



LUNDS
UNIVERSITET

Institutionen för psykologi

Psykologprogrammet

Visuell och kinetisk kontroll vid datoriserade precisionsuppgifter med varierande arbetsminnesbelastning

Alexander Heckler & Mårten Tryding

Psykologexamensuppsats. 2018.

Handledare: Mats Dahl, Marcus Nyström

Examinator: Daiva Daukantaitė

Sammanfattning

Tidigare forskning på diverse olika sporter har visat att mått på visuell kontroll, exempelvis tidig och lång sista blickfixering på målobjektet (Quiet Eye Onset och Quiet Eye Duration) innan en kritisk fas av kinetisk aktivitet hänger ihop med positivt utfall på precisionsuppgifter. Mått på kinetisk aktivitet har också studerats och visat att exempelvis maxhastighet i rörelsen är lägre på träffar vid vissa uppgifter. Även arbetsminneskapacitet har visats vara en faktor som påverkar variationen på dessa mått. Inga tidigare studier har dock till uppsatsförfattarnas kännedom undersökt ovanstående fenomen för datoriserade precisionsuppgifter. Syftet med aktuell studie var därför att försöka replikera tidigare forskningsfynd gällande visuell och kinetisk kontroll på datoriserade precisionsuppgifter. En grupp män mellan 18-30 år ($n = 16$) fick genomföra två datoriserade test där måltavlor på en datorskärm skulle skjutas ner, samtidigt som mått på visuell och kinetisk kontroll registrerades med eye-tracker och dator. I det senare deltestet manipulerades arbetsminnesbelastningen genom en reverse-Stroop betingelse. Resultatet visar att flertalet fynd gällande visuell och kinetisk kontroll gått att replikera här och att ökad arbetsminnesbelastning påverkar dessa mått. Variation i måltavlornas durationstid mellan deltesten utgör dock en confounder och mer forskning krävs för att säkra slutsatser ska kunna dras.

Nyckelord: Quiet Eye, prestation, kinetisk kontroll, visuell kontroll, arbetsminnesbelastning, reversed-Stroop, datoriserad precisionsuppgift, remote eye-tracker

Abstract

Previous research on various sports has shown that aspects of visual control, namely an earlier onset and longer duration of the final fixation on the target (Quiet Eye Onset and Quiet Eye Duration) before a critical movement is associated with successful outcome on a precision task. Measurements on kinetic activity have also been studied and shown that hits are associated with lower max velocity of the movement for certain tasks. Working memory capacity has also been shown to have an impact on these measurements. No previous studies have, to the knowledge of the authors, investigated these phenomena on computerized precision tasks though. The purpose of this study was to investigate if previous findings regarding visual and kinetic control could be replicated on such tasks. A group of men aged 18-30 years ($n = 16$) completed two subtests on a computer where the purpose was to shoot down stationary targets while measurements on kinetic and visual control were recorded. Working memory load was manipulated using a reverse-Stroop task. The results show that many findings regarding visual and kinetic control were indeed replicable and susceptible to influence from increased working memory load. Due to confounders, further research is required to validate these findings.

Key words: Quiet Eye, performance, visual control, kinetic control, working memory load, reversed-Stroop, computerized precision tasks, remote eye-tracker

Tack

Vi uppsatsförfattare vill rikta ett stort tack till vår handledare Mats Dahl som genom intressanta diskussioner och återkoppling vägledde oss under viktiga faser i arbetsprocessen.

Vi vill också rikta ett stort tack till vår handledare Marcus Nyström som genom sin uppmuntran och djupgående tekniska kunnighet och gjorde det möjligt för oss att genomföra detta arbete.

Vi tackar alla frivilliga som ställde upp som deltagare under datainsamlingen.

Vi vill också tacka våra nära och kära för all stöd och uppmuntran vi fått från er under hösten.

Slutligen vill vi även rikta ett stort tack till Humanistlaboratoriet vid Lunds universitet för att vi gavs möjligheten att utföra vår datainsamling och nyttja den tekniska utrustningen där.

Alexander och Mårten Lund, 2018-12-17

Till Selin, min själsfrände och mitt livs kärlek. Låt oss aldrig glömma att titta upp mot stjärnorna lite då och då.

Alexander Malmö, 2018-12-16

Innehållsförteckning

Introduktion	7
Inledning.....	7
Teori och tidigare forskning	8
Öga-hand koordination	8
Visuell kontroll, sport och precisionsuppgifter	8
Arbetsminne	9
Uppmärksamhet, perception och interferens	10
Visuell kontroll och arbetsminne.....	11
Kinetik	11
Esport.....	12
Aktuell studie.....	12
Design.....	13
Syfte.....	13
Hypoteser.....	14
Visuell kontroll.....	14
Kinetisk kontroll.....	15
Prestation	16
Metod.....	17
Deltagare.....	17
Urval och rekrytering	18
Instrument.....	18
Programvara	18
Datoriserade precisionsuppgifter.....	19
Skärmar.....	19
Ögonrörelser	19
Etik	19
Procedur.....	20
Statistisk analys	23
Resultat	25
Visuell kontroll.....	25
Quiet Eye Onset.....	25
Quiet Eye Absolute.....	26

Quiet Eye Relative.....	27
Kinetisk kontroll.....	28
Musrörelsens början	28
Muspekarens maxhastighet	29
Prestation	30
Andel träffar	30
Diskussion	31
Quiet Eye Onset.....	31
Quiet Eye Absolute.....	33
Quiet Eye Relative.....	34
Kinetisk kontroll.....	34
Musrörelsens början	34
Muspekarens maxhastighet	35
Prestation	36
Andelen träffar.....	36
Allmänt om studien	37
Ekologisk validitet.....	37
Etik	38
Allmänt	38
Icke-representativt urval	39
Olika mistyper.....	39
Variation i måtavlorernas durationstid	40
Slutsatser.....	41
Framtida forskning	41
Referenser.....	42
Appendix A	45
Appendix B.....	48
Appendix C.....	49

Introduktion

Inledning

Ett av psykologins, och kanske hela vetenskapens, största mysterium är människans medvetande. Trots stora teknologiska framsteg som gett oss nya möjligheter att studera och förstå neurologiska och fysiologiska processer finns det ännu stora kunskapsluckor kring hur vi egentligen fungerar. Över miljarder år har livet på jorden utvecklats och förfinat arternas tillvägagångssätt att orientera och fortplanta sig. Centralt för förmågan att målorienterat röra sin kropp i världen är perceptionen. Människan bombarderas konstant av sinnesintryck och kan omöjligt bearbeta alla stimuli i omgivningen på en och samma gång. Våra hjärnor tvingas därför ständigt sälla bland allt som finns att se, höra, lukta, smaka och känna, och gör sitt bästa för att koppla ihop alla intryck till en helhetlig och begriplig bild som vi sedan kan använda oss av för att framgångsrikt orientera oss i världen.

Med detta examensarbete på psykologprogrammet vid Lunds Universitet hoppas vi med hjälp av högklassig teknologi kunna utvidga kunskapen om hur människan använder sig av öga-hand koordination vid en viss typ av uppgifter där man på kort tid ska sikta och träffa ett givet målobjekt. Kopplingen mellan mysteriet kring människans medvetande och denna snävt definierade typ av uppgift ter sig kanske vid första anblick inte alldeles uppenbar. Det finns dock ett samband. Det är nämligen genom systematiska observationer av tydligt definierade och avgränsade företeelser som vetenskapen flyttar fram sina positioner - långsamt och systematiskt, en studie i taget. Utifrån detta förfarande krävs nödvändigtvis inget geni eller revolutionerande upptäckt för att nå ökad förståelse om de mer komplexa frågeställningarna. Istället läggs pusslet långsamt, bit för bit, och bilden klarnar sakta.

Utöver förhoppningen om att denna studie kommer att utgöra en mikroskopisk utvidgning i ett av vetenskapens största mysterium har vi som uppsatsförfattare ett par andra (något mer realistiska) förhoppningar. En är att ökad kunskap om visuell och kinetisk kontroll vid datoriserade precisionsuppgifter kan möjliggöra att vi flyttar fram gränserna för vår kunskap inom viktiga prestations- och tävlingssammanhang. Exempelvis skulle ökad förståelse om vilka faktorer som påverkar prestation vid dylika uppgifter kunna vara relevanta för såväl piloters förmåga navigera sin farkost som esportares prestation i tävlingssammanhang. En annan förhoppning är att robusta fynd som replikeras potentiellt kan generaliseras till andra

sammanhang där de kan ligga till grund för vidare forskning om hur människan bearbetar sinnesintryck och orienterar sig med hjälp av dessa.

Teori och tidigare forskning

Öga-hand koordination. De senaste decennierna har forskare inom neurologi och neuropsykologi studerat sambandet mellan perception och motorik. Studier (Mishkin, Ungerleider & Macko, 1983; Whitwell, Milner, Cavina-Pratesi, Barat & Goodale, 2015) tyder på att människans hjärna använder sig av två parallella system eller nätverk i hjärnan för att bearbeta synintryck. Goodale och Milner (1992) återger hur dessa brukar benämnas den *ventrala banan* respektive den *dorsala banan*. Goodale (2010) beskriver hur den ventrala banan bearbetar och informerar människan om fysiska karakteristiska kring det objekt som fokuseras med blick och uppmärksamhet. Den dorsala banan har i sin tur till uppgift att guida vår kropp och kinetik genom att avläsa ett objekts spatiala dimensioner och vart det är på väg i relation till vår egen kropp. Medan ventrala banan opererar på ett medvetet och långsammare plan vid planering av handlingar, kan dorsala banan sägas vara mer intuitiv, snabb och involverad i det motoriska utförandet av handlingen. Sammanfattningsvis förlitar sig båda system på visuell input för att fungera. Då neuropsykologiska korrelat för öga-hand koordination är utanför ramen för vad denna uppsats ämnar undersöka, kommer huvudsakligen kognitionspsykologiska modeller att refereras till härnäst. Likväl tjänar ovan nämnda neuropsykologiska modeller som en viktig påminnelse om vilka fysiologiska strukturer som är involverade i en människas målorienterade rörelser mot objekt i världen.

Visuell kontroll, sport och precisionsuppgifter. Studier visar att utfall på precisionsuppgifter av typen sikta-och skjut samvarierar med hur utföraren fixerar blicken innan utförandet av precisionshandlingen. Vickers (1996) har definierat *Quiet Eye* som den sista fixeringen med blicken inom tre grader från målobjektet i minst 100 ms innan en kritisk fas av precisionsrörelsen. Denna företeelse har studerats inom flera olika idrottssammanhang. Studier har gjorts på utövare av bland annat dart, golf, basket, ishockey, straffar i fotboll och lerduveskytte (Vickers, 1996; Vickers, Vandervies, Kohut, & Ryley, 2017; Caser, Bennett, Holmes, Janelle, & Williams, 2010; Vine, eMoore, Wilson, 2011; Rienhoff, Tirp, Strauß, Baker, & Schorer, 2016). Resultaten visar bland annat att träffar är förenade med en tidigare påbörjan av Quiet Eye (Quiet Eye Onset) samt denna sista fixerings durationstid (Quiet Eye Duration) är längre vid träffar. Vissa studier visar också på att träning av Quiet Eye, där försökspersonerna tränas i att fixera blicken tidigare och längre innan den kritiska precisionshandlingen, förbättrar

prestationen mer än sedvanlig träning av sporten (Vickers, 2017; Vine et al., 2011; Wood & Wilson, 2011).

Vickers (1996) spekulerar i att en tänkbar förklaring till varför tidigare Quiet Eye Onset och längre Quiet Eye Duration skulle ge ett bättre utfall vore att en längre fixering ger utföraren en bättre möjlighet att med hjälp av visuell perception bedöma parametrarna för precisionshandlingen: Var befinner sig målobjektet, hur långt är det dit, med vilken styrka och hastighet ska precisionshandlingen utföras, med vilken timing ska precisionshandlingen utföras, hur ska den motoriska koordinationen av berörda kroppsdelar ske? Relationen till tidigare nämnda neuropsykologiska fynd är tydlig. Ju tidigare och längre sista fixering, desto bättre förutsättningar för relevanta nätverk i centrala nervsystemet att beräkna och utföra precisionshandlingen med gynnsamt utfall.

När det gäller själva datainsamlingen inom fälten eye-tracking och Quiet Eye fann Kredel, Vater, Klostermann, och Hossner (2017) i en litteraturöversikt (efter att ha gått igenom 60 artiklar om ögonrörelser inom sporter) att forskare i regel brukar prioritera antingen ekologisk validitet avseende miljön för datainsamling eller noggrannhet vid datainsamlingen avseende väl kalibrerade mätinstrument för ögonrörelserna kombinerat med algoritmisk analys av insamlad data. Den ena prioriteringen gjordes således ofta på bekostnad av den andra.

Arbetsminne. Vår förmåga till målorienterade handlingar har alltså visat sig beroende av att kunna rikta både blick och uppmärksamhet mot ett givet mål. Detta är i sin tur avhängigt möjligheten att först varsebli och sedan minnas saker, samt att kunna fatta beslut på basis av saker vi lagrat i minnet. Ett viktigt relevant kognitionspsykologiskt konstrukt i detta sammanhang är arbetsminne. Jonides och Nee (2006) konstaterar att flera studier visat att arbetsminneskapacitet är kopplat till en rad olika högre kognitiva förmågor och prestation på många olika sorters uppgifter. Repovš och Baddeley (2006) skriver i sin tur att Baddeleys och Hitches (1974) modell för arbetsminne under decennier utvecklats och vunnit stöd genom rigorös empirisk testning. Kortfattat föreslår modellen att arbetsminnet är ett system med begränsad kapacitet för lagring och manipulation av sensorisk input från olika modaliteter. En komponent vid namn "central executive" föreslås fungera som överordnat kontrollcenter, med möjlighet att utföra mentala beräkningar och fördela kognitiva resurser och uppmärksamhet. Vidare kontrollerar central executive de två delkomponenterna fonologiska loopen respektive visuospatiala ritblocket (sketchpad). Den fonologiska loopen behandlar och lagrar fonologisk information medan visuospatiala ritblocket behandlar och lagrar visuospatial information. Det finns även en fjärde

komponent, den episodiska bufferten, som antas sköta integrering för omkodning till långtidsminnet. Denna sistnämnda komponent är dock inte av intresse för denna uppsats.

Desto viktigare är istället Repovš och Baddeleys (2006) slutsatser att arbetsminnet och dess delkomponenter har en begränsad kapacitet att hantera perceptuell input. Fonologiska loopens förmåga att maximalt hantera mellan 5 och 9 enheter samtidigt, eller fenomenet changeblindness gällande visuospatiala ritblocket, ges av författarna som exempel på detta. Ökad arbetsminnesbelastning och perceptuell input (allmänt eller genom interferens) har sammanfattningsvis visat sig inverka på förmågan att utföra diverse olika sorters uppgifter. Som psykologiskt konstrukt går dock arbetsminne inte att mäta direkt utan behöver mätas indirekt i form av antingen prestation eller variation på olika fysiologiska mått.

Uppmärksamhet, perception och interferens. Som tidigare nämnts är människans visuella perception central för hennes förmåga att röra sig målorienterat i världen, inte minst i olika sportsammanhang. Samtliga objekt och visuella stimuli i ett synfält kan dock omöjligt bearbetas samtidigt, även om blicken är riktad mot ett visst håll. Istället sker i regel någon typ av sällning, och uppmärksamheten riktas på ett fåtal utvalda objekt. Detta påstående torde vara särskilt sant för ovan nämnda sporter, där uppgiften alltid är att träffa ett givet målobjekt. Lavie (2005) återger hur forskare inom fältet perception och uppmärksamhet länge debatterat huruvida utgallring av irrelevant stimuli sker i ett tidigt eller sent skede i bearbetningsprocessen samt under vilka förutsättningar som irrelevant stimuli faktiskt har en störande inverkan på förmågan att utföra någon given uppgift (när en så kallad distraktorinterferens inträffar). Lavie (2005) sammanfattar att forskningen hittills, högst förenklat, tyder på att olika typer av distraktorinterferens förekommer vid olika typer av uppgifter och att styrkan i dessa effekter i sin tur är avhängiga variabler specifika för varje uppgift.

Två typer av interferens är särskilt relevanta för denna uppsats. Stroop (1935) blev i en serie numera klassiska experiment tidig med att identifiera distraktorinterferens gällande ord och färger. Han fann att färger inte gav upphov till någon nämnvärd distraktorinterferens på förmågan att identifiera och benämna ord. Däremot gav ord upphov till distraktorinterferens på förmågan att identifiera och benämna färger.

Jonides och Nee (2006) beskriver i sin tur en typ av distraktorinterferens kallad proaktiv interferens. I korthet innebär det att tidigare inlärt relevant material interfererar med inkodning av nytt material, vilket visat sig sänka arbetsminneskapaciteten och därmed prestationen på uppgifter som är beroende av denna. Sammanfattningsvis pekar tillgänglig forskning på att vår prestation

på olika uppgifter inte bara är kopplad till var vi riktar blicken, utan också till grad och typ av distraktorinterferens för varje given uppgift. Detta, då interferensen antas påverka vår kognitiva kapacitet i allmänhet och vårt minne i synnerhet.

Visuell kontroll och arbetsminne. I en studie gjord på golfspelare, där man studerat sambandet mellan kognitiv belastning mätt med pupillutvidgning och Quiet Eye, fann man att pupillutvidgningen var som störst precis vid Quiet Eye Onset innan golfputten samt att den kognitiva belastningen avtog parallellt med att Quiet Eye-durationen avslutats (Campbell et al., 2018). I en studie på ögonrörelser och arbetsminne kopplat till utfall på pistolskytte fann forskare att personer med lägre arbetsminneskapacitet presterade sämre och hade kortare Quiet Eye Duration än personer med högre arbetsminneskapacitet vid ökad arbetsminnesbelastning eller stresspåslag (Wood, Vine & Wilson, 2016). För att manipulera arbetsminnesbelastningen använde sig forskarna här av en så kallad reverse-Stroop betingelse. Uppgiften bestod då i att lägga ordet som visades på minnet och ignorera bläcket det var skrivet i (istället för tvärtom). Anledningen till att forskarna använde sig av en reverse-Stroop i denna studie var att en sådan variant enligt tidigare forskning visat sig skapa mer interferens än en sedvanlig Stroop-betingelse på just denna typ av uppgifter. Värt att nämna är också att Quiet Eye beräknades i relation till när deltagarna tryckte på avtryckaren.

Dessa fynd indikerar dels att Quiet Eye inte bara är det mest avgörande momentet vid precisionshandlingar utan också det mest kognitivt krävande. En ökad arbetsminnesbelastning verkar alltså ha en inverkan på mått som Quiet Eye Onset och Quiet Eye Duration.

Kinetik. Då sporter till sin natur involverar rörelser, torde det ligga nära till hands att även undersöka om olika mått på kinetik samvarierar med utfall. Händelseförloppet vid en precisionshandling där utövaren behöver sikta och träffa ett mål inleds som tidigare nämnts med visuell bearbetning och efterföljs av kinetisk aktivering. Precis som att en viss typ av visuell bearbetning visat sig vara fördelaktig (tidig Quiet Eye Onset och lång Quiet Eye Duration), verkar det troligt att en viss typ av kinetisk aktivitet är optimal. Svårigheterna i att definiera och mäta rörelser (bland annat på grund av oklarheter kring vilken enhet som bör anges och hur datainsamling ska gå till) verkar dock göra att måtten blir av något mer generell natur. Causer et al. (2010) undersökte i sin studie på olika typer av lerduveskytte bland annat om mått på gevärspipans maxhastighet, tid från maxhastighet till skott och total tid i rörelse skiljde sig åt med avseende på expertisnivå respektive utfall. Forskarna fann huvudeffekter för lägre maxhastighet vid träffar och för elitutövare. Utifrån detta drog de slutsatsen att högre expertisnivå och

gynnsammare utfall är förenat med mindre ryckiga och mer följsamma rörelser. Fynden stödjer antagandet om att det för en given uppgift bör finnas en viss typ av optimal kinetisk aktivering.

Esport. Sporter varierar mycket till sin utformning. En relativt ny typ av sport är esport. Hamari & Sjöblom (2017) beskriver esport som: “a form of sports where the primary aspects of the sport are facilitated by electronic systems; the input of players and teams as well as the output of the eSports system are mediated by human-computer interfaces” (s. 211). Enligt en rapport från Newzoo.com (u. å.) hade esporten 271 miljoner åskådare under 2016. År 2018 beräknas detta öka till 395 miljoner och 2021 beräknas det uppgå till hela 580 miljoner. Enligt samma rapport omsatte industrin år 2016 hela 493 miljoner dollar, år 2021 beräknas industrin omsätta 1663 miljoner dollar. Esporten är således en snabbt och kraftigt växande industri. Utövarna sitter ofta framför en datorskärm samt förlitar sig på sin förmåga att snabbt och exakt utföra precisionsrörelser med datormusen. Inom subgenren first-person-shooterspel (fps-spel) visar en rapport av EEDAR (2018) att drygt 70 % av de som spelar fps-spel är män och att det vanligaste åldersspannet för esportsutövare generellt är 24-27 år.

Vid en första anblick kan esport i jämförelse med tidigare nämnda sporter som studerats inom ramen för visuell och kinetisk kontroll tyckas skilja sig åt ganska markant, då de sistnämnda i regel innebär en större fysisk ansträngning. I själva verket är dock en kritisk del i utövandet, den tidigare nämnda öga-hand-koordinationen vid precisionsuppgifterna, en central del i samtliga. På samma sätt som basketspelaren behöver fixera korgen med blicken innan hen kastar iväg sin boll måste esportaren fixera sina mål på skärmen med blicken för att sedan röra och klicka med musen på rätt objekt vid rätt tidpunkt. I subgenren fps-spel är upplägget av sådan natur att utövaren i en virtuell tredimensionell värld, utifrån ett första-persons-perspektiv, behöver sikta och träffa sina målobjekt med olika sorters vapen. Den kritiska fasen i denna sport uppvisar således stora likheter med de precisionshandlingar som utmärker en rad andra sporter, inte minst olika typer av skytte, om än med undantaget att miljöerna och övriga moment inom sporterna skiljer sig åt.

Aktuell studie

Sammantaget innebär detta att esport, och mer specifikt datoriserade precisionsuppgifter liknande dem vid fps-spel, lämpar sig väl som studieobjekt inom områden som visuell och kinetisk kontroll samt arbetsminne. Vidare skulle datainsamling framför en datorskärm erbjuda en miljö som, till skillnad från flertalet tidigare studier (Kredel et al., 2017), skulle vara både ekologiskt valid och innebära en stor noggrannhet i insamlad data. För att registrera ögonrörelser

behöver försökspersoner ofta bära distraherande och klumpiga glasögon och annan utrustning när de utför precisionsuppgifterna. När ögonrörelser registreras framför en datorskärm behövs det emellertid inga glasögon eller annan huvudmonterad utrustning. Istället kan med fördel en remote eye-tracker placeras under datorskärmen. Med denna teknik blir datainsamlingen gällande ögonrörelserna både mer exakt och mindre distraherande för deltagaren.

Datainsamling vid datoriserade precisionsuppgifter har också fördelen att den möjliggör registrering av mer exakta värden gällande kinetiken (närmare bestämt reaktionstid, början på musrörelse och musklick). När mätvärden för kinetiken beräknas vid studier på andra sporter sker det ofta genom att försöksdeltagare filmas, varpå deras rörelser granskas och början av olika faser i rörelsen approximeras, vilket alltid medför ett visst mätfel (Vickers, 1996; Causer et al., 2010). Då denna studie erbjuder möjligheten att spela in muspekarens position och klick i 60Hz och dess position relativt måltavlan kan beräknas exakt, antas tillförlitligheten i data också vara högre jämfört med tidigare studier.

Avslutningsvis erbjuder en datoriserad datainsamling även möjligheten att under mycket kontrollerade former manipulera grad av arbetsminnesbelastning så att en eventuell ökning blir exakt lika stor för alla uppgifter och deltagare. Med ovan nämnda teori och tidigare forskning som utgångspunkt kommer aktuell studie därför att undersöka ifall tidigare forskningsfynd gällande visuell och kinetisk kontroll går att replikera på datoriserade precisionsuppgifter liknande dem vid fps-spel. Fördelarna med valt studieobjekt anses sammanfattningsvis vara flera.

Design. Studien har en kvantitativ ansats och utgörs av en experimentell 2x2 mixed modell design. Oberoende inomgruppsvariabler är utfallstyp (med nivåerna träff respektive miss) samt arbetsminnesbelastning (baseline respektive ökad).

Syfte

Det övergripande syftet med studien är att undersöka ifall tidigare forskningsfynd gällande visuell och kinetisk kontroll går att replikera på datoriserade precisionsuppgifter liknande dem som återfinns inom esport och fps-spel. Mer specifikt har studien följande syften: (1) Att undersöka ifall olika aspekter av visuell kontroll (Quiet Eye Onset, Quiet Eye Absolute och Quiet Eye Relative) vid datoriserade precisionsuppgifter skiljer sig åt med avseende på utfall respektive grad av arbetsminnesbelastning; (2) Att undersöka ifall det föreligger en interaktionseffekt mellan utfall och grad av arbetsminnesbelastning för olika aspekter av visuell kontroll (Quiet Eye Onset, Quiet Eye Absolute och Quiet Eye Relative) vid datoriserade

precisionsuppgifter; (3) Att undersöka ifall olika aspekter av kinetisk kontroll (musrörelsens början och muspekarens maxhastighet) vid datoriserade precisionsuppgifter skiljer sig åt med avseende på utfall respektive grad av arbetsminnesbelastning; (4) Att undersöka ifall det föreligger en interaktionseffekt mellan utfall och grad av arbetsminnesbelastning för olika aspekter av kinetisk kontroll (musrörelsens början och muspekarens maxhastighet) vid datoriserade precisionsuppgifter; (5) Att undersöka om prestation på datoriserade precisionsuppgifter (andel träffar) påverkas av ökad arbetsminnesbelastning.

Hypoteser

De forskningshypoteser som formulerats gällande huvudeffekter är baserade på ovan nämnda tidigare forskning. Forskningshypoteser gällande interaktionseffekter är formulerade i explorativt syfte.

Visuell kontroll. För de datoriserade precisionsuppgifterna som åsyftas i denna studie kan tre faser av musrörelsen identifieras: Musrörelsen början, musrörelse mot målobjektet samt musklick. I enlighet med tidigare forskning på gevärs- och pistolskytte (Causer et al., 2010; Wood et al., 2016), som beräknat mått på Quiet Eye relativt den tidpunkt utövaren trycker på avtryckaren, beräknas olika mått på Quiet Eye i denna studie relativt antingen musklicket eller måltavlans försvinnande. Anledningen till det sistnämnda är att definitionen av Quiet Eye utgår från att fixeringen befinner sig på målobjektet. Då måltavlorna i denna studie är ändliga, säger det sig självt att en fixering efter slutet på måltavlans durationstid inte längre befinner sig på måltavlan. Vid beräkningar bör alltså fixeringens duration anses sluta även när måltavlans duration upphör. Detta är särskilt relevant när det gäller de klick som klassas som missar. På basis av detta ämnades följande beroende variabler undersökas: Quiet Eye Onset, Quiet Eye Absolute och Quiet Eye Relative. Quiet Eye Onset definieras i detta fall som tiden (i ms) från att måltavlan dyker upp till att sista fixeringen på måltavlan innan musklicket eller måltavlans försvinnande inträffar. Quiet Eye Absolut definieras som längden (i ms) på denna sista fixering. Quiet Eye Relative definieras i sin tur som längden på denna sista fixering (i %) relativt hur lång tid måltavlan visas. Quiet Eye Relative inkluderas för att korrigera för variationer i reaktionstid för varje måltavla och person samt skillnader i måltavlornas durationstid mellan deltest 1 och 2. Hypotetiskt skulle en person A som tar lång tid på sig fram till att den klickar på måltavlan kanske också ha en lång sista fixering i absoluta mått. En person B som klickar snabbare skulle i jämförelse med person A ha en kortare absolut fixeringstid. Relativt tiden det tar från att

måltavlan visas till att musklicket inträffar skulle det dock kunna vara så att person B har en längre relativ fixeringstid jämfört med person A. Person B skulle kunna sägas nyttja en större andel av tiden fram till klicket till att fixera måltavlan med blicken. Då även tidigare studier valt att undersöka detta av samma anledning, anses måttet relevant att inkludera.

Quiet Eye Onset. H₁: För Quiet Eye Onset antas huvudeffekt för utfallstyp kunna observeras, med en senare onset för missar. H₂: För Quiet Eye Onset antas huvudeffekt för ökad arbetsminnesbelastning kunna observeras, med senare onset vid deltest 2. H₃: För Quiet Eye Onset antas en interaktionseffekt föreligga mellan utfall och arbetsminnesbelastning.

Quiet Eye Absolute. H₄: För Quiet Eye Absolute antas huvudeffekt för utfallstyp kunna observeras, med en kortare absolut duration för missar. H₅: För Quiet Eye Absolute antas huvudeffekt för ökad arbetsminnesbelastning kunna observeras, med kortare absolut duration vid deltest 2. H₆: För Quiet Eye Absolute antas en interaktionseffekt föreligga mellan utfall och arbetsminnesbelastning.

Quiet Eye Relative. H₇: För Quiet Eye Relative antas huvudeffekt för utfallstyp kunna observeras, med en kortare relativ duration för missar. H₈: För Quiet Eye Relative antas huvudeffekt för ökad arbetsminnesbelastning kunna observeras, med kortare relativ duration vid deltest 2. H₉: För Quiet Eye Relative antas en interaktionseffekt föreligga mellan utfall och arbetsminnesbelastning.

Kinetisk kontroll. De datoriserade precisionsuppgifterna i aktuell studie är av karaktären att utföraren måste reagera och utföra rörelsen så snabbt och precist som möjligt. Då forskare i studier på liknande uppgifter (Causer et al., 2010) också undersökt olika aspekter av kinetik anses det angeläget att inkludera följande beroende variabler: Musrörelsens början samt muspekarens maxhastighet. Musrörelsens början definieras som tiden (i ms) från att måltavlan visas till att musrörelsen mot måltavlan initieras. Muspekarens maxhastighet definieras som den maxhastighet som muspekaren har (i °/sekund) från att måltavlan visas till musklick eller att den försvinner. Undersökande av dessa variabler ger förhoppningsvis en fingervisning om vilken typ av kinetisk aktivering som är optimal vid denna typ av uppgifter.

Musrörelsens början. H₁₀: För musrörelsens början antas huvudeffekt för utfallstyp kunna observeras, med en längre tid innan musrörelsens början för missar. H₁₁: För musrörelsens början antas huvudeffekt för ökad arbetsminnesbelastning kunna observeras, med en längre tid innan musrörelsens början vid deltest 2. H₁₂: För musrörelsens början antas en interaktionseffekt föreligga mellan utfall och arbetsminnesbelastning.

Muspekarens maxhastighet. H₁₃: För muspekarens maxhastighet antas huvudeffekt för utfallstyp kunna observeras, med en högre maxhastighet för missar. H₁₄: För muspekarens maxhastighet antas huvudeffekt för ökad arbetsminnesbelastning kunna observeras, med en högre maxhastighet vid deltest 2. H₁₅: För muspekarens maxhastighet antas en interaktionseffekt föreligga mellan utfall och arbetsminnesbelastning.

Prestation. En jämförelse av andelen träffar mellan deltest 1 och deltest 2 bedöms vara intressant för att se hur ökad arbetsminnesbelastning påverkar utfallet på de datoriserade precisionsuppgifterna. Detta antas, utöver variationer i visuell och kinetisk kontroll, också utgöra ett indirekt mått på en ökad arbetsminnesbelastning i deltest 2 jämfört med deltest 1.

Andel träffar. H₁₆: Andelen träffar är signifikant lägre på deltest 2 jämfört med deltest 1.

Metod

Deltagare

På basis av att fps-genrens utövare företrädesvis är unga män (EEDAR, 2018) sattes inklusionskriterierna för studien till att gälla män i åldern 18-30 år med normal eller korrigerad-till-normal syn (användande av glasögon eller linser). Initialt ämnades även skillnader på basis av expertisnivå studeras. Personer som spelade mer än 5 timmar fps-spel i månaden definierades som vana utövare och personer som spelade mindre än 5 timmar i månaden definierades som ovana utövare. Efter att rekrytering och datainsamling avslutats visade det sig dock att antalet deltagare i respektive grupp var relativt lågt och att flera deltagare själva påpekade svårigheten i att definiera sig som antingen van eller ovan utövare enbart på basis av speltid per månad. Av dessa anledningar slogs grupperna slutligen samman.

23 personer fullföljde datainsamlingen, varav 16 gick vidare till slutlig dataanalys. Samtliga var män mellan 18-30 år, vilket överensstämde med inklusionskriterierna för studien. Ingen distinktion gjordes för hänthet eller vana vid musarbete och försöksdeltagarna fick placera musen på det sätt som var bekvämast för dem. Efter slutförd datainsamling analyserades antalet träffar och missar för varje deltagare och deltest. 5 deltagare uppnådde inte minimikravet på minst 10 träffar per deltest och 1 deltagare uppnådde inte minimikravet på minst 10 missar per deltest och uteslöts därför från vidare analys medan resterande 17 gick vidare. Det fanns två skäl till dessa minimikrav. För det första erbjöd tidsramarna för studien inte möjlighet att analysera samtliga 2 944 måltavlor för de 23 deltagarna då en stor del av databearbetningen och sammanställningen var tvungen att göras semi-manuellt, vilket var mycket tidskrävande. För det andra innebar minimikraven att de data som skulle gå vidare till analys skulle komma från en grupp som, med avseende på prestation, var någorlunda homogen. Outliers, sådana som antingen träffade extremt många eller extremt få måltavlor, sorterades därmed bort. Då en av förutsättningarna för de kommande statistiska analyserna var avsaknad av outliers i datan, ansågs detta förfarande fördelaktigt. Ytterligare en deltagare kom i ett senare skede också att uteslutas från vidare analys då dennes data uppvisade vissa anomalier. Det visade sig att första ögonfixeringen vid objektet skedde ungefär samtidigt som klicket, det vill säga långt senare än när den första ögonfixeringen i normala fall inträffar. Denna avvikelse bedömdes så pass signifikant att komplikationer med mätutrustningen eller något led av datalagringen antogs ligga

bakom. Detta omöjliggjorde beräkningar på ovan nämnda mått av visuell kontroll. Deltagaren betraktades därmed som en outlier och uteslöts från vidare analys.

Urval och rekrytering

Studien annonserades på tre olika sätt. Ett mejl med övergripande information om studien skickades ut till samtliga studenter på psykologprogrammet vid Lunds universitet. Via gemensamma kontakter till uppsatsförfattarna skickades ett liknande meddelande ut till medlemmarna i en lokal ideell förening som sysslade med esport. Slutligen sattes affischer upp på anslagstavlor runtom på Lunds universitets campusområde.

Då det snabbt framgick att få (endast 1) deltagare dök upp på grund av annonseringen uppstod ett behov av att rekrytera försökspersoner på annat sätt. Under de fyra tillfällen som laboratoriet var bokat för datainsamling turades därför uppsatsförfattarna om att tillfråga personer i entrén och kafeterian på Språk- och Litteraturcentrum vid Lunds universitet. Syftet med studien och tillvägagångssättet presenterades kort och informationsformuläret (Appendix A) delades ut. De personer som var intresserade fick sedan följa med till laboratoriet, där de i lugn och ro kunde läsa igenom informationsformuläret utanför datorsalen och sedan ge sitt skriftliga medgivande (Appendix B) till att delta.

Instrument

Programvara. I linje med studiens syfte att undersöka mått på visuell och kinetisk kontroll vid varierad arbetsminnesbelastning uppstod ett behov av att skapa ett experiment som under kontrollerade former erbjöd möjlighet att bryta ner och undersöka isolerade delar av den typ av datoriserade precisionsuppgifter som är karakteristiska för fps-spel, närmare bestämt sådana av typen "sikta-och-skjut". För detta ändamål användes programvaran PsychoPy (Peirce, J.W. 2007 & 2009), senaste stabila versionen 1.90.1. PsychoPy är skriven i Python, baseras på öppen källkod och är gratis att använda.

Peirce (2009) nämner bland annat två begränsningar som skulle kunna inverka på prestandan när experiment körs i PsychoPy. Om stora mängder stimuli presenteras på samma gång kan skärmens uppdateringsfrekvens sjunka påtagligt (givet att grafikminnet är underdimensionerat uppgiften), vilket är förenat med mätfel och att objekt förefaller röra sig hackigt på skärmen. I fall som detta, då högst 2 enklare stimuli åt gången skulle visas, bedömdes denna risk som obefintlig. Data från loggfilerna visade sedermera också att

uppdateringsfrekvensen i snitt legat på 59,9 Hz genomgående under samtliga datainsamlingstillfällena, vilket är optimalt givet de skärmar som använts. Den andra begränsningen ligger enligt Peirce (2009) i just datorskärmarnas högsta möjliga uppdateringsfrekvens. Ju högre uppdateringsfrekvens, ju mer precis presentation av stimuli såväl som mätningar.

Datoriserade precisionsuppgifter. De datoriserade precisionsuppgifter som åsyftas i denna studie är sådana av typen sikta-och-klicka som är vanligt förekommande vid esport och fps-spel. De definieras av att: (1) målobjektet dyker upp plötsligt på en slumpvis utvald plats och ingen förberedelsestid ges till att sikta in sig, (2) ögonfixeringen och musrörelse därmed behöver ske relativt snabbt, (3) målobjektet är stationärt och inte rörligt, (4) målobjektet visas under en relativt kort tid och försvinner sedan (durationstiden är ändlig). Uppgifterna skiljer sig därmed från liknande uppgifter i tidigare studier, där målobjekten ofta är synliga från början (och därmed har en oändlig durationstid). I denna studie innebär uppgifterna att deltagarna utan förberedelsestid skulle sikta och klicka på måltavlor som dök upp slumpmässigt på samma avstånd från mitten.

Skärmar. Datorskärmarna som användes under experimentet var av märket EIZO FlexScan EV2451, hade en upplösning på 1920x1080 pixlar, dimensionerna 52.8 × 29.7 cm, bildförhållande 16:9 och en uppdateringsfrekvens på 60 Hz. Deltagarna placerades cirka 63 cm från skärmen (det optimala avståndet för registrering av data) och fick luta huvudet mot ett hak- och huvudstöd. Syftet med stödet var att avståndet från ögonen till skärmen skulle hållas någorlunda konstant och att huvudet skulle vara någorlunda stilla under datainsamlingen så att tillförlitligheten i mätdata skulle bli så hög som möjligt.

Ögonrörelser. För inspelning av ögonrörelser användes en eye-tracker av märket Tobii Pro Spectrum (<https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum>), firmware version 1.7.6. Utrustningen har tack vare dubbla kameror kapacitet att spela in ögonrörelser och pupillstorlek med mycket hög precision och i hög hastighet (max 1200 Hz). Inspelningsfrekvensen sattes till 300 Hz med hänsyn till hanterbarhet av datafilerna. Utrustningen synkroniserades för att kunna starta och avslutas samtidigt som experimentet i PsychoPy.

Etik

All forskning som avser studier på människor är enligt lag skyldig att prövas av Etiknämnd (SFS 2008:192). Undantaget från detta är sådan forskning som inte rör insamlandet av

personuppgifter som kan anses vara av känslig natur. Denna studie syftade till att samla in avidentifierad data om ögonrörelser och musrörelser samt data över prestation på de uppgifter som ingick i experimentet. Dessa uppgifter var inte av känslig natur och kunde inte heller i efterhand knytas till enskild individs namn. Såväl analys som presentation av dessa resultat skedde anonymt och på gruppnivå. Eye-tracking är vidare en icke-invasiv metod som är helt ofarlig för deltagarna. Av dessa skäl bedömdes studien i sig inte vara etikprövningspliktig enligt lag, varför någon sådan inte heller genomfördes.

Samtliga av studiens deltagare informerades på förhand om att deltagande i studien var frivilligt och kunde avbrytas när som helst utan att behöva ange skäl och utan negativa konsekvenser. Då 22 utav de 23 deltagare som skulle komma att slutföra datainsamlingen tillfrågades på plats ansågs det särskilt viktigt att tillse att det fanns tid för dem att i lugn och ro läsa igenom det informationsformulär som skapats (Appendix A) och ge utrymme för att besvara eventuella frågor och funderingar. En blankett för medgivande delades också ut (Appendix B) och samtliga deltagare fick skriva under och lämna sitt skriftliga medgivande till att delta i studien.

Procedur

Datainsamlingen ägde rum i Humanistlaboratoriet på Språk och Litteraturcentrum vid Lunds universitet. Ibland skedde datainsamlingen med en deltagare åt gången, ibland med flera samtidigt, dock som högst med 3 personer samtidigt för att undvika distraktionseffekter. För att förutsättningarna för varje deltagare skulle vara så lika som möjligt skapades en halvstrukturerad testledarmanual (Appendix C) med några enklare övergripande instruktioner som uppsatsförfattarna följde i rollen som testledare.

Varje deltagare placerades framför en uppsättning av den utrustning som tidigare beskrivits. Deltagarna uppmanades sedan placera huvudet på ett hak- och huvudstöd (beskrivet under *Skärmar*), varpå bordshöjd och stödets höjd justerades för att vara så bekväm som möjligt. Först skedde en kalibrering av mätutrustningen för varje enskild deltagare. Programmet som skrivits för kalibreringen (Nyström, u.å.) var konstruerat så att deltagaren först fick titta på 5 punkter på skärmen för kalibrering och sedan ytterligare 4 punkter för validering av kalibreringen. Gränsvärden vid validering för vad som ansågs vara en acceptabel kalibrering anges i Tabell 1. I de fall gränsvärdena överskreds, genomgick deltagaren en ny kalibrering, fram

till att acceptabla gränsvärden uppnåts. För samtliga 23 deltagare uppnåddes acceptabla gränsvärden för kalibrering innan testet startade och oftast räckte det med en kalibrering.

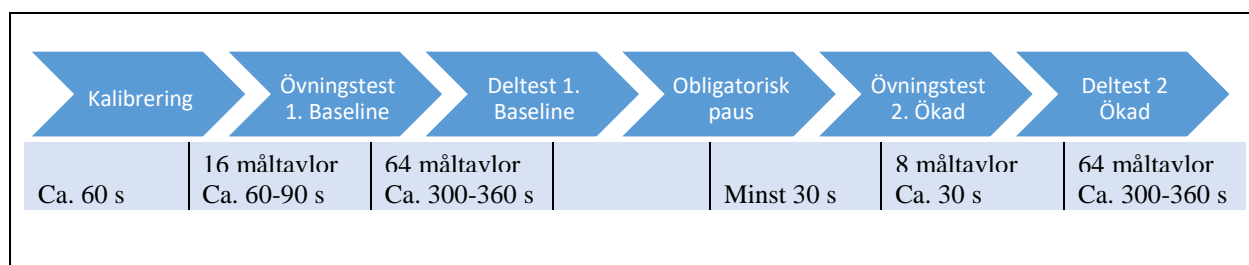
Tabell 1

Gränsvärden vid kalibrering av eye-trackern under studien

Variabel	Noggrannhet, höger öga	Noggrannhet, vänster öga	Brus, höger öga	Brus, vänster öga
Acceptabelt gränsvärde	≤1.00	≤1.00	≤0.10	≤0.10

Notera. Noggrannhet = Avstånd från visuell punkt till mätt eye-tracker data för deltagare som ombetts att titta på den visuella punkten, Brus = Roten av kvadrerat medelvärde för vinkelavståndet mellan efterföljande stickprov.

Därefter påbörjades testet. Varje deltagare uppmanades att följa instruktionerna på skärmen och när som helst be om hjälp ifall någonting verkade oklart. Samtliga uppmanades också att göra sitt bästa och inte misströsta ifall uppgifterna var svåra då detta var helt i sin ordning. Testet var uppdelat i två deltest som i sin tur föregicks av vars ett övningstest (Figur 1). Under respektive övningstest gavs deltagaren möjlighet att bekanta sig med det kommande deltestet utan att data samlades in. I mitten av testet fanns en obligatorisk paus på minst 30 sekunder inlagd, där deltagaren gavs möjlighet att sträcka på sig och vila efter behov. Syftet med denna paus var att minska eventuella uttrötningseffekter som (enligt uppsatsförfattarnas egna väl beprövade erfarenhet) antogs kunna uppstå efter att ha behövt koncentrera sig under hela deltest 1. Varje deltest tog i genomsnitt runt 5-6 minuter. Hela testet (inklusive kalibrering, samtliga övnings- och deltest samt obligatorisk paus) tog i genomsnitt runt 12-16 minuter per deltagare.



Figur 1. Testet visualiserat i kronologisk tidsordning

Deltest 1 var som tidigare nämnts ämnat att fungera som baslinjemätning i relation till deltest 2 med avseende på arbetsminnesbelastning, samtidigt som det skulle efterlikna en avskalad version av den typen av datoriserade precisionsuppgifter som är vanligt förekommande i fps-spel. Deltest 1 kom därför att bestå av en serie av 64 vita måltavlor mot en svart bakgrund där uppgiften bestod i att med hjälp av muspekaren sikta och klicka (skjuta) ner dem så snabbt och träffsäkert som möjligt. I instruktionerna uppmanades deltagaren också att alltid försöka klicka, även om det upplevdes som svårt och gick snabbt. Deltagaren började med muspekaren i mitten av skärmen och uppmanades att klicka på ett vitt hårkors för att nästa måltavla skulle dyka upp. Efter att ha klickat på hårkoret skedde först en fördröjning som varierade mellan 500-2000 ms. Därefter dök en vit måltavla upp slumpmässigt någonstans på skärmen. Måltavlans storlek ($0,65^\circ$ i diameter) och durationtid (860 ms) var alltid konstant, likaså avståndet till mitten (12°). Efter att deltagaren klickat på måltavlan, missat den eller inte hunnit klicka alls, dök det vita hårkoret upp i mitten igen och nästa måltavla var redo att klickas fram.

Deltest 2 var ämnat att likna deltest 1 i så många avseenden som möjligt bortsett en ökad grad av arbetsminnesbelastning. Huvuddragen var således desamma som i deltest 1 - uppgiften bestod i att så snabbt och så träffsäkert som möjligt skjuta ner en måltavla på datorskärmen med hjälp av musen. Den stora skillnaden bestod i att det denna gång dök upp en blå och en röd måltavla som deltagaren var tvungen att diskriminera mellan. Diskrimineringen skedde på basis av en reverse-Stroop betingelse. Efter att ha klickat på det vita hårkoret i mitten presenterades antingen ordet "Blå" eller "Röd" i 1000 ms i mitten av skärmen. Dessa ord var i sin tur skrivna antingen i blå eller röd färg. Deltagaren uppmanades att ignorera den färg ordet var skrivet i och istället lägga själva ordet på minnet, för att sedan skjuta på den måltavla som överensstämde med ordet. Efter att ordet presenterats skedde en fördröjning på 500 ms, varpå måltavlorna sedan dök upp. De blå och röda måltavlorna i deltest 2 liknade de vita i deltest 1 såtillvida att diametern ($0,65^\circ$) och avståndet till mitten (12°) alltid var lika. Däremot var durationstiden på måltavlorna i deltest 2 marginellt längre (totalt 910 ms).

Fortlöpande under experimentet registrerades deltagarnas ögonrörelser, musrörelser och interaktion med testet. Efter att deltagarna blivit klara gavs utrymme för dem att ställa ytterligare frågor och ge allmän återkoppling på testet. Därefter bjöds de på kaffe och kaka som tack för sin medverkan.

Statistisk analys

16 av 23 deltagare gick vidare till slutlig dataanalys. Tio missar och träffar per deltagare och deltest (totalt 40 måltavlor per deltagare) valdes ut med hjälp av en slumpgenerator. Avsikten med slumpgeneratoren var att undvika selektionsbias samt inverkan av eventuella uttrötningseffekter (som till exempel att klickerna i slutet av varje deltest kanske systematiskt skilde sig åt från klickerna i början av deltestet). Totalt innebar detta att 640 måltavlor analyserades per beroende variabel, bortsett prestation (andel träffar).

Därefter behövde rådata gällande varje deltagares ögonrörelser analyseras för att fastställa var och när i relation till måltavlorna i experimentet som fixeringar ägt rum. För detta användes en algoritm utvecklad av Hessels, Niehorster, Kemner, och Hooge (2016) vid namn *Identification by 2-means clustering* ("I2MC", 2018). Inför dataanalysen justerades parametrar gällande avstånd till skärmen, dimensioner på skärmen samt inspelningsfrekvens för att överensstämja med förutsättningarna för experimentet och utrustningen. I övrigt ändrades inga parametrar eller inställningar i algoritmen.

Algoritmen (Hessels et. al, 2016) är en av flera olika automatiserade analysmetoder för eye-tracker-data och är i korthet skapad för att klara av att detektera fixeringar med blicken från försökspersoner där dålig datakvalitet med mycket brus och perioder av dataförluster kan förekomma, vilket ofta är fallet med exempelvis spädbarn och äldre barn. Det faktum att deltagarna i denna studie var vuxna innebar inget hinder för användningen av denna algoritm, snarare gav det ännu bättre förutsättningar för stabil datainsamling och valida detekteringar.

Efter att fixeringarnas spatiotemporala karakteristika fastställts för samtliga deltagare skapades egna algoritmer för att sortera ut sådana fixeringar som överensstämde med den tidigare nämnda definitionen av Quiet Eye i förhållande till de måltavlor som valts ut. Sådana fixeringar som var inom 3° från mittpunkten av måltavlan och varade i minst 100 ms. relativt musklicket eller måltavlans försvinnande, identifierades. Därefter skapades egna algoritmer för beräkning av mått på Quiet Eye Onset, Quiet Eye Absolute och Quiet Eye Relative för samtliga utvalda måltavlor.

Utifrån insamlad data över musrörelser för varje deltagare skapades också algoritmer för beräkning av mått på musrörelsens början och muspekarens maxhastighet. Slutligen beräknades värden för prestation, mätt i andelen träffar per person och deltest. För denna beroende variabel genererades 16 medelvärden per deltest.

För statistiska analyser användes Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 25. För samtliga beroende variabler bortsett prestation gjordes 2x2 tvåvägs ANOVA för upprepade mätningar. Förutsättningarna för dessa analyser visade sig vara uppfyllda. Båda oberoende variabler (utfallstyp och deltest) var inomgruppsvariabler. Data befann sig på en kvotskala och saknade outliers. Okulära besiktningar indikerade att data var normalfördelad i samtliga fall förutom gällande muspekarens maxhastighet. En logaritmisk transformation av datan genomfördes då, varpå den transformerade datan utifrån en okulär besiktning visade sig vara normalfördelad. Gränsvärdet för signifikans sattes till $p < 0,05$. Effektstorlekar beräknades och angavs i η^2 .

Avseende prestation gjordes t-test för upprepade mätningar. Förutsättningarna för denna analys visade sig vara uppfyllda. Den oberoende variabeln deltest var en inomgruppsvariabel. Data befann sig på kvotskala, saknade outliers och visade sig vara normalfördelade utifrån resultat på Shapiro-Wilks test ($p = 0,976$ respektive $p = 0,369$). Gränsvärdet för signifikans sattes till $p < 0,05$.

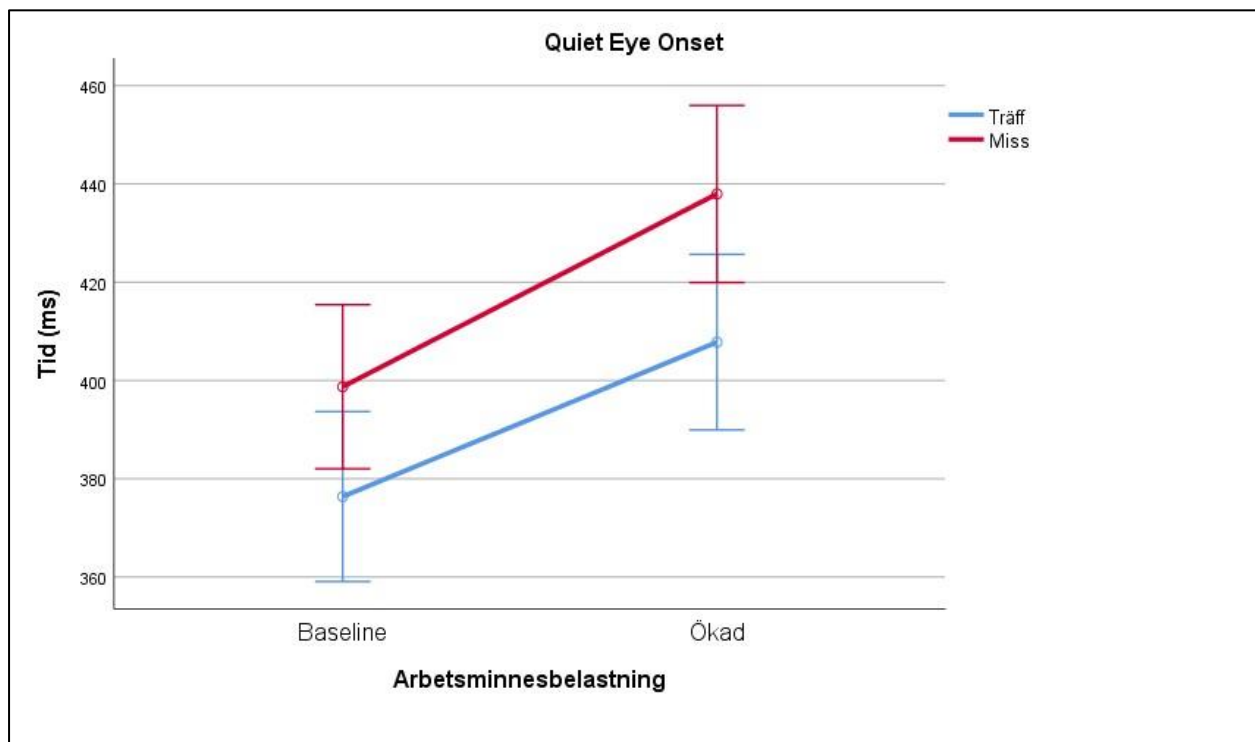
Resultat

Nedan följer en presentation av resultaten av de statistiska beräkningar som gjorts för varje beroende variabel.

Visuell kontroll

Quiet Eye Onset. Resultatet visade att medelvärdet på Quiet Eye Onset vid baseline arbetsminnesbelastning var 376 ms (SD = 111 ms) för träffar och 399 ms (SD = 107 ms) för missar (Figur 2). Vid ökad arbetsminnesbelastning var medelvärdet på Quiet Eye Onset 408 (SD = 114 ms) för träffar och 438 ms (SD = 115 ms) för missar.

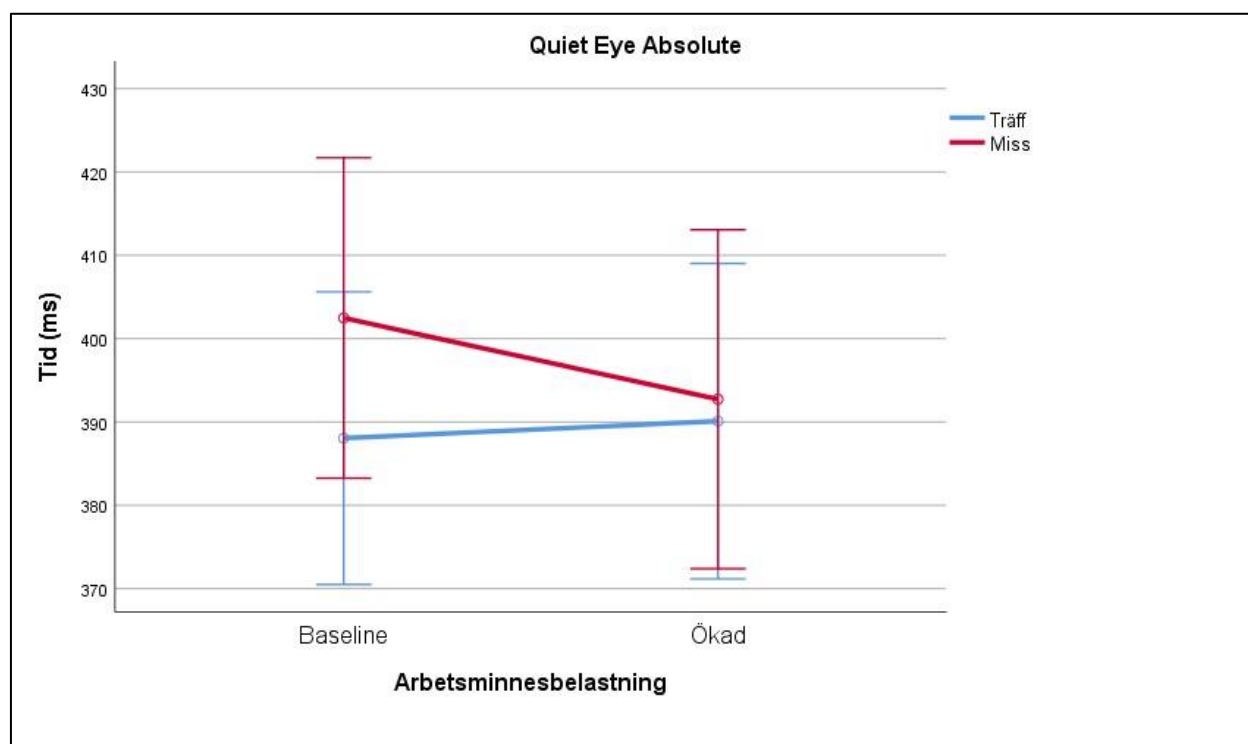
Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på Quiet Eye Onset. Det visade sig däremot finnas en signifikant huvudeffekt för både arbetsminnesbelastning ($F(1, 159) = 15,127, p < 0,001, \eta^2 = 0,087$) och utfall ($F(1, 159) = 8,925, p = 0,003, \eta^2 = 0,053$) på Quiet Eye Onset.



Figur 2. Skillnader i Quiet Eye Onset (ms) med avseende på utfall och arbetsminnesbelastning

Quiet Eye Absolute. Resultatet visade att medelvärdet på Quiet Eye Absolute vid baseline arbetsminnesbelastning var 388 ms (SD = 112 ms) för träffar och 402 ms (SD = 123 ms) för missar (Figur 3). Vid ökad arbetsminnesbelastning var medelvärdet på Quiet Eye Absolute 390 ms (SD = 121 ms) för träffar och 393 ms (SD = 130 ms) för missar.

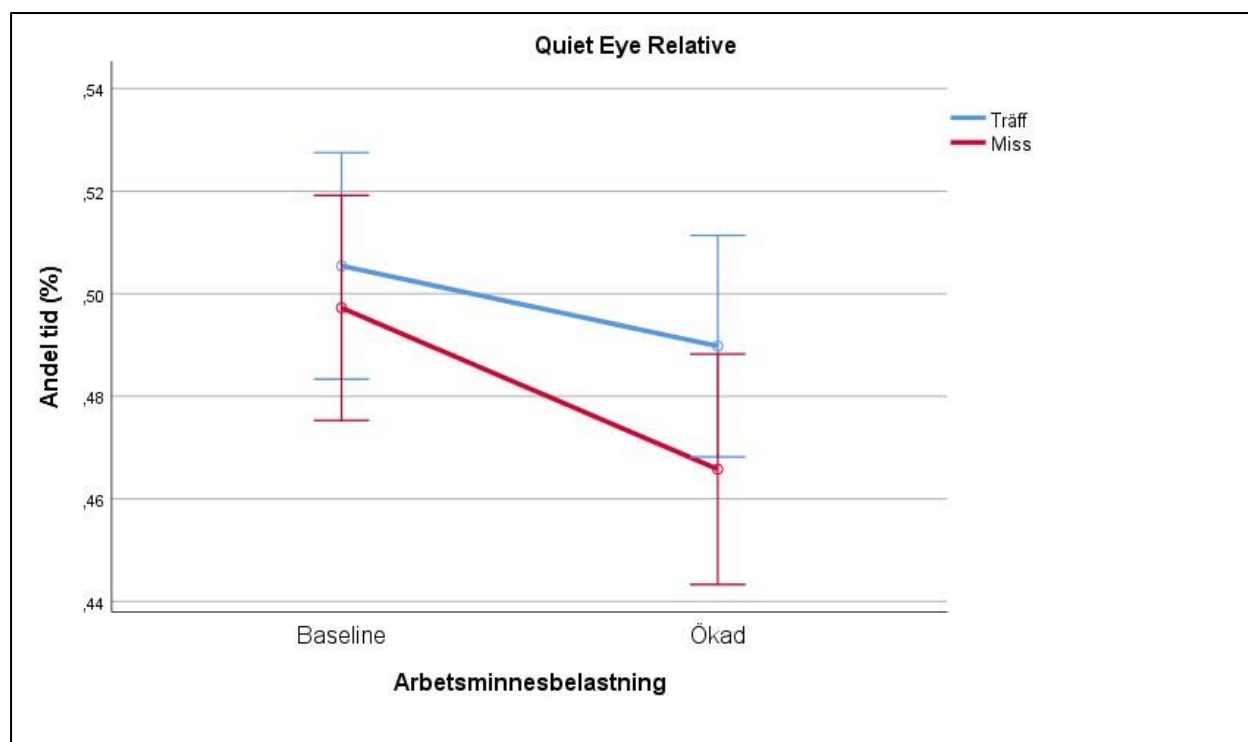
Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på Quiet Eye Absolute. Det visade sig inte heller finnas någon signifikant huvudeffekt för varken arbetsminnesbelastning eller utfall på Quiet Eye Absolute.



Figur 3. Skillnader i Quiet Eye Absolute (ms) med avseende på utfall och arbetsminnesbelastning

Quiet Eye Relative. Resultatet visade att medelvärdet på Quiet Eye Absolute vid baseline arbetsminnesbelastning var 50,54% (SD = 14,14%) för träffar och 49,72% (SD = 14,05%) för missar (Figur 4). Vid ökad arbetsminnesbelastning var medelvärdet på Quiet Eye Relative 48,98% (SD = 13,83%) för träffar och 46,58% (SD = 14,39%) för missar.

Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på Quiet Eye Relative. Det visade sig dock finnas en signifikant huvudeffekt för arbetsminnesbelastning ($F(1, 159) = 4,622, p = 0,033, \eta^2 = 0,028$) på Quiet Eye Relative. Slutligen visade resultatet ingen signifikant huvudeffekt för utfall på Quiet Eye Relative.

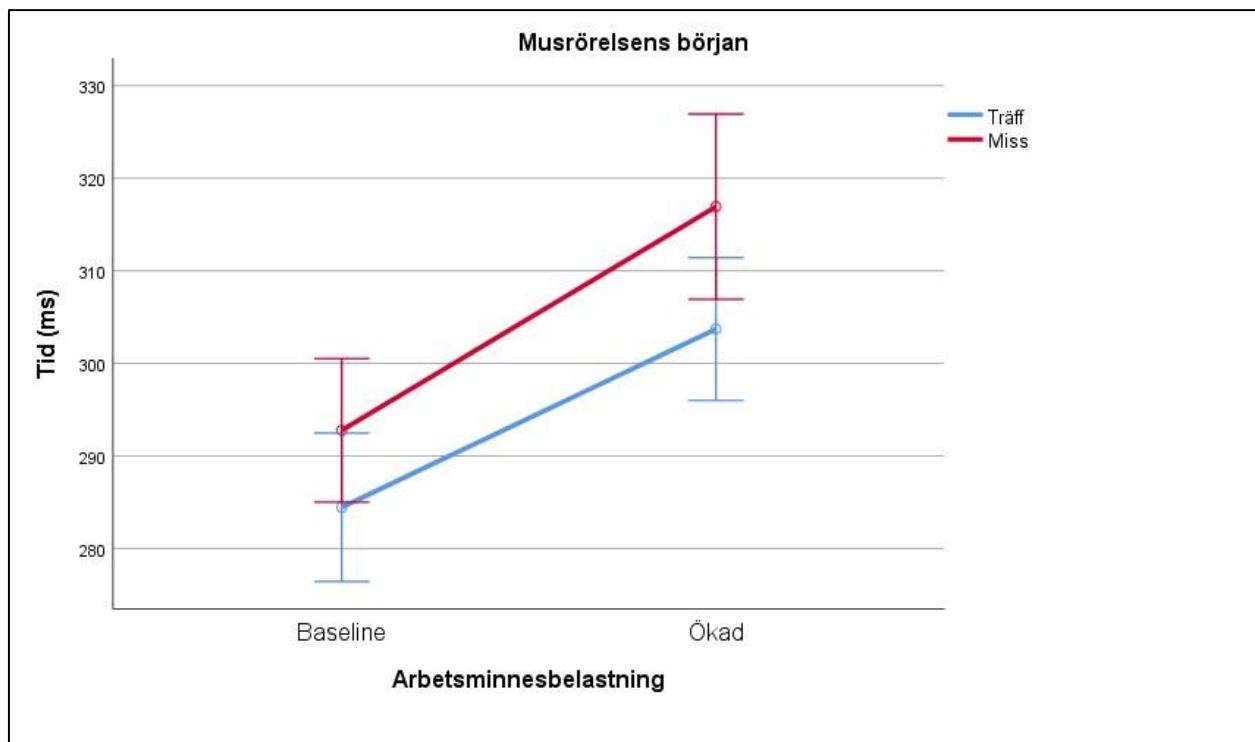


Figur 4. Skillnader i Quiet Eye Relative (%) med avseende på utfall och arbetsminnesbelastning

Kinetisk kontroll

Musrörelsens början. Resultatet visade att medelvärdet på tiden till musrörelsens början vid baseline arbetsminnesbelastning var 284 ms (SD = 51 ms) för träffar och 293 ms (SD = 50 ms) för missar (Figur 5). Vid ökad arbetsminnesbelastning var medelvärdet på tiden till musrörelsens början 304 ms (SD = 49 ms) för träffar och 317 ms (SD = 64 ms) för missar.

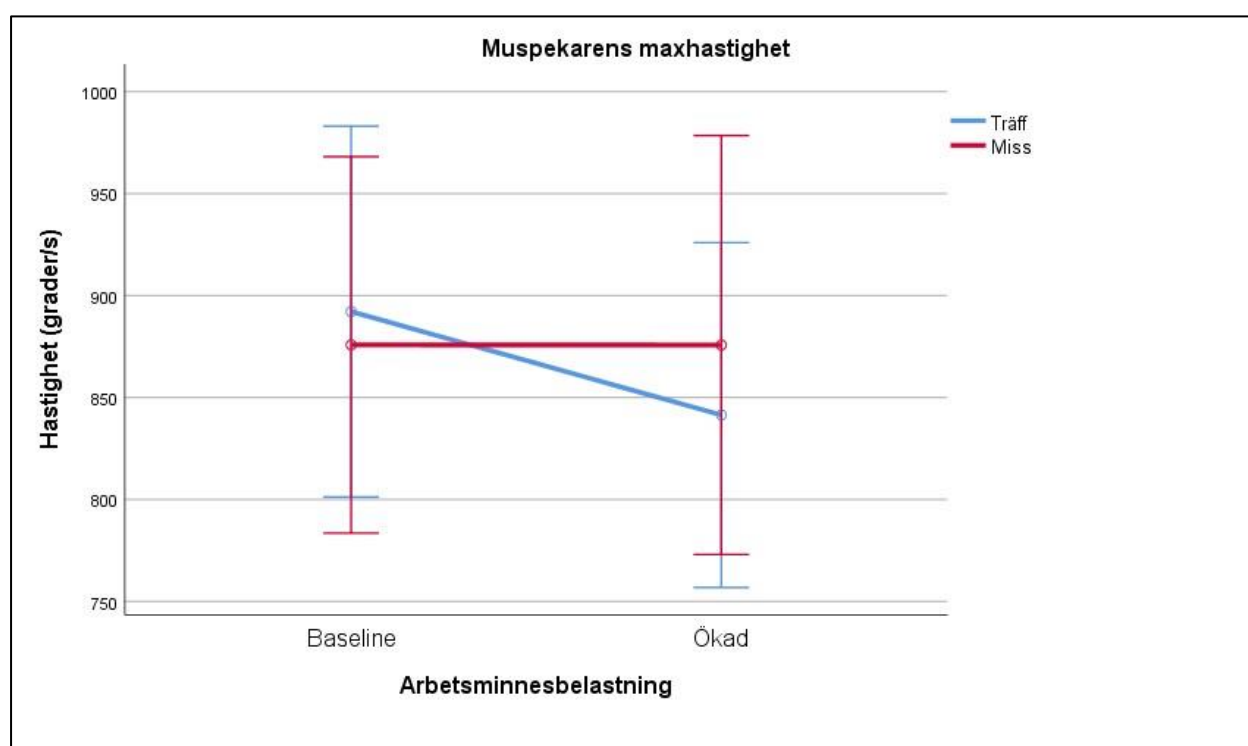
Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på tiden till musrörelsens början. Det visade sig dock finnas en signifikant huvudeffekt både för arbetsminnesbelastning ($F(1, 159) = 31,354, p < 0,001, \eta^2 = 0,165$) och utfall ($F(1, 159) = 8,742, p = 0,004, \eta^2 = 0,052$) på tiden till musrörelsens början.



Figur 5. Skillnader i tid till musrörelsens början (ms) med avseende på utfall och arbetsminnesbelastning

Muspekarens maxhastighet. Resultatet visade att medelvärdet på muspekarens maxhastighet vid baseline arbetsminnesbelastning var $892^{\circ}/s$ ($SD = 582^{\circ}/s$) för träffar och $876^{\circ}/s$ ($SD = 591^{\circ}/s$) för missar (Figur 6). Vid ökad arbetsminnesbelastning var medelvärdet på muspekarens maxhastighet $841^{\circ}/s$ ($SD = 541^{\circ}/s$) för träffar och $876^{\circ}/s$ ($SD = 658^{\circ}/s$) för missar.

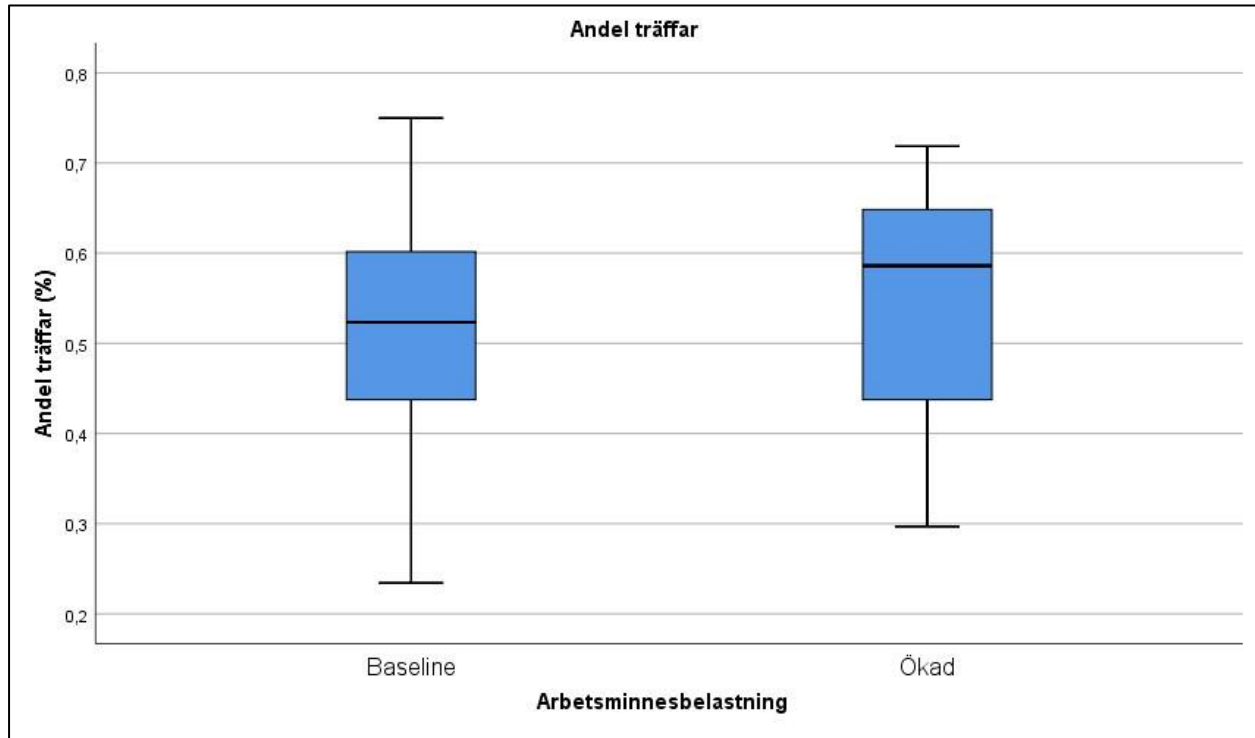
Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på muspekarens maxhastighet. Det visade sig inte heller finnas någon signifikant huvudeffekt för varken arbetsminnesbelastning eller utfall på muspekarens maxhastighet.



Figur 6. Skillnader i muspekarens maxhastighet ($^{\circ}/s$) med avseende på utfall och arbetsminnesbelastning

Prestation

Andel träffar. T-test för upprepade mätningar gjordes för att jämföra andelen träffar vid baseline arbetsminnesbelastning och ökad arbetsminnesbelastning. Inga signifikanta skillnader i andelen träffar vid baseline arbetsminnesbelastning ($m = 0,510$, $SD = 0,130$) och ökad arbetsminnesbelastning ($m = 0,556$, $SD = 0,127$) visades ($t(16) = -1,939$, $p = 0,072$), (Figur 7).



Figur 7. Skillnader i andelen träffar (%) vid baseline jämfört med ökad arbetsminnesbelastning

Diskussion

Denna studie har undersökt mått på deltagarnas visuella och kinetiska kontroll på uppgifter som gått ut på att klicka på måltavlor som dyker upp på en datorskärm. Det övergripande syftet var att undersöka ifall tidigare forskningsfynd gällande visuell och kinetisk kontroll inom sport gick att replikera på datoriserade precisionsuppgifter liknande dem som återfinns inom esport och fps-spel. Resultatet visar att det vid träffar sker en tidigare början av sista blickfixeringen (Quiet Eye Onset) och tidigare initierad rörelse av muspekaren i jämförelse med missar. Resultatet visar också att ökad arbetsminnesbelastning försenar Quiet Eye Onset och initierad rörelse av muspekaren. Vidare visar resultatet att ökad arbetsminnesbelastning reducerar den relativa durationen av sista blickfixeringen (Quiet Eye Relative). Det finns dock ingen skillnad på Quiet Eye Relative mellan träffar och missar. För samtliga av de mått på visuell och kinetisk kontroll som undersöktes fanns inga interaktionseffekter mellan utfallstyp och arbetsminnesbelastning. Slutligen visar resultatet att ökad arbetsminnesbelastning inte har påverkat prestationen (andel träffar) signifikant på uppgifterna i denna studie. Det går att spekulera i att bidragande faktorer till uteblivna skillnader på några av de ovan nämnda beroende variablerna skulle kunna vara följande: för låg ökning i arbetsminnesbelastning mellan deltesten, att måltavlorna hade marginellt längre durationstid vid deltest 2 samt det låga antalet deltagare i studien som bidrar till att den troligen är underpowered. I vilken utsträckning varje enskild faktor bidrar till uteblivet resultat är svårt att uttala sig om och mer forskning krävs för att fastställa detta. Med detta sagt har emellertid flertalet av de tidigare forskningsfynden kunnat replikeras på uppgifterna i denna studie.

Visuell kontroll

Quiet Eye Onset. Resultatet indikerar att den sista blickfixeringen på måltavlan inträder signifikant senare vid högre arbetsminnesbelastning jämfört med vid baseline och att effektstorleken är medelstor. Detta är intressant då det tyder på att en ökning i de mentala operationer som uppsatsförfattarna antog att deltest 2 gav upphov till verkar ha givit utslag på ett observerbart fysiologiskt mått. Det ligger också i linje med tidigare forskning (Wood et. al, 2016) som visar att individer med lägre arbetsminneskapacitet har en senare Quiet Eye Onset på pistolskytteuppgifter med en liknande reverse-Stroop betingelse som i denna studie. Vad resultatet i denna studie bidrar med är en indikation på att arbetsminne som faktor vid dylika

studier inte nödvändigtvis behöver studeras som mellangrupsvariabel, där deltagare i en studie stratifieras utifrån arbetsminneskapacitet, utan att arbetsminne även går att undersöka som inomgruppsvariabel genom att manipulera belastningen mellan två olika betingelser.

Resultatet knyter också an till tidigare forskning (Campbell et al., 2018) som indikerar att tiden då Quiet Eye Onset inträffar vid liknande uppgifter är den mest kognitivt krävande eftersom pupillutvidningen då är som störst. Eftersom ökad arbetsminnesbelastning i aktuell studie verkar ha gett upphov till en senare Quiet Eye Onset, ger detta stöd till hypotesen att även skillnader i Quiet Eye Onset skulle kunna utgöra en indirekt indikator på variation i arbetsminnesbelastning. Mer specifikt skulle en senare onset i aktuell studie kunna bero på den proaktiva interferens (Jonides & Nee, 2006) som deltest 2 efter en stund ger upphov till. Även reverse-Stroop betingelsen, som liknar den i Wood et al.:s studie (2016), antas försena Quiet Eye Onset. En möjlig förklaring till detta är att både fonologiska looperna och visuospatiala ritblocket (Repovš & Baddeley, 2006) i ett första led belastas när deltagaren tvingas identifiera målordet och lägga det på minnet, samtidigt som bläcket ska ignoreras. I ett andra led sker troligtvis ytterligare belastning av dessa komponenter, då deltagaren på basis av målordet tvingas diskriminera mellan de två måltavlorna som dyker upp på skärmen. Det går att föreställa sig hur ytterligare pålagor som exempelvis distraherande irrelevant stimuli eller rörliga måltavlor skulle öka den kognitiva belastningen ännu mer och troligtvis också försena Quiet Eye Onset ytterligare.

Resultatet visar också att den sista blickfixeringen på måltavlan inträder signifikant tidigare vid träffar än vid missar och att denna effektstorlek är medelstor. Detta ligger i linje med tidigare forskningsresultat på olika typer av sport och precisionsuppgifter (Vickers, 1996; Causer et al., 2010; Wood et al., 2016). Skillnaden mellan flertalet tidigare studier och denna är att måltavlorna i aktuell studie dykt upp plötsligt och haft en ändlig durationstid samt att uppgifterna liknat dem vid esport. Det är därför intressant att notera att tidigare forskningsfynd står sig även på denna typ av uppgifter. Detta öppnar i sin tur också upp för framtida forskning kring specifika träningsmoduler för Quiet Eye inom esport, likt sådana som rapporterats i tidigare studier (Vickers, 2017; Vine et al., 2011; Wood & Wilson, 2011). Vidare forskning krävs dock för att utröna om sådana skulle vara gynnsamma inom detta sammanhang.

Slutligen konstateras att ingen interaktionseffekt mellan utfall och arbetsminnesbelastning står att finna. Detta undersöktes dock som tidigare nämnts enbart i ett mer utforskande syfte.

Quiet Eye Absolute. Resultatet indikerar att den sista blickfixeringens absoluta duration inte skiljer sig signifikant mellan baseline och ökad arbetsminnesbelastning, vilket antagits att den skulle göra på basis av tidigare forskning (Wood et. al, 2016). Denna uteblivna skillnad kan möjligen förklaras av att tavlans durationstid varierade mellan deltesten - 860 ms för deltest 1 jämfört med 910 ms för deltest 2. Deltagarna fick således marginellt längre tid på sig att fixera blicken på deltest 2 trots ökad arbetsminnesbelastning, vilket kan tänkas släcka ut en del effekt som den ökade arbetsminnesbelastningen hade på den sista fixeringens absoluta durationstid.

Uteblivna skillnader i Quiet Eye Absolute mellan baseline och ökad arbetsminnesbelastning skulle också kunna bero på att ökningen i arbetsminnesbelastning inte var tillräckligt stor för att påverka detta mått. Med tanke på att ökad arbetsminnesbelastning dock verkar ha försenat Quiet Eye Onset och att detta mått direkt bör påverka Quiet Eye Absolute, verkar det mer troligt att Quiet Eye Absolute som mått i sig har bristande validitet då det inte tar hänsyn till variationer i måltavlornas durationstid som olika klick ger upphov till. För att korrigera för detta beräknades dock även värden för Quiet Eye Relative, vilket diskuteras nedan.

Resultatet indikerar också att det inte finns någon signifikant skillnad i sista fixeringens absoluta durationstid mellan träffar och missar. Denna uteblivna skillnad skulle kunna förklaras av att tavlans durationstid, och därmed den slutgiltiga fixeringen, upphör vid musklicket. Deltagarnas sista blickfixering på måltavlan upphör således tidigare i de fall de klickar snabbare. Detta är ofta fallet vid träffar, varför den absoluta durationstiden för dessa skulle kunna bli något kortare än vid missar. Vid senare klick eller missar beräknas fixeringens durationstid ofta ända fram till att måltavlans durationstid löpt ut. Blickfixeringens absoluta durationstid riskerar därmed att ofta bli längre än vid träffarna. I en tidigare studie på lerduveskytte (Causer et al., 2010) hade forskarna inte ens räknat på Quiet Eye Absolute och endast inkluderat Quiet Eye Relative eftersom tavlans durationstid varierar beroende på hur snabbt försökspersonen reagerar. Då denna studie var den första i sitt slag med att titta på Quiet Eye vid datoriserade precisionsuppgifter behölls emellertid Quiet Eye Absolute för att säkert utröna om detta resonemang även var giltigt på denna typ av uppgifter. Således torde i detta fall måttet på den relativa durationen, som korrigerar för variation i måltavlornas durationstid och klicktid, utgöra ett mer relevant och rättvisande mått.

Slutligen indikerar resultatet att det inte heller finns någon signifikant interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på den sista blickfixeringens absoluta durationstid. Som tidigare nämnts undersöktes detta dock enbart i ett mer utforskande syfte.

Quiet Eye Relative. Resultatet indikerar att den sista blickfixeringens relativa duration är signifikant mindre vid ökad arbetsminnesbelastning och att effektstorleken är liten. Detta ligger i linje med ovanstående resonemang om tidigare forskning som visar att arbetsminneskapacitet påverkar durationen på den sista blickfixeringen (Wood et. al, 2016). Detta indikerar också att mått på den sista blickfixeringens relativa duration, snarare än den absoluta, är ett mer relevant och rättvisande mått då det som tidigare nämnts korrigerar för variation i måltavlornas duration vid olika klick och olika betingelser. Även för denna variabel har tidigare diskussion kring indirekta mått på ökad arbetsminnesbelastning bäring, och även här går det att spekulera i att en ännu större skillnad i arbetsminnesbelastning mellan deltesten hade kunnat resultera i en ännu större effekt.

Resultatet indikerar också att det inte finns någon signifikant skillnad på sista blickfixeringens relativa duration mellan träffar och missar, trots att måttet korrigerar för variation i måltavlornas durationstid och klicktid. Detta fynd står i motsats till tidigare forskning (Causer et al., 2010), som visat att träffar i regel är förenade med en längre Quiet Eye Relative än missar. En möjlig förklaring till den uteblivna skillnaden skulle kunna vara att studien har ett lågt antal deltagare och därmed är underpowered, vilket försvårar möjligheten att uppmäta signifikanta skillnader. En annan möjlig förklaring till utebliven effekt för utfallstyp skulle kunna vara att olika typer av missklick sammanblandats vid dataanalysen, vilket har att göra med sättet som uppgifterna är konstruerade på. Detta diskuteras utförligare nedan.

Slutligen kan det konstateras att det inte föreligger någon interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på den sista blickfixeringens relativa duration, vilket dock undersöktes i ett mer utforskande syfte.

Kinetisk kontroll

Musrörelsens början. Resultatet indikerar att en ökad arbetsminnesbelastning signifikant ökar tidsåtgången fram till att musrörelsen påbörjas och att effektstorleken är stor. Detta överensstämmer med tidigare nämnda prediktioner på basis av teori och tidigare forskning. Utifrån Baddeleys arbetsminnesmodell (Repovš & Baddeley, 2006) följer prediktionen att den

kinetiska aktiveringen i deltest 2 jämfört med deltest 1 bör föregås av fler mentala operationer med belastning på arbetsminnet och därmed försena rörelsen.

Resultatet indikerar också att tidsåtgången fram till musrörelsens början är signifikant kortare vid träffar jämfört med vid missar och att effektstorleken är medelstor. Tidigare nämnd forskning på lerduveskytte (Causer et al., 2010) har undersökt kinetiska faktorerens betydelse och funnit att träffar är förenade med lägre maxhastighet på gevärspipan jämfört med missar. Forskarnas slutsats i denna studie var att mindre ryckiga rörelser verkade fördelaktiga i sammanhanget. I aktuell studie verkar det dock som att en viss ryckighet premieras. Det går att spekulera i om en tidigare påbörjan av musrörelsen möjligtvis ger deltagaren längre tid att i slutskedet av precisionshandlingen, vid tidpunkten för Quiet Eye, fokusera måltavlan med blicken och finjustera muspekaren mot denna. Kanske är det alltså en fördelaktigare strategi att rycka iväg med muspekaren snarare än att vänta för länge, så länge man rycker åt rätt håll. Frågan som följer på detta blir då ifall det går att medvetet justera denna påbörjan av musrörelsen när det handlar om små marginaler på något tiotal millisekunder. Då musrörelsens början per definition föregår klicket i tid ligger det kanske nära till hands att tro att en senare påbörjad musrörelse i sig oftare leder till missar. Mer troligt är dock kanske att tidsåtgången fram till musrörelsens början är en mediator för en bakomliggande mental operation som föranlett den kinetiska aktiveringen. Huruvida denna operation är att betrakta som kognitiv, med basis i arbetsminnet (Repovš & Baddeley, 2006), eller neurologisk, med basis i ventrala och dorsala banan (Goodale, 2010), är en fråga om teoretisk preferens. Av intresse för professionella esportare torde dock frågan vara, ifall denna mentala operation går att medvetet träna upp för att initieringen av musrörelsen ska bli snabbare. För att svara på detta krävs dock vidare experimentell forskning.

Slutligen noteras att det inte finns någon interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på tidsåtgången fram till musrörelsens början, vilket dock undersökts i ett mer utforskande syfte.

Muspekarens maxhastighet. Resultatet indikerar att ökad arbetsminnesbelastning inte påverkar muspekarens maxhastighet signifikant på uppgifterna i aktuell studie. Detta, trots att musrörelsens början sker signifikant senare vid ökad arbetsminnesbelastning. Det ligger nära till hands att anta att en senare påbörjad musrörelse vid ökad arbetsminnesbelastning också borde innebära mindre tid att nå fram till måltavlan och därmed en högre maxhastighet för muspekaren. Så visar sig dock inte vara fallet. En tänkbar förklaring till detta kan vara marginellt längre

durationstid för måltavlorna i deltest 2. Då deltagarna i deltest 2 haft något längre tid på sig har de kanske heller inte behövt kompensera för den senare initieringen av musrörelsen och därmed kunnat bibehålla samma maxhastighet som vid deltest 1.

Resultatet indikerar också att det inte finns någon signifikant skillnad i muspekarens maxhastighet mellan träffar och missar. Detta står i motsats till tidigare nämnd forskning på lerduveskytte (Causer et al., 2010), där träffar visade sig vara förenade med lägre maxhastighet på gevärspipan jämfört med missar. Skillnader i uppgifternas natur skulle kunna vara en av anledningarna till detta. Målobjekten i lerduveskytte är rörliga, medan de i denna studie varit stationära. En annan möjlig anledning till utebliven skillnad i aktuell studie skulle kunna vara att det vid träffar sker både en tidigare initiering av musrörelsen och ett tidigare klick. Vid missar sker initieringen av musrörelsen visserligen senare men troligtvis så även klicket. Den totala tiden i rörelse kanske därför inte skiljer sig signifikant mellan träffar och missar, varför maxhastigheten inte skulle komma att göra det heller.

Ingen interaktionseffekt mellan arbetsminnesbelastning och utfall på muspekarens maxhastighet står heller att finna, vilket som tidigare nämnts undersökts enbart i utforskande syfte.

Slutligen bör nämnas att insamlad data över muspekarens maxhastighet inte visade sig vara normalfördelad. Detta skulle kunna förklaras av att musen var inställd på acceleration vid datainsamlingen. Accelerationsinställningen gör så att muspekaren vid en viss hastighet börjar accelerera vid musrörelse, istället för att hastigheten ökar och minskar i ett linjärt förhållande till musrörelsen. Det är fullt möjligt att värdena hade sett annorlunda ut om accelerationsinställningen inte varit aktiverad och att detta i sin tur hade gett upphov till andra resultat. Vidare forskning behövs dock för att utröna detta.

Prestation

Andelen träffar. Resultatet indikerar att andelen träffar inte signifikant skiljer sig åt mellan deltesten. Som tidigare nämnts är det möjligt att eventuell effekt som ökad arbetsminnesbelastning haft på de beroende variablerna på deltest 2 släckts ut av att måltavlornas durationstid var marginellt längre vid deltest 2. Detta antagande stärks av att andelen träffar var större vid ökad arbetsminnesbelastning (51,0 % mot 55,6%), även om denna skillnad inte var signifikant. Andra möjliga förklaringar till utebliven skillnad i prestation mellan deltesten skulle

återigen kunna vara att skillnaden i arbetsminnesbelastning mellan deltesten varit för liten samt att studien är underpowered på grund av lågt antal deltagare. Framtida forskning uppmantras att undersöka detta närmare.

Allmänt om studien

Vad är unikt för denna studie? Med tidigare forskning i åtanke utmärker denna studie sig på ett par punkter. Man har aldrig tidigare - till uppsatsförfattarnas vetskap - försökt att studera visuell och kinetisk kontroll vid datoriserade precisionsuppgifter likt dem vid esport och fps-spel. All tidigare forskning har gjorts på icke-datoriserade precisionsuppgifter vid exempelvis golf (Vine et al., 2011), basket (Vickers, 2017), lerduveskytte (Causer et al., 2010) och straffar i fotboll (Wood & Wilson, 2011). De datoriserade precisionsuppgifterna i denna studie utmärker sig också i att kinetiken avser små och snabba handrörelser och att utföraren inte får någon förberedelsestid - från tidpunkten då målobjektet plössligen dyker upp får utövaren en knapp sekund på sig att utföra precisionsrörelsen. Resultatet i denna studie tyder dock på att det även vid denna typ av uppgifter spelar roll hur tidigt initiering av sista blickfixeringen och precisionsrörelsen sker, samt att durationen på blickfixeringen inte spelar lika stor roll som vid andra icke-datoriserade precisionsuppgifter som studerats. På grund tidigare nämnda variationer i måltavlornas durationstid samt lågt deltagarantal bör dock resultaten tolkas med försiktighet. Mer forskning krävs för att bekräfta fynden i denna studie. Det stora antalet mätpunkter (640) per beroende variabel (bortsett andel träffar) får dock ses som en styrka.

Ekologisk validitet. Aktuell studie mäter en viss typ av datoriserade precisionsuppgifter. Tanken var att dessa uppgifter skulle likna dem som förekommer i esport och fps-spel. Det är dock inte säkert att fynden går att generalisera till andra datoriserade miljöer och esport generellt. Ett tänkbart skäl till detta är att de uppgifter som utfördes i aktuell studie skedde i en datoriserad tvådimensionell miljö, medan merparten av esport och fps-spel sker i datoriserade tredimensionella miljöer. Vidare är de spel som utövas inom ramen för professionell esport långt mer komplexa och kognitivt krävande än de avskalade uppgifter som studerats i denna studie. Även målobjektens placering på skärmen skiljer sig åt, då både utövare och målobjekt inom esport i regel har möjlighet att röra sig i den tredimensionella världen. Framtida studier krävs för att undersöka hur fynden i aktuell studie står sig på riktiga matcher i esport. Sannolikt är dock generaliserbarheten god. Detta öppnar i sin tur upp för möjligheter att på basis av denna kunskap

utveckla träningsmoduler för att förbättra professionella esportares prestation på just denna typ av kritiska moment i tävlandet på samma sätt som gjorts för exempelvis basketspelare (Vickers, 2017) och golfare (Vine et al., 2011).

Etik. Det finns etiska dimensioner gällande såväl fynden i denna studie som tidigare nämnda studier på visuell och kinetisk kontroll. Det går exempelvis att föreställa sig att kunskap kring vilka faktorer som är viktiga för att öka människors träffsäkerhet i olika situationer skulle kunna vara av intresse för militära organisationer. Huruvida detta bedöms som önskvärt eller inte beror troligtvis till stor del på vem som tillfrågas. Det bedöms emellertid vara osannolikt att dylika organisationer skulle ta del av denna studie, och om de skulle göra det, att replikeringen av Quiet Eye's och vissa kinetiska faktorerers betydelse vid precisionsuppgifterna i aktuell studie skulle komma att ha en nämnvärd roll i deras agerande. Att helt upphöra med forskning kring visuell och kinetisk kontroll inom diverse olika sporter på basis av hur fynden potentiellt kan komma att användas av tredje part bedöms inte heller som rimligt.

Vidare anser författarna att universitetet, som samhällelig institution, har som främsta uppgift att ta fram vetenskaplig fakta och att andra motiv, hur ädla de än må vara, inte bör inskränka sökandet efter sanning. Det finns givetvis en gräns för vad som är lämpligt att titta på även i sanningssökandet, och vissa områden bör rimligtvis vara mer prioriterade än andra. Med det sagt anser uppsatsförfattarna emellertid inte att studier om mänskligt beteende vid precisionsuppgifter tillhör en tveksam eller känslig kategori.

Begränsningar

Allmänt. Studien har ett lågt antal deltagare, totalt 16 stycken. Eftersom det är den första i sitt slag kan den till viss del ses som en pilot och därmed ursäktas för det låga deltagarantalet och mer ses som ett förslag på hur man i framtiden kan lägga upp mer omfattande studier av datoriserade precisionsuppgifter. Det låga deltagarantalet minskar dock studiens power. I resultatfiguen för Quiet Eye Relative ser det exempelvis ut som att det eventuellt föreligger en skillnad i Quiet Eye Relative med avseende på utfall. Resultatet är emellertid inte signifikant. Hade studien haft högre power hade man eventuellt kunnat se större effektstorlekar och fått fler signifikanta resultat. Detta är dock enbart spekulationer och resultaten i studien bör tolkas med försiktighet i ljuset av detta.

Icke-representativt urval. Som beskrivits i metoddelen var tanken initialt att göra mellangrupsjämförelser mellan noviser och personer som spelar fps-spel på fritiden. På grund av det låga deltagarantalet togs beslutet att kollapsa de två experimentgrupperna till en enda grupp. Fördelningen mellan de som angav att de spelade fps-spel på fritiden och de som inte gjorde det var nästan 50/50. Denna fördelning uppstod naturligt vid rekryteringen, som ägde rum på Lunds universitets campus och riktade sig till män i åldern 18-30. Andelen personer som spelar fps-spel på fritiden ser förmodligen annorlunda ut i andra demografiska grupper, och män i åldern 24-27 är enligt tidigare nämnd rapport från EEDAR (2018) den vanligaste åldern bland fps-spelare. Detta påverkar fyndens generaliserbarhet till andra populationer, såtillvida att de kanske inte är applicerbara på alla utövare. Det är ännu okänt hur fps-spelvana påverkar de utfallsmått som studerats på de uppgifter som studerats. För att öka generaliserbarheten hade det i framtiden varit fördelaktigt med liknande studier på andra populationsurval.

Olika misstyper. Utifrån studiens design delas utfallet på precisionsuppgifterna upp i två binära kategorier: träff eller miss. För att uppfylla kriterierna för utfall träff krävs det att musklicket är inom tavlans durationstid (temporalt kriterium) och att klicket sker inom arean som tavlan täcker (spatialt kriterium). Alla andra klick hamnar i kategorin miss. Missklicken kan å andra sidan delas in i tre underordnade kategorier: (1) Klick som sker inom tavlans durationstid och utanför tavlans area, (2) klick som sker efter tavlans durationstid och utanför tavlans area, och (3) klick som sker efter tavlans durationstid och innanför tavlans area (Tabell 2).

Tabell 2

Olika klicktyper, definierade utifrån uppfyllande av temporalt eller spatialt kriterium

Kriterium	Temporalt kriterium	Spatialt kriterium	Mät slut
Misstyp			
1	Uppfyllt	Ej uppfyllt	Vid musklick
2	Ej uppfyllt	Ej uppfyllt	Vid tavel slut
3	Ej Uppfyllt	Uppfyllt	Vid tavel slut
Träfftyp			
1	Uppfyllt	Uppfyllt	Vid musklick

De olika misstyperna registrerades endast som missar, och prevalensen för respektive miss i studien är okänd. Det kan vara så att ögonrörelser och kinetik ser olika ut vid de olika misstyperna. Vid misstyp 2 och 3 sker klicket för sent, det vill säga deltagaren agerar för långsamt. Vid misstyp 1 uppfyller dock försökspersonen det temporala kriteriet, likaså vid samtliga träffar. Det är möjligt att uppmätta skillnader på visuell och kinetisk kontroll hade sett annorlunda ut om misstyperna hade fått vara separata kategorier och jämförts med varandra och med träffar. Framtida forskning uppmuntras att undersöka detta närmare.

Variation i måltavlornas durationstid. Anledningen till den marginella ökningen i måltavlornas durationstid vid deltest 2 är de två intressen som står i konflikt med varandra i testets design. Å ena sidan är det önskvärt att konstanthålla alla variabler utom arbetsminnesbelastningen mellan deltest 1 och 2 för att öka validiteten i de slutsatser man skulle kunna dra av skillnaderna däremellan. Å andra sidan är det på grund av studiens design önskvärt att kalibrera svårighetsnivån på deltesten så att data för såväl tio träffar som tio missar per person ska kunna samlas in. Ett test som är för lätt (till exempel genom för lång durationstid på måltavlorna) skulle misslyckas i att samla in tillräckligt med data för missar. Motsvarande skulle ett för svårt test (med för kort durationstid på måltavlorna) misslyckas med att samla in tillräckligt med data för träffar. Problemet är att durationstiden för måltavlorna på deltest 1 utifrån pilottestningen kalibrerats så att de kan tänkas fånga in minst tio träffar respektive missar för merparten av deltagarna (vilket de också visade sig göra). Om durationstiden för måltavlorna på deltest 2 däremot gjorts lika lång som måltavlorna på deltest 1, samtidigt som arbetsminnebelastningen och därmed också reaktionstiden ökat, skulle deltest 2 med största sannolikhet misslyckats med att samla in data på minst tio träffar för vissa av deltagarna, vilket i sin tur skulle leda till ett större bortfall och minskad statistisk power för studien. Sålunda har deltest 2 kalibrerats på ett sätt som säkerställer att variansen i mätdata kan infångas någorlunda bra och att golv- och takeffekter kan undvikas för de flesta deltagare, samtidigt som detta sker på bekostnad av kontroll över en variabel (durationstid) som med stor sannolikhet inverkar på resultatet. Alla resultat med avseende på grad av arbetsminnesbelastning bör därför tolkas med försiktighet i ljuset av detta.

Slutsatser

Då antalet deltagare i studien var relativt litet och de effektstorlekar som uppmättes vid de variabler där det fanns signifikans var relativt små, finns det anledning att tillämpa försiktighet när eventuella slutsatser dras av denna studie. Man kan konstatera att det verkar som att tidigare fynd kring visuell och kinetisk kontroll vid andra typer av precisionsuppgifter även går att applicera på uppgifter som liknar dem vid esport. För att kunna uttala sig om i vilken grad och utsträckning applicerbarheten är möjlig krävs emellertid vidare forskning med större och mer representativa deltagarpopulationer. Det vore också intressant att undersöka andra varianter av datoriserade precisionsuppgifter eftersom den uppgift som undersökts i aktuell studie är av en något säregen karaktär på det viset att måltavlan visas plötsligt, och endast under en kort tidsperiod. De två beroende variabler där det uppmättes signifikanta huvudeffekter för både utfallstyp och grad av arbetsminnesbelastning, det vill säga Quiet Eye onset och musrörelsens början, har att göra med snabb initiering av ögat och handen. Här kan man spekulera i om det är något i uppgiftens karaktär som premierar snabb initiering. Huruvida det är designen på själva uppgiften eller något som går att generalisera till en datoriserad miljö krävs mer forskning för att kunna svara på.

Framtida forskning. Förutom tidigare nämnda förslag på framtida forskning vore det även intressant att framledes undersöka om expertisnivå har någon inverkan på visuell och kinetisk kontroll vid dylika precisionsuppgifter. En annan intressant aspekt vore att undersöka hur andra typer av interferens eller stresspåslag inverkar på detta.

Något som studien inte haft för avsikt att undersöka och som heller inte tagits upp under tidigare resultat och diskussion är följande: Under datasammanställningen observerades en varians i antalet fixeringar som skedde på varje måltavla. Det varierade oftast mellan 1 eller 2 fixeringar, men ibland förekom så många som 3 eller till och med 4 fixeringar. Utifrån detta vore det intressant att i framtiden undersöka ifall variation i dessa fixeringar skulle kunna förklara utfall eller påverkas av arbetsminnesbelastning.

Referenser

- Baddeley, A. D., Hitch, G. J. (1974). Working memory. G. A. Bower (Red.), *The Psychology of learning and motivation* (s. 47-89). New York: Academic Press
- Campbell, M. J., Moran, A. P., Bargary, N., Surmon, S., Bressan, L., & Kenny, I. C. (2018). Pupillometry during golf putting: A new window on the cognitive mechanisms underlying quiet eye. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*.
<https://doi.org/ludwig.lub.lu.se/10.1037/spy0000148>
- Causser, J., Bennett, S. J., Holmes, P. S., Janelle, C. M., & Williams, A. M. (2010). Quiet Eye Duration and Gun Motion in Elite Shotgun Shooting. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, 42(8), 1599–1608.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d1b059>
- EEDAR. (2018) *Gamer Segmentation 2018 Syndicated Report Free Version*. Hämtad 14 december, 2018, från <https://www.npd.com/lps/pdf/EEDAR-2018%20Gamer%20Segmentation%20Report-WP.pdf>
- Goodale, M. A. (2010). *Action and Vision*. Sage Publications, Inc. Retrieved from <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/ludwig.lub.lu.se/login.aspx?direct=true&db=edsgvr&AN=edsgcl.3202100015&site=eds-live&scope=site>
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25. [https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/0166-2236\(92\)90344-8](https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/0166-2236(92)90344-8)
- Hamari, J., Sjöblom, M. (2017) "What is eSports and why do people watch it?", Internet Research, Vol. 27 Issue: 2, pp.211-232, <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2016-0085>
- Hessels, R.S., Niehorster, D.C., Kemner, C., & Hooge, I.T.C., (2016). Noise-robust fixation detection in eye-movement data - Identification by 2-means clustering (I2MC)
- I2MC. (2018). Hämtad den 30 oktober, 2018, från www.github.com/royhessels/I2MC
- Jonides, J., & Nee, D. E. (2006). What does research in cognitive neuroscience tell us about working memory?: Brain mechanisms of proactive interference in working memory. *Neuroscience*, 139, 181–193. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.neuroscience.2005.06.042>
- Kredel, R., Vater, C., Klostermann, A., & Hossner, E.-J. (2017). Eye-Tracking Technology and the Dynamics of Natural Gaze Behavior in Sports: A Systematic Review of 40 Years of

- Research. *Frontiers In Psychology*, 8, 1845.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01845>
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75–82. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.tics.2004.12.004>
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: Two cortical pathways. *Trends in Neurosciences*, 6(10), 414–417.
[https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1016/0166-2236\(83\)90190-X](https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1016/0166-2236(83)90190-X)
- Newzoo, (u. å.). *Global Esports Market Report: Audience & Revenue Figures*. Hämtad 14 december, 2018, från <https://newzoo.com/key-numbers/>
- Nyström, M. (u.å.). Hämtad från <https://github.com/marcus-nystrom/Titta>
- Peirce, J.W. (2009). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics, Vol 2 (2009)*.
<https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.3389/neuro.11.010.2008/full>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162, 8–13. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). What is working memory and how can we study it?: The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5–21.
<https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061>
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The “Quiet Eye” and Motor Performance: A Systematic Review Based on Newell’s Constraints-Led Model. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(4), 589–603.
<https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s40279-015-0442-4>
- Samuel James Vine, Lee eMoore, & Mark R. Wilson. (2011). Quiet eye training facilitates competitive putting performance in elite golfers. *Frontiers in Psychology, Vol 2 (2011)*.
<https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.3389/fpsyg.2011.00008/full>
- SFS 2008:192 *Lagen om etikprövning av forskning som avser människor*. Stockholm: Riksdagen.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1037/h0054651>
- Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception & Performance*, 22(2), 342.

- Vickers, J. N., Vandervies, B., Kohut, C., & Ryley, B. (2017). Quiet eye training improves accuracy in basketball field goal shooting. *Progress In Brain Research*, 234, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.06.011>
- Whitwell, R. L., Milner, A. D., Cavina-Pratesi, C., Barat, M., & Goodale, M. A. (2015). Patient DF's visual brain in action: Visual feedforward control in visual form agnosia. *Vision Research*, 110(Part B), 265–276.
<https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.visres.2014.08.016>
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2011). Quiet-eye training for soccer penalty kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 257–266. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s10339-011-0393-0>
- Wood, G., Vine, S., & Wilson, M. (2016). Working memory capacity, controlled attention and aiming performance under pressure. *Psychological Research*, 80(4), 510–517.
<https://doiorg.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s00426-015-0673-x>

Appendix A

Informationsformulär om studie “Ögonrörelser vid datoriserade precisionsuppgifter”

Bakgrund och syfte

Syftet med studien är att undersöka hur ögonrörelser är kopplade till prestation på en typ av datoriserade uppgifter där försökspersonen ska söka av och träffa ett målobjekt på en skärm genom att använda muspekaren. Tidigare forskning på en rad olika sporter som exempelvis basket och lerduveskytte har visat skillnader i ögonrörelser mellan vana och ovana utövare. Syftet med vår studie är att undersöka ifall detta samband även går att finna i ovan nämnda datoriserade uppgifter som liknar de man utför vid first person shooter-spel (fps). Vi vill därför undersöka om det finns några skillnader i olika typer av ögonrörelser mellan personer som har vana av fps-spel och personer som inte har någon vana av fps-spel. Vi vill också undersöka om belastning av arbetsminnet påverkar testpersonernas ögonrörelser samt utfallet av precisionsuppgifterna.

Förfrågan om deltagande

Du är tillfrågad att delta i vår studie eftersom du uppfyller de kriterier (ålder, kön, spelvana) som vi satt upp för att få delta och för att du antingen meddelat ditt intresse till oss eller sagt ja vid förfrågan om att delta. Vi har valt att annonsera om studien på platser (fysiska och virtuella) där vi tror att personer med spelvana befinner sig samt rekrytera personer på gatan och universitetsområdet vid Lunds universitet.

Hur går studien till?

Du kommer att få utföra ett antal uppgifter på en dator där du i första deltestet med muspekaren ska träffa ett målobjekt och i andra deltestet träffa en av två måltavlor som visas samtidigt. Samtidigt som du gör detta kommer vi att registrera dina ögonrörelser, musrörelser och jämföra dessa med hur personer i den andra försöksgruppen tittar, rör musen och presterar vid samma typ av uppgifter. Detta bedöms ta ca 15 minuter under ett tillfälle. Datainsamlingen kommer att äga rum i Humlab på Språk- och Litteraturcentrum (SoL) vid Lunds universitet. Insamlad data kommer att vara anonym och således inte gå att koppla till dig som enskild försöksperson. Insamlad data kommer att behandlas med konventionella statistiska analysmetoder.

Vilka är riskerna?

Att delta i studien bedöms vara riskfritt. Vi bedömer risken för att du som försöksperson ska uppleva någon typ av obehag, smärta eller andra biverkningar som närmast obefintliga. Kraven som ställs på dig är att du ska försöka att vara fullt koncentrerad och göra ditt bästa när du sitter vid datorskärmen.

Datainsamlingen skulle kunna uppfattas som ett prestationsmoment men bedöms inte utsätta dig för någon typ av påfrestningar som skulle vara större än de du redan utsätts för i ditt eventuella hobbyutövande eller i andra sammanhang.

Finns det några fördelar?

Att delta i studien bedöms inte påverka dig som försöksperson på något påtagligt vis. Du bedöms inte få ta del av vare sig några fördelar eller nackdelar.

Hantering av data och sekretess

Dina resultat kommer att behandlas så att inte obehöriga kan ta del av dem. Vi kommer inte att hämta in några personuppgifter eller andra känsliga uppgifter från dig. Insamlad data kommer att vara anonym och således inte gå att koppla till dig som enskild försöksperson. Datan kommer att lagras på en hårddisk hos ansvarig vid Institutionen för psykologi på obestämd tid. Ifall du avbryter ditt deltagande kan vi fortfarande komma att använda dittills insamlad data i vår analys och examensarbete. Vi har för avsikt att försöka få studien publicerad i relevant vetenskaplig tidskrift efter genomförande.

Hur får jag information om studiens resultat?

Studien kommer att resultera i en examensuppsats som ligger till grund för författarnas examensarbete på psykologprogrammet vid Lunds universitet. Examensuppsatsen kommer att finnas tillgänglig på Lunds universitets databas för examensuppsatser (LÄNK) tidigast januari 2019. En populärvetenskaplig sammanställning av uppsatsen kommer också att finnas tillgänglig på Lunds universitets webbplats (LÄNK) tidigast januari 2019. Studien har för avsikt att publiceras i relevant vetenskaplig tidskrift. Varje försökspersons resultat på olika mätningar kommer att slås samman med andras försökspersoners och presenteras anonymt på gruppnivå. Det kommer alltså inte gå att identifiera en enskild försökspersons resultat utifrån materialet. Då data samlas in anonymt kommer du som försöksperson inte heller ha möjlighet att få tillgång till dina enskilda mätresultat efter genomförd datainsamling.

Försäkring, ersättning

Ingen särskild försäkring har tecknats för deltagare i studien då detta ej bedömts som nödvändigt. Försökspersonen erbjuds ersättning för sitt deltagande i form av kaffe och fikabröd efter genomför datainsamling. Ingen ekonomisk kompensation för eventuellt förlorad arbetsinkomst utgår.

Frivillighet

Deltagande i studien är helt frivilligt och du har rätt att när som helst, utan särskild förklaring, avbryta ditt deltagande. Vid avbrott före datainsamling sparas medgivandeformulär. Vid avbrott efter datainsamling sparas anonymt insamlad data samt medgivandeformulär. Vill du återta ditt samtycke i efterhand kan du vända dig till någon av oss, kontaktuppgifter anges nedan.

Ansvariga

Huvudman för studien är Lunds universitet. Arbetet handleds av Mats Dahl (FD, universitetslektor) samt Marcus Nyström (PhD, docent). Studien genomförs av psykologstudenterna Alexander Heckler och Mårten Tryding och utgör grunden för ett examensarbete på psykologprogrammet vid Lunds universitet.

Kontaktuppgifter vid frågor om studien:

Alexander Heckler	Mårten Tryding
0707-179739	0709-316033
alexander.heckler@gmail.com	mtryding@gmail.com

Appendix B

Samtycke till deltagande i forskningsstudie

Genom att skriva under med din namnteckning nedan intygar du att du läst igenom beskrivningen av studien i dokumentet *'Informationsformulär om studie "Ögonrörelser vid datoriserade precisionsuppgifter"'* samt ger ditt medgivande till att delta i studien.

Medgivande

- Jag har tagit del av informationen kring studien och är medveten om hur den kommer att gå till och den tid den tar i anspråk.
- Jag har fått tillfälle att få mina frågor angående studien besvarade innan den påbörjas och vet vem jag ska vända mig till med frågor.
- Jag deltar i denna studie helt frivilligt och har blivit informerad om varför vi har blivit tillfrågade och vad syftet med deltagandet är.
- Jag är medveten om att jag när som helst under studiens gång kan avbryta vårt deltagande utan att jag behöver förklara varför.
- Jag ger detta medgivande förutsatt att inga andra än de forskare som är knutna till studien kommer att ta del av den insamlade rådatan.

Ort

Datum

Namnteckning/Namnförtydligande

.....

Appendix C

Manual för testledare

Gränsvärden för kalibrering

LX	LY	RX	RY
Vänster öga accuracy X<1.0	Höger öga accuracy X<0.1	Brus vänster öga X<0.1	Brus höger öga X<1.0

1. Förklara experimentet för tp
2. Presentera medgivandeformulär för tp
3. Inhämta tp:s underskrift för medgivande
4. Placera tp framför testdator
5. Starta testet och ange gruppnummer, deltagarenummer och sessionsnummer
Grupp 1 = Hobbyutövare, Grupp 2 = Nybörjare
6. Hjälptp med kalibrering: justera avstånd till skärm och hakstöd
7. Tillsägelse om testpersonen håller muspekaren utanför vita cirkeln under något av övningstesten och deltesten.
8. Hjälpa till vid behov/frågor.
9. Tacka för deltagande, bjuda på kaffe.