



# Mastergradsoppgave

Propriosepsjon og speed- accuracy trade- off i en peketest med ulike hastighetsinstruksjoner

Proprioception and speed- accuracy trade- off in a pointingtest with different speed-instructions

Et proprioseptorisk forsøk med to ulike hastighetsinstuksjoner. Testen ble i tillegg utført både med og uten syn.

Anita Vikan Midtflå

MKØ210

Mastergradsoppgave i kroppsøving og idrettsvitenskap

Levanger

Høgskolen i Nord-Trøndelag - 2015



**HINT**



**HiNT**

## **SAMTYKKE TIL HØGSKOLENS BRUK AV MASTEROPPGAVE**

**Forfatter:** Anita Vikan Midtflå

**Norsk tittel:** Proprioepsjon og speed- accuracy trade -off i en peketest med ulike hastighetsinstruksjoner

**Engelsk tittel:** Proprioception and speed- accuracy trade- off in a pointingtest with different speed-instructions

**Kryss av:**

Jeg samtykker i at oppgaven gjøres tilgjengelig på høgskolens bibliotek og at den kan publiseres på internett i fulltekst via BIBSYS Brage, HiNTs åpne arkiv

Min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre  
Kan frigis fra: \_\_\_\_\_

**Dato:** 27.05.15

**Anita Vikan Midtflå**

\_\_\_\_\_  
underskrift

## **Propriosepsjon og speed- accuracy trade-off i en peketest med ulike hastighetsinstruksjoner**

Midtflå, Anita Vikan

Høgskolen i Nord-Trøndelag

### **SAMMENDRAG**

Hensikten med denne studien var å se på om Fitt's lov og «speed- accuracy trade- off» gjorde seg gjeldende i en proprioseptorisk test utviklet av Clas von Hofsten. 7 personer deltok i studien (1 jente og 6 gutter). Testen er en peketest og gikk ut på å matche pekefinger dominant hånd med pekefinger non-dominant hånd på henholdsvis undersiden og oversiden av en horisontal plate. Deltakerne fikk fire ulike betingelser; 1. Gjør det normalt og nøyaktig, 2. Gjør det hurtig og nøyaktig, 3. Gjør det normalt og nøyaktig uten syn og 4. Gjør det hurtig og nøyaktig uten syn. Hver deltaker gjennomførte 8 stikk per betingelse.

Dette forsøket bekrefter at testen med og uten syn gjør en vesentlig og signifikant forskjell i nøyaktigheten og bekrefter slike målinger gjort i tidligere studier. Hovedfunnet i denne studien viser at nøyaktigheten går opp når den maksimale hastigheten i stikket øker. Det betyr at speed- accuracy trade- off ikke opptrer slik det blir beskrevet i Fitts' lov, men ser ut til best å følge en powerfunksjon i forholdet mellom hastighet og nøyaktighet. Altså kan det se ut til at det er grunnlag for å revidere Fitts' lov for denne type ballistiske bevegelser med liten belastning.

**Nøkkelord:** Propriosepsjon, speed- accuracy trade-off, Fitts' lov, peketest

# **Proprioception and speed- accuracy trade-off in a pointingtest with different speed-instructions**

Midtflå, Anita Vikan

Høgskolen i Nord-Trøndelag

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to see if Fitts' law and speed accuracy trade of occurs in a pointingtest by using proprioception developed by Clas von Hofsten. Seven participants, six men and one woman, attended. The test is a pointingtest, and the participants had to match their index finger on dominant hand with the index finger on non-dominant hand, on the underside and the upper side of a horizontal plate. Participants were given four different conditions; 1. Make it normally and accurately 2. Do it quickly and accurately, 3. Do it normally and accurately without sight and 4. Do it quickly and accurately without sight. Each participant completed 8 hitch for each condition.

This experiment confirms that the test with and without vision makes a substantial and significant difference in accuracy and confirms such measurements made in previous studies. The main finding in this study show that the accuracy goes up when the maximum speed in the hitch increases. That means that speed- accuracy trade-off is not acting as described in Fitts' law , but seems best to follow a power function of the relationship between speed and accuracy. So it may appear that there are reasons for revising Fitts ' law for this type of ballistic movements with small resistance.

**Keyword:** Proprioception, speed- accuracy trade-off, Fitts' law, pointingtest

# INNHold

## Innledning

<u>Proprioriseptoriske tester</u>	6
<u>Propriosepsjon</u>	7
<u>Fitt's lov</u>	8
<u>Hastighet og feedback</u>	10
<u>Problemstilling</u>	10
<u>Hypoteser</u>	11

## Metode

<u>Forsøkspersoner</u>	12
<u>Måleutstyr</u>	12
<u>Betingelser og prosedyre</u>	13
<u>Dataanalyser</u>	15

<u>Resultat</u>	16
-----------------	----

<u>Diskusjon</u>	23
------------------	----

<u>Etterord</u>	26
-----------------	----

<u>Litteraturliste</u>	27
------------------------	----

<u>Oversikt tabeller og figurer</u>	30
-------------------------------------	----

# INNLEDNING

## Proprioseptoriske tester

Inter- og intra sensoriske modalitet matchende tester er utviklet for å undersøke barns motoriske ferdigheter. Dette for å undersøke nøyaktigheten i bruken av visuelle og proprioseptiske signaler hos barn, og mest brukt er en test utviklet av von Hofsten (Hofsten og Rösblad, 1988). Det er en test basert på at en på oversiden av en horisontal plate definerer mål som skal matches med å stikke en pinne (pin) på undersiden av platen. Ferdighet blir da avstand mellom target og stedet hvor pinnen stikkes inn i plata. Oppgaven med å matche målet på undersiden av plata kan gjøres under ulike betingelser. Mest vanlig har vært å sammenlikne to betingelser; visuelt (seen) eller proprioseptivt (felt). Flere forsøk er gjort med bruk av denne testen, som synes å støtte at manuell matching kan betraktes som en perseptuell evne, og at en slik test, som beskrevet ovenfor, dermed er et godt utgangspunkt for å teste proprioepsjonen (Fleishmann, 1966; Hofsten og Rösblad, 1988). Dette støttes videre når man ser på resultater på tvers av studier som har benyttet samme metode og det gir svært konsistente resultater (Loftesnes og Ingvaldsen, 2003)

Ved hjelp av denne metoden har blant andre Sigmundsson, Whiting og Ingvaldsen (1997) gjort forsøk på barn med øye-hånd-koordinasjonsproblemer (HECP), og vist at de scorer betydelig bedre resultater under betingelsen der de brukte både syn og hånd (seen and felt), enn om de bare skulle bruke hånd uten syn, altså proprioseptive evner (felt). Når det gjelder forskjell på dominant og non-dominant hånd, var 8 åringer med HECP på nivå med en normal 5 åring når det gjaldt non-dominant hånd. Dette kan forklares med forsinket modning av corpus callosum, eller et avbrudd i transcallosum interhemispheric kommunikasjonen.

Tidligere har blant andre von Hofsten og Rösblad (1988) gjort proprioseptoriske tester på 270 barn definert som normale barn. Den undersøkelsen ble senere brukt som en kontrollgruppe for en undersøkelse de gjennomførte i 1992, på barn med ulike diagnoser som Developmental Co-ordination Disorder (DCD), Cerebral Parese og Spina Bifida. I studien som ble gjennomført på normale barn under betingelsen *vision* (V) var gjennomsnittsavviket 16,8 mm og under betingelsen *hand* (H) 23 mm. Og for barna med ulike diagnoser, samlet sett, var 22,7 mm på betingelse V og 35 mm på betingelse H (Rösblad og Hofsten, 1992). Undersøkelsen viser at alle barna, diagnose eller ei, var mer presise under betingelse V med syn, enn under betingelse H uten syn.

Proprioseptiv informasjon, relatert til håndposisjoner, er nemlig en forutsetning for vellykkede prestasjoner i å nå og gripe etter objekter (Loftesnes, Ingvaldsen og Sigmundsson, 2014). Noen ganger har vi ikke anledning til å bruke synet, den visuelle sansen, for å utføre dagligdagse oppgaver. I de situasjonene det ikke er mulig, vil det være gunstig at proprioepsjonen fungerer. For eksempel når du skal hente opp en ting fra bukselomma, eller når du skal feste hjelmen under haka må du stole på proprioepsjonen. Hastigheten vil også være avgjørende for hvordan utfallet av oppgaven blir (Rösblad og Hofsten, 1992). Noen ganger kan det være hensiktsmessig å gjøre det rolig, mens andre ganger kan det være gunstig å utføre oppgaven raskt.

Det foreligger imidlertid ingen tester som direkte måler bevegelseshastighet og proprioepsjon i bruk av peketesten utviklet av von Hofsten, selv om dette påpekes (Rösblad og Hofsten, 1992). Vi skal derfor her se på forholdet mellom hastighet og nøyaktighet i denne testen. Er det slik at det er Fitts' lov som gjelder, eller passer kanskje Schmidts inverted U-kurve bedre i denne settingen? Før dette vil det imidlertid bli en kort gjennomgang av proprioepsjon som fenomen, Fitts' lov, samt noen studier på hastighet og feedback kort presenteres.

## **Proprioepsjon**

Vi mennesker trenger informasjon for å vite lemmenes posisjon når vi beveger oss. Sentralnervesystemet har statiske og dynamiske proprioceptorer rundt om i kroppen som gir oss informasjon om plasseringer av kroppen og dens deler ved hjelp av ledd- og muskelfunksjoner. På denne måten blir et slags koordinasjons-senter laget sentralt i kroppen som har betydning for planleggingen av komplekse oppgaver. Dette kalles proprioepsjon.. Denne informasjonen må stemme over ens med den visuelle informasjonen, og da kan bevegelsen utføres på en mer effektiv måte (Schoemaker, Wees, Flapper, Jansen, Jaegers & Geuze, 2001).

Proprioepsjon defineres som menneskers evne til å avgjøre sine egne kroppsdelers posisjon (ibid.). Rettere sakt; hvor ulike kroppsdelers befinner seg i forhold til hverandre. Og det var i sin tid Sherrington som i 1906 oversatte og utarbeidet uttrykket fra latin; *receptus* som betyr å motta og *proprius* som betyr ens egen (Sherrington, 1906).

Proprioepsjon kan sies å være den sjette sans, etter syn, hørsel, smak, lukt og likevektsans. Proprioepsjon er sansen som omhandler muskler og ledd og er også kjent som den kinestetiske sansen. Og akkurat den sansen er viktig for å mestre proprioceptoriske-oppgaver. Siden det er en muskel- og leddsans hjelper den til med å registrere ulike kroppsdelers stilling og bevegelse, samt oppfattelse av kraft, anstrengelse og tyngde i forbindelse med muskelkontraksjon (Brodal, 2007). Den kinestetiske sans utgjør, sammen med likevektsans, en forutsetning for balanse og koordinering av bevegelser, samt at synet spiller en rolle (snl.no, 2009). Den kinestetiske sansen er så innlemmet i oss mennesker, at vi ikke trenger å bruke synet og slipper å anstrenge oss noe særlig for å vite hvilken posisjon ulike kroppsdel har i forhold til omverdenen (Brodal, 2007). Men det er kun i enkelte sammenhenger at proprioepsjon, til en viss grad, kan erstatte synet. Hvis man bruker synet og proprioepsjon sammen blir bevegelsen mer optimalisert, enn om man bare skulle brukt kun en av delene. Et eksempel på at kun proprioepsjon fungerer alene er hvis du glemmer ei hånd bak ryggen og gjør noen bevegelser med den, så kan du anslå hvilke posisjoner fingrene har. Når du da tar hånden frem igjen, så du kan se den, vil du se at det stemmer godt overens med det den kinestetiske sansen «fortalte» deg. Men hvis oppgaven derimot var å bære et serveringsfat gjennom en restaurant, ville synet blitt brukt for å lokalisere hinder og guide deg gjennom oppgaven, sammen med proprioepsjonen. Uten synet ville du mest sannsynlig dultet borti noe på veien, og resultatet ville ikke blitt like bra som med syn (Rösblad og Hofsten, 1992). For friske mennesker er dette en selvfølge og det er tilsynelatende umulig å se for seg hvordan det hadde vært å leve uten den kinestetiske sansen.

For å kunne bedømme hastigheten av bevegelser, også kalt dynamisk leddsans, må man få hjelp av reseptorer med dynamisk følsomhet. Det finnes reseptorer med slike egenskaper i både leddkapsler og i muskler, og faktisk i huden, som også lar seg påvirke av bevegelser. For at leddsansen skal fungere trenger den at muskelspinner, leddreseptorer og hudreseptorer bidrar. Når det gjelder de største leddene (skuldre, hofter og kne) er det sannsynligvis muskelspinner som i størst grad bidrar. Mens i mindre ledd, som fingrer og tær har hudreseptorene og delvis leddreseptorene, størst betydning (Brodal, 2007).

### **Fitts' lov**

I 1954 kom Fitts sin lov som tar for seg en systematisk tilnærming mellom hastighet og nøyaktighet. Magill (2011) definerer Fitts' lov slik; «*a human performance law specifying the*



*movement time for an aiming movement when the distance to move and the target size are known»* (Magill, 2011, s. 138). Fitts' så tendenser til at hastigheten minsket når man fokuserte på å være nøyaktig, han forklarte dette med at hjernen ikke hadde kapasitet til å holde fokus på både hastighet og nøyaktighet.

Han utarbeidet et forsøk der forsøkspersonene ble bedt om å «tappe» en gjenstand som lignet en penn frem og tilbake mellom to mål, så hurtig som mulig. Det var en tilmålt avstand mellom målene(A), og målene hadde en tilmålt bredde (W) (Schmidt og Lee, 2005). Ut i fra resultatene kom han frem til en matematisk ligning som kunne forutsi hvor lang tid bevegelsen tok:

$$MT = a + b [\log_2(2A/W)]$$

*MT* står for movement time, altså hvor lang tid bevegelsen tar. *a* og *b* er empiriske konstanter og er like hele tiden. *Log2* er en logaritme. *A* og *W*, som er nevnt tidligere i teksten, står for amplitude og width. Det som er med på å avgjøre hvor lang tid bevegelsen tar er vanskelighetsgraden av oppgaven, fremstilt som kombinasjonen av  $2A/W$ . Han fant ut at movement time ville øke dersom *W* minket eller *A* økte, og motsatt ville movement time gå ned dersom *W* økte eller *A* minket. Resultatene førte til en graf som viste seg å være lineær (ibid.). Det vil med andre ord si at Fitts fant en klar sammenheng med at hvis vanskelighetsgraden økte, og forsøkspersonene fokuserte mer på nøyaktigheten, gikk hastigheten ned.

Fitts' lov ble senere revidert av Schmidt for raske ballistiske bevegelser med formelen  $W = a + b (A/MT)$ , altså at det er et lineært forhold mellom nøyaktighet og bevegelseshastighet. Problemet med dette er at Fitts' lov ikke synes å gjelde for ballistiske bevegelser med betydelig motstand (f. eks. et handballkast). Schmidt & Sherwood (1982) har vist at forholdet mellom nøyaktighet og hastighet da blir en U kurve, der U er snudd opp ned. Det betyr at nøyaktigheten er best ved veldig lav hastighet og veldig høy hastighet, mens ved middels hastighet er nøyaktigheten dårligst. Forklaringen på dette er impuls-variabilitet hypotesen som sier at ved økt kraftutvikling minker variabiliteten i musklernes kraftutvikling, slik at for raske bevegelser med stor kraftutvikling bedres nøyaktigheten nær maksimum hastighet.

Ut i fra Fitts' lov er det oppstått et uttrykk som kalles *speed- accuracy trade-off*. Speed-accuracy trade-off er noe de fleste av oss har opplevd, nemlig at man må forhandle mellom hastigheten og nøyaktigheten i ulike oppgaver. Det kan være i dagligdagse situasjoner som for

eksempel å skulle åpne en dør med en nøkkel. Skal du skynde deg, er det større sannsynlighet for at du ikke treffer på nøkkelhullet, enn om du brukte litt lengre tid og sikter deg nøyaktig inn. Dette er vanligvis ikke et problem, inntil man står overfor en oppgave der man får begrenset tid til å reagere. Når man blir tvunget til å reagere hurtig, kan dette føre til at hastigheten går på bekostning av nøyaktigheten, og ender opp med å bomme på det som var målet, delvis eller fullstendig (ibid.).

### **Hastighet og feedback**

Ideen om at bevegelse skaper informasjon er bedre kjent som perception-action begrepet. Gibson (1979) uttalte "*We must perceive in order to move, but we must also move in order to perceive*". Det begrepet er fundamentalt i ecological teori, og er en sterk kontrast til den tradisjonelle ideen om at aksjons-systemet stoler på informasjon som kommer fra det perseptive systemet for motorisk kontroll (Held, 1965; Williams, Davids og Williams, 1999). Den kontinuerlige tilgjengeligheten av synets variasjon tyder på at det kan brukes til å modifisere nøyaktige handlinger opp til terskelen for nevralt aktivitet i sentralnervesystemet, en såkalt visumotorisk forsinkelse. Denne ideen motsier de tradisjonelle kognitive teoriene i prosessen av persepsjon som blir sett på som helt begrenset i forhold til informasjon. Dette fordi perception-action som oftest er blitt testet hver for seg hos kognitive forskere. Verdier rundt 200ms er foreslått som den visumotoriske forsinkelsen mellom stimuli og igangsettingen av responsen, men det sier ikke noe om hvilken hastighet man får best mulig tilbakemelding fra. Det sier kun noe om hvor lang tid det tar å sette i gang en bevegelse, etter at stimuli er gitt.

Selv om «peketesten» er blitt brukt som metode i en del forsøk tidligere, ser det ut til at det ikke finnes forskning gjort på området som har tatt for seg både proprioepsjon og speed-accuracy trade-off på «vanlige» voksne. Det er også kommet en del nytt i forhold til måleinstrumenter siden den gang, så ingen av forsøkene er utført ved hjelp av 3D-analyse før. Dermed vil det med utgangspunkt i proprioepsjon og Fitts' lov, kunne være interessant å se om speed-accuracy trade-off gjør seg gjeldende i et proprioceptorisk forsøk og måle hastighet ved hjelp av 3D-analyse.

### **Problemstilling:**

Gjør speed-accuracy trade-off seg gjeldende i et proprioceptorisk forsøk og blir nøyaktigheten bedre eller dårligere med syn?

## **Hypoteser**

1. Når den maksimale hastigheten øker, blir «stikket» mindre nøyaktig.
2. Når man utelukker synet, blir «stikket» mindre nøyaktig.

## METODE

### Forsøkspersoner

7 frivillige forsøkspersoner fra Høgskolen i Nord-Trøndelag, 1 jente og 6 gutter (alder 24,9). Det var ingen spesielle inkluderingskriterier, annet en at de ikke måtte ha en påvist motorisk diagnose. Alle 7 forsøkspersonene var dominant høyrehendt i følge Edinburgh Handedness Questionnaire-testen.

### Måleutstyr

Oppgaven er basert på en peketest utviklet av Clas von Hofsten (Siggmundsson & Haga, 2010). Den ble her gjennomført med bruk av ei korktavle (40\*40 cm) plassert på et stativ (Fig. 1), som kunne justeres for å tilpasse forsøkspersonenes sittestilling. Stativet var ca. 80 cm høyt. På oversiden av tavla ble det plassert 8 ulike punkter, der punktene utgjorde en halvsirkel (Fig.2).

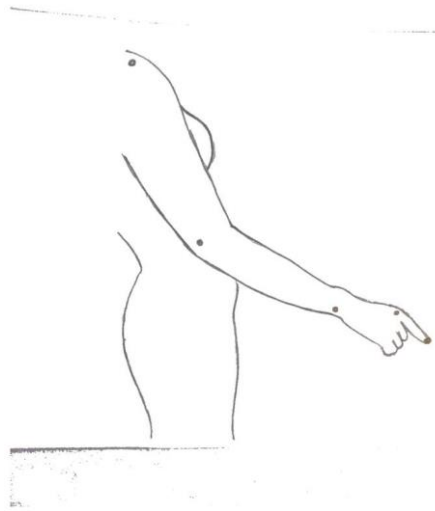
For å registrere hvordan forsøkspersonene beveget seg og for å se hvor presist hvert «stikk» var, ble det benyttet 3D-analyse. Forsøkspersonene ble utstyrt med 5 ulike refleksmarkører nedover armen. 6 kamera av typen Ocus ble plassert slik at alle markørene ble registrert av minst to kamera til alle tider. Programmet som ble benyttet heter Qualysis Track Manager (QTM), som var installert på en bærbar PC. Refleksmarkørenes posisjoner vises i figuren nedenfor (Fig. 3).



**Fig. 1** Stativ.



**Fig. 2** Oversiden av korktavla.



**Fig. 3** Refleksmarkørens posisjoner markert med svart punkt.

### **Betingelser og prosedyre**

For hver betingelse ble forsøkspersonene bedt om å peke på et nytt punkt. Rekkefølgen på hvilke tall de skulle peke på var randomisert, slik at det ikke skulle dannes vaner eller et mønster under forsøket. Til å peke med brukte forsøkspersonene pekefinger på oversiden av tavla og holdt tuppen av fingeren på et av de 8 punktene og på hånden på undersiden ble det festet en refleksmarkør på tuppen av pekefingeren. Forsøket gikk ut på å matche pekefingeren på undersiden med pekefingeren på oversiden av tavla, så godt de kunne i forhold til de gitte instruksjoner.

Forsøkspersonene ble testet på test-laboratoriet på Høgskolen i Nord-Trøndelag. Deltakerne ble plassert på en stol foran korktavla som lå horisontalt på et stativ, slik at de hadde ca. 35 cm frem til punktene lengst fra på oversiden av korktavla. Utgangsposisjonen til pekefingeren på undersiden var et fastsatt startpunkt (12 cm fra alle punktene) og eksakt det samme for alle

forsøkspersonene og alle «stikkene». De fikk vite hva som skulle skje, så fikk de beskjed om å finne startpunktet under korktavla, og deretter de ulike, forhåndsbestemte kommandoene. Alle forsøkspersonene ble testet i alle fire betingelsene.

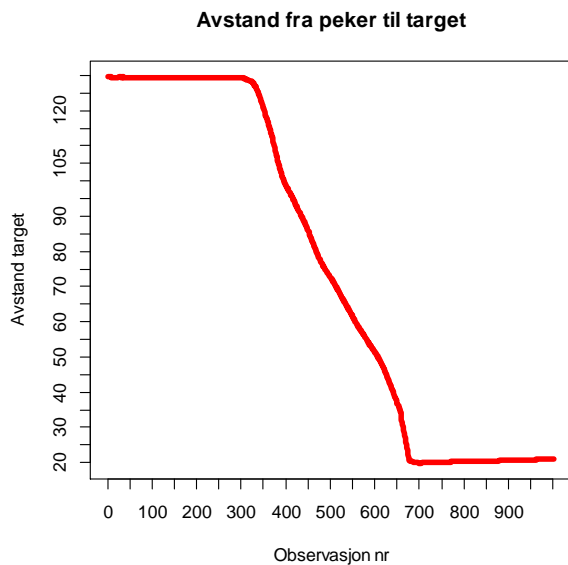
De eksperimentelle betingelsene var:

1. Visuelt-følt mål: Forsøkspersonen skulle finne et angitt punkt på oversiden av tavla med pekefingeren på non-dominant hånd, og deretter prøve å lokalisere den samme posisjonen på undersiden av tavla ved å ha en refleksmarkør på toppen av pekefingeren på dominant hånd. Dette skulle gjøres i normalt tempo, så nøyaktig som mulig.
2. Visuelt-følt mål hurtig: Forsøkspersonen skulle finne et angitt punkt på oversiden av tavla med pekefingeren på non-dominant hånd, og deretter prøve å lokalisere den samme posisjonen på undersiden av tavla ved å ha en refleksmarkør på toppen av pekefingeren på dominant hånd. Dette skulle gjøres så hurtig og nøyaktig som mulig.
3. Hånd-følt mål: Forsøkspersonen fikk bind for øynene og deretter hjelp til å finne punktet på oversiden av tavla, slik at deltakeren kunne føle punktet, men ikke se posisjonen. Deretter skulle deltakeren matche posisjonen på undersiden av tavla med den andre hånden uten å se noen ting, med en refleksmarkør på toppen av pekefingeren. Dette skulle gjøres i normalt tempo, så nøyaktig som mulig.
4. Hånd-følt mål hurtig: Forsøkspersonen fikk bind for øynene og deretter hjelp til å finne punktet på oversiden av tavla, slik at deltakeren kunne føle punktet, men ikke se posisjonen. Deretter skulle deltakeren matche posisjonen på undersiden av tavla med den andre hånden uten å se noen ting, med en refleksmarkør på toppen av pekefingeren. Dette skulle gjøres så hurtig og nøyaktig som mulig.

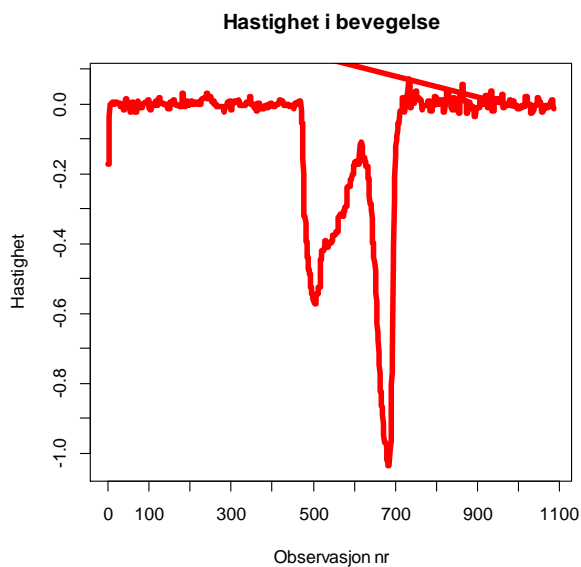
Forsøkspersonene gjorde dette med dominant hånd 8 ganger per instruksjon. Totalt 32 «stikk» per forsøksperson.

## Dataanalyser

Til utregninger ble det brukt R, og derfra hentet man ut maksimal hastighet, bevegelsestid og nøyaktighet. Det ble hentet ut informasjon fra 5 stikk pr betingelse pr deltaker. Denne informasjonen ble hentet ut i fra grafene som er avbildet nedenfor (Fig 4 og 5). Statistiske analyser ble gjennomført i SPSS, og det var fortrinnsvis regresjonsanalyse og curve estimation, vist med linear power S, som ble brukt.



**Fig. 4** Start og stopp av bevegelsen, og nøyaktighet



**Fig. 5** Maksimal hastighet i bevegelsen.

## RESULTAT

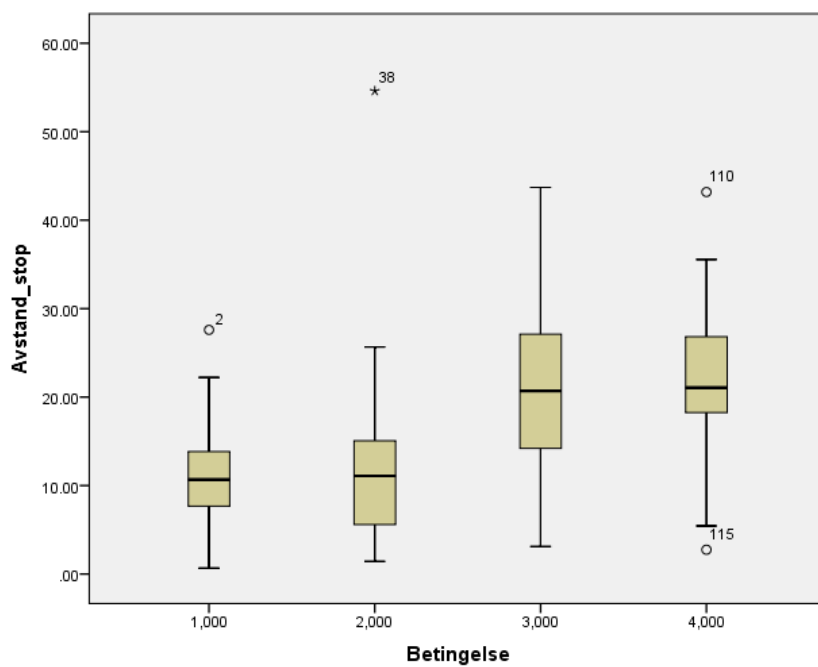
### Avvik over betingelser

Betingelse		Nøyaktighet Avstand i mm.	Bevegelsestid (Frames). Milisekunder.	Maksimal hastighet. Mm pr frame.
1	Mean	11,45	866	,722
	N	35	35	35
	SD	5,86	470	,309
	Minimum	,66	314	,31
	Maksimum	27,60	2166	1,84
2	Mean	12,07	456	1,31
	N	35	35	35
	SD	9,76	242	,579
	Minimum	1,43	210	,38
	Maksimum	54,60	1058	2,90
3	Mean	20,69	924	,660
	N	35	35	35
	SD	9,54	533	,294
	Minimum	3,12	294	,29
	Maksimum	43,71	2102	1,38
4	Mean	21,90	374	1,138
	N	35	35	35
	SD	8,93	116	,382
	Minimum	2,75	216	,65
	Maksimum	43,18	732	2,21
TOTAL	Mean	16,53	474	,957
	N	140	140	140
	SD	9,83	448	,488
	Minimum	,66	210	,29
	Maksimum	54,60	2166	2,90

**Tabell 1** Deskriptiv statistikk for nøyaktighet, bevegelsestid og maksimal hastighet.

Gjennomsnittlig avvik fra markør til target var for de 4 betingelsene henholdsvis 11,45mm (SD 5,86 mm) for betingelse 1, 12,07 mm (SD 9,76 mm) for betingelse 2, 20,69 mm (SD 9,54 mm) for betingelse 3 og 21,90 mm (SD 8,93 mm) for betingelse 4 (Tabell 1 og figur 6). Og i følge Wilcoxon test er nøyaktigheten signifikant ( $p < 0,001$ ) bedre når forsøkspersonene fikk benytte seg av synet, fremfor uten syn.

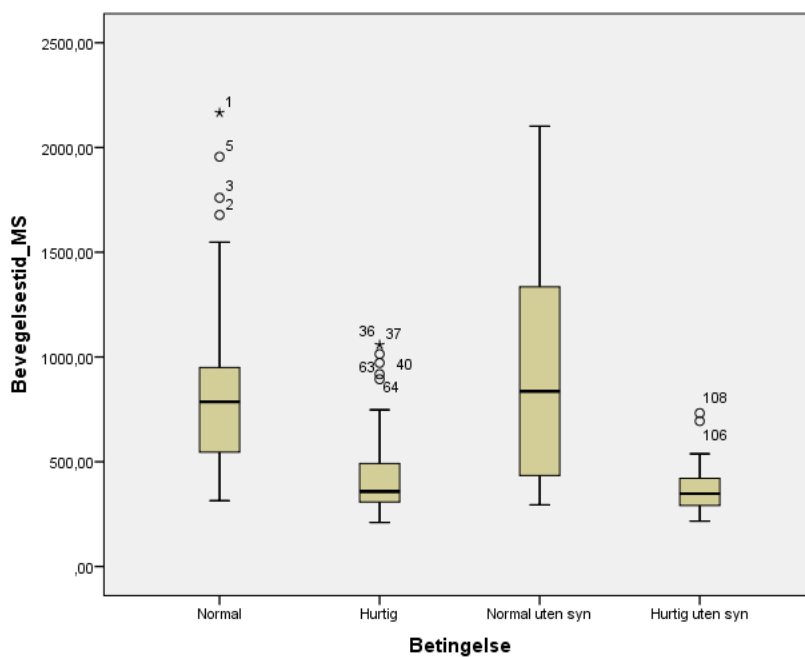




**Fig. 6** Betingelse 1 til 4: Normalt, hurtig, normalt uten syn og hurtig uten syn. Avstand i mm fra target.

### Hastighet over betingelse

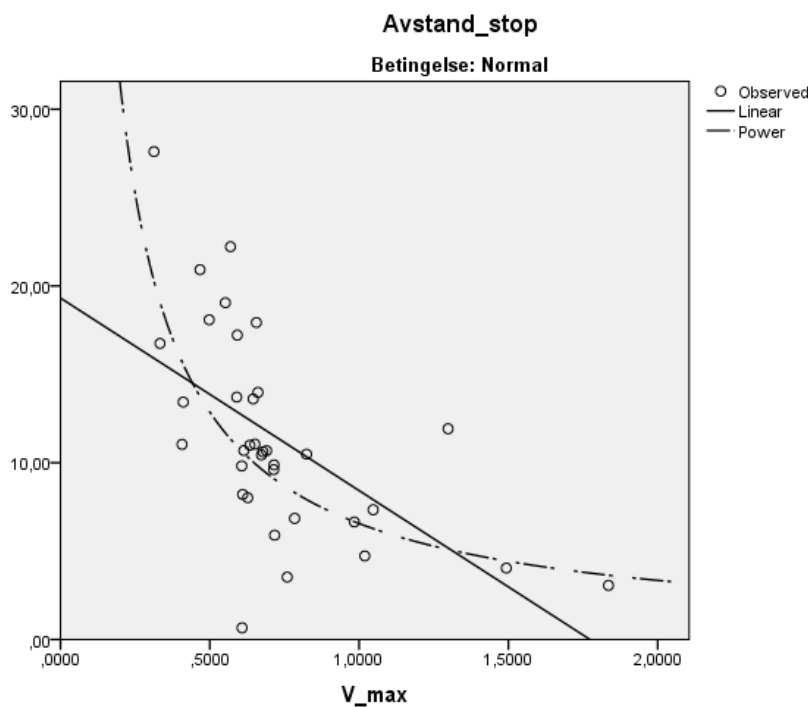
Tilsvarende varierte gjennomsnittlig bevegelsestid for de 4 betingelsene med henholdsvis 866 ms (SD 470 ms), 456 ms (SD 242 ms), 924 ms (SD 533 ms) og 474 ms (SD 116 ms) (Tabell 1 og fig. 7).



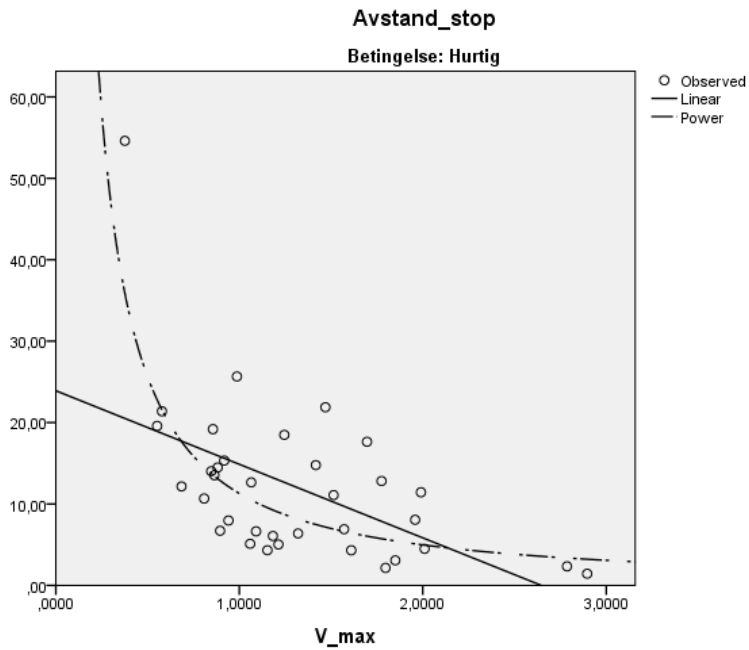
**Fig. 7** Betingelse 1 til 4. Bevegelsestid i millisekunder.

## Maksimal hastighet og nøyaktighet

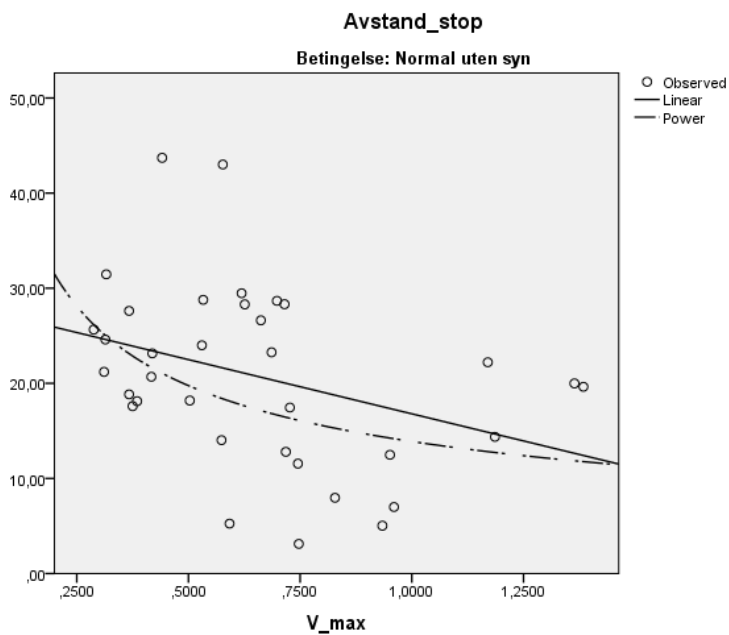
Figur 8, 9, 10, 11 og 12 fremstiller maksimal hastighet og nøyaktighet i påfølgende scatterplot. Maksimal hastighet er den høyeste målte hastighet i stikket og nøyaktighet er avstand til målet ved stikkets stoppunkt. Resultatet av regresjonsanalyse og curve estimation-power S viser at maksimal hastighet i stikket og nøyaktigheten under betingelse 1 (Fig. 8), der instruksjonen var *normalt og nøyaktig*, var signifikant mer nøyaktig jo høyere hastighet forsøkspersonene hadde ( $F=12,056$ ,  $r=0,268$ ,  $p=0,001$ ). Det samme er gjennomgående for betingelse 2 (hurtig og nøyaktig) ( $F=28,182$ ,  $r=0,461$ ,  $p<0,001$ ), betingelse 3 (normalt og nøyaktig uten syn) ( $F=5,196$ ,  $r=0,136$ ,  $p=0,029$ ) og betingelse 4 (hurtig og nøyaktig uten syn) ( $F=12,243$ ,  $r=0,271$ ,  $p=0,001$ ) også.



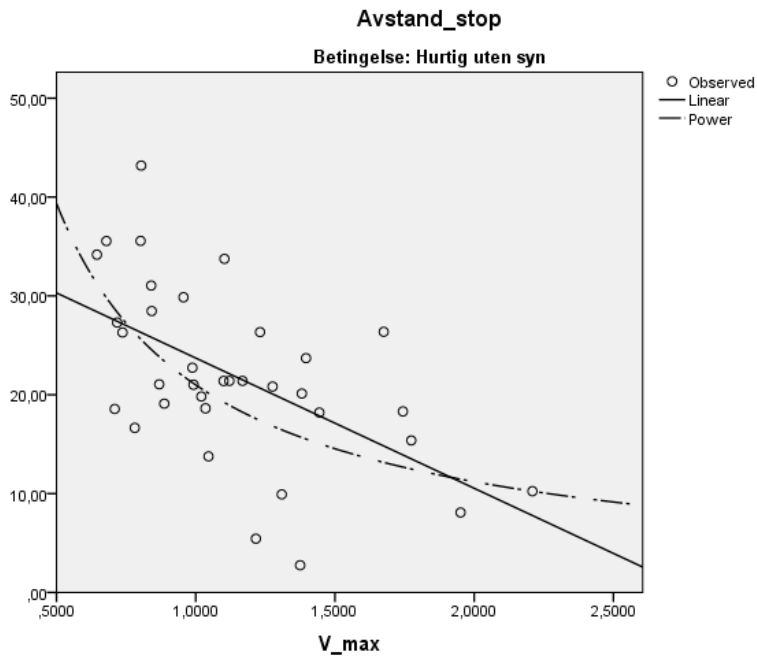
**Fig. 8** Betingelse 1: Normalt og nøyaktig. V\_max= maksimal hastighet i stikket oppgitt i mm pr frame. Avstand\_stop= mm fra target.



**Fig. 9** Betingelse 2: Hurtig og nøyaktig.. Avstand\_stop= mm fra target. V\_max= maksimal hastighet i stikket oppgitt i mm pr frame.

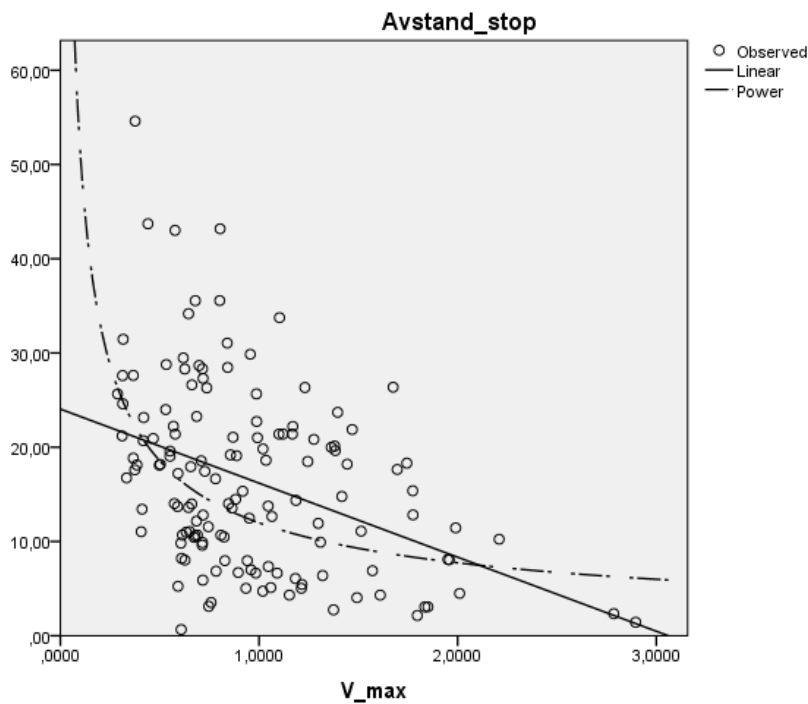


**Fig. 10** Betingelse 3: Normalt og nøyaktig uten syn. Avstand\_stop= mm fra target. V\_max= maksimal hastighet i stikket oppgitt i mm pr frame.



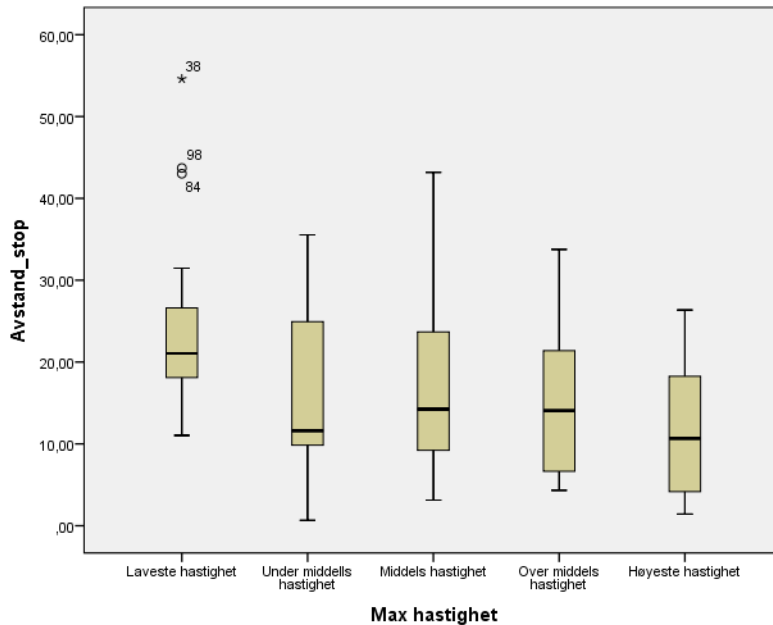
**Fig. 11** Betingelse 4: Hurtig og nøyaktig uten syn. Avstand\_stop= mm fra target. V\_max= maksimal hastighet i stikket oppgitt i mm pr frame.

Alle betingelsene i samme fremstilling (Fig.12) viser at nøyaktigheten var signifikant ( $F=29,17$ ,  $r= 0,175$ ,  $p<0,001$ ) høyere når den maksimale hastigheten økte i følge en regresjonsanalyse og curve estimation fremstilt i scatterplot.



**Fig. 12** Alle betingelser samlet. Avstand\_stop= mm fra target. V\_max= maksimal hastighet i stikket oppgitt i mm pr frame.

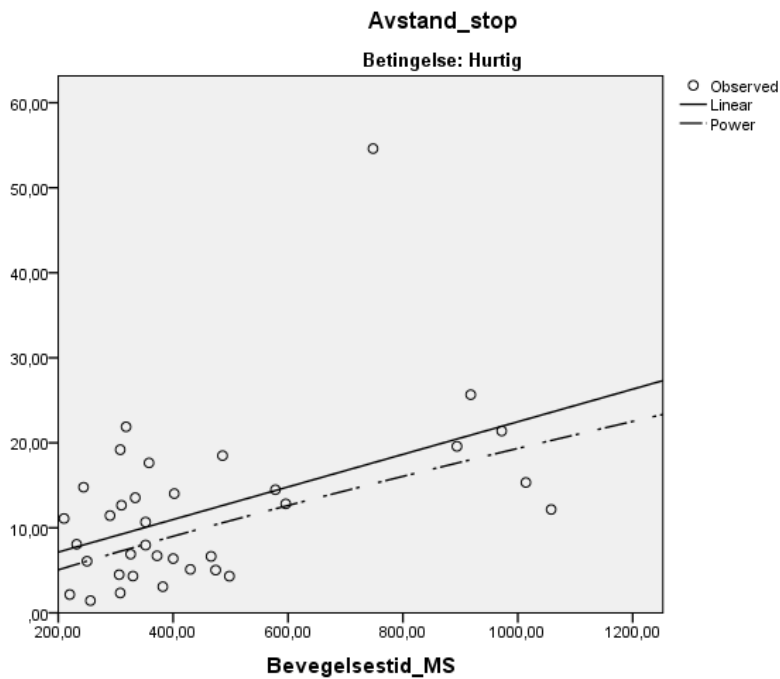
I figur 13 ser man alle fire betingelsene samlet, fordelt på fem ulike hastigheter er det signifikant ( $p < 0,001$ ) forskjell i følge Wilcoxon test. Det betyr at når hastigheten økte, ble stikkene mer nøyaktige. Man kan se at det er forskjell på laveste hastighet og høyeste hastighet, men det ikke er så stor forskjell på under middels hastighet og høyeste hastighet.



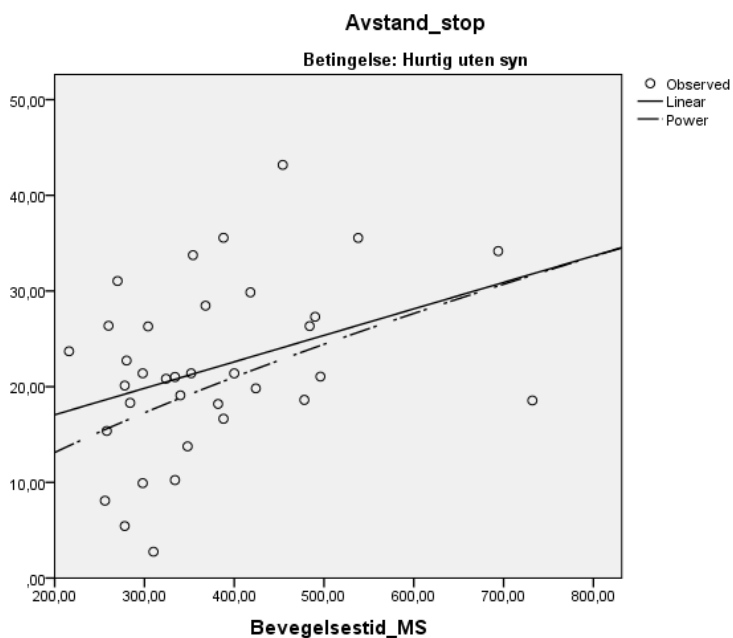
**Fig. 13** Alle fire betingelser samlet, rangert fra laveste hastighet til høyeste hastighet. Avstand\_stop= mm fra target. Max hastighet= maksimal hastighet i sticket fordelt på fem ulike grupper: laveste hastighet, under middels hastighet, middels hastighet, over middels hastighet og høyeste hastighet.

### Bevegelsestid og nøyaktighet

De påfølgende figurene 14 og 15 sier noe om bevegelsestiden i forhold til nøyaktigheten. Bevegelsestiden er tiden forsøkspersonene brukte fra bevegelsens start til stopp og nøyaktighet forteller oss hvor nærme target de var ved stopp. I følge regresjonsanalyse og curve estimation – power S viser det at bevegelsestid og avstand i mm fra target ikke er signifikant ( $F=2,954$ ,  $r=0,082$ ,  $p=0,095$ ) i betingelse 1. Under betingelse 2 er det funnet en signifikant ( $F=10,253$ ,  $r=0,237$ ,  $p=0,003$ ) forskjell og en litt høyere korrelasjon mellom bevegelsestid og nøyaktighet der instruksjonen var hurtig og nøyaktig (fig. 14). Videre er det ingen signifikant ( $F=0,128$ ,  $r=0,004$ ,  $p=0,723$ ) forskjell i betingelse 3 (uten syn). I likhet med betingelse 2 er betingelse 4, hurtig og nøyaktig uten syn, signifikant ( $F=4,460$ ,  $r=0,119$ ,  $p=0,042$ ) (fig. 15). Det er også liten korrelasjon mellom bevegelsestiden og nøyaktigheten. Bevegelsestid og nøyaktigheten er signifikant under betingelse 2 og 4, der instruksjonen var å gjøre det hurtig og nøyaktig. Under alle betingelsene og bevegelsestid samlet sett er det ikke funnet signifikant ( $F=3,845$ ,  $r=0,027$ ,  $p=0,052$ ) forskjell mellom bevegelsestid og avstand i mm fra target.



**Fig. 14** Betingelse 2: Hurtig og nøyaktig. Bevegelsestid\_MS= Bevegelsestid fra start til stopp i stikket oppgitt i millisekund. Avstand\_stop= mm fra target.



**Fig. 15** Betingelse 4: Hurtig og nøyaktig uten syn. Bevegelsestid\_MS= Bevegelsestid fra start til stopp i stikket oppgitt i millisekund. Avstand\_stop= mm fra target.

## DISKUSJON

Hensikten med denne studien var å se på sammenhengen mellom hastighet og presisjon i en peketest utviklet av von Hofsten (Sigmundsson & Haga, 2010). Testen utføres både med og uten visuell informasjon om målets posisjon. Det er første gang denne testen utføres kombinert med kinematiske målinger, og funnene støtter i utgangspunktet tidligere tester i og med at avvikene fra target i betingelsen med syn er ca. 12 mm og uten syn ca. 21 mm. I så måte støttes tidligere studier som er utført av bl.a. Rösblad og Hofsten (1992) og Loftesnes, Ingvaldsen og Sigmundsson (2014).

Betingelsene i dette studiet skilte seg fra tidligere ved at det ble gitt to typer instruksjoner, hvor forsøkspersonen fikk beskjed om å utføre testen *normalt og nøyaktig* og *hurtig og nøyaktig*. Resultatene viser at forsøkspersonene responderte på instruksene de fikk ved at den maksimale hastigheten i gjennomsnitt var nesten dobbelt så høy under betingelse 2 (1,31) og 4 (0,977), som under betingelse 1(0,772) og 3 (0,660).

Gjennom de kinematiske målingene kan en her se på sammenhengen mellom hastighet og nøyaktighet. Hovedfunn i denne studien er at når den maksimale hastigheten i «stikket» går opp, er også presisjonen bedre. Med andre ord, det motsatte av det som ville være forventet ut i fra Fitts' lov fra 1954. Det kommer også fram av analysen at presisjonen er dårligere, når forsøkspersonene ble fratatt synet.

Grunnen til at presisjonen blir bedre når den maksimale hastigheten i stikket er på topp, kan muligens forklares med at forsøkspersonene ble mer kontant i stikket, da de skulle utføre det hurtig og nøyaktig, og ikke nølte med å finne det de mente var et bra treffpunkt på undersiden av korktavla. Dette var også noe forsøkspersonene gav uttrykk for selv under forsøket, nemlig at de følte at det ble mer presist da de fikk instruksene *hurtig og nøyaktig*. En mulig forklaring på dette er at de proprioceptive reseptorene ikke aktiveres ved rolige bevegelser, men at når hastigheten og kraftutviklingen i forhold til Hill-kurven blir stor, vil bevegelsene i større grad trigge de proprioceptive reseptorene. En annen forklaring er at når hastigheten øker minker den muskulære variabiliteten i bevegelsen, som gir en mer konsistent atferd.

Denne første tolkningen er i samsvar med Schmidt et. al. (1979) som har funnet ut at nøyaktigheten ikke nødvendigvis må gå på bekostning av hastigheten. Selv om forhandling mellom hastighet og nøyaktighet er hovedregelen, finnes det noen unntak. De har vist at hvis

vi beveger oss veldig raskt til å begynne med kan hastighetsøkningen gjøre oss mer konsekvent i timingen og det gir mindre variabilitet i muskler og ledd under bevegelsen. Dette ser ut til å gjelde ballistiske bevegelsesoppgaver med motstand (Schmidt og Sherwood, 1982). I dette tilfellet er motstand forsøkspersonenes egen hånd og luftmotstand. Dette tyder på at hurtig kan være bedre, hvis handlingen krever at vi skal bevege oss raskt.

Den andre tolkningen som foreslås bygger på Gibsons (1979) «*perceive in order to move or move in order to perceive*». Altså at man må oppfatte for å kunne bevege seg eller bevege seg for å kunne oppfatte. I dette tilfellet er det det siste som ser ut til å stemme, at man må bevege seg for å kunne oppfatte. Og når hastigheten ikke er høy nok, vil det være vanskelig å få gode proprioceptoriske signaler, som gir feedback på om bevegelsen er «riktig» eller ikke. Dette kan stemme overens med peketesten, selv om det ikke er noen ekstra motstand i sticket, annet enn din egen hånd og finger. Siden det er kun din egen hånd er det dermed kun hud- og leddreseptorer som gir tilbakemelding om hvordan fingeren beveger seg. Det kan være at man må opp i en viss hastighet for å kunne føle og motta proprioceptorisk feedback.

Som nevnt tidligere kommer det også fram i forsøket at presisjonen går ned når synet ekskluderes helt. I snitt var betingelsene uten syn (3 og 4) 9,5mm dårligere, enn betingelsene med syn (1 og 2). Den hånden (dominant) som pekte på undersiden av korktavla var alltid utenfor i synsfeltet til forsøkspersonene. Det er det samme som er funnet i forskning gjort tidligere, og viser bare at vi mennesker er avhengig av synet for å kunne utføre presise proprioceptoriske oppgaver. Noe man også ofte erfarer selv i det daglige, da man stort sett benytter seg av synet. Det var gjennomgående, det samme som med syn, at nøyaktigheten var best i de stikkene som hadde høyeste maksimale hastighet.

Forsøkspersonenes absolutt maksimale hastighet vites ikke, og man vet da heller ikke hvilke prosenter av maks de presterte på under de ulike instruksene. Men det er grunn til å tro at instruksjonen *hurtig og nøyaktig* utløste den maksimale hastigheten forsøkspersonene kunne oppnå i bevegelsen peketesten krevde.

Det dette forsøket ikke tar for seg, er hvor bevegelsen og hastigheten er størst. Om forsøkspersonene tok ut bevegelsen i skulder, albue, håndledd eller pekefinger vites ikke. Forsøket viser kun hastighet på pekefinger og treffpunkt. Funnene i dette forsøket er interessant i forhold til forskningen som tidligere er gjort på «clumsy children», der det viser seg at klossete barn scorer dårligere på peketesten, enn normale barn. Kanskje feilmarginen



skyldes at de klossete barna er for trege i bevegelsen? Dette vil være en ny innfallsvinkel for å gi en mer presis tolkning av de funnene som viser at DCD-barn scorer dårligere enn barn uten diagnose, og med store implikasjoner for trening av disse barna.

## **ETTERORD**

Da er masteroppgaven ved veis ende og det har vært en utfordrende og lærerik opplevelse. Jeg vil rette en stor takk til professor Rolf P. Ingvaldsen for ide og veiledning og høyskolelektor Tore Kristian Aune for råd og innspill. Jeg vil også takke forsøkspersonene som stilte opp, slik at forsøket ble gjennomførbart. Til slutt vil jeg takke mine medstudenter på «kontoret» for godt samarbeid og mange trivelige stunder de siste 2 årene.

## LITTERATURLISTE

Brodal, P. (2007); *Sentralnervesystemet*. 4. utg. Oslo: Universitetsforlaget.

Fitts, P. M. (1954); The Information Capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, No. 6, Vol 47, ss. 381-391.

Fleishman, E.A. (1966). *Human abilities and the acquisition of skill*. In: Bilodeau, E.A (ed). *Acquisition of Skill*. New York: Academic Press. P147-167.

Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Held, R. (1965); Plasticity in sensory-motor systems. I *Readings from Scientific American. Perception: Mechanisms and Models*, s. 372-377. San Francisco: W. H. Freeman and Company.

Hofsten, C. von og Rösblad, B. (1988); The integration of sensory information in the development of precise manual pointing. *Neuropsychologia* 26: 805-82.

Loftesnes, J.M. & Ingvaldsen, R. P. (2003) DCD and the learning of Manual Matching. *Nordic Conference in Human Movement Science (NKB 2003)* 14-20.

Loftesnes, J. M., Ingvaldsen, R. P. & Sigmundsson, H. (2014); Can underlying perceptual disability be remediated through specific training? In press.

Magill, R.A. (2011). *Motor learning and Control: Concepts and Applications*. New York, NY: McGraw-Hill.

Newell, K.M. (1986). Constraints on the development of coordination. I: M.Wade and H.T.A. Whiting (Eds), *Motor development in children: aspects of coordination and control* (341-360). Dordrecht: Martinus

- Rösblad, B. og von Hofsten, C. (1992); Perceptual control of manual pointing in children with motor impairments. *Physiother Theory and Practice* (8, 223-233).
- Schmidt, R. A. og Lee, T. D. (2005); *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. og Sherwood, D.E. (1982); An Inverted-U Relation Between Spatial Error and Force Requirements in Rapid Limb Movements: Further Evidence for the Impulse-Variability Model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1982, Vol. 8, No. 1, 158-170.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. S. og Quinn, J. T. jr. (1979); Motor-Output Variability: A Theory for the Accuracy of Rapid Motor Acts. *Psychological Review*, volum 86, September, nr. 5.
- Schoemaker, M. M., Wees, M vd., Flapper, B., Jansen, N.V., Jaegers, S. S. & Geuze, R. (2001); Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science* 20. 111-133.
- Sherrington, C. (1906); The integrative action of the nervous system. *Yale University Press, New Haven, CT*.
- Sigmundsson, H. og Haga, M.(2004); *Motorikk og samfunn: En samfunnsvitenskapelig tilnærming til motorisk atferd*. Sebu forlag.
- Sigmundsson, H. & Haga, M. (2010); Research on children with developmental coordination disorder – some challenges! *Commentary on C.L. Tsai and S.K. Wu. Perceptual and Motor Skills*. volum 110 (1).
- Sigmundsson, H. og Pedersen, A. V. (2007); *Motorisk utvikling. Nyere perspektiver på barns motorikk*. Sebu forlag.
- Sigmundsson, H., Ingvaldsen, R. P. og Whiting, H.T.A. (1997); Inter- and intra-sensory modality matching in children with hand-eye co-ordination problems. *Exp Brain Res* 114:492-499. *Springer-Verlag*.

Williams, A. M., Davids, K. og Williams, J. G. (1999); *Visual Perception and Action in sport*. E & FN Spon, London.

### **Nettsted**

Snl.no(2009); [http://snl.no/kinestetisk\\_sans](http://snl.no/kinestetisk_sans). Lastet ned kl. 12.30, 25.08.14.

## OVERSIKT TABELLER

**Tabell 1:** Oversikt deskriptiv statistikk. Nøyaktighet, bevegelsestid og maksimal hastighet.

## OVERSIKT FIGURER

**Figur 1:** Stativ. Justerbart stativ som korktavla lå på.

**Figur 2:** Oversiden av korktavla. Punktene fra 1 til 8.

**Figur 3:** Refleksmarkørenes posisjoner.

**Figur 4:** Start og stopp av bevegelsen, samtnøyaktighet.

**Figur 5:** Maksimal hastighet i bevegelsen.

**Figur 6:** Betingelse 1 til 4: Normalt, hurtig, normalt uten syn og hurtig uten syn. Avstand i mm fra target.

**Figur 7:** Betingelse 1 til 4. Bevegelsestid i millisekunder.

**Figur 8:** Betingelse 1: Normalt og nøyaktig.  $V_{max}$ = maksimal hastighet i stikket.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.

**Figur 9:** Betingelse 2: Hurtig og nøyaktig..  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.  $V_{max}$ = maksimal hastighet i stikket.

**Figur 10:** Betingelse 3: Normalt og nøyaktig uten syn.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.  $V_{max}$ = maksimal hastighet i stikket.

**Figur 11:** Betingelse 4: Hurtig og nøyaktig uten syn.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.  $V_{max}$ = maksimal hastighet i stikket.

**Figur 12:** Alle betingelser samlet.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.  $V_{max}$ = maksimal hastighet i stikket.

**Figur 13:** Alle fire betingelser samlet, rangert fra laveste hastighet til høyeste hastighet.

$Avstand_{stop}$ = mm fra target. Max hastighet= maksimal hastighet i stikket fordelt på fem ulike grupper: laveste hastighet, under middels hastighet, middels hastighet, over middels hastighet og høyeste hastighet.

**Figur 14:** Betingelse 2: Hurtig og nøyaktig.  $Bevegelsestid_{MS}$ = Bevegelsestid fra start til stopp i stikket oppgitt i millisekund.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.

**Figur 15:** Betingelse 4: Hurtig og nøyaktig uten syn.  $Bevegelsestid_{MS}$ = Bevegelsestid fra start til stopp i stikket oppgitt i millisekund.  $Avstand_{stop}$ = mm fra target.