid ilmuvad ainult punktisoonides, milleni jõuad kindlate ajavahemike tagant. Kui oled jõudnud punktisooni, muutuvad sihtmärgid hallist roheliseks ning rohelistele sihtmärkidele piisavalt kiiresti vajutades saad tasu juurde.

Iga punktisoon kestab 15 sekundit sõltumata sellest, mitut sihtmärki sa selle jooksul vajutad, seega on kasulik teha kiiresti.

Kui oled oma vajutamisega liiga aeglane, näidatakse ekraani nurkades hoiatussümboleid, mis tuletavad sulle meelde, et pead tempot tõstma.

Veidi aega pärast katse algust avaneb võimalus vajutada TÜHIKUT kui soovid ülesandega jäädavalt lõpetada. Pause selles ülesandes ette ei tule.

Ülesande erinevad elemendid on praegu näidiseks ekraani ülemises servas reas. Vasakult paremale tähistavad need - tavalise sihtmärgi värvi, punktisooni sihtmärgi värvi ning hoiatussümbolit, mida näidatakse liiga aeglase soorituse korral. Neid sümboleid ei ole ülesande ajal ekraani ülaservas.

Praegu algab lühike HARJUTUSVOOR selle ülesande jaoks, mis kestab maksimaalselt 1 minuti. Punktisoonide pikkused on samuti vähendatud. Harjutusvoorus ei saa sa punkte päriselt, kuid tagasiside mõttes kuvatakse kõike ikka nii, nagu päris ülesandes.

Kui oled selle instruksiooni läbi lugenud, teavita enne jätkamist palun eksperimentaatorit!

(Suusõnaline täpsustus: „Ürita hoida ülesande vältel ühtlast tempot edasi-tagasi vajutamises.“)

Lisa 2. Vaheküsimustik (erinevates katseosades kasutusel osad, mille kohta saab katseosa põhjal vastata)

Eksperimenti tagasiside

Järgnevas osas on küsitud sinu arvamust erinevate katses esinenud elementide kohta. Jälgi, mis sõnad on joonte otstes ning märgi joonel püstkriipsuga koht nende vahel, mis enne joont näidatud elementi kõige paremini iseloomustab.



Väga ebameeldiv _____ Väga meeldiv

Pole üldse huvitav _____ Väga huvitav



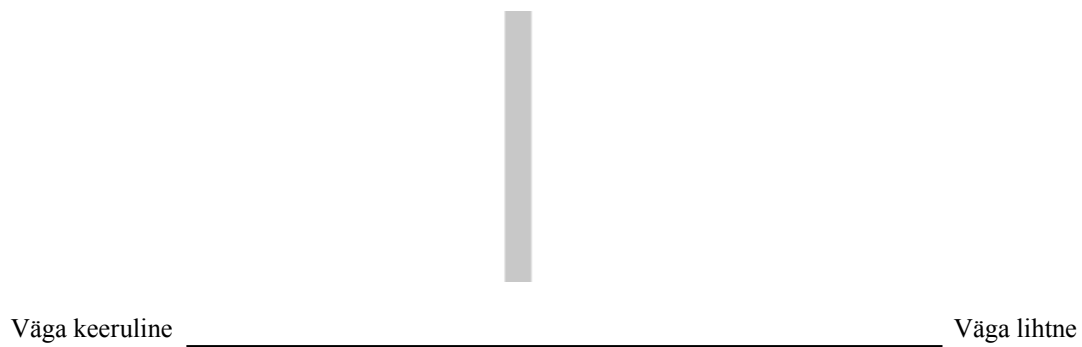
Väga ebameeldiv _____ Väga meeldiv

Pole üldse huvitav _____ Väga huvitav



Väga ebameeldiv _____ Väga meeldiv

Pole üldse huvitav _____ Väga huvitav



Väga keeruline _____ Väga lihtne



Väga keeruline _____ Väga lihtne



Väga keeruline _____ Väga lihtne



Väga keeruline _____ Väga lihtne



Väga keeruline _____ Väga lihtne

Lisa 3. Järeloküsimustik – hetkeseis

Kuidas sa hetkel end tunned?

Jälgi, mis sõnad on joonte otstes ning märgi püstikriipsuga joonel koht, mis kõige paremini sinu enesetunnet iseloomustab:

Kui väsinuna Sa end hetkel tunned?

Väga väsinud _____ Väga ergas

Kui huvitununa Sa end hetkel tunned?

Pole üldse huvitav _____ Väga huvitav on

Kui rahul oled oma sooritusega?

Ei ole üldse rahul _____ Olen väga rahul

Küsimused

Vasta järgnevale küsimustele Sinu arvates kõige sobivama variandiga:

1. Kas oled viimase 24 tunni jooksul (täna?) tarbinud kõrge kofeiinisisaldusega jooke (kohv, karastusjoogid jne.)? (jah/ei)
2. Kui jah, siis kui palju? (vaba tekst)
3. Kas oled viimase 48 tunni jooksul tarbinud alkoholi või uimasteid? (jah/ei)
4. Kas oled viimase 48 tunni jooksul võtnud retseptravimeid? (jah/ei)
5. Mitu tundi magasid ööl enne täna? (number)
6. Mis motiveeris Sind siia katsesse tulema? (vali kõik, mis sobivad)
 - a. Huvi
 - b. Tasuvõimalus
 - c. Muu (täpsusta)
7. Kumba kätt kasutasid eksperimendi jooksul koordinatsiooni- ja reaktsioonija ülesannetes?
 - a. Paremat
 - b. Vasakut
 - c. Kasutasin mõlemat kätt umbes võrdselt

Kui palju motiveeris tasu teenimise võimalus sind siin eksperimendis? Märgi püstikriipsuga joonel koht, mis Sinu arvates kõige paremini Sinu motiveeritust katse ajal iseloomustab:

Ei motiveerinud üldse _____ Motiveeris väga palju

Lisa 4. Järelküsimustik – Šokolaadihoiaku küsimustik

Juhend: See küsimustik mõõdab sinu hoiakut šokolaadi suhtes viimase kuu jooksul. Palun märgi kui väga sa nõustud all olevate väidetega tõmmates ring ümber numbrile, mis kõige rohkem väljendab sinu hoiakut viimase kuu jooksul. Sinu vastused võivad varieeruda vahemikus ei nõustu üldse (1) väitega kuni nõustun väga tugevalt (9) väitega.

Ma nõustun selle väitega...

1- Mitte üldse

9- Väga tugevalt

1.	Mind on vandanud süütunne pärast šokolaadi söömist	1 2 3 4 5 6 7 8 9
2.	Olen tundnud ennast nõrgana pärast šokolaadi isule alistumist	1 2 3 4 5 6 7 8 9
3.	Pärast šokolaadi söömist olen tundnud, et šokolaadi söömine oli ebatervislik käitumine	1 2 3 4 5 6 7 8 9
4.	Pärast šokolaadi söömist olen tundnud rahulolematust iseendaga	1 2 3 4 5 6 7 8 9
5.	Pärast šokolaadi söömist olen soovinud tihti, et ma poleks seda teinud	1 2 3 4 5 6 7 8 9
6.	Pärast šokolaadi söömist olen tundnud ennast mitteatraktiivsena	1 2 3 4 5 6 7 8 9
7.	Olen tahtnud kohe süüa šokolaadi, kui mul on tekkinud selleks võimalus	1 2 3 4 5 6 7 8 9
8.	Olen ennast meeleldi rahustanud šokolaadi söömisega	1 2 3 4 5 6 7 8 9
9.	Olen tundnud kontrollimatud šokolaadi isu	1 2 3 4 5 6 7 8 9
10.	Olen tundnud nii tugevat šokolaadi isu, et ühest tükist ei oleks piisanud mulle	1 2 3 4 5 6 7 8 9
11.	Olen väga tihti mõelnud šokolaadi söömisest	1 2 3 4 5 6 7 8 9
12.	Tihti olen tundnud šokolaadi isu pärast lõunat	1 2 3 4 5 6 7 8 9
13.	Olen otsinud teadlikult muid tegevusi, et vältida šokolaadi isu tekkimist	1 2 3 4 5 6 7 8 9
14.	Olen teinud muid asju, mis on juhtinud minu tähelepanu šokolaadile mõtlemist kõrvale	1 2 3 4 5 6 7 8 9

15. Kui tihti sõid sa viimase kuu jooksul šokolaadi? Palun märgi ristke (✓) sobivasse kasti

Mitte kunagi ☐ 1-2 korda kuus ☐ Korra nädalas ☐ 3-5 korda nädalas ☐ Iga päev ☐

Lisa 5. Järeloküsimustik – üldine taust

Lisaks vajame ka veidi üldisemat taustinfot Sinu kohta. Loe iga küsimust tähelepanelikult ja vasta nii, nagu Sinu arvates kõige paremini sobib.

1. Sinu sünnipäev – kuupäev
2. Sinu sugu – Naine/Mees
3. Sinu rahvus
 - a. Eestlane
 - b. Venelane
 - c. Muu (täpsusta)
 - d. Muu (ei soovi täpsustada)
4. Milline on Sinu kõrgeim lõpetatud haridus?
 - a. Algharidus
 - b. Põhiharidus
 - c. Keskharidus
 - d. Kutseharidus (põhihariduse baasil)
 - e. Kutseharidus (keskhariduse baasil)
 - f. Kõrgharidus
5. Milline järgnevatest seisunditest sind põhiliselt iseloomustab? (vali üks)
 - a. Töötav (sh tasustatud õppepraktikal, tasustatud lapsehoolduspuhkusel (vanemahüvitis), haiguslehel või puhkusel viibiv, FIE, töötav vanaduspensionär)
 - b. Töötu (sh tööd otsiv)
 - c. Ajateenija
 - d. (Üli)õpilane (sh tasustamata õppepraktikal viibiv)
 - e. Pensionär (sh vanadus-, töövõimetus- jm pensionär, st mittetöötav)
 - f. Tasustamata lapsehoolduspuhkusel (alla 7-aastase lapsega kodune, vanemahüvitist ei saa või on see lõppenud)
 - g. Kodune (mittetöötav)
6. Milline on Sinu perekonnaseis?
 - a. Elan kooselus (abielus /vabaabielus /elan koos kindla partneriga)
 - b. Ei ela kooselus (vallaline, lahutatud/lahus elav, lesk)
 - c. Elan vanematega
7. Kui tihti sööd üldiselt šokolaadi?
 - a. Mitu korda päevas
 - b. Ligikaudu ühe korra päevas
 - c. Mitu korda nädalas
 - d. Ligikaudu ühe korra nädalas
 - e. Harvem kui ühe korra nädalas
8. Mitu tundi kasutad keskmiselt päevas arvutit oma vabal ajal (surfamine, mängimine jne)? – number
9. Mitu tundi kasutad keskmiselt päevas arvutihiirt? – number
10. Kumba kätt kasutad eelistatult igapäevaste tegevuste sooritamiseks (arvutihiire kasutamine, kirjutamine jne)?
 - a. Paremat
 - b. Vasakut
 - c. Kasutan mõlemat kätt umbes võrdselt
11. Kui pikk on Sinu keskmine ööpäevane uni tööpäevadel (tundides) – vaba number
12. Kui pikk on Sinu keskmine ööpäevane uni puhkepäevadel (tundides) – vaba number
13. Kui tõenäoline on, et tavaelus ostaksid endale šokolaadi, mida siin katses tasuks saab?

Mitte eriti tõenäoline _____

Väga tõenäoline

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

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Toomas Treikelder