

Mastergradsoppgave

Effekten av instruksjon som prioriterer hastighet og presisjon på sparkprestasjon for erfarne fotballspillere

Pål Gunnar Fuglstad

MKØ210

Mastergradsoppgave i

Kroppsøvings-idrettsvitenskap

2013



Avdeling for
lærerutdanning



SAMTYKKE TIL HØGSKOLENS BRUK AV MASTEROPPGAVE

Forfatter: Pål Gunnar Fuglstad

Norsk tittel: Effekten av instruksjoner som prioriterer hastighet og presisjon på sparkprestasjon for erfarne fotballspillere

Engelsk tittel: Effect of instructions emphasizing speed and accuracy on kick performance in experienced football players

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:

underskrift

Forord

Jeg ønsker å takke professor Roland van den Tillaar for inspirasjon og god veiledning i denne arbeidsprosessen. Jeg ønsker også å takke deltagerne som stiller opp og ønsker å være med i min forskning.

Innhold

Sammendrag.....	4
Abstract.....	5
Introduksjon.....	6
Biomekanikk.....	7
Metode.....	11
Deltagere.....	11
Prosedyre.....	11
Måleutstyr.....	14
Statistikk.....	15
Resultat.....	17
Presisjon.....	17
Hastighet.....	20
Koordinasjon.....	20
Diskusjon.....	26
Konklusjon.....	29
Litteraturliste.....	30

Effekten av instruksjoner som prioriterer hastighet og presisjon på sparkprestasjon for erfarne fotballspillere

Fuglstad, Pål Gunnar

Høgskolen i Nord-Trøndelag

Sammendrag

Meningen med denne studie var å se på om at "speed accuracy trade-off" opptrer i et fotballspark, om samme fenomen finnes ved begge sider av mål i et straffespark og årsaken til presisjon og hastighet ved å se på kinematikken. 12 mannlige erfarne fotballspillere gjennomførte straffespark med ulike instruksjoner som vektla fokus på: 1. Hastighet, 2. Hastighet og presisjon, 3. Presisjon og hastighet og 4. Presisjon. De skulle totalt gjennomføre 56 spark, 8 spark på 7 forskjellige instruksjoner. Det ble benyttet Qualisys Track Manager (QTM) (Qualysis, Gothenburg, Sweden) for 3D måling og videokamera (Sony HDR FX 1000) og utregning av mean radial error (MRE), Bivariate variable error (BVE), Centroid error (CE) og treffprosent for å se på presisjon. Hovedfunn i denne studie viser at en ved fokus på presisjon får lavere hastighet og motsatt: fokus på hastighet får lavere presisjon noe som støtter Fitts law (1964). Studien viser også at fokus på presisjon gir lavere segment og vinkel hastighet som igjen gir lavere ballhastighet. Til slutt er det funnet forskjeller i presisjon mellom spark mot dominant og ikke dominant side ved prioritering hastighet og for CE ved prioritering presisjon.

Nøkkelord: Speed accuracy trade-off, Fotball, Dominant og ikke dominant side, kinematikk

Effect of instructions emphasizing speed and accuracy on kick performance in experienced football players

Fuglstad, Pål Gunnar

Nord-Trøndelag University College

The purpose of this study was to see; if the “speed accuracy trade-off” occurs in soccer-kick, if the same phenomenon occurs in both sides of the goal in a penalty-kick and to see the cause of the accuracy and speed by studying the kinematics. Twelve experienced male footballers performed the penalty-kick with different instructions in what the focus should be: 1. Speed, 2. Speed and accuracy, 3. Accuracy and speed and 4. Accuracy. They were to perform a total of 56 kicks, 8 kicks with 7 different instructions. Qualysis Track Manager (Qualysis, Gothenburg, Sweden) was used for a three-dimensional measurement and a video camera (Sony HDR FX 1000) and calculations of mean radial error (MRE), Bivariate variable error (BVE), Centroid error (CE) and hit percentage to measure accuracy. The main finding of this study shows that with a focus on accuracy one gets a lower speed, and the opposite: a focus on speed creates a lower accuracy, which supports Fitts law (1964). The study also shows that a focus on precision gives a lower segment and angle velocity, which leads to a lower ball-speed. In the end there is found differences in precision between kicks towards dominant and non-dominant side with the speed-priority and for CE with the accuracy-priority.

Keywords: Speed accuracy trade-off, Soccer, Dominant and non-dominant side, kinematic

Introduksjon

I mange idretter står hastighet og presisjon sentralt for å oppnå gode prestasjoner. I lagidretter er dette ofte viktige faktorer som skiller mellom suksess og feiling. Det å treffe en medspiller med pasning eller score et mål krever presisjon og hastighet. Utøverne må da beherske to ytterpunkter som kan være vanskelig å sette sammen og optimalisere samtidig.

Paul Fitts (1954) utarbeidet en matematisk lov som forklarer sammenheng mellom presisjon og hastighet. Det viste seg at om fokuset lå på hastighet ble man mindre presis og motsatt, fokus på presisjon gav lavere hastighet. Fitts forklarte denne sammenhengen med at hjernen ikke hadde kapasitet til å optimalisere hastighet og presisjon samtidig. Forsøket til Fitts var basert på sykliske og enkle bevegelser og han måtte senere utforske teorien ved diskrete bevegelser, som viste samme "speed accuracy trade-off" (Fitts og Peterson, 1964). Flere andre forskere har også støttet dette (Urbin m. fl. 2011), blant annet i dart er dette prinsippet vist (Etnyre, 1998).

I senere tid har man også sett dette i mer komplekse bevegelser. Van den Tillaar og Ettema (2003a) viser i sin undersøkelse av instruksjon på overarmskast at når deltagerne fikk en instruksjon som vektla presisjon, gikk hastigheten ned, spesielt instruksjonen som kun vektla presisjon viste klar hastighetsnedgang. Dette kunne tyde på at en velger en annen strategi for å gjennomføre denne instruksjonen i forhold til andre. I denne studien ble det også funnet en negativ sammenheng mellom hastighet og dets variabilitet.

En annen teori som sier noe om sammenhengen mellom hastighet og presisjon er "impuls variabilitet". Impuls sier noe om kraft som igjen gir hastighet, mens variabilitet sier noe om presisjon. Har man større variabilitet gir det mindre presisjon. Den originale utvikleren av denne modellen var Schmidt m. fl. (1979). Modellen var basert på at bevegelser var programmert og at feil i bevegelsesbanen kommer av variabilitet i muskelimpulser som har sin oppgave å skape bevegelse. Desto raskere bevegelse eller større kraft, jo større variabilitet ble funnet i musklens impuls.

Det er blitt vist at det er en lineær sammenheng mellom kraft og dets variabilitet (Schmidt m. fl. 1979), mens det også ble demonstrert en lineær sammenheng mellom kraft produsert og subjektets variabilitet opp til 65% av maksimal kraft. Imidlertid er det også funnet at når mengden kraft økte over 65% av maksimal kraft gikk variabiliteten gradvis ned (Sherwood & Schmidt, 1982). Dette var basert på at bevegelser kom fra motoriske program og at en ikke hadde tid til å justere en bevegelse og ble dermed mindre variabel.

Cauraugh med flere (1990) viste denne sammenhengen på tennis server til gode tennisspillere. Variabiliteten var avtagende med kraft opp mot maksimal til sammenligning med kraft som var moderat. Spillerne skulle treffe ballen med en hastighet av 50, 60, 70, 80 og 90 % av deres maksimale hastighet samtidig som de skulle treffe et avmerket mål for å se på sammenhengen mellom hastighet og presisjon. Indermill og Husak (1984) viste derimot at en hadde forbedret presisjon med 30% ved mellomliggende hastighet enn ved den tregeste og den raskeste hastighet. Denne studien omhandlet å kaste tennis ball på et vertikalt mål 12,2m unna. De skulle kaste på 50, 75 og 100% av maksimal hastighet og presisjonen ble målt ut fra sentrum. Dette har også til dels blitt funnet i fotballspark, hvor Asami med flere (1976) har vist at ballens hastighet reduseres til 80% av maksimal hastighet når krav til presisjon legges til, mens Andersen og Dörge (2009) viste at krav til presisjon gjorde at hastigheten til ball senkes til 85% ved straffespark, samtidig viste de at når deltagerne valgte tilnærminger som ikke var selvvalgt gikk ball hastigheten ned. Dette mente de kunne skyldes at man har en subjektiv hastighetstilnærming for å få et optimalt spark. For en fotballspiller så tenker man ikke på prosent av maksimal kraft når en skal gjennomføre fotballspark. Fokus og prioriteringen kan ligge på hastighet, hastighet og presisjon eller bare presisjon. Det eneste som gjelder er at det er hardt og presist nok for å oppnå suksess.

Biomekanikk

For å kunne sparke hardt og presist er det viktig med riktig strategi og segment bevegelse. I håndball er det vist hvordan segmentene beveger seg i forhold til hvilken ballhastighet. Et typisk utfall er at maksimal hastighet på hoften opptrer før maksimal hastighet på albue som igjen oppnår maksimal hastighet før skulder og videre til håndledd før ballen frigjøres. (van den Tillaar og Ettema, 2003b). I studien til van den Tillaar og Ettema (2003b) fant de også ut at mellom instruksjonene, forandret segmentenes hastighet proporsjonalt med ballhastighet.

I fotball har man delt inn fotballsparket i 6 faser; 1. Vinkel i tilløp, 2. Kraften i støtte fot, 3. Svingfot loading, 4. Fleksjon i hoften og ekstensjon i kne, 5. Kontakt mellom fot og ball og 6. ”follow through”. Alle disse delene kan være med på å si hvordan et spark blir og som man ser er det kun to faser (5 og 6) hvor fot og ball er i kontakt, det betyr at det som skjer før selve kontakten er også viktig for utfallet (Barfield, 1998).

Hver fase kan ha innflytelse på sparkprestasjon (hastighet). I første fase, vinkel i tilløp viser det seg at en diagonal tilnærmingen til ball resulterer i større lem hastighet (Isokawa og Lees, 1988), mens Scurr og Hall (2009) fant ikke at tilløp med forskjellig vinkel (30, 45 eller 60 grader) hadde noen innflytelse på sparkhastigheten. Plagenhoff (1971) mente at det er den

effektive massen av foten som bestemmer ballhastighet på bakgrunn av hans funn hvor rett tilnærming og vinkel tilnærming ga samme fot hastighet før ballkontakt, men ulike ballhastighet. Isokawa og Lees (1988) viser at topp ballhastighet ble målt ved en tilnærming på 45 grader, mens topp ankel hastighet ble funnet på 30 grader, topp hoft hastighet på 15 grader og topp kne hastighet ble funnet ved rett tilnærming til ball. Scurr og Hall (2009) viste at hofterotasjon og lår abduksjon var større ved større diagonal tilnærming.

I tillegg viser Isokawa og Lees (1998) at lengde, hastighet og vinkel til "run up" er de viktigste aspektene i det som skjer før selve sparket for å oppnå suksess. Godik og kollegene (1993) presiserer også at et sparks presisjon er avhengig av hvor raskt en spiller møter ballen. Det er vist at raske spark er mer presis når en har som instruksjon å gjennomføre et vrist spark med sin egen hastighetstilnærming. I motsetning, om spilleren er instruert i å sparke ballen så hardt som mulig, så er "run up" hastigheten raskere og presisjonen svakere.

I andre fase er det kreftene som går igjennom standfoten eller støttefoten i det den settes ned ved siden av ballen. Det er vist at dyktige fotballspillere sparker hardere enn ikke dyktige og at kreftene i støttefot var større (Barfield, 1998).

Tredje fase er selve svingfotens "loading". Svingfotens bevegelse ser ut til å være en essensiell komponent for et suksessfull vristspark. Loadingen av svingfoten tillater hoftefleksorene og kneekstensorene til å bli eksentrisk strekt i forberedelsesfasen til bevegelsen mot ball (Barfield, 1998). Generelt sett er det en signifikant positiv sammenheng mellom lineær fot hastighet og resultert ball hastighet (Barfield, 1995; Barfield, 1997).

Fjerde fase med fleksjon i hoft og ekstensjon i kne viser at dyktige fotballspillere er mer avslappet i svingfasen og har mindre generell muskelaktivitet enn mosjonister. Det er også vist at dyktige fotballspillere når maksimal quadriceps aktivitet i slutten av "loading" fasen; det vil si når kneet er flektert (Barfield, 1998).

I femte fase skjer kontakt mellom fot og ball. Posisjonen til støttefot og kontaktfot i tidspunktet kontakt med ball skjer er et kritisk punkt som kan bestemme sluttresultatet. Ved ballkontakt er kneet flektert og foten beveger seg fremover mot ekstendert posisjon. Fot og ball er i kontakt under de siste få gradene av ekstensjonen og det er funnet at vinkelhastigheten i kne 15ms før kontakt er mellom 1500° og 2000°*s (Barfield, 1998). Vinkelhastighet for lår er minimal når hoft i kontakttiden er flektert (Barfield, 1998).

Siste og sjette fase er "Follow-through" og den har to hovedoppgaver, hvor den ene er at lengre kontakttid mellom fot og ball gir større sannsynlighet for en større fremdrift. Det andre er å redusere skaderisiko (Barfield, 1998). Tsaousidis og Zatsiorsky (1996) viser at "follow-through" resulterer i en forbedret ball hastighet ved økt mekanisk arbeid som musklene utgjør.

Ved siden av de forskjellige faser kan fotballsparket deles inn i innsidespark og vristspark. Ved fokus på presisjon er oftest innsidespark benyttet på bakgrunn av en større treffpunktflate enn ved bruk av vristen. Dette er blant annet vist av Nunome med flere (2002) som fremhever at innsidespark er den mest brukte teknikken når korte og presise pasninger eller skudd er nødvendig, mens vristpark brukes for å oppnå høy kraft. Dette er demonstrert av Nunome med flere (2002) som fant en signifikant lavere ballhastighet ved innsidespark i forhold til vristspark med henholdsvis $23,4 \pm 1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ og $28,0 \pm 2,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Når fokuset ligger på presisjon, viser det seg slik at det er en nedgang i ballhastighet sammenlignet med kraftfulle spark (Lees og Nolan 1998). Lees og Nolan (1998) forklarer denne nedgangen med redusert bevegelsesutslag i bekkenet, hofte og kne. Det er også vist at dyktige fotballspillere har en større bevegelsesområde i hofte enn spillere med liten erfaring. (Shan og Westerhoff, 2005). Straffespark i fotball stiller krav til både presisjon og hastighet for å oppnå suksess. En skal være sterk i hodet for å takle presset samtidig som å gjøre de rette valgene. En analyse av 66 straffespark viste at 53 straffespark var plassert, mens bare 13 straffespark var basert på kraft (Kuhn, 1988). Fokuset kan ligge på kraft, kraft og presisjon eller kun presisjon. Hvilket hjørne man velger kan også være en viktig faktor for hvordan presisjonen blir. Velger man hjørne som er samme side som sparkfot må man i mange sammenhenger rotere benet utover. Denne utover rotasjonen i hofte og fot er en bevegelse som ikke er like naturlig som å føre foten inn mot midtlinjen, derfor kan det tenkes at en blir mindre presis ved å sparke ballen til samme side som dominant fot. Til nå har man ikke forskning som ser på forskjellen på presisjon mellom høyre og venstre hjørne av mål. Det er derfor interessant å se på dette i forhold til "speed accuracy trade-off" og koordinasjon.

Dermed er problemstillingene for denne studien;

Hva er effekten av instruksjon som fokuserer på hastighet, presisjon eller begge på sparkprestasjon (presisjon og sparkhastigheten) i straffespark på erfarne fotballspillere?

Videre vil studien utforske kinematikk ved de forskjellige instruksjonene som kan forklare eventuelle forskjeller i sparkprestasjon. Til slutt vil studien se om det er en forskjell på skuddsiden (dominant og ikke dominant side) på sparkprestasjon.

Hypotesene

- 1) Det er forventet at ved økende presisjonsfokus gir lavere ballhastighet og ved økende fokus på hastighet gir lavere presisjonen som følge av Fitts law (1964).
- 2) Forskjellen i ballhastigheten er et resultat av lavere segmenthastigheter og vinkelhastigheter av involverte bevegelser og at tilløpshastigheten er mindre ved lavere ballhastighet.
- 3) Siste hypotese er at man sparker mer presis og hardere til ikke dominant side på grunn av mer rotasjonshastighet i hofte og mindre utover rotasjon.

Metode

Deltagere

14 mannlige fotballspillere fra nivå 3-6 i Norge deltok i eksperimentet.

Tabell 1. Antropometriske data

Variabel	Mean	SD
Alder (år)	24,8	5,8
Høyde (cm)	182	0,06
Vekt (kg)	77,8	6,6
År med fotball erfaring (år)	17,1	3,5

Deltagerne ble først introdusert i studiet, samt lese gjennom og skrive under samtykke erklæringen. Instruksene ble gått igjennom slik at deltageren forstod de ulike prioriteringene.

Prosedyre

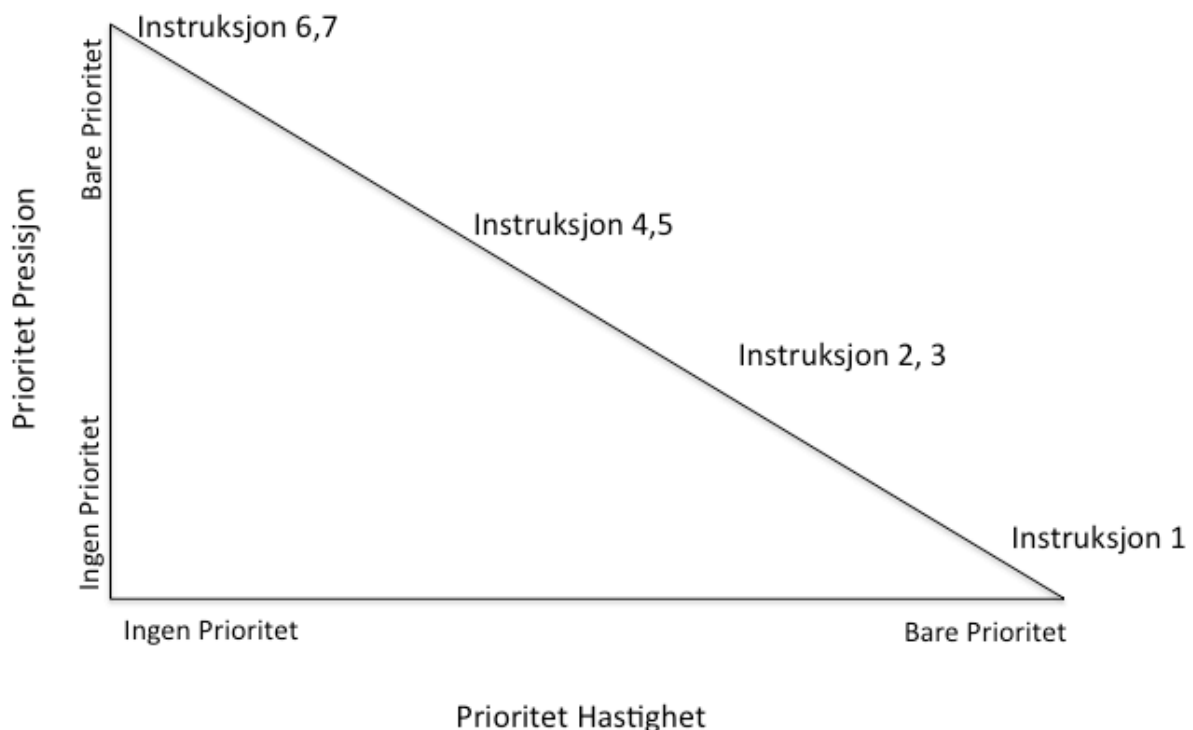
Deltagerne fikk først en generell oppvarming på 10min for så en spesifikk oppvarming på 5 min. Den generelle oppvarmingen omhandlet lett jogg og ulike øvelser som deltageren selv fikk velge. Hovedfokuset her var å bli varm. Den spesifikke delen var med ball. Her skulle deltagerne gjennomføre noen prøvespark med stigende innsats. Etter oppvarming ble deltageren gjort klar ved å plassere markører på de gitte anatomiske punkt. Markørenes punkt var basert på at man skulle få en full 3D analyse av leddvinkler, vinkelhastighet, lineære hastighet og ballhastighet. For at markørene ikke skulle falle av eller bli forstyrret var undertøy eller tights godkjent plagg, samt innendørs fotballscho. Deltager med markører ble satt i område hvor ballen skulle sparkes fra. Dette for å finne alle markører og eventuelt erstatte de som ikke ble oppdaget. Kameraene var plassert rundt spark-området slik at alle markørene til en hver tid var i et synsvinkel til kameraene. Deltagerne ble gitt en rekke ulike oppgaver gjennom forskjellige instruksjoner for hvilket fokus og prioritering deltageren skulle ha. Deltagerne skulle gjennomføre totalt 56 spark, 8 spark på 7 forskjellige instruksjoner. Instruksene ble alltid gitt muntlig før hvert spark.

Instruksjon 1 var å sparke så hardt som mulig. Her ble en ikke instruert i å sikte på noe for å sikre at maksimal hastighet ble prioritert og ingen fokus på presisjon. Neste oppgave var fokuset fortsatt på hastighet med et sekundær mål om presisjon (instruksjon 2 og 3). Tredje oppgave var fokuset likt mellom hastighet og presisjon (instruksjon 4 og 5). I den siste

oppgaven var fokuset kun presisjon (instruksjon 6 og 7). Disse instruksene er valgt for å se om deltagerne gjør ulike strategier for å oppnå suksess og ikke minst se på om presisjon faller med økt hastighet. Ved å se på både spark mot dominant (skuddfot side) og ikke dominant side (motsatt side av skuddfot) kunne man også se på om strategien og resultat er samme ved begge sider. Rekkefølgen på instruksjonene ble randomisert. Basert på instruksjonene i forsøket til van den Tillaar og Ettema (2003a) er det valgt bort en instruksjon på grunn av likhet i resultat.

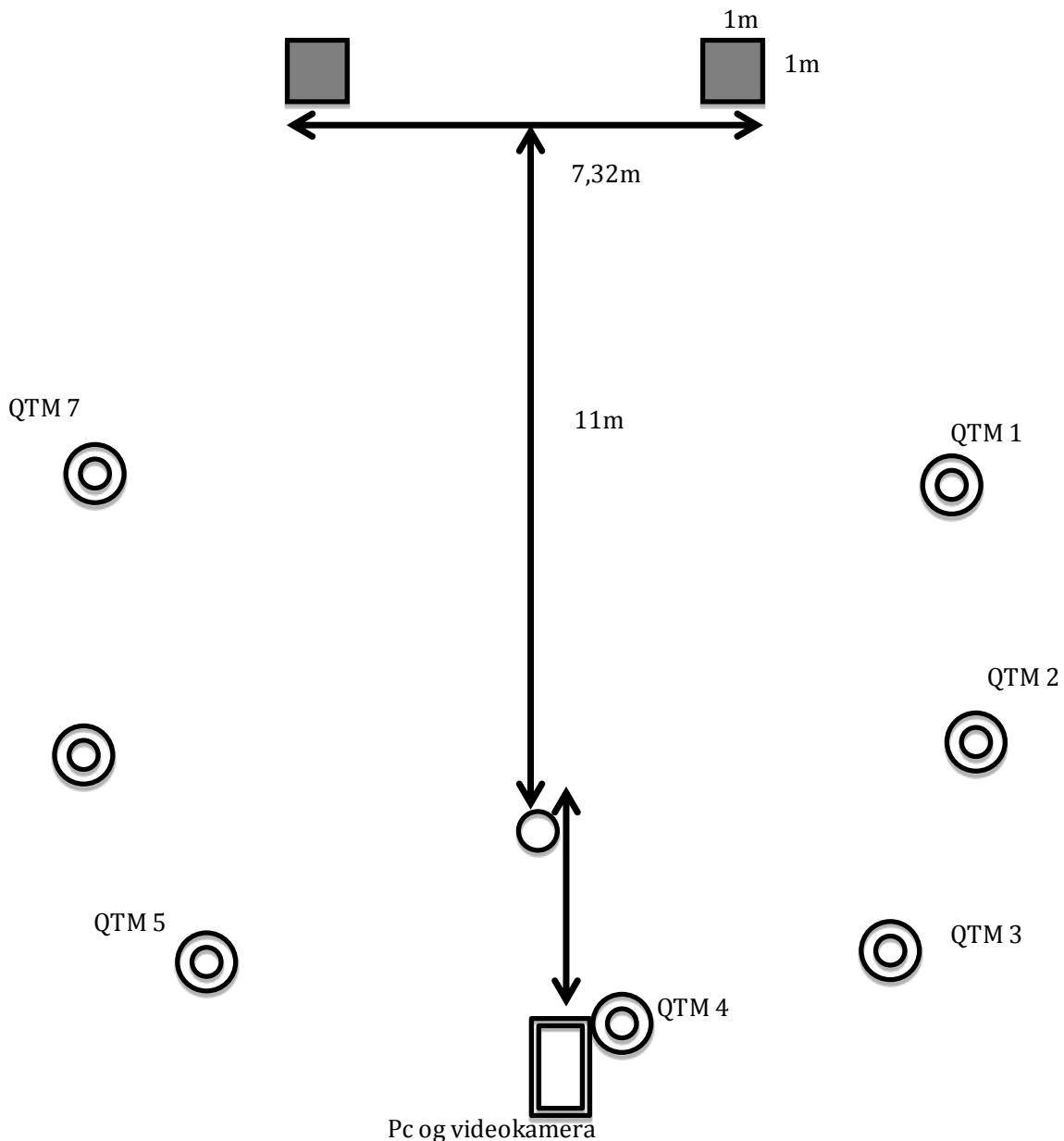
Instruksene:

1. Spark så hardt som mulig
2. Spark så hardt som mulig og prøv å treff høyre hjørne
3. Spark så hardt som mulig og prøv å treff venstre hjørne
4. Spark så hardt som mulig og du MÅ treffe høyre hjørne
5. Spark så hardt som mulig og du MÅ treffe venstre hjørne
6. Du må treffe høyre hjørne
7. Du må treffe venstre hjørne



Figur 1. Oppgave instruksjoner avbildet i presisjon-hastighet domenet.

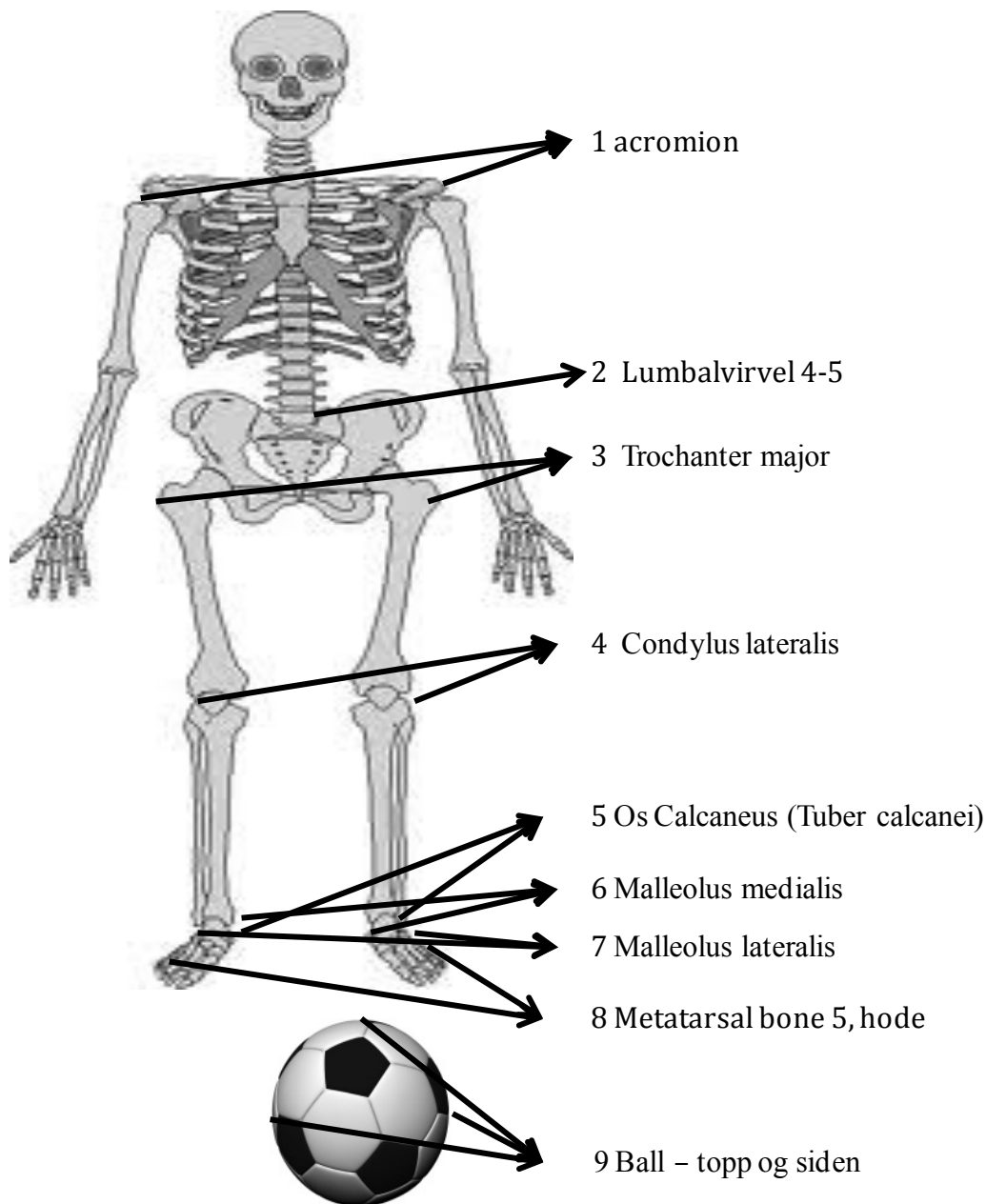
Rett etter spark gikk deltageren tilbake til utgangsposisjon. Utgangsposisjon var selvvalgt av deltageren, men en måtte plassere seg minst 2 meter bak spark-området. Spark-området var 11m fra veggen, som skulle simulere lengden i et straffespark i fotball. På veggen var det to markerte felt, et venstre hjørne og et høyre hjørne. Mellom hvert ytterpunkt var det 7,32 m som tilsvarer lengden på et fotballmål. Hvert felt var 1 meter bred og 1 meter høy. Midten i hvert felt var det optimale treffpunkt som deltagerne skulle treffe. Medhjelper 1 plasserte ball før hvert spark, medhjelper 2 styrte QTM programmet og forskningsleder ga instruksjonen og klarsignal.



Figur 2. Oppsett

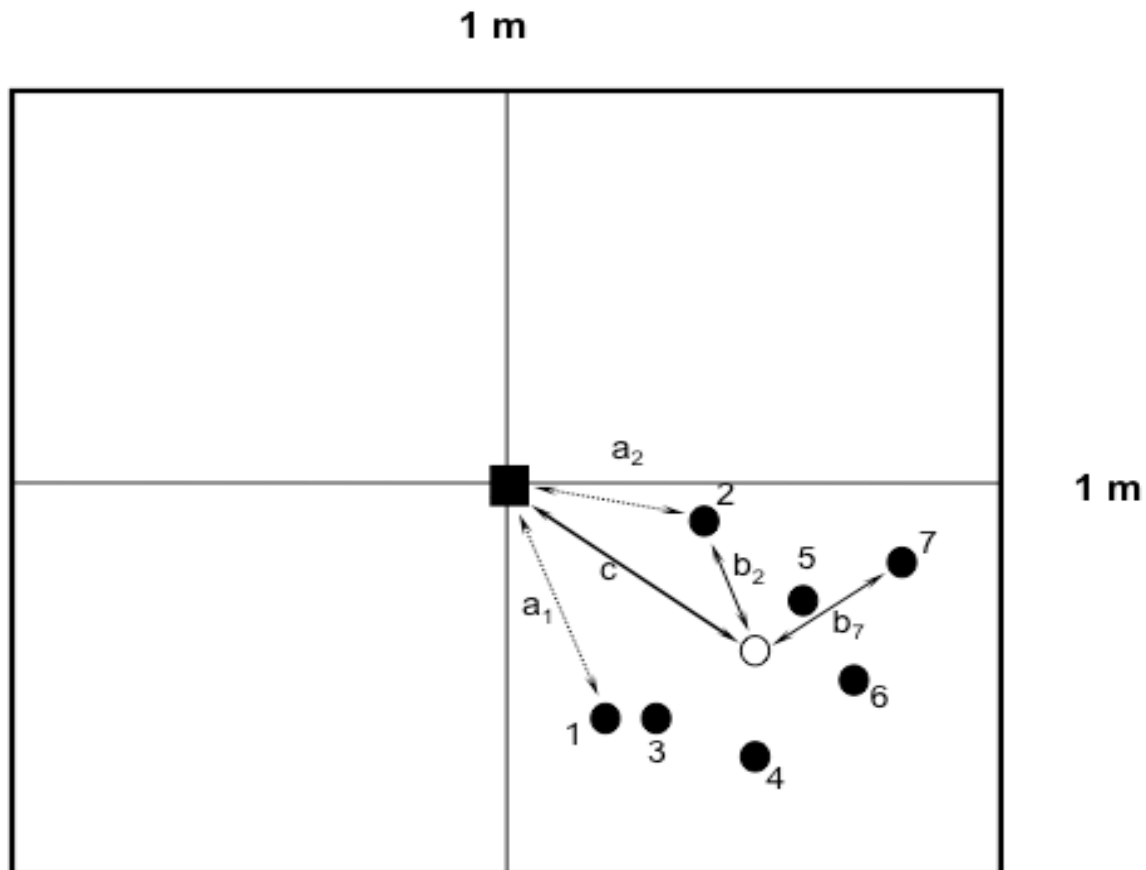
Måleutstyr

All testing ble gjennomført innendørs i trønderhallen, Levanger. Underlaget var: Gerflor Taraflex Sport M Plus. Det ble brukt 3D bevegelses opptak system, Qualisys Track Manager (QTM) (Qualysis, Gothenburg, Sweden) for 3D måling. 7 kamera ble brukt for å finne reflekterte markører som lagde en 3D posisjonsmåling. Markørenes plassering er vist i figur 3. For å regne ut lineær hastighet av segmenter, vinkelhastighet av bevegelser og ballhastighet ble det brukt matlab. En bærbar PC til videokamera og en bærbar PC til QTM programmet. Fotballene som ble brukt var Umbro - FIFA 2007 tm.



Figur 3. Markørenes plassering

For å avdekke presisjon av hvor ballen traff målet ble det brukt videokamera (Sony HDR FX 1000) og utregning av mean radial error (MRE), Bivariate variable error (BVE), Centroid error (CE) og Hit prosent (van den Tillaar og Ettema, 2003a). MRE er avstand til sentrum, det vil si treffpunktene 1-7 inn mot den sorte firkant. Dette er vist som a_1 og a_2 i figur 4. CE er avstand til egen sentrum i forhold til den egentlige sentrum, vist som c . BVE er treffpunktene 1-7 avstand til eget sentrum, vist som b_2 og b_7 (Figur 4).



Figur 4. Forklaringsmodell til mean radial error (MRE), Bivariate variable error (BVE) og Centroid error (CE).

Statistikk

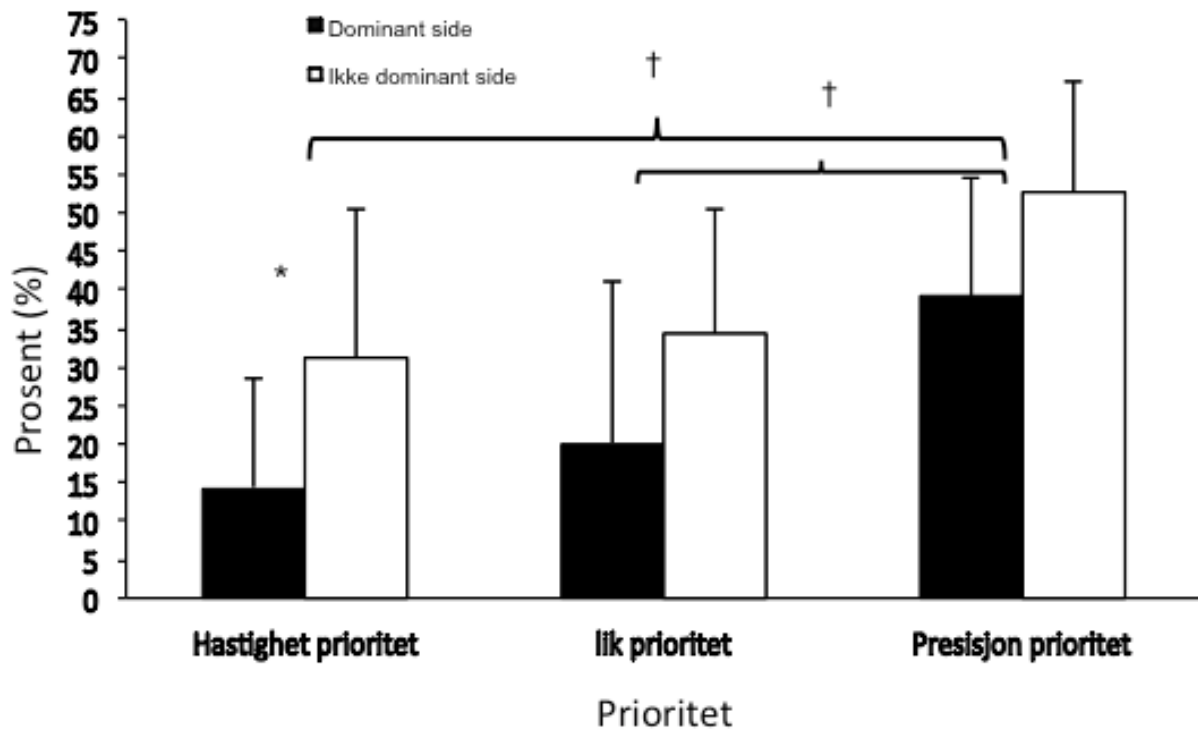
Excel og SPSS ble brukt i databehandlingen. For å se på presisjon ble det brukt Two-way ANOVA, repetert design på 2 (retning; høyre og venstre) * 3 (prioritering; 1. prioritert hastighet 2. Lik prioritert presisjon og hastighet 3. Prioritert presisjon). Post hoc test med Bonferroni sannsynlighets justering ble brukt for å identifiserer signifikante forskjeller (van den Tillaar & Ettema, 2003). En One-way ANOVA ble brukt for å sammenligne hastighet og kinematikk ved instruksjon bare hastighet i forhold til de andre instruksjoner. Gjennomsnitt

og standardavvik er vist i figurene og tabellene. Kriteriet for statistisk signifikans var $p < 0,05$ for alle analyser.

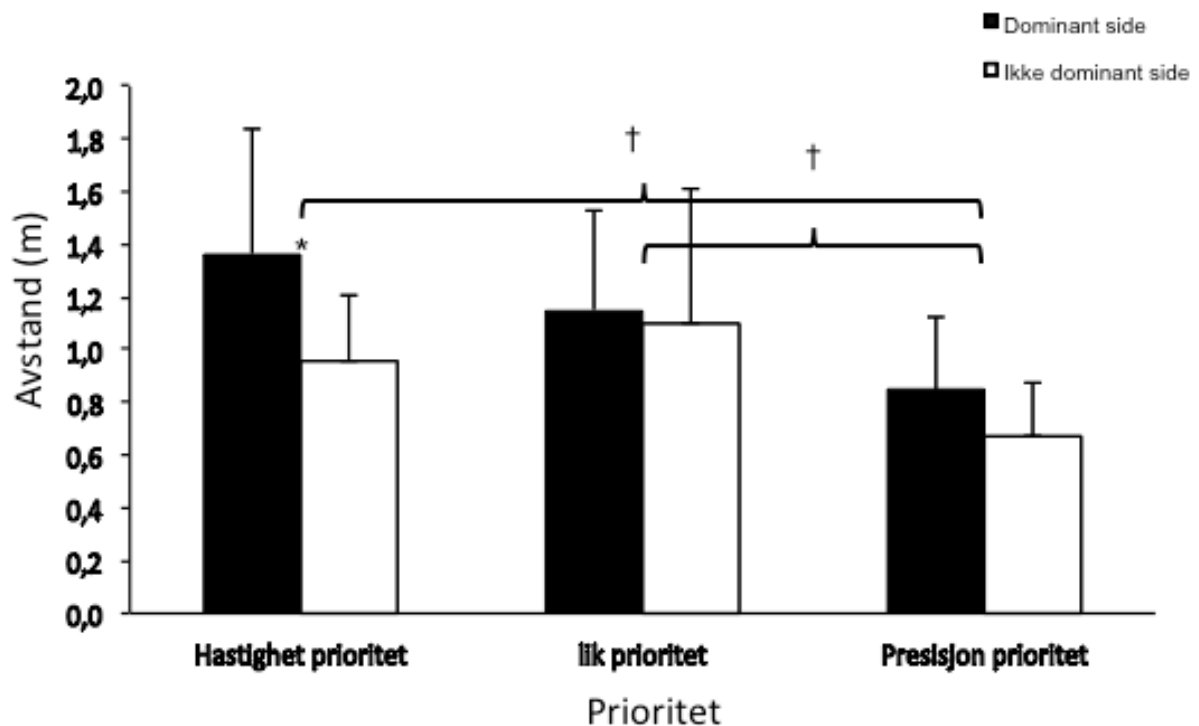
Resultat

Presisjon

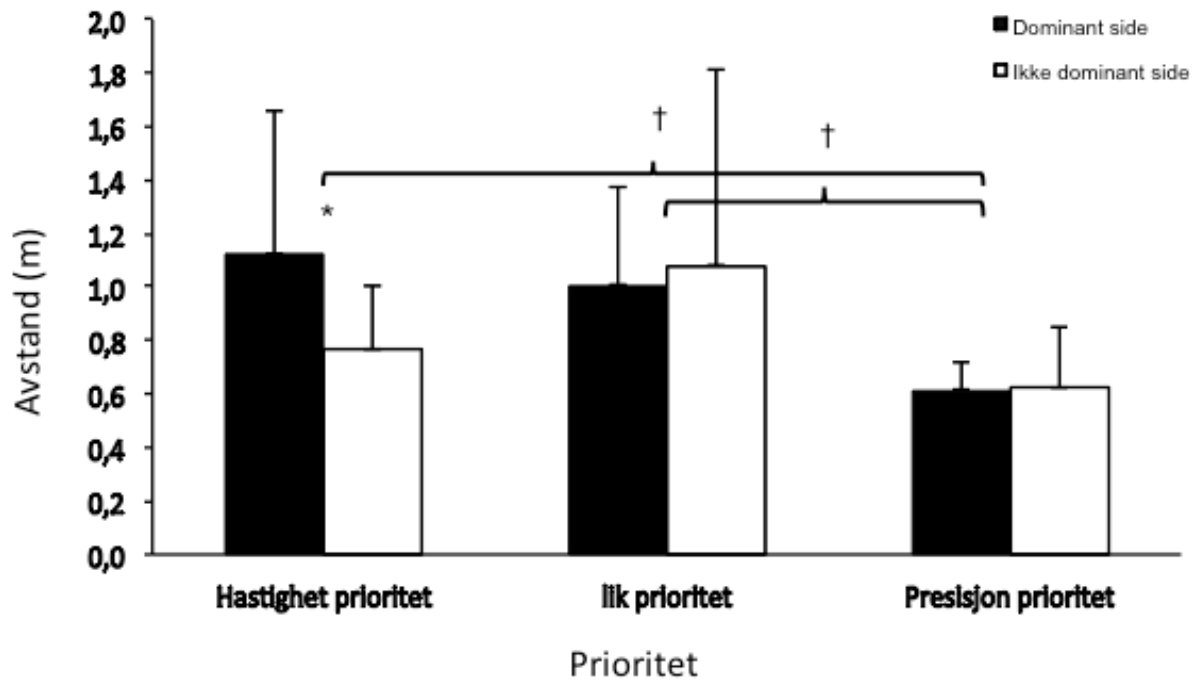
Det er funnet en signifikant forskjell i treffprosent mellom prioriteringene ($p < 0.001$) og mellom dominant og ikke dominant side ($p < 0.05$). Post hoc sammenligning viser en signifikant bedre treffprosent for prioriteringen presisjon enn de to andre (figur 5), mens det er bare funnet en signifikant forskjell mellom spark mot dominant og ikke dominant side når prioriteringen er hastighet ($p = 0.009$; figur 5). Spredning i treffpunkt (MRE) og rundt personens eget treffpunkt (BVE) viser signifikant forskjell mellom prioriteringer ($p < 0.001$: MRE, $p = 0.01$: BVE; figur 6 og 7) og ikke noen signifikant forskjell mellom spark mot dominant og ikke dominant side ($p = 0.056$: MRE, $p = 0.4$: BVE; figur 6 og 7), men post hoc sammenligningen viser at MRE og BVE for prioritering presisjon er signifikant ($p < 0.001$) lavere enn de to andre og ved prioritering hastighet mellom dominant og ikke dominant side ($p = 0.01$: MRE; $p = 0.04$: BVE; figur 6 og 7). Avstanden fra sitt eget treffpunkt sentrum til den egentlige sentrum (CE) viser også signifikant forskjeller mellom prioriteringene ($p < 0.01$), men ikke for dominant og ikke dominant side ($p = 0.06$; figur 8). Post hoc sammenligning viser at det er en signifikant forskjell mellom alle prioriteringene ($p \leq 0,041$) og en signifikant forskjell mellom dominant og ikke dominant side ved prioritering hastighet ($p = 0.03$) og prioritering presisjon ($p = 0.02$; figur 8) som sørger for en signifikant interaksjon for CE ($p = 0.01$).



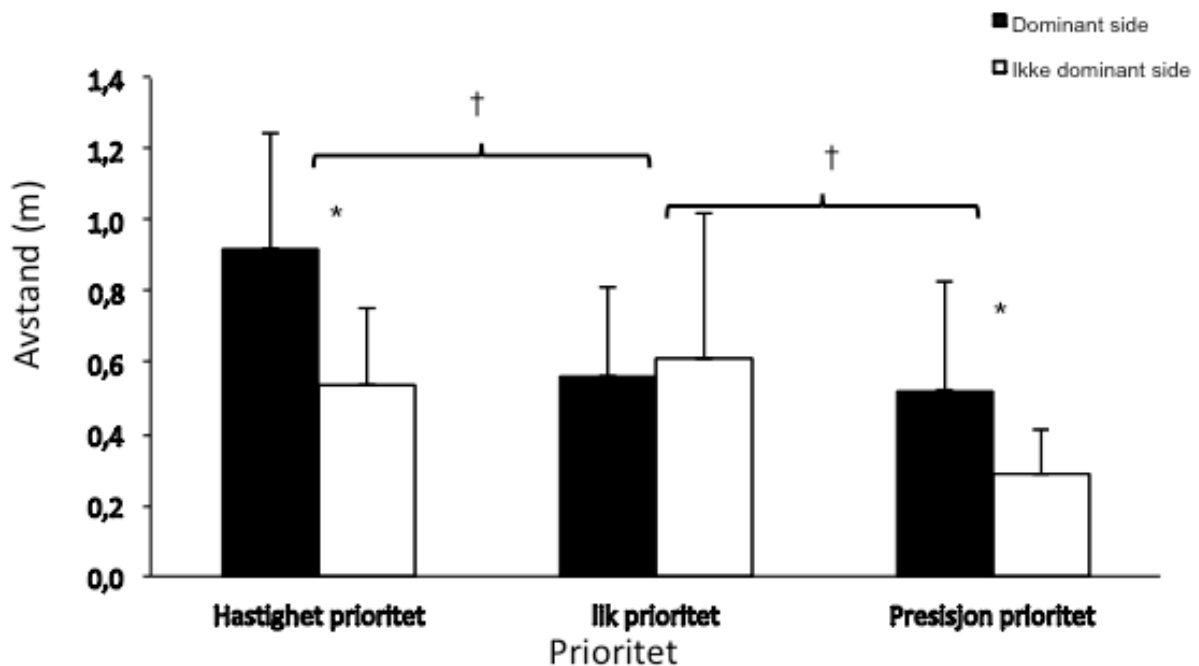
Figur 5. Treffprosent. * indikerer signifikant forskjell i treffprosent mellom spark mot dominant og ikke dominant side ved prioritet hastighet. † indikerer signifikant forskjell i treffprosent mellom disse to prioriteringer ($p < 0.05$).



Figur 6. Mean radial error (MRE). * indikerer signifikant forskjell i MRE mellom dominant og ikke dominant side ved prioritet hastighet. † indikerer signifikant forskjell i MRE mellom disse to prioriteringer ($p < 0.05$).



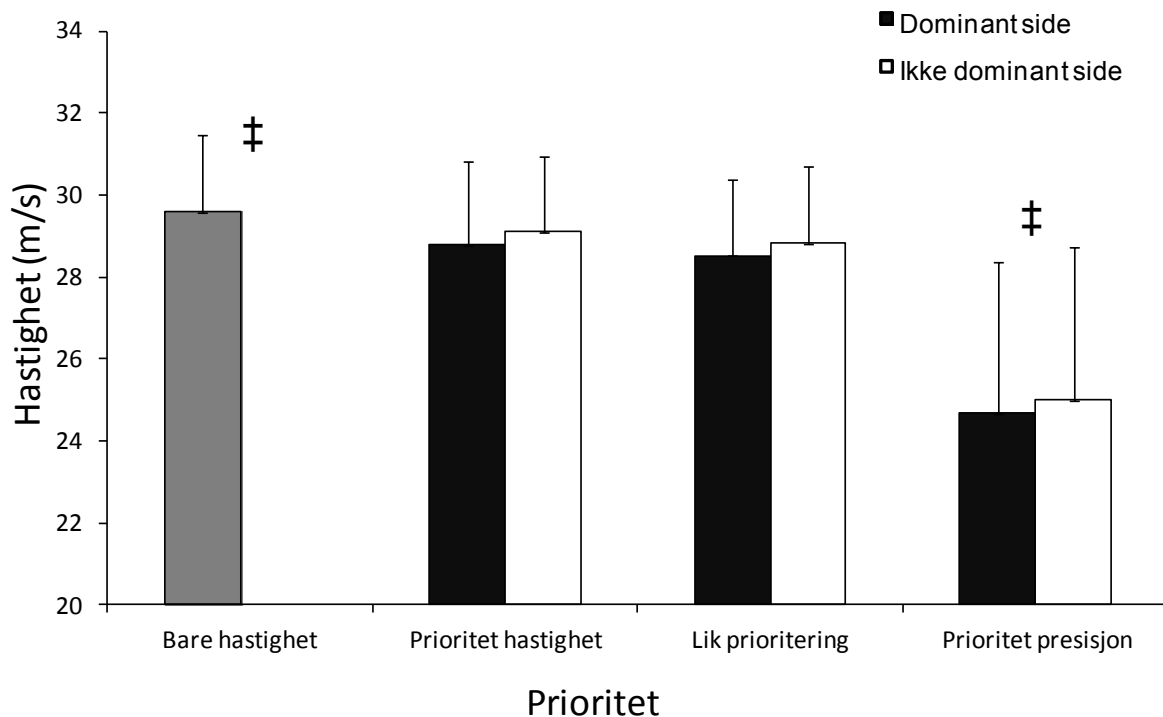
Figur 7. Bivariate variable error (BVE). * Indikerer signifikant kortere avstand til CE ved dominant og ikke dominant side på prioritet hastighet. † indikerer signifikant kortere avstand til CE ved prioritering presisjon i forhold til de to andre prioriteringene ($p < 0.05$).



Figur 8. Centroid error (CE). * Indikerer signifikant forskjell i CE mellom dominant og ikke dominant side. † indikerer signifikant forskjell i CE mellom disse to prioriteringene ($p < 0.05$).

Hastighet

Det er funnet en signifikant forskjell i ballhastighet mellom prioriteringene ($p < 0,001$), mens ingen signifikant forskjell mellom spark mot dominant og ikke dominant side ($p = 0,134$). Post hoc sammenligning viser at prioritering presisjon har en signifikant lavere hastighet enn de andre prioriteringene ($p = 0,002$) og prioritering bare hastighet har en signifikant høyere hastighet enn resterende prioriteringer ($p \leq 0,033$).

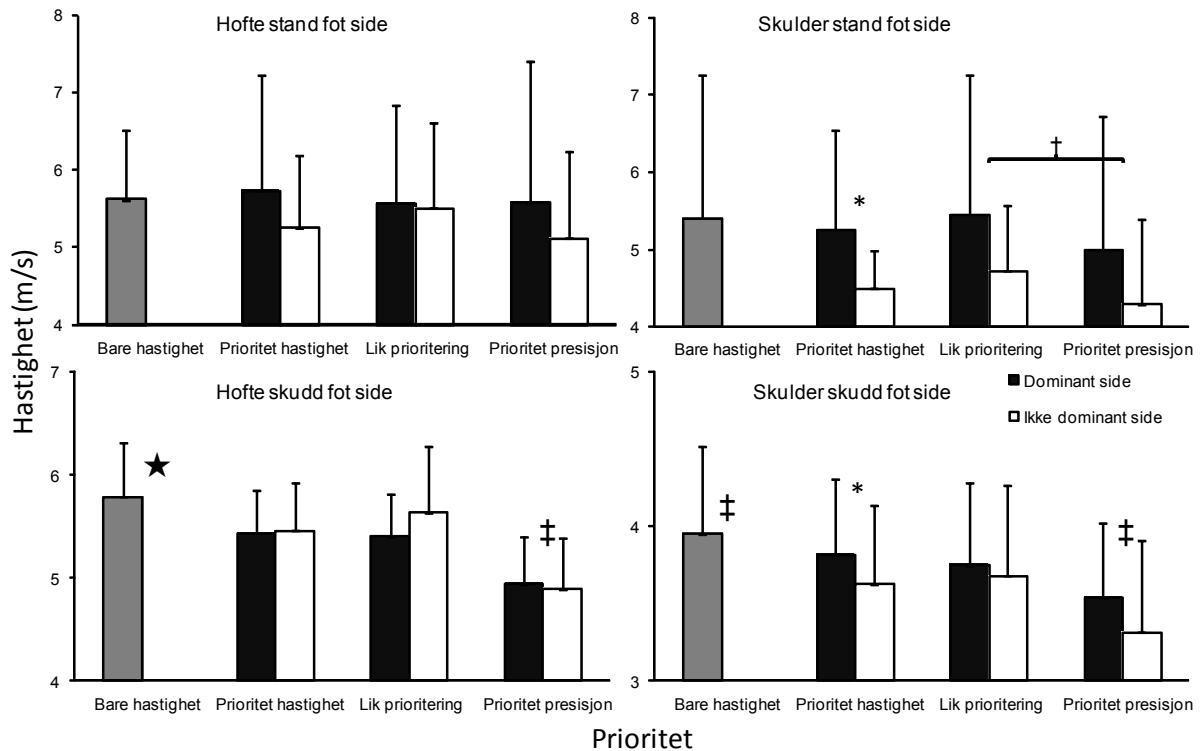


Figur 9. Ballhastighet. ‡ indikerer at hastigheten ved denne prioriteringen er signifikant forskjellig med de andre prioriteringer ($p < 0,05$).

Koordinasjon

Det er funnet signifikant forskjell i hastighet ved skulder standfot side, hofte og skulder skuddfot side mellom de ulike prioriteringene ($p \leq 0,025$), mens ingen signifikant forskjell for hofte standfot side ($p = 0,518$). Det er ikke funnet noen signifikant forskjell i hastighet mellom spark angående sidevalg ($p \geq 0,061$) for hofte og skulder ved standfot side og hofte og skulder ved skuddfot side. Post hoc sammenligning viser at lik prioritering gir en større hastighet ved skulder standfot side enn prioritering presisjon ($p = 0,018$) og spark til dominant side viser signifikant større hastighet enn spark mot ikke dominant side ved prioritering på hastighet ($p = 0,02$). Post hoc sammenligning viser også signifikant større hastighet ved hofte skuddfot med prioritering kun hastighet enn resterende prioriteringer ($p \leq 0,027$), unntatt lik prioritering spark mot ikke dominant side og prioritering presisjon viser signifikant lavere hastighet for

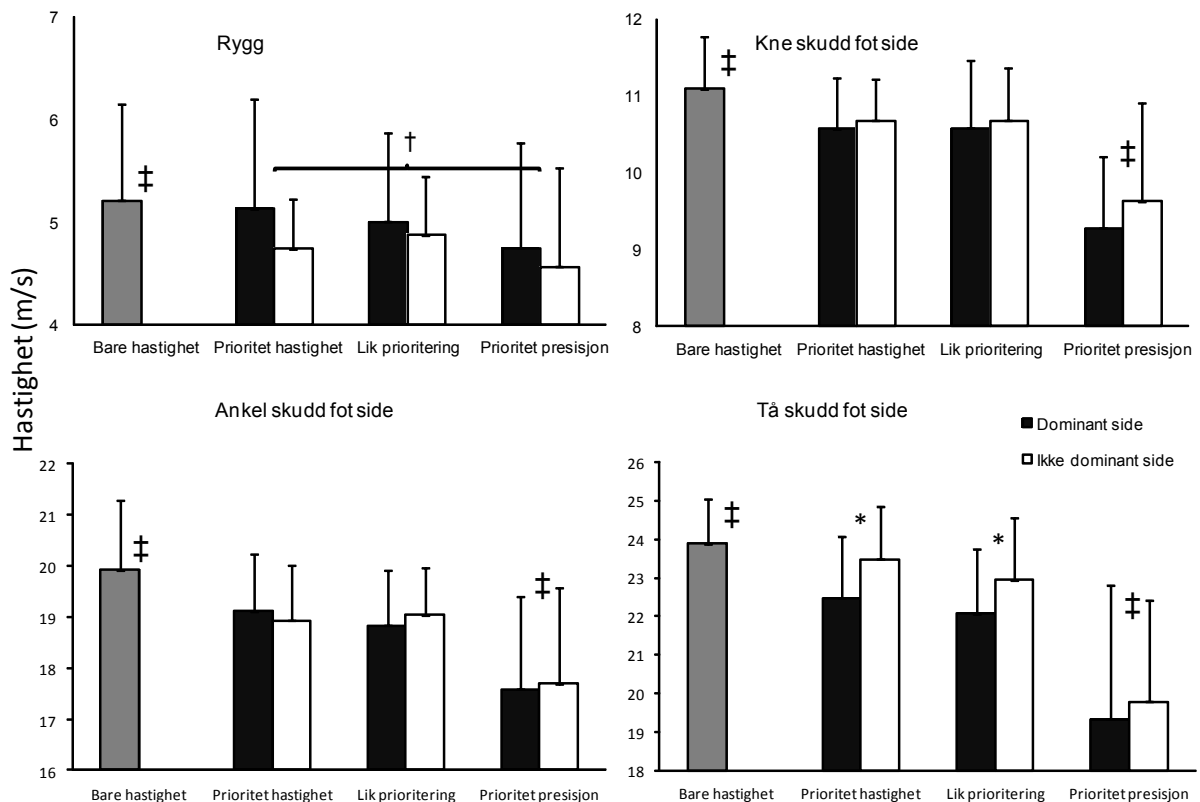
hofte skuddfot enn resterende prioriteringer ($p \leq 0,013$). Skulder skuddfot side viser ved en post hoc sammenligning signifikant høyere hastighet ved prioritering kun hastighet enn resterende prioriteringer ($p \leq 0,05$) og prioritering presisjon viser signifikant lavere hastighet enn resterende prioriteringer ($p = 0,031$). Det vises også en signifikant høyere hastighet ved prioritering hastighet for skulder spark for side mot dominant side i forhold til ikke dominant side ($p = 0,029$).



Figur 10. Hastigheten ved de forskjellige segmenter.

* indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom spark mot dominant og ikke dominant side. † indikerer signifikant forskjell mellom disse prioriteringer. ★ indikerer signifikant forskjell i hastighet med alle instruksjoner unntatt spark mot ikke dominant side ved lik prioritering. ‡ indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom prioritet presisjon og kun hastighet og resterende prioriteringer ($p < 0,05$).

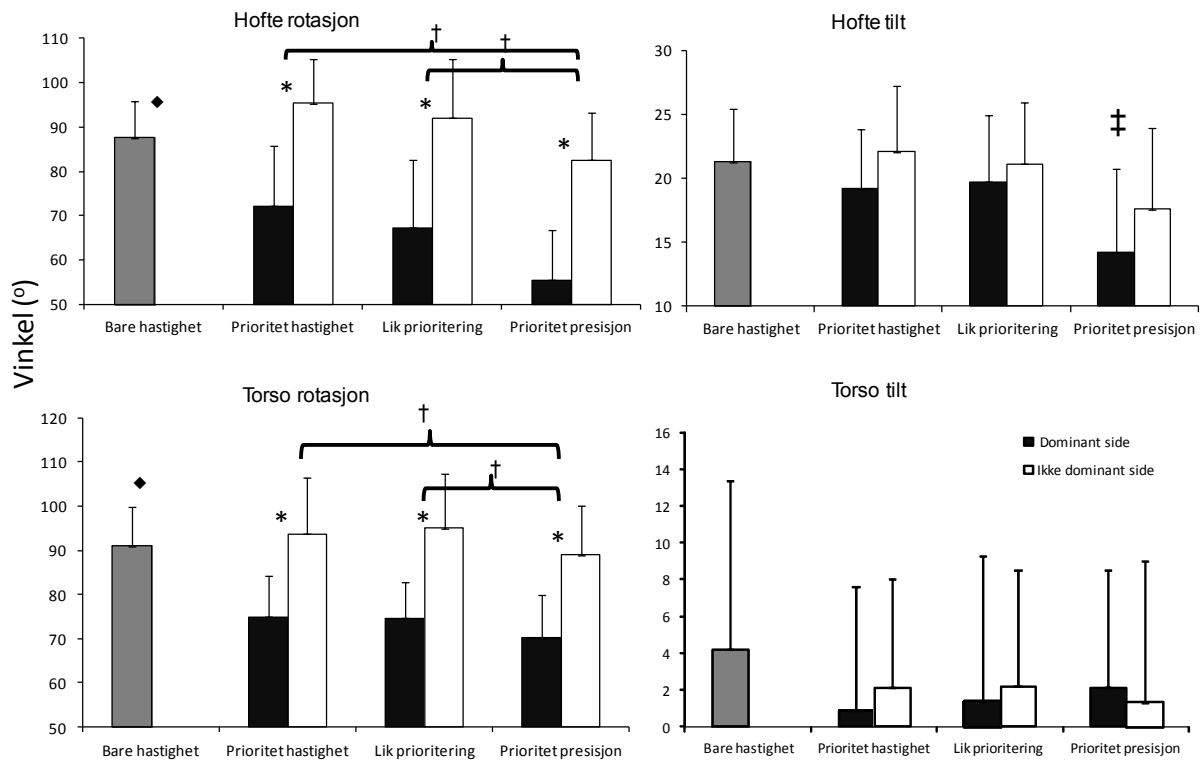
Det er vist en signifikant forskjell i hastighet ved rygg, kne, ankel og tå av skuddfoten ($p \leq 0,04$) mellom de ulike prioriteringene. Det er også vist forskjell i hastighet ved rygg og tå skuddfot mellom spark mot dominant side og ikke dominant side ($p < 0,046$), mens ingen signifikant funn i ankel og kne ved ($p \leq 0,43$). Post hoc sammenligning viser lavere hastighet ved prioritering presisjon enn ved de andre prioriteringer ($p \leq 0,047$) for rygg, kne, ankel og tå (Fig. 11). I tillegg viser prioritering bare hastighet en signifikant høyere hastighet enn ved de andre prioriteringer ($p \leq 0,046$). Post hoc sammenligning ved skuddfotsiden er det bare vist signifikant høyere hastighet for tå skuddfot side spark mot ikke dominant side ved prioritering hastighet og lik prioritering ($p \leq 0,01$, fig. 11).



Figur 11. Hastigheten ved de forskjellige segmenter.

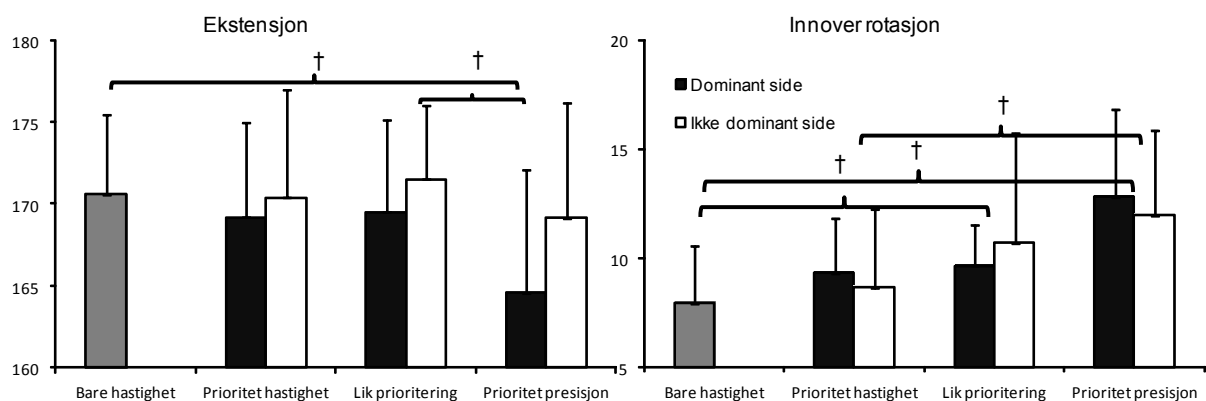
‡ indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom prioriteringene. * indikerer signifikant forskjell mellom spark mot dominant og ikke dominant side. † indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom prioritering hastighet og prioritering presisjon ($p < 0,05$).

Det er funnet signifikant forskjell i vinkel for alle leddbevegelser mellom prioriteringene ($p \leq 0,001$, fig. 12 og 13) unntatt ekstensjon ($p = 0,052$, fig. 13). Post hoc sammenligning viser at prioritering presisjon har en signifikant lavere vinkel enn resterende prioriteringer for hoftrotasjon, hoftetilt og torso rotasjon ($p \leq 0,041$, fig. 12) og for innover rotasjon en signifikant lavere vinkel ved bare hastighet i forhold til lik prioritering og prioritering presisjon og en større vinkel ved prioritering presisjon med prioritet hastighet ($p = 0,010$, fig. 13). Ved ekstensjon var det funnet en signifikant mindre vinkel ved prioritet presisjon til dominant side med bare hastighet ($p = 0,003$) og ikke dominant side ved lik prioritering ($p = 0,014$, fig. 13). Mellom spark til dominant og ikke dominant side er det signifikante forskjeller for hoftrotasjon og tilt og torso rotasjon ($p \leq 0,001$). Post hoc sammenligning viser en signifikant større vinkel ved spark mot ikke dominant side ved alle prioriteringer ved hoftrotasjon ($p \leq 0,045$), mens det ikke var funnet noen signifikante forskjeller i vinkel mellom sidene ved hoftetilt ($p \geq 0,26$, fig. 12).



Figur 12. Maksimale vinkler av leddene i skudd bevegelsen ved de forskjellige instruksjoner.

‡ indikerer signifikant forskjell i vinkel mellom prioriteringen presisjon og resterende prioriteringer. † indikerer signifikant forskjell i vinkel mellom disse prioriteringer. ♦ Indikerer signifikant forskjell i vinkel mellom prioritering kun hastighet og resterende prioriteringer spark mot dominant side. * indikerer signifikant forskjell i vinkel mellom spark mot dominant og ikke dominant side ($p < 0,05$).

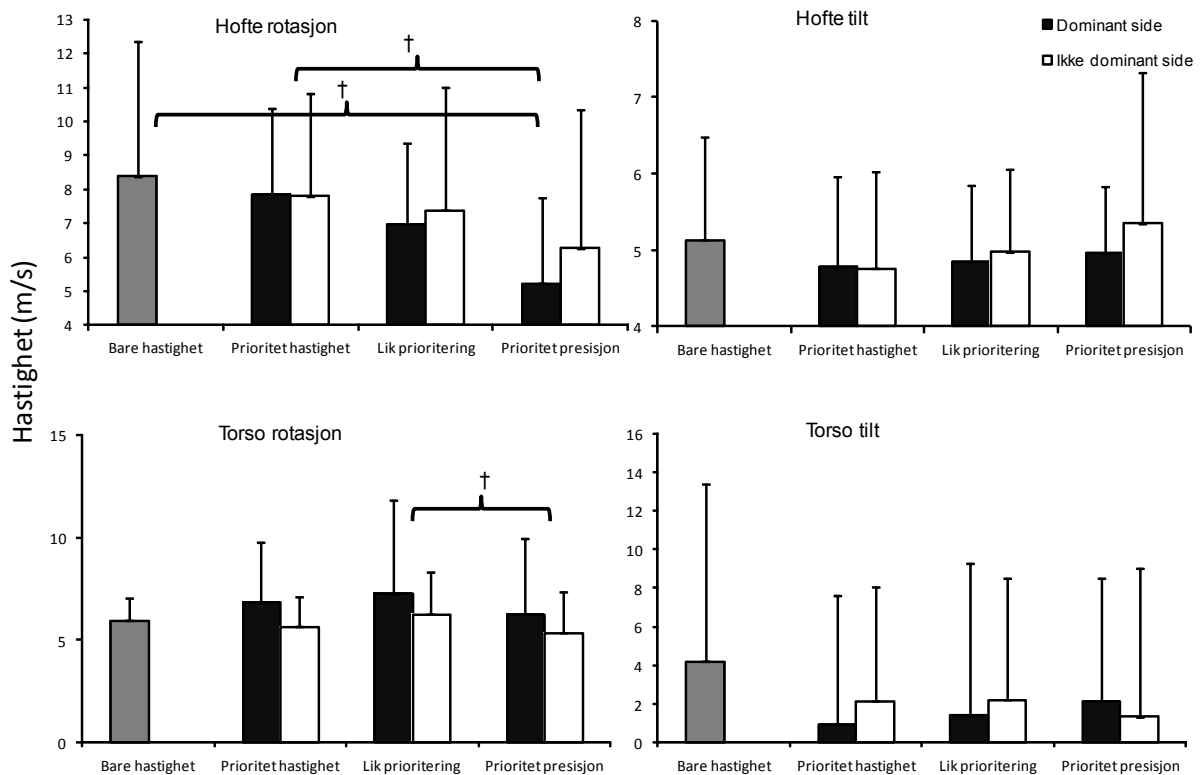


Figur 13. Maksimale vinkler av leddene i skudd bevegelse ved de forskjellige instruksjoner.

† indikerer signifikant forskjell i vinkel mellom disse prioriteringer ($p < 0,05$).

Angående vinkelhastighet av de forskjellige leddene er det funnet signifikant forskjell i hastighet mellom prioriteringene ved hofte og torso rotasjonshastighet ($p \leq 0,045$, Fig. 14) og

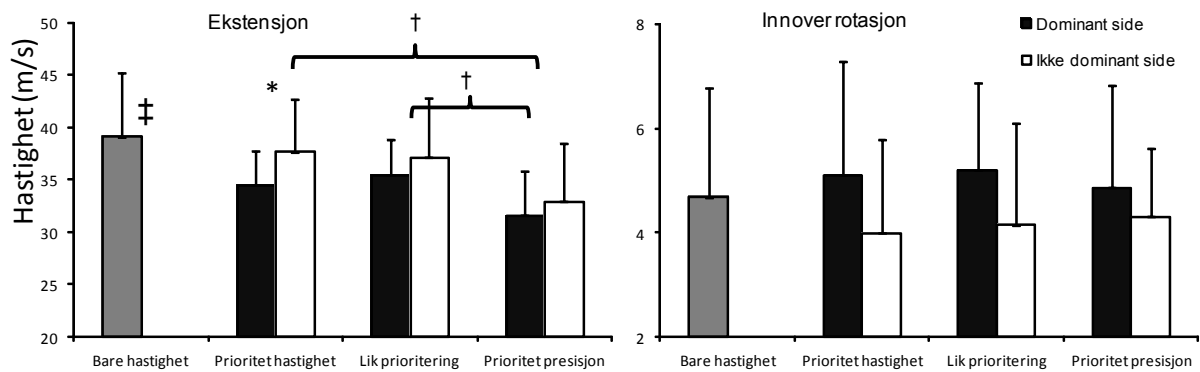
kneekstensjonshastighet ($p=0,002$, Fig. 15), mens ingen signifikant funn for hofte og torso tilt og innover rotasjon av foten ($p\geq 0,302$). Post hoc sammenligning viser at ved prioritering presisjon var vinkelhastigheten signifikant lavere enn ved bare hastighet og prioritert hastighet for hofterotasjon ($p\leq 0,024$, Fig. 14). For torsorotasjonshastighet var det bare en signifikant lavere hastighet ved prioritert presisjon med lik prioritet ($p=0,033$). Ved kneekstensjon var det signifikant lavere hastighet ved prioritert presisjon med alle andre prioriteringer ($p\leq 0,039$) og en signifikant høyere hastighet ved bare hastighet med de andre prioriteringer ($p\leq 0,04$, Fig. 15).



Figur 14. Ledd vinkelhastigheter ved de prioriteringer.

† indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom prioriteringene ($p<0,05$).

Det er ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom skuddside for noen av de leddenes vinkelhastigheter ($p \geq 0.087$). Post hoc sammenligning fant likevel en signifikant høyere ekstensjonshastighet til ikke dominant siden ved prioritert hastighet ($p=0.018$, Fig. 15).



Figur 15. Ledd vinkelhastigheter (kneekstensjon og innoverrotasjon av foten) ved de prioriteringer.

† indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom prioriteringene. * indikerer signifikant forskjell i hastighet mellom sidene ($p < 0,05$).

Diskusjon

Hensikten med denne studien var å se på sammenhengen mellom hastighet og presisjon med instruksjoner som vektla ulik fokus i et fotballspark. Videre ønsket man å se på kinematikken som kan være årsaken til ballhastigheter i forhold til spark mot dominant og ikke dominant side. Hovedfunn i denne studie viser at en ved fokus på presisjon får lavere hastighet og motsatt: fokus på hastighet får lavere presisjon noe som støtter Fitts law (1964). Studien viser også at fokus på presisjon gir lavere segment og vinkel hastighet som igjen gir lavere ballhastighet. Til slutt er det funnet forskjeller i presisjon mellom spark mot dominant og ikke dominant side ved prioritering hastighet og for CE ved prioritering presisjon.

Som vist har fotballspark fulgt en "speed accuracy trade-off" hvor presisjon faller med økende hastighet og hastighet faller med økende presisjon (Fitts law). I tidligere lignende studier med samme instruksjoner i håndballkast er det ikke funnet helt samme resultat (van den Tillaar & Ettema, 2003b, 2006). Der gikk ikke presisjon opp ved prioritet presisjon, mens i denne studien sparket subjekter betydelig mer nøyaktig ved prioritet presisjon enn ved de andre prioriteringer (Fig. 5-8). Det kan kanskje forklares med at over-ekstremiteten stiller mer krav til presisjon i dagligdagse gjøremål (skrivning, sying) og dermed har en annen hastighet og presisjonssammenheng enn for fot som ikke har samme motoriske krav. Det vises ved studien til van den Tillaar og Ettema (2006) at ved mindre mål (0.5m vs. 1m i fotball) fortsatt er mer presis i overarmkast i håndball en ved fotballspark i denne studie (55% vs. 25% treff ved prioritet hastighet). Selv nybegynnere i håndball har en lik treffprosent som erfarne fotballspillere (van den Tillaar og Ettema, 2006). Det vises enda tydeligere hvis man tar MRE som presisjonsmål: 0.6m ved fotball spillere, mens nybegynnere i håndball kast 0.3m fra sentrum. Ballhastigheten er da høyere ved fotballspark en hva man kan oppnå i handball kast. Det tyder på at øvre og nedre ekstremiteter har andre forutsetninger for hastighet og presisjon. En annen forklaring er at man kan styre ballen mer i håndball kast enn spark i fotball. I fotball har treffpunktet på ballen i skuddøyeblikket veldig stor betydning for man kan ikke styre ballen mye på grunn av den korte kontakttiden.

Årsaken til presisjonen ved de ulike prioriteringer kan være et resultat av fokus. Ved prioritering kun hastighet er det ikke viktig hvor deltageren sparker ballen bare maksimal hastighet oppnås. Deltageren bryr seg dermed ikke om hvordan utfallet blir i en slik situasjon, mens med en gang presisjon kommer inn i bildet blir det et litt annet fokus og hastigheten senkes selv om prioritering er hastigheten (Fig. 9). Det at man fokuserer på en ting kan gi

negativ virkning på den andre. Dette er noe Fitts (1964) forklarer med at man ikke har tilstrekkelig kapasitet i hjernen til å fokusere på alt samtidig. Det vises veldig tydelig når man fokuserer enda mer på presisjon, hastigheten senkes ytterligere (Fig. 9), mens presisjon går opp (Fig. 5-8). Det kan også være at erfarne fotballspillere ikke har samme erfaring som profesjonelle fotballspillere som eventuelt kan optimaliserer hastighet og presisjon bedre og dermed kan få høyere presisjon og hastigheter, også ved prioritering presisjon.

Ballhastigheten senkes til 83% av maksimal hastigheten når hovedfokus er på presisjon noe som også er funnet i håndball som viser en nedgang til 85% av maksimal hastighet ved bruk av samme instruksjoner (v.d. Tillaar og Ettema, 2003a). Funnene i denne studie er også sammenlignbar med Asami m.fl., (1976) og Andersen og Dörge, (2009) som viser nedgang i hastighet når presisjon legges til med henholdsvis 80 % og 85% av maksimal hastighet. Så når man fokuserer på presisjon er ballhastigheten fortsatt rimelig høyt og høyere enn 65%. Dermed kan man se bort fra impulse-variability teorien (Schmidt m. fl 1979).

Årsaken til de ulike ballhastighetene kan forklares med segmentenes bevegelser og hastighet. Ballhastigheten er lavere ved fokus på presisjon og dette vises også med deltagerens tilløp (rygg) hvor lavere hastighet preger prioritering presisjon fremfor prioritering hastighet (Fig. 10 og 11), som også er vist av Godik og kollegene (1993). Leddene (skulder, hoft, kne, ankel og tå) på skuddfotens side har en lavere lineærhastighet når fokuset er på presisjon (Fig. 10, 11). Barfield, (1995) og Barfield (1997) har sett på sammenhengen mellom lineær fothastighet og ballhastighet og funnet er positiv. Disse lineære hastighetene på fot har en nær sammenheng med det som skjer i hoft og kne på skuddfotside. Hofterotasjon viser lavere vinkel og hastighet ved fokus på presisjon (Fig. 12, 14), dette vises også for kne ekstensjon (Fig. 13, 15). Dette kan være svingfotens loading som ikke settes nok på strekk for en trenger ikke å oppnå like stor kraft ved fokus på presisjon enn ved å sparke så hardt som mulig. En mindre aktivering av quadriceps samtidig som en mindre bevegelsesbane kan gi lavere hastighet på fot som igjen spiller inn på ballhastighet. Når både hoft rotasjon og kneekstensjon skjer mer langsomt (Fig. 14,15) vil en også treffe ballen ved en lavere hastighet enn om man beveger segmentene raskere, dette gir en lavere impuls på ball og dermed mindre hastighet. Teknikkvalg kan også være en del av forklaringen på hvorfor kneekstensjons vinkel og hastighet er lavere ved prioritering presisjon. Ved å føre foten rett frem og litt over mot motsatt fot, kan gi bedre betingelser enn ved å rotere foten mot slutten av sparket.

Spark mot dominant og ikke dominant side viser ingen signifikant forskjell i ballhastighet. Man har større treffprosent, lavere BVE, MRE og CE (fig. 5,6,7,8) ved spark til ikke dominant side ved fokus på hastighet enn ved spark til dominant side. Fokus på presisjon viser også en lavere CE ved spark til ikke dominant side. Denne studie viser en tendens av at man er mer presis og konsistent ved spark til ikke dominant side. Dette kan skyldes en større hofte og torso rotasjonsvinkel (Fig. 12) som gir en bedre vinkel inn mot selve treffpunkt ved spark til ikke dominant side ved alle prioriteringene. En bedre vinkel mot treffpunkt gir grunnlag for en høyere hastighet i kneleddet, derav en høyere ekstensjonshastighet ved prioritering hastighet (Fig. 15). Den forhøyde vinkel i hofterotasjon skaper en lengre arbeidsvei som også kan være med på å overføre og skape mer hastighet i kneekstensjon (Fig. 12, 15). Når man skal sparke til dominant side vil hofte bevegelsen bli noe kortere (Fig. 12) for en ønsker å møte ballen litt mer på motsatt side for å lettere styre ballen mot dominant side. Denne kortere bevegelsen kan være med på å forklare den lavere kneekstensjonshastighet (Fig. 15).

Underlaget er viktig og kan være med på å prege et spark om man ikke er helt tilfreds med reaksjonen en får fra underlaget og om man kommer nok under ball til å utføre et godt nok spark. Det ble i denne studie brukt innendørs underlag som gir en annen teknikkfølelse og en kommer mindre under ball enn ved kunstgress eller naturgress. Teknikken ble også selvvalgt noe som gjorde at deltagerne brukte både vristspark og innsidespark. Dette kan gi dataresultater som bør behandles hver for seg. Ved å definere hvilken teknikk som skal brukes vil resultatet være enda bedre.

I denne studie ble det brukt fot (ankel, hæl og tå) for å se på innover rotasjon, men det mangler et tydeligere bilde på innover og utover rotasjon i hofte. Dette kunne vært interessant å se på i forhold til spark mot dominant og ikke dominant side.

Det kan være interessant å se på om sammenhengen hastighet og presisjon er lik for profesjonelle fotballspillere som erfarne fotballspiller. Det kan tenkes at deres fremtredende teknikk er med på å gi en mer konsistent presisjon ved høyere hastigheter. Måling av muskelaktivering (EMG) kan også være med på å gi et bedre svar på hvorfor hastigheten blir som den blir og hvor i bevegelsesbanen en har størst aktivering, spesielt da i quadriceps. Man kan også begrense antall instruksjoner til prioritert hastighet og prioritert presisjon for at deltagerne skal få sikker forståelse på instruksjonene, samtidig som å redusere antall spark og eventuell tretthet både fysisk og mentalt.

Konklusjon

Funn i denne studie tilsier at en følger Fitts law (1964) med "speed accuracy trade-off" med at økt hastighet gir lavere presisjon og økt presisjon gir lavere hastighet i et simulert straffespark i fotball. Det er også funn som viser en tendens av at man har høyere presisjon til ikke dominant side enn til dominant side.

Litteraturliste

- Andersen, T. B. & Dörge, H. C (2009) The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scand J Med Sci Sports*, 21 (1), s.79-84.
- Asami, T., Togari, H. & Kikuchi, T., (1976). *Energy efficiency of ball kicking*. In Biomechanics V-B (ed. Komi, P. V.) University Park Press, s.135-140
- Barfield, W. R., (1995) Effects of selected kinematic and kinetiv variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *Journal of Human Movement Studies* 29, s. 251-272
- Barfield, W. R., (1997) *Biomechanics of kicking*. In Garrett W. E., Kirkendall, D. T., (eds): Textbook of Sports Medicine. s.86-94
- Barfield, W. R (1998) *The biomechanics of kicking in soccer*. Clinics in sports medicine, 17 (4), s.711-727
- Cauraugh, J. H., Garbert, T. E. & White, J. J (1990) Tennis serving velocity and accuracy. *Perceptual Motor Skills*, 70, 719-722
- Etnyre, B. R., (1998). Accuracy characteristics of throwing as a result og maximum force effort. *Perceptual and Motor Skills*, 86, s.1211-1217.
- Fitts, P. M., (1954) The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the amplitude of Movement, *Journal of Experimental Psychology*, 47, s. 381-391
- Fitts, P. M & Peterson, J. R., (1964) Information Capacity of Discrete Motor Responses, *Journal of Experimental Psychology*, 67 (2), s. 103-112.
- Indermill, C., & Husak, W. S., (1984). Relationship between speed and accuracy in an overarm throw. *Perceptual and Motor Skills*, 59, s. 219-222.
- Isokawa, M., & Lees, A., (1988). *A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer*. In Science and Football (ed. Reilly, T., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W. J.) s. 449-455
- Kuhn, W., (1988). *Penalty-kick strategies for shootes and goalkeepers*. In Science and Football (ed. Reilly, T., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W.J.). E. & F.N. Spon. s. 489-492.
- Lees, A., & Nolan, L., (1998). The biomechanics of soccer. *Journal of Sports Science*, 16, s. 211-234.

- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S., (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science and Exercise*, 34, s. 2028-2036.
- Plagenhoff, S., (1971) Patterns of Human Motion: A Cinematographic Analysis. *Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall*, s.98-117.
- Schmidt, R. A., & 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*, 8, s.158-170
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn, J. T. (1979) Motor-output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, s. 415-451.
- Shan, G., & Westerhoff, P., (2005). Full-body Kinematic Characteristics of the Maximal Instep Soccer Kick by Male Soccer Players and Parameters Related to Kick Quality. *Sports Biomechanics*, 4, (1), s.59-72.
- Scurr, J., & Hall, B., (2009). The effects of approach angle on penalty kicking accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, s.230-234.
- Tillaar, R. V. D., og Ettema, G., (2003a). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, s. 423-434.
- Tillaar, R. V. D. & Ettema, G., (2003b). Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills*. 731-742, Norway
- Tillaar, R. V. D., & Ettema, G., (2006) A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, s. 507-513.
- Tsaousidia, N. Og Zatsiorsky, V., (1996). Two types of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking. *Human Movement Science*. s. 861-876
- Urbin, M. A., Stodden, D. F., Fischman, M.G., & Weimar, W. H., (2011) Impulse-Variability Theory: Implications for Ballistic, Multijoint Motor Skill Performance, *Journal of Motor Behavior*, 43 (3), s. 275-283