

Bertine Fretheim Neverdal

Posisjonsrelatert kampanalyse i kvinnehåndball -

Med spesiell fokus på høy-intensitetsaksjoner

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2015

Forord

Endelig var målet med fem års studier i havn, innlevering av masteroppgaven! Dette året har vært en krevende, men meget lærerik prosess. Det kan best beskrives som en berg- og dalbane med mange oppturer og noen frustrerende øyeblikk. Jeg sitter igjen med ny erfaring og kunnskap både faglig og med gjennomføring av et studie.

Ved datainnsamlingen og skriving av oppgaven har jeg fått god hjelp og støtte. Det er flere som fortjener en stor takk:

Først og fremst vil jeg takke min hovedveileder Matthew Spencer. Tusen takk for all hjelp under hele prosessen. Jeg kunne ikke valgt en bedre veileder. Du tar deg alltid tid til å svar på spørsmål. Din entusiasme, kunnskap og kompetanse har hatt stor betydning for meg i løpet av denne perioden. Tusen takk.

En stor takk skal også rettes til Live Luteberget. Tusen takk for grundige og konkrete tilbakemeldinger under hele prosessen. Jeg har også satt pris på din forståelse for mine frustrerende øyeblikk. I tillegg skal du ha takk for meget god opplæring i bruk av systemet.

Takk til mine medstudenter på prosjektet, Eirik Halvorsen Wik og Benjamin Reksten Holme. Ingen spørsmål har vært for dumme å stille. Takk for at dere tok dere tid til å svare når dere sannsynligvis hadde nok å gjøre selv.

Takk til det norske håndballforbundet. Særlig skal det Norske kvinnelandslaget som stilte opp som forsøkspersoner ha takk i denne forbindelse. Uten dere hadde ikke studien vært mulig å gjennomføre.

Sist, men ikke minst takk til familie og venner for deres støtte. Spesielt takk til mamma for at du ikke ble lei av at jeg ringte deg titt og ofte når jeg trengte å få utløp for mine frustrasjoner.

Bertine F. Neverdal, Oslo, Mai 2015

Sammendrag

Håndball er en fysisk krevende og sammensatt idrett. Det har en aktivitetsprofil som involverer mange høy-intensitetsaksjoner (HIA). Det foreløpig få studier som har undersøkt HIA i håndball og metodene som har vært brukt til nå anses som utilstrekkelige for spesifikk analyse av slike bevegelser. Hensikten med dette studiet var å beskrive fysiske krav i dagens kvinnehåndball, med spesielt fokus på akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer. Dette ble definert som HIA. Mulige forskjeller mellom de ulike spillerposisjonene, samt mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser ble også vektlagt.

Semi-profesjonelle og profesjonelle håndballspillere ($n = 26$) fra det norske kvinnelandslaget i 2014 ble undersøkt under 6 internasjonale kamper og 3 treningsøkter over en periode på 3 måneder. Deres bevegelser ble analysert ved bruk av bærbare enheter (Optimeye s5, 10 Hz GPS) med integrert Inertial Movement Analyse som er basert på triaksiale akselerometere (100 Hz), magnetometer (100 Hz) og gyroskopteknologi. Relative data for Player Load (PL) og HIA ble analysert, og sammenlikning mellom spillerposisjoner i disse variablene ble gjort.

Det ble funnet veldig store forskjeller mellom Målvakter (MV) og Utespillere (USP) under kamp. MV hadde både lavere HIA per min ($ES = >2,88$, 100% sannsynlig) og PL/ min ($ES = >6,16$, 100% sannsynlig). Mellom USP var det moderate til veldig store forskjeller i HIA per min. Kantspillere (KS) hadde lavere enn både Bakspillere (BS) ($ES = >1,22$, 100% sannsynlig) og Linjespillere (LS) ($ES = >1,16$, >99% sannsynlig). BS hadde høyere PL per min enn de to andre USP-posisjonene. Det ble funnet en liten forskjell i forhold til LS ($ES = 0,56$, 86% sannsynlig), og en moderat forskjell sammenliknet med KS ($ES = 0,76$, 97% sannsynlig). Det ble funnet moderate til veldig store forskjeller mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser i flere tilfeller, hvor HIA per min ($ES = >0,66$, >89% sannsynlig), og PL per min ($ES = >1,93$, >100% sannsynlig) var høyere under kamp.

Hovedfunnet i denne studien viser at kvinnelige håndballspillere utfører $14,3 \pm 3,2$ HIA per min. Det ble funnet forskjeller mellom USP i både PL per min og HIA per min. Basert på våre observasjoner kan MV karakteriseres som å ha en avvikende bevegelsesprofil i forhold til USP, med betydelig lavere andel i begge variabler. Vi fant at treningsøvelsene vi inkluderte i studiet ikke samsvarte med kravene til PL eller HIA under kamp. Det kreves imidlertid mer forskning på dette området.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Innhold	5
1. Innledning	7
1.1 Formålet med studiet og problemstilling	9
2. Teori	10
2.1 Spillet.....	10
2.2 Fysiske og fysiologiske krav	12
2.2.1 Undersøkelser av fysiske krav under trening	16
2.3 Forskjell mellom spillerposisjoner	16
2.3.1 Fysiske karakteristikk	18
2.3.2 Fysiske krav i kamp	18
2.4 Kampanalyse i håndball.....	21
2.5 Oppsummering.....	24
3. Metode	26
3.1 Eksperimentell design.....	26
3.2 Forsøkspersoner	26
3.3 Eksperimentelle prosedyrer	28
3.3.1 Datainnsamling.....	28
3.3.2 Player Load.....	30
3.3.3 Høy intensitetsaksjoner.....	31
3.4 Validitet og reliabilitet	33
3.5 Etikk.....	34
3.6 Statistiske analyser.....	35
4. Resultat	36
4.1 Spilletid	36
4.2 Player Load.....	36
4.2.1 Total Player Load	36
4.2.2 Player Load per minutt	38
4.3 Høy intensitets aksjoner	38
4.4 Treninger	42
4.4.1 Player Load/ min	42
4.4.2 Høy intensitets aksjoner.....	43

5. Diskusjon	45
5.1 Kampanalyse	45
5.1.1 Player Load total.....	45
5.1.2 Player Load per minutt	46
5.1.3 HIA	49
5.1.4 Betydningen av HIA i Håndball	49
5.1.5 Forskjell mellom spillerposisjonene	52
5.1.6 Forskjell mellom omganger.....	54
5.2 Treningsanalyse.....	56
5.2.1 Sammenlikninger mellom treningsøvelsene.....	56
5.2.2 Kamp vs. trening.....	56
5.3 Metodiske betraktninger	57
5.3.1 Utvalg	57
5.3.2 Målemetoder og analyse.....	58
5.4 Praktisk betydning.....	60
5.5 Andre betraktninger og fremtidig forskning	61
6. Konklusjon.....	62
Referanser	63
Tabelloversikt.....	70
Figuroversikt	71
Forkortelser	72
Vedlegg	73

1. Innledning

Håndball er en olympisk lagidrett som de siste årene har fått økende interesse. Idretten utøves nå av 19 millioner mennesker fordelt på 167 medlemsnasjoner av det internasjonale håndballforbundet (Karcher & Buchheit, 2014; Nikolaidis & Ingebrigtsen, 2013). I følge Sporis, Vuleta, Vuleta, og Milanovic (2010) ble idretten utviklet ved Berlin idrettsskole i 1919 av blant annet Professor Carl Schelenz, og ble offisielt en olympisk idrett i 1972. De siste årene har landslagslagene på både herre og kvinnesiden fra skandinaviske land vært rangert blant de beste i verden. De har vunnet flere medaljer i både Olympiske Leker, Verdensmesterskap og Europamesterskap. Vinnere av Champions League for klubblag har også flere ganger vært fra Skandinavia (Michalsik & Aagaard, 2014).

I følge Ronglan, Raastad, og Borgesen (2006) stilles det nå høyere krav til elitespillere i håndball enn tidligere. I 2000 ble reglene for avkast endret, noe som resulterte i mange flere kontringsmuligheter i løpet av kampen, og derfor en høyere intensitet i spillet enn før. I 2001 utvidet det Europeiske håndballforbundet antallet spillere det er lov til å ha med seg i kamp fra 12 til 14 stykker. Det betyr at man har mulighet til å ha med 2 spillere per posisjon på banen. Dette kan hjelpe et lag å opprettholde intensiteten gjennom en hel kamp (Pori & Šibila, 2006). De fysiske kravene i idretten har også endret seg som et resultat av en generell utvikling av spillernes fysiske kapasitet. Treningsvolumet på elitenivå har økt, og sammen med den økte intensiteten i kamp gir dette en høyere fysisk belastning (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2011a).

Forskning på prestasjonsbestemmende faktorer i idretten er nødvendig for å gi trenere og utøvere kunnskap for best mulig treningsplanlegging, design av testbatterier og talentidentifisering (Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna, 2010; Povoas et al., 2012). De siste årene har det vært en økt forskningsaktivitet innenfor lagidrett. Dette har var spesielt tydelig i fotball hvor betydningen av vitenskapelig arbeid har blitt mer akseptert de siste år på elitenivå (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008). En arbeidskravsanalyse av håndball basert på forskningsbasert kunnskap kan hjelpe trenere i både taktiske valg under kamp, men også i å planlegge treningen slik at spillere kan opprettholde prestasjonsnivå gjennom hele kampen (Chelly et al., 2011).

Å optimalisere den fysiske kapasiteten hos spillerne er en av de viktigste faktorene for suksess (Sporis et al., 2010). Siden håndball involverer samspill mellom ulike spillerposisjoner er det nødvendig at spillerne besitter de fysiske og fysiologiske karakteristikker som korresponderer til bevegelseskravene i kamp for den spesifikke posisjonen (Nikoloaidis, Ingebrigtsen, Povoas, Moss, & Torres-Luque, 2014). Det er derfor viktig med kunnskap om hvilke fysiske faktorer som har betydning for prestasjon og eventuelle forskjeller mellom spillerposisjoner (Domene, 2013; Karcher & Buchheit, 2014). En forståelse av variasjoner i fysiologiske krav mellom ulike spillerposisjoner kan også optimalisere treningen for hver enkelt utøver, slik at de kan få maksimalt utbytte av sitt potensial (Dellaserra, Gao, & Ransdell, 2014; Michalsik et al., 2011a)

Det er foreløpig få studier som har sett på dette temaet i håndball. Analysemetodene som har blitt benyttet til nå gjør det også vanskelig å beskrive høy-intensitetsaksjoner som akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer, som er vist å ha innvirkning på prestasjon i andre idretter, blant annet fotball (Akenhead, Hayes, Thompson, & French, 2013; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009; Varley & Aughey, 2013). Håndball er en sammensatt idrett hvor generelle mål av intensitet ikke er tilstrekkelig for å gi et bilde på spillerposisjonenes aktivitetsprofil under kamp og trening. De fleste studier som er utført i håndball har også først og fremst brukt mannlige deltakere (Michalsik & Aagaard, 2014). Samtidig har spillets dynamikk og vitenskapelige metoder for analyse av fysiske krav utviklet seg. Det er derfor behov for flere studier av fysiske krav i den moderne topp håndballen (Michalsik et al., 2011a).

1.1 Formålet med studiet og problemstilling.

Hovedformålet med dette studiet er å beskrive fysiske krav i dagens kvinnehåndball, med spesielt fokus på høy-intensitetsaksjoner. Mulige forskjeller mellom de ulike spillerposisjonene vil også bli vektlagt. Vi har spesifikt valgt å se på to faktorer. Et mål på grad av anstrengelse, definert som Player Load og andel høy-intensitetsaksjoner utført av spillerne under kamp. I tillegg til kamper, vil også kamprelaterte treningsøvelser undersøkes og sammenlignes med kamper. På bakgrunn av dette har studien følgende problemstillinger:

1. Hvor mange høy-intensitetsaksjoner utfører kvinnelige håndballspillere i kamp?
2. Finnes det posisjonelle forskjeller i høy-intensitetsaksjoner i håndballkamper?

2. Teori

2.1 Spillet

Håndball er en fysisk krevende idrett som karakteriseres av 60 min med et stort antall høy-intensitets aksjoner (HIA) som akselerasjoner, deselerasjoner, hurtige retningsforandringer, sprint og hopp. Disse bevegelsene repeteres mange ganger i løpet av kamp (Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2011b) Spillet er oppbygd med 6 utespillere på hvert lag og en målvakt (MV). Av utespillerne er det tre bakspillere (BS), to kantspillere (KS) og en linjespiller (LS). Kampenes 60 minutter totale varighet er fordelt på to omganger á 30 minutter og spillet foregår på en bane som måler 20 x 40 meter (International Handball Federation [IHF], 2010; Sporis et al., 2010). Klokken stoppes i tilfeller ved for eksempel regelbrudd og time-out, noe som resulterer i at kampens totale varighet ofte blir noen minutter lengre (IHF, 2010).

Aktiviteten under håndballkamper er intervallpreget og stiller krav til blant annet god løpskapasitet, hurtighet, eksplosivitet og styrke (Buchheit, Lepretre et al., 2009; Buchheit, Laursen et al., 2009). Michalsik et al. (2011a) så i sin kampanalyse av herrehåndball at spillerne arbeidet i korte perioder med høy intensitet, variert med intervaller av lavere intensitet. Bevegelsesmønsteret i kamp består av forskjellige typer gange, løp, sprint og sideveis bevegelse, samt tekniske handlinger som pasninger og skudd. Dette gir stor variasjon i type belastning gjennom kampen, og gjør håndball til en kompleks idrett (Pori & Šibila, 2006; Sporis et al., 2010). Det er også mye fysisk kontakt mellom spillerne hvor de takler hverandre, blokkerer og forsøker å gå på gjennombrudd (Michalsik & Aagaard, 2014). Samlet utgjør dette et betydelig metabolsk stress for kroppen (Chelly et al., 2011).

De ulike kravene som stilles til spillerne i kamp varierer mellom spillets faser og de ulike spillerposisjonene på banen (Povoas et al., 2012). Angrepsfasen kan deles i to kategorier; kontrung / ankomst og etablert angrep. Kontringsfasen er når angrepslaget forsøker å skåre mål før motstanderne har fått etablert sitt forsvar. Dersom denne fasen ikke gir mål, men laget fortsatt har ballbesittelse går fasen over i det etablerte angrepet. Et lags kontrungsevne er avgjørende for resultat i kamp (Karcher & Buchheit, 2014). I det etablerte angrepet er målet å spille ballen gjennom forsvaret og skåre mål. I forsvarsfasen er målet å forhindre motstanderne fra å skåre ved og takle og blokkere, slik at man vinner ballen og kan angripe (Šibila, Vuleta, & Pori, 2004). Returløpet har derfor også stor betydning for å hindre mål hos motstanderne (Karcher & Buchheit, 2014). Under de olympiske leker i 2008 ble det rapportert

om 56 ± 4 ballbesittelser i kamp for herrelag (Skarbalius, 2011). Det betyr at det skjer en endring i ballbesittelse nesten hvert eneste minutt av den offisielle spilletiden. Dette illustrerer de hurtige skiftene mellom spillets faser med varierende intensitet og fysiologisk belastning (Karcher & Buchheit, 2014).

Evnen til å opprettholde intervallpreget aktivitet over lengre tid er en viktig egenskap i håndball (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2013b). Betydningen av dette er også understreket i andre idretter som for eksempel fotball og rugby. Rugby er også en idrett som karakteriseres av perioder med høy intensitet, blandet med perioder av lavere intensitet hvor spillerne får delvis restituere seg (Waldron, Twist, Highton, Worsfold, & Daniels, 2011). Evnen til å opprettholde intervallpreget aktivitet i fotball regnes som en grunnleggende fysisk kapasitet relatert til å kunne opprettholde en høy arbeidsbelastning under både trening og kamp (Rebelo, Brito, Seabra, Oliveira, & Krstrup, 2014). Dette bildet av lagidrettene ble beskrevet av Reilly og Thomas (1976) allerede i 1976. De utførte en kampanalyse av fotball med manuell observasjon hvor de beskrev en intervallpreget idrett, med hurtige endringer i bevegelseskrav og hastighetsskifter. De så også forskjeller mellom de ulike spillerposisjonene på banen i total tilbakelagt distanse (TDT) under kamp.

TDT i håndball er betraktelig lavere enn hva man ser i fotball hvor det er rapportert gjennomsnittlig TDT mellom 9960 og 11230 meter på elitenivå (Ingebrigtsen, Dalen, Hjelde, Drust, & Wisloff, 2014; Jozak, Perić, Bradić, & Dizdar, 2011). Hos yngre fotballspillere er varigheten av kampene kortere og TDT funnet tilsvarende 6311 ± 948 meter, noe som er nærmere det man ser i håndball (Rebelo et al., 2014). Povoas et al. (2012) undersøkte fysiske krav i kamp for håndballspillere på elitenivå. Studien inkluderte 10 offisielle kamper fra den øverste divisjonen i Portugisisk herrehåndball. De fant at spillerne løp i gjennomsnitt 4370 ± 720 meter i løpet av kamp. Den gjennomsnittlige varigheten av kampene, inkludert time-out og stopping av tiden var $73 \pm 4,5$ minutter. I løpet av denne tiden så de at spillerne utførte hele 825 aktivitetsskifter, noe som gir en endring i aktivitet hvert 6 sekund. I et studie på unge, mannlige håndballspillere ($15,1 \pm 0,6$ år) fra topp divisjonen i Tunisisk juniorhåndball ble det funnet at 8% av TDT under kamp ble utført med høy intensitet. Dette er høyere enn for basketballspillere, men lavere enn det som er observert i fotball (Chelly et al., 2011).

2.2 Fysiske og fysiologiske krav

En god fysisk form anses som essensielt for å prestere på toppnivå i mange idretter (Massuca, Fragoso, & Teles, 2014). For en eliteutøver i håndball kreves evnen til å opprettholde en høy innsats med små avbrudd i 60 minutter. En betydelig del av arbeidet utføres med høy intensitet (Sporis et al., 2010). De siste 20 årene har aerob kapasitet blitt karakterisert som avgjørende for prestasjon i flere lagidretter, men de spesifikke fysiske og fysiologiske krav har ikke blitt systematisk undersøkt i håndball. Hjerterefrekvensmålinger utført på eliteutøvere fra forskjellige lagidretter har vist at både kvinne og herrehåndball stiller krav til aerob kapasitet slik som det også er funnet i blant annet fotball og basket (Manchado, Pers et al., 2013).

I studiet til Povoas et al. (2012) så de at spillerne hadde en gjennomsnittlig hjerterefrekvens på $82 \pm 9,3\%$ av maks i mer enn halvparten av effektiv spilletid og at de kun 7% av tiden var under 60% av maksimal hjerterefrekvens. For kvinnelige elitespillere er den gjennomsnittlige hjerterefrekvensen i kamp funnet å være $78,4 \pm 5,9\%$ (Manchado, Pers et al., 2013). Disse verdiene tilsier en høy aerob belastning, men tallene er likevel lavere enn hva som for eksempel er observert i fotball (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). Det er også funnet variasjon mellom spillerne i hjerterefrekvens under kamp. Dette kan relateres til individuelle forskjeller i fysisk kapasitet, men muligens også til forskjeller i fysiske krav mellom spillerposisjonene (Povoas et al., 2012). Blant mannlige elitespillere i håndball er $VO_{2 \text{ maks}}$ rapportert å være mellom 50 – 60 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (Delamarche et al., 1987; Ramadan, Hasan, & Barac-Nieto, 1999; Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche, & Delamarche, 2001). Dette er liknende det som er funnet hos basketballspillere (Ziv & Lidor, 2009b), men lavere enn hos fotballspillere (Ramadan et al., 1999) og skiller seg heller ikke betydelig fra den øvre persentil av menn mellom 20 og 29 år i befolkningen (Arena, 2013). Hos kvinnelige elitespillere er gjennomsnittlig $VO_{2 \text{ maks}}$ rapportert å være mellom 50 og 54 mL·kg⁻¹·min⁻¹ og arbeidsbelastning under kamp ligger på ca. 80% av $VO_{2 \text{ maks}}$ (Manchado, Pers et al., 2013; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2013a). Det er ofte stor variasjon i $VO_{2 \text{ maks}}$ verdier som rapporteres i studier, noe som til en stor grad kan attribueres til forskjellige testprotokoller benyttet (Ziv & Lidor, 2009b).

Det er en viss uenighet i litteraturen rundt hvor stor betydning aerob kapasitet har for prestasjon i håndball. Manchado, Pers et al. (2013) konkluderte i sin studie med at en viss mengde aerob kapasitet er av betydning da utøvere med høyere $VO_{2 \text{ maks}}$ ble observert å løpe

med høyere hastighet, samt utføre flere spurter under kamp. Dette støttes også av blant annet Buchheit, Lepretre et al. (2009) som hevder at ca. 90% av energifrigjøringen under kamp er aerob. Flere andre konkluderer også med at håndball til en stor grad er en aerob idrett, men at anaerob kapasitet likevel er avgjørende for suksess (Chelly et al., 2011; Nikolaidis, Ingebrigtsen, Povoas, Moss, & Torres-Luque, 2014; Sporis et al., 2010). De fleste aksjoner utføres med aerob energifrigjøring, men anaerobe handlinger kan utgjøre forskjellen mellom seier og tap (Sporis et al., 2010).

Et minimalt nivå av aerob kapasitet er sannsynligvis nødvendig for å tåle den store treningsbelastningen som nå utgjør elitehåndballen. Den anaerobe kapasiteten er avgjørende for å kunne utføre handlinger som krever maksimal innsats over en kort tidsperiode som for eksempel kontringer (Michalsik et al., 2013a; Nikolaidis et al., 2014). Abdelkrim et al. (2010) hevder at anaerob kapasitet, mer enn den aerobe bør anses som en determinerende faktor for prestasjon i basketball. I en studie på fysiske krav i kamp for unge fotballspillere ble det ikke funnet noen sammenheng mellom $VO_{2\text{ maks}}$ og ulike time-motion variabler som for eksempel mengde høy-intensitets løping under kamp. Det ble derfor hevdet at aerob kapasitet er av relativt liten betydning for unge fotballspillere (Rebelo et al., 2014). På bakgrunn av $VO_{2\text{ maks}}$ resultatene som er rapportert i litteraturen kan det også antas at aerob utholdenhet ikke er den avgjørende faktoren som skiller elitespillere fra amatører i håndball (Ziv & Lidor, 2009a). Sammenliknet med basketball og fotball er det mye mer kroppskontakt i håndball. Den konstante duelleringen gir en høyere fysisk belastning enn løping eller sprint uten samtidig kroppskontakt fra motspillere (Sporis et al., 2010). En vanlig karakteristikk i intervallpregede idretter er likevel at en stor del av tiden tilbringes i aktivitet med lav intensitet. For eksempel fant Povoas et al. (2012) i sin studie at i 64% av tiden stod spillerne stille eller gikk med lav hastighet. Slike perioder hadde meget kort varighet (7 og 6 sekunder). I fotball er det også observert at spillerne går eller står i ro en stor del av tiden (Dwyer & Gabbett, 2012; Jozak et al., 2011).

Det utføres en stor mengde løp, hopp, kast og blokkeringer under håndballkamper. Evnen til å repetere slike bevegelser gjennom hele kampen er en viktig faktor som skiller elitespillere fra amatører. En god fysisk form gjør at man kan utføre en større mengde fysisk arbeid med høy intensitet og har derfor mest krefter igjen mot slutten av kampen (Wallace & Cardinale, 1997). Karcher og Buchheit (2014) definerer bevegelser som blant annet hopp, stopp, retningsforandringer og dueller som HIA. På tross av kort varighet er dette aksjoner som

krever en godt utviklet hurtighet og muskelstyrke, som vil gi et viktig fundament for å kunne utføre mange slike bevegelser i løpet av en kamp. Eksplosiv styrke er særlig viktig for retningsforandringer (Massuca et al., 2014).

I følge Di Salvo et al. (2009) er HIA essensielt for utfallet av kamper i fotball. Det har betydning for å kunne erobre ballen og agility er viktig for å kunne passere motstanderne. Little og Williams (2005) beskriver agility som evnen til å hurtig skifte retning, samt å foreta raske start og stopp bevegelser. Agility ansees også som en viktig karakteristikk i håndball på grunn av de mange retningsforandringer og hastighetsskifter som foretas i løpet av en kamp (Manchado, Pers et al., 2013). Under elitekamper i håndball har det blitt rapportert om et gjennomsnitt på $36,9 \pm 13,1$ HIA under kamp for menn (Michalsik et al., 2011a) og $28,3 \pm 11,0$ for kvinner (Michalsik et al., 2011b). I angrep består gjerne disse bevegelsene av gjennombrudd, skudd og kontringer, mens de i forsvar går ut på blant annet taklinger og blokkeringer (Michalsik et al., 2011a, 2011b). Håndballspillere bruker altså mye energi på bevegelser som ikke involverer mye løping. Vanlige HIA i håndball involverer en stor del oppbremsinger og retningsforandringer. Dette innebærer at spillerne utfører mange akselerasjoner og deselerasjoner under kamp. En ser gjerne også at frekvensen av disse reduseres fra første til andre omgang (Povoas et al., 2012).

Little og Williams (2005) definerer akselerasjon som endringsraten i hastighet som tillater individet å nå maksimal hastighet på minst mulig tid (s. 76). De konkluderer blant annet i sitt studie med at akselerasjonsevne og agility er distinkte og uavhengige fysiske kvaliteter for fotballspillere og bør derfor trenes spesifikt. Varley og Aughey (2013) undersøkte i sin studie akselerasjons og hastighetsprofil hos elitespillere i fotball. De fant at spillerne utførte åtte ganger så mange akselerasjoner som maksimale sprinter under kamp. Dette gjaldt for alle spillerposisjoner og akselerasjonsevne regnes også derfor av disse forfatterne som en viktig fysisk egenskap i fotball.

I følge Castagna, D'Ottavio, og Abt (2003) vil mengden sprint og annen HIA som rapporteres under kamp i en stor grad avhenge av hastighets klassifiseringen som brukes. Det er blitt hevdet at i fotball er det mange typer sprinter som krever høy akselerasjon, men at mange av disse bevegelsene ofte ikke når det som defineres som "sprintterskel" i studiene. Det er også gjerne slik at sprinting i seg selv ikke nødvendigvis assosieres med høy akselerasjon (Dwyer & Gabbett, 2012). I studiet til Varley og Aughey (2013) ble det funnet at spillerne akselererte

ofte fra en stillestående start, hvor 98% av de maksimale akselerasjonene oppstod fra hastigheter under 4 m/ sek. Et annet studie av Akenhead et al. (2013) undersøkte volum av akselerasjoner og deselerasjoner under fotballkamper. De fant at ca. 18% av TDT ble dekket gjennom akselerasjoner og deselerasjoner med hastigheter over 1 m/ sek. Gitt de korte sprintdistansene som er funnet i fotball, samt distansen på ca. 30 m som kreves for å oppnå maksimal hastighet er det mulig at evnen til å akselerere er viktigere for utfallet av kamper enn sprint (Di Salvo et al., 2009; Varley & Aughey, 2013). Med mange retningsforandringer over korte avstander i håndball vil sannsynligvis dette også gjelde her. En god fysisk form vil gi spilleren evne til mer langvarige akselerasjoner og kontrollerte bevegelser. Dette ble understreket i en studie hvor det norske kvinnelandslaget som har prestert høyt i mesterskap de siste årene hadde mer langvarige og flere akselerasjoner sammenliknet med et tysk topplag (Manchado, Pers et al., 2013).

I håndball er det ingen begrensninger på antall bytter i løpet av kamp. En strategi rundt slike bytter vil kunne redusere den fysiske belastningen for hver enkelt spiller (Karcher & Buchheit, 2014). Det vil derfor også kunne være store variasjoner i TDT mellom spillerposisjonene, men også mellom forskjellige individer som spiller samme posisjon (Manchado, Pers et al., 2013). Varierende taktikk mellom kamper kan også gi konsekvens for effektiv spilletid og intensitet. Det er derfor viktig at spilletid tas med i betraktningen når man evaluerer data hvor absolutte verdier rapporteres som for eksempel TDT og tid tilbrakt i ulike intensitetssoner. Mange studier til nå har heller ikke tatt hensyn til effektiv spilletid når de oppgir resultater. De har ofte inkludert få kamper og brukt varierende kategorisering av bevegelser. Dette gjør sammenlikninger vanskelig (Michalsik et al., 2013b).

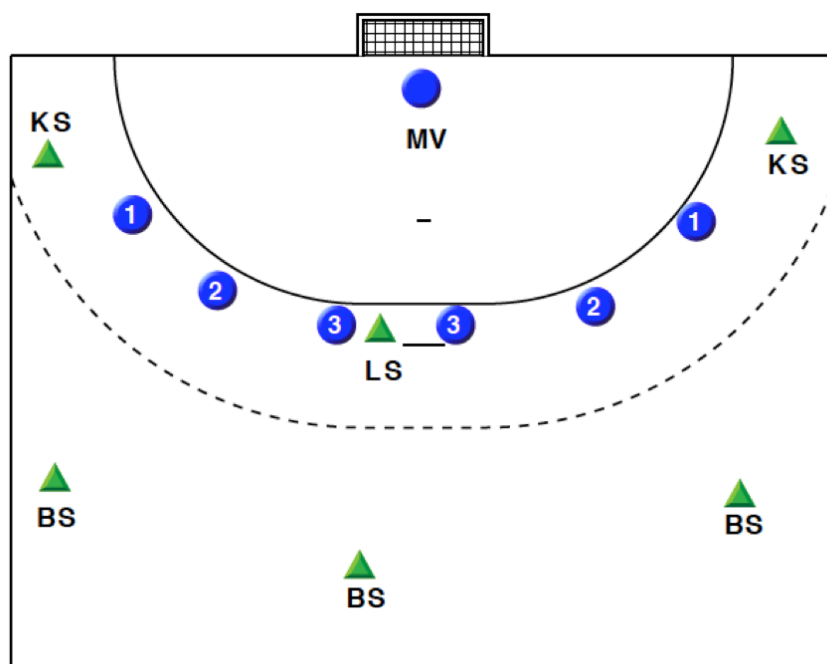
Karcher og Buchheit (2014) har oppsummert den gjennomsnittelig distribusjon i spilletid for 170 utøvere under verdensmesterskapet i håndball for menn i 2007. Kantspillere ($n = 40$; 38 ± 2 min) og MV ($n = 20$; 37 ± 3 min) spilte signifikant mer enn bakspillere ($n = 60$; 29 ± 2 min) og linjespillere ($n = 25$; 30 ± 3 min). Det er også funnet av flere at de fysiske kravene som gjelder for å prestere på toppnivå i håndball varierer stort mellom spillerposisjonene (Michalsik et al., 2011a, 2013a; Povoas et al., 2014).

2.2.1 Undersøkelser av fysiske krav under trening

I følge Wallace og Cardinale (1997) finnes det lite informasjon om treningsspesifisitet for håndballspillere. Samtidig har trenere de siste årene blitt mer opptatt av verdien i vitenskapelig viten, og blitt mer åpne for å implementere forskningsbasert kunnskap i treningsarbeidet (Sporis et al., 2010). Spillbaserte treningsøvelser som skal imitere kampsituasjonen benyttes i stor grad av håndballtrenere (Buchheit, Lepretre et al., 2009). Det er til nå gjort lite forskning på hvorvidt intensitet på trening samsvarer med belastningen spillerne blir utsatt for under kamp i håndball. Noen studier er likevel gjort i andre idretter. Gabbett (2010) undersøkte fysiske krav under kamp hos kvinnelige utøvere i landhockey og sammenliknet dette med fysiske krav under kamp-relaterte treningsøvelser. Treningsøvelsene som ble benyttet i studiet reflekterte ikke de fysiologiske kravene spillerne ble utsatt for under kamp da spillerne tilbrakte mer tid i aktivitet med lav intensitet under trening, sammenliknet med kamp. Likende resultater er også funnet i basketball og Australsk fotball. Det er observert store forskjeller mellom kamp og trening i gjennomsnittlig hjertefrekvens, og grad av anstrengelse for spesifikke treningsøvelser (Boyd, Ball, & Aughey, 2013; Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010).

2.3 Forskjell mellom spillerposisjoner

De fleste studier i håndball har klassifisert spillerposisjonene som MV, BS, KS og LS (Nikoloaidis et al., 2014). Det er også andre klassifiseringer som er brukt hvor BS inndeles i sideback og midtback (Vila et al., 2012). Kategorisering av utespillerne gjøres etter hvorvidt laget står i forsvar eller angrep. I forsvarsfasen klassifiseres spillerne fra ytterkantene av forsvarssonen og inn mot midten (Fig. 2-1). KS har oftest rollen som ytre forsvarsspiller og kalles da 1ér. BS og LS spiller gjerne 2ér eller 3ér i forsvar. I angrep klassifiseres posisjonene med navn KS, BS og LS (Karcher & Buchheit, 2014). I følge Srhoj, Marinovic, og Rogulj (2002) vil det i håndball som i flere andre lagidretter være slik at den sonen av banen spillerposisjonen beveger seg i, samt spillets faser til en hver tid dikterer posisjonsspesifikke taktiske, tekniske og fysiske krav.



Figur 2-1: Oversikt over de ulike spillerposisjonenes plassering på banen i kamp men kategoriseringer. Plassering i forsvar = sirkler, plassering i angrep = trekkanter. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere.

I angrep er bevegelsesområdet for KS lengst ut mot sidelinjene av banen. De opererer vanligvis i klare situasjoner mot mål med mindre kontakt til motstanderne enn hva BS og LS har. BS spiller bak på banen og har i hovedoppgave å organisere angrepsspillet, samt skudd fra distanse. De hevdes å ha høyest ballbesittelse i kamp av alle spillerposisjonene (Norges Håndballforbund, u.å.; Srhoj et al., 2002). De har også hovedansvaret i returløpet, noe som krever stor løpshastighet for å hindre motstandernes kontringsmuligheter (Šibila et al., 2004). LS beveger seg langs målområdet, mellom motstandernes forsvarsspillere. De må kunne innta og opprettholde stabile sperrer. De har hele tiden kontakt med motspillerne hvor de kjemper om optimal posisjonering mot mål. Dette innebærer mye drag, dytting og dueller. MV handler individuelt innenfor målområdet. Det kreves god reaksjonsevne da arbeidsoppgavene innebærer hurtige og eksplosive bevegelser over få sekunder for å hindre ballen i å passere mållinjen (Srhoj et al., 2002).

2.3.1 Fysiske karakteristikk

Kunnskap om fysiske karakteristikk og den fysiologiske profilen hos suksessfulle idrettsutøvere har blitt ansett som verdifullt i talentidentifisering og treningsplanlegging (Abdelkrim et al., 2010). Det antas at kroppssammensetning og høyde kan ha innvirkning på prestasjon i håndball. Man har de siste årene sett at spillerne har blitt tyngre og høyere, med mer muskelmasse (Michalsik et al., 2011a).

I følge Michalsik et al. (2011a) bør man spesielt i herrehåndball ønske å utvikle spillere som har relativt høy kroppsvekt og er gjennombrudds sterke, men samtidig kan utføre en stor mengde høy-intensitetsløp og retningsforandringer gjennom en hel kamp. I andre studier av samme forfattere fant de at dette også gjaldt for kvinner. Likevel argumenterer de for at andre faktorer enn høyde og kroppsvekt her spiller en stor rolle. Kvinnelige håndballspillere kan derfor til en viss grad kompensere på andre områder (Michalsik et al., 2011b; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014). Sporis et al. (2010) fant en sterk korrelasjon mellom kroppssammensetning og spillerposisjon for elitespillere i håndball. De konkluderte likevel med at dette ikke var avgjørende for suksess, da det sannsynligvis vil variere med typen spillersituasjon og lagets spillestil, hvilken kroppssammensetning som kan være mest fordelaktig.

2.3.2 Fysiske krav i kamp

I følge Karcher og Buchheit (2014) har mulige forskjeller mellom spillerposisjonene i stor grad vært oversett i kampanalyser av håndball til nå. Det er likevel hevdet at taktiske, tekniske og fysiske krav varierer stort mellom de ulike spillerposisjonene (Povoas et al., 2014). Time-motion analyser og målinger av hjerterefrekvens under kamp har også gitt indikasjoner på dette (Povoas et al., 2012). Blant annet hevder Michalsik et al. (2011a) at de har funnet direkte bevis for at de eksisterer forskjeller i fysiske krav mellom spillerposisjonene i herrehåndball. I følge Di Salvo et al. (2009) er det allment akseptert innenfor fotball at det er forskjeller i aktivitetsprofil under kamp mellom spillerposisjonene. Dette anser de som en konsekvens av ulike taktiske roller i laget. Flere studier på fotball har funnet klare variasjoner mellom spillerposisjonene i bevegelseskrav under kamp hvor time-motion analyser har vist forskjeller i blant annet TDT, andel høy-intensitets løping, arbeidsbelastning, maksimal hastighet og restitusjonstid (Di Salvo et al., 2009; Domene, 2013; Ingebrigtsen et al., 2014; Jozak et al., 2011). Slike forskjeller er også funnet for andre idretter som Rugby (Waldron et al., 2011) og Lakrosse (Polley, Cormack, Gabbett, & Polglaze, 2015).

Det er varierer mellom studier i forhold til hva som rapporteres av TDT og krav til løping for de ulike spillerposisjonene i håndball (Michalsik et al., 2013b). Noen studier har for eksempel funnet at KS har høyest total TDT under kamp og utfører mest HIA av alle spillerposisjonene (Luig et al., 2008; Michalsik et al., 2013b; Šibila et al., 2004). I studiet til Luig et al. (2008) på mannlige utøvere, ble det funnet at KS ($3,71 \pm 0,21$ km) tilbakela en signifikant høyere TDT ($\rho = 0,01$) enn BS ($2,84 \pm 0,15$ km) og LS ($2,79 \pm 0,24.8$ km), mens MV ($2,06 \pm 0,29$ km) hadde lavest total TDT av alle spillerposisjonene ($\rho = 0,01$). Andre studier har i motsetning funnet at BS har høyere TDT enn KS og LS ($4,96 \pm 0,64$ km vs. $4,23 \pm 0,52$ og $3,91 \pm 0,51$ km). KS rapporteres også her å tilbringe mest tid i HIA, definert som rask løping (> 18 km/ t), sprint (> 30 km/ t) og sideveis bevegelser med høy intensitet. De mest fysisk krevende håndballspesifikke bevegelsene som for eksempel hopp og finter har imidlertid blitt vist å ha høyest frekvens hos BS og LS (Povoas et al., 2014). Hvor mye høy-intensitets løping (gjennomsnittshastighet $> 19,8$ km/t i mer enn 0,5 sek) som utføres i løpet av kamp er også vist å være påvirket av spillerposisjon i fotball (Di Salvo et al., 2009).

Šibila et al. (2004) undersøkte tid brukt i ulike hastighetssoner for spillerposisjonene i håndball. Det ble delt inn i 4 soner hvor den første var stillestående eller gange opp til 1,4 m/sek etterfulgt av løp fra 1,4 – 3,4 m/sek, fra 3,4 til 5,2 m/sek og den øverste kategorien var løp med hastighet over 5,2 m/sek. De så at KS tilbrakte 4% av tiden i den øverste kategorien, BS 3%, LS 2% og MV 0,5% av tiden. KS bevegde seg også med en høyere gjennomsnittshastighet sammenliknet med de andre spillerposisjonene i deres studie. De argumenterer for at bevegelses profilen til MV under kamp, avviker sterkt fra de andre spillerposisjonene. Dette begrunnes blant annet med at MV ble funnet å tilbringe mest tid i den laveste hastighetskategorien (86%) som var betydelig lavere enn for eksempel BS (57%).

Mange av studiene nevnt ovenfor har alle brukt mannlige utøvere. Ett studie har imidlertid undersøkt variasjon mellom herre og kvinne håndball i disse faktorene. Det ble blant annet funnet at hos kvinner hadde KS høyest TDT, gjennomsnittshastighet under kamp, andel høy-intensitets løping, samt utførte flest kontringer og returløp. De fant et litt annerledes bilde hos mannlige utøvere hvor KS også hadde høyest andel høy-intensitetsløp definert som mellom 15,5 og 17 km/t, mens BS hadde høyere TDT og arbeidet med høyere gjennomsnittshastighet (Michalsik & Aagaard, 2014). Grunnet klare fysiologiske forskjeller mellom kvinner og menn skal man være forsiktig med å gjøre konklusjoner om arbeidskrav i kvinnehåndball, basert på forskningsfunn hvor det er brukt mannlige utøvere (Michalsik et al., 2013a).

I studiet til Machado, Pers et al. (2013) kunne de ikke finne en signifikant forskjell mellom spillerposisjonene når det kommer til TDT og heller ikke når det kom til prosent av TDT, eller tid i ulike hastighetskategorier. I dette studiet ble også horisontale akselerasjoner per minutt undersøkt. De delte inn i 4 positive akselerasjonskategorier etter hastighet (fra > 0 til $\geq 4,5$ m/sek), med fire korresponderende kategorier for deselerasjoner (fra $< -4,5$ til < 0 m/sek). En enkelt akselerasjon ble registrert når en spiller skiftet fra en kategori til en annen. Det ble funnet en klar forskjell i antall horisontale akselerasjoner per minutt hvor KS hadde flest (KS; 243 ± 99 vs. BS; 170 ± 43 og LS; 160 ± 37). De så også at akselerasjonene hos KS hadde kortere varighet, sammenliknet med de andre posisjonene. MV (165 ± 31) hadde i deres studie flere akselerasjoner per minutt enn LS, men et lavere antall enn de andre posisjonene i de høyeste akselerasjonskategoriene.

Forskjeller mellom spillerposisjonene i akselerasjonsdata er også funnet i andre idretter. I et studie på fotball ble det blant annet observert at spillere i laterale posisjoner akselererte signifikant oftere enn de sentrale i første omgang. De så også et liknende bilde for den andre omgangen og total spilletid, men her var ikke forskjellene signifikante (Ingebrigtsen et al., 2014). Polley et al. (2015) fant i sin studie sannsynlige forskjeller mellom spillerposisjonene i lacrosse for akselerasjoner og deselerasjoner per minutt, med de største forskjellene funnet i de høyeste akselerasjons- ($\geq 2,78$ m/sek) og deselerasjonskategoriene ($\geq -2,78$ m/sek). De så også posisjonsrelaterte forskjeller i Player Load per minutt, som er et mål på grad av anstrengelse. I et annet studie på fotballspillere ble det også funnet posisjonsrelaterte forskjeller i Player Load per minutt (Domene, 2013).

Michalsik et al. (2011a, 2011b) så et høyt antall HIA hos alle spillerposisjoner i håndball for både menn og kvinner. Slike tekniske og håndballspesifikke bevegelser har kort varighet, men krever likevel mye styrke og hurtighet (Karcher & Buchheit, 2014). Povoas et al. (2014) fant at selv om KS utfører høyest mengde høy-intensitetsløping, utførte BS og LS dobbelt så mange HIA aksjoner som KS og arbeidet lengre perioder i en intensitet $> 80\%$ av maksimal hjertefrekvens. I følge Karcher og Buchheit (2014) er LS den spillerposisjonen som har mest kroppskontakt med motspillere. Å besitte denne posisjonen betyr gjerne at man ofte spiller i de midterste posisjonene i forsvar, noe som involverer mange låsninger, taklinger og en mot en situasjoner. Høy muskelstyrke og eksplosivitet er derfor sentrale faktorer (Michalsik et al., 2013a). KS har signifikant færre fysiske konfrontasjoner med motspillere enn de andre utespillerne (Michalsik & Aagaard, 2014). Dette er funnet å gjelde for både kvinner og menn

(Michalsik et al., 2011a, 2011b). Det er også funnet forskjeller i HIA mellom spillerposisjonene i andre lagidretter, samt at forholdet mellom HIA i første og andre omgang er relatert til spillerposisjon (Di Salvo et al., 2009; Domene, 2013).

KS rapporteres av flere å være den spillerposisjonen som løper mest og med høyest gjennomsnittshastighet. Håndball består likevel også av en rekke HIA som ikke nødvendigvis involverer så mye løping. BS og LS observeres gjerne å ha høyere andel av disse under kamp enn KS. Bevegelsene hos MV beskrives som sterkt avvikende i forhold til de andre spillerposisjonene. Forskjeller i HIA er også rapportert i andre lagidretter, samt forskjeller i grad av anstrengelse under kamp.

2.4 Kampanalyse i håndball

Studiet av fysiske krav i lagidrett er blitt mer populært de siste årene, men foreløpig foreligger det liten vitenskapelig kunnskap på dette temaet innenfor håndball (Pori & Šibila, 2006; Povoas et al., 2012). Ulike metoder er blitt benyttet for å undersøke hvilke fysiske krav som gjelder i forskjellige lagidretter. Avhengig av hvilke spesifikke faktorer man søker, kan man observere kamper og samtidig måle fysiologiske responser eller gjøre analyser i en eksperimentell setting (Šibila et al., 2004). Analyse av faktorer som TDT, hastighet, intensitet og frekvens av akselerasjoner, retningsforandringer og hopp kan gi et bilde på hva som kreves for å prestere på toppnivå (Manchado, Tortosa-Martinez, Vila, Ferragut, & Platen, 2013; Massuca et al., 2014). Den teknologiske utviklingen det siste tiåret har bidratt til at mer avanserte analyseverktøy nå brukes i idretten. Bruken av slike verktøy kan utvikle vår forståelse av blant annet posisjonsrelaterte forskjeller i arbeidskrav, samt intensitet og bevegelseskrav under kamp (Carling et al., 2008).

I idrettsforskning har det vært en tradisjon å benytte time – motion analyser, særlig gjennom videoanalyse av kamper eller manuell observasjon for å kvantifisere det fysiske arbeidet individet utfører under konkurranse. For å måle fysiologisk belastning har hjerterefrekvens ofte blitt brukt (Barrett, Midgley, & Lovell, 2014; Dellaserra et al., 2014). Videobaserte analyser har blitt utført siden 1990 – tallet. Det baseres gjerne på å filme kamper for deretter å analysere disse manuelt i etterkant (Carling et al., 2008). Studier som baserer seg på denne analysemetoden kategoriserer gjerne bevegelser i ulike hastighets kategorier og rapporterer totalvolum som TDT, eller prosent av tid tilbrakt i det ulike hastighetssonene og hvor mange sprinter som utføres. Denne tilnærmingen tar imidlertid ikke høyde for den totale eksterne

belastning som utøvere utsettes for under kamp som hurtige endringer i hastighet og retning (Barrett et al., 2014; Machado, Pers et al., 2013).

I følge Karcher og Buchheit (2014) foregår enkelte håndballspesifikke bevegelser som finter og taklinger i et så begrenset område at det ikke lar seg fange opp av systemene som tradisjonelt har blitt brukt. Håndball regnes som en idrett med mye kroppskontakt og flere HIA som har stor innvirkning på den relative belastningen, uten å påvirke TDT i stor grad (Michalsik et al., 2014). Bruk av videoanalyser alene vil da sannsynligvis underestimere fysiske krav. Det argumenteres i litteraturen for at man derfor bør kombinere flere verktøy i analyse av lagidretter da separate analyser kan gi utilstrekkelig informasjon (Michalsik et al., 2013b). Hjerterefrekvensmålinger er en relativt enkel metode for å kunne analysere den generelle aerobe arbeidsbelastningen, men gir lite annen informasjon (Povoas et al., 2012). I følge Domene (2013) har hjerterefrekvens målinger liten validitet når det kommer til intervallpreget aktivitet med høy intensitet. Tradisjonelle videobaserte time-motion analyser ansees også som lite praktiske, tidkrevende, har ingen ”sanntid” funksjon og er høyt utsatt for lav objektivitet da det krever en subjektiv vurdering av prestasjonsfaktorer. I tillegg er slike metoder gjerne avgrenset til filming og analysering av kun én spiller per kamera (Boyd, Ball, & Aughey, 2011; Domene, 2013). Med utvikling av teknologien har videoanalyse med automatisk sporing blitt et av de mest brukte analyseverktøyene i lagidretter. Dette gir mulighet til å spore flere spillere samtidig, men det kreves fortsatt en viss grad av manuell observasjon. Denne typen systemer, som for eksempel ProZone tracking, er ofte veldig dyre og krever permanent installering av kameraer rundt banen. Det vil derfor gjerne være forbeholdt store toppklubber innen fotball og rugby som har god finansiering og et stort støtteapparat i ryggen (Carling et al., 2008).

Tradisjonelle time-motion analyser gjør det også vanskelig å skille spesifikke bevegelser fra hverandre (Di Salvo et al., 2009). HIA som hopp og taklinger i tillegg til agility er for eksempel vist å bidra sterkt til energiforbruket i fotball. Mangel på slik informasjon begrenser en valid analyse av arbeidskrav (Carling et al., 2008). I følge Bradley, Mascio, Peart, Olsen, og Sheldon (2010) vil bevegelsesanalyser som ikke tar høyde for akselerasjoner underestimere energiforbruket ved aktiviteter med høy intensitet fordi fotballspillere akselererer mange ganger i løpet av en kamp. Å studere akselerasjoner i tillegg til faktorer som intensitet og hastighet vil være viktig for å forstå fysiske krav (Varley & Aughey, 2013). Flere kampanalyser har kategorisert HIA som bevegelse med høy hastighet. En akselerasjon

behøver imidlertid ikke oppstå fra høy hastighet for å være fysisk krevende. Å utføre en akselerasjon fra lavere hastighet kan jevnføres med eller overgå de krefter som kreves for å opprettholde en høyere hastighet (Varley & Aughey, 2013). Å akselerere er også mer krevende enn kontinuerlig løp med samme hastighet og gir en stor metabolsk belastning for kroppen (Akenhead et al., 2013; Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & di Prampero, 2009). Forskningen bør inkludere mer presise verktøy for å kunne fange HIA bevegelser som akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer (Michalsik et al., 2013b). Disse bevegelsene har vært vanskelig å kvantifisere med teknologien som til nå er brukt i håndball. Håndball er en sammensatt idrett hvor måling av TDT og hjertefrekvens ikke vil være nok for å kunne gi et bilde på fysiske krav (Dellaserra et al., 2014).

Analysemetoder for kvantifisering av fysiske krav i lagidrett har utviklet seg de siste årene. Global positioning systemer (GPS) ble originalt utviklet som et navigasjonsverktøy for militært bruk. Den nylige utviklingen av bærbare GPS enheter har gitt et større bruksområde for teknologien (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013). Disse enhetene er ofte kombinert med akselerometer som lenge har blitt brukt til å analysere daglig fysisk aktivitet på befolkningsbasis (Boyd et al., 2011; Troped et al., 2008). GPS systemer med integrert akselerometer er nå også blitt mer vanlig i analyse av fysiske krav i lagidretter (Domene, 2013). Det er blant annet blitt brukt i undersøkelser på rugby (Waldron et al., 2011), land hockey (Gabbett, 2010; Jennings, Cormack, Coutts, & Aughey, 2012), lacrosse (Polley et al., 2015) og spesielt innenfor Australsk fotball (Varley & Aughey, 2013; Wisbey, Montgomery, Pyne, & Rattray, 2010). Utøverne har på seg en mottaker som formidler signaler fra minst fire satellitter og gir informasjon om blant annet posisjon, hastighet på bevegelser og distanse. Det følger med egne dataprogram fra produsentene for analyse av data fra flere spillere samtidig (Carling et al., 2008). Reliabiliteten og validiteten av GPS baserte systemer for undersøkelser av fysiske krav i lagidretter har av flere blitt konkludert med som god (Boyd et al., 2011; Coutts & Duffield, 2010; Varley, Fairweather, & Aughey, 2012).

I følge Waldron et al. (2011) gir slike GPS baserte systemer en praktisk og lite tidskrevende tilnærming til å vurdere bevegelser både under trening og kamp. Slike verktøy gir muligheten til å samle og prosessere store mengder data på en gang, studere utøvernes bevegelser i ”sanntid”, samt sammenlikne prestasjon mellom spillere. Teknologien gir også kvantitativ informasjon om akselerasjon hos utøverne i lagidrett som ikke tideligere har kunnet sees med tradisjonelle time – motion analyser (Dellaserra et al., 2014; Dwyer & Gabbett, 2012).

Foreløpig er det imidlertid kun vært benyttet på utendørsbaserte lagidretter da GPS enhetene, som tidligere nevnt er avhengig av satellittsignaler (Dellaserra et al., 2014). Håndball er en innendørsidrett og bruk av slik teknologi for å studere fysiske krav har derfor vært vanskelig (Montgomery et al., 2010). Akselerometret som er integrert i GPS enheten er en bevegelsessensor som måler bevegelse i kroppsdelen hvor den er festet, basert på akselerasjon (Chen & Bassett, 2005). Dette gjør det mulig å undersøke blant annet akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer også i innendørs baserte idretter, da disse utregningene ikke er avhengig av posisjonsdata (Catapult Sports, 2011).

Bruk av akselerometerdata i eliteidretten er et relativt nytt felt og det er foreløpig få studier som har brukt dette verktøyet for å analysere fysiske krav (Barrett et al., 2014; Montgomery et al., 2010). Coe og Pivarnik (2001) undersøkte validiteten av akselerometer for analyse av generell intensitet og belastning hos unge basketballspillere under trening. De brukte blant annet hjertefrekvens som kriteriemål. Det ble funnet moderat til god korrelasjon mellom akselerometerdata og hjertefrekvens. Det ble konkludert med at akselerometer er et valid verktøy for intensitetsmåling i basketball. Dette studiet benyttet imidlertid en-akset akselerometer. Disse måler akselerasjon i kun én enkelt retning (Murphy, 2009). Dette fører sannsynligvis til en underestimering av fysiske krav. Triaksiale akselerometre måler akselerasjon i tre retninger og ansees som mer effektive enn en-akset (Wundersitz, Netto, Aisbett, & Gastin, 2013). I følge Montgomery et al. (2010) bør bevegelser hos utøvere i lagidrett måles i alle tre plan. De hevdet dette på bakgrunn av at en stor del av den fysiske aktiviteten i basketball gjøres ved å kombinere bevegelse i flere retninger. I deres studie ble forskjeller i fysiske og fysiologiske krav mellom ulike treningsøvelser og kamp i basketball undersøkt ved bruk av blant annet triaksial akselerometer. Det ble konkludert med at akselerometer – teknologi kombinert med hjertefrekvensmålinger kan være et godt verktøy for analyse av fysiske krav i basketball. Et annet studie har også konkludert med at man kan studere forskjeller i ekstern belastning mellom trening og kamp, mellom ulike spillerposisjoner, samt mellom eliteutøvere og amatører ved bruk av triaksial akselerometer (Boyd et al., 2013).

2.5 Oppsummering

Håndball er en fysisk krevende lagidrett som krever en intervallpreget utholdenhet og evnen til å utføre repeterte HIA som for eksempel hopp, kontringer, retningsforandringer og taklinger. Dette innebærer at det utføres mange akselerasjoner

og deselerasjoner. KS rapporteres ofte å være den spillerposisjonen som løper mest og med høyest gjennomsnittshastighet. BS og LS observeres gjerne å ha høyere andel HIA og betydelig mer kroppskontakt med motspillerne. Forskjeller i HIA er også rapportert i andre lagidretter, samt forskjeller i akselerasjonsprofil og grad av anstrengelse under kamp. Bevegelsene hos MV beskrives som sterkt avvikende i forhold til de andre spillerposisjonene. HIA anses som en viktig prestasjonsfaktor, men mange av disse bevegelsene har vært vanskelig å analysere med de metodene som tradisjonelt har vært brukt i studier på lagidretter. Det hevdes at videoanalyser underestimerer de reelle fysiske krav og det argumenteres også for at hjertefrekvensmålinger gir liten spesifikk informasjon annet enn generell aerob intensitet. I tillegg hevdes det at å utelate analyse av for eksempel akselerasjoner i fotball vil gi en ufullstendig arbeidskravsanalyse.

Med den teknologiske utviklingen de siste årene har det blitt mer og mer vanlig å bruke bærbare GPS enheter med integrert triaksial akselerometer i analyse av lagidretter. Reliabiliteten og validiteten for slike systemer til å undersøke fysisk aktivitet i lagidrett er rapportert som god. Slike metoder anses også som mer praktiske, mindre tidkrevende og har høyere objektivitet enn tradisjonelle time-motion analyser. Til nå har dette kun vært benyttet i utendørsbaserte idretter, men det integrerte akselerometeret gjør det mulig å studere blant annet HIA også innendørs. Det er foreløpig få studier som har gjort dette, men det er blitt konkludert med at dette er et godt verktøy for å undersøke blant annet akselerasjon og ekstern belastning under kamp og trening.

3. Metode

3.1 Eksperimentell design

Dette studiet er basert på et større forskningsprosjekt hvor hensikten er en grundig arbeidskravsanalyse av håndball som toppidrett. Prosjektet er et samarbeid mellom Norges Håndballforbund og Norges idrettshøgskole, som skal gå over flere år. For å sammenligne de ulike spillerposisjonene i dagens kvinnehåndball ble utøvere fra det norske kvinnelandslaget undersøkt. Utøvernes bevegelser ble analysert over 6 internasjonale kamper, i løpet av to turneringer. Turneringene var en del av et samarbeidsprosjekt mellom håndballforbundene i Norge, Danmark og Frankrike. Turneringskonseptet kalles Golden League og går ut på at en turnering spilles i hvert av de tre landene i løpet av ett år. De to turneringene vi brukte i studiet gav totalt 71 observasjoner for kampene. I tillegg til kamper ble også 3 treningsøker undersøkt, hvor en av øktene var i forbindelse med en av turneringene hvor kampene ble analysert og to av øktene var på en egen treningssamling. Under treningsøktene ble det gjort totalt 58 observasjoner for spilløvelser mot 1 mål og 44 for spilløvelser mot 2 mål. Studiet ble foretatt i oppkjøringsfasen til Europa Mesterskapet i Ungarn og Kroatia i 2014, over en periode på 3 måneder.

3.2 Forsøkspersoner

Deltakerne i studiet var semi-profesjonelle og profesjonelle utøvere hentet fra det norske kvinnelandslaget i 2014. Det norske kvinnelandslaget i håndball holder et høyt nivå internasjonalt, og er regjerende Europamestre fra 2014. Studiet inkluderte totalt 26 spillere (gjennomsnitt \pm SD alder: $25 \pm 3,8$ år, høyde: 175 ± 5 cm) som deltok i både kamp og trening (n = 16), eller bare trening (n = 10). Antall spillere på hver posisjon og fysiske karakteristikk vises i tabell 3-1. Det var én flerposisjonsspiller som ble brukt som både kant og bakspiller. Denne spilleren har derfor blitt regnet i gjennomsnittsalder og høyde for begge spillerposisjonene.

Tabell 3-1: Antall spillere per posisjon benyttet i studiet, med gjennomsnitt \pm SD for alder og høyde i hver posisjon. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere og LS = linjespillere.

	Antall (n)	Alder (år)	Høyde (cm)
MV	4	25 \pm 3,7	177 \pm 3,4
KS	6	25 \pm 4,1	171 \pm 5,0
BS	12	25 \pm 4,1	175 \pm 4,8
LS	4	23 \pm 3,5	180 \pm 3,5

For å sikre et mest mulig reelt bilde på arbeidskrav i kvinnehåndball satte vi som inklusjonskriterie at spillerne måtte ha minimum 5 minutter effektiv spilletid i én omgang for å bli inkludert i videre analyser for kampene. Vi valgte 5 minutter da dette kan antas å være nok spilletid for en utøver til å ha innvirkning på resultatet i kampen, selv om det er lavere enn hva som er benyttet i andre studier (Michalsik et al., 2011a, 2011b). For treningene har vi ikke satt et spesifikt inklusjonskriterie, da treningsøvelsene varierte i tid. Vi benyttet Global positioning system (GPS) fra Catapult Sports for å overvåke spillernes bevegelser under kamp og trening. Catapult Sports har flere modeller for bruk i lagidretter. Modellen som er benyttet i dette studiet heter OptimEye s5. Med systemet følger det med programvare (Sprint Version 5.1.4, Catapult Sports, 2014) som gjorde at vi kunne observere spillernes bevegelser i ”sanntid”. Dette gjorde at vi kunne dele kamper og treninger i ulike perioder for videre analyse, samt ”bytte” ut spillere manuelt. Spillerne ble byttet når de ikke var på banen under kamp og når de ikke deltok i treningsøvelsene slik at det ikke ble registrert data mens de var inaktive. Ved bruk av Sprint programmet kan man også redigere spilletid i etterkant dersom det skulle være behov.

Etter inklusjonskriteriet fjernet vi 8 observasjoner fra total spilletid, 20 observasjoner fra den første omgangen og 19 stykker fra den andre. Det var ikke nødvendig å fjerne observasjoner fra treningene da alle dataene som ble registrert var fra utøvere som deltok i de spesifikke øvelsene. Alle øvelser som passet inn i kategoriene ble benyttet i analysen. Det var flere slike øvelser og ofte ble det gjort i flere perioder, dvs. at vi i disse øvelsene fikk flere observasjoner per spiller også innenfor en enkelt treningsøkt. Tabell 3-2 viser oversikt over antall observasjoner brukt i analysene etter justering for inklusjonskriteriet. Observasjonene er delt

inn etter spillerposisjonene, samt en kategori for gjennomsnittet av alle spillerne (ALLE) og utespillerne (USP, ekskludert målvakt).

Tabell 3-2: Oversikt over antall observasjoner for de ulike spillerposisjonene. Observasjonene er gjort over 6 kamper og 3 treningsøkter. 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere, USP = utespillere (ekskludert MV) og ALLE = alle spillerne samlet.

	Kamp total	1. omg	2. omg	Trening	1 mål	2 mål
MV	10	6	7	6	8	6
KS	14	11	13	11	14	11
BS	29	25	23	20	26	20
LS	10	9	9	7	11	7
USP	53	45	45	38	50	38
ALLE	63	51	52	44	58	44

3.3 Eksperimentelle prosedyrer

3.3.1 Datainnsamling

Informasjon om utøvernes bevegelser på banen ble formidlet via bærbare enheter (9,6 cm høy, 5,2 cm bred, 1,3 cm tykkelse, 66,8 gram) som spillerne hadde festet på kroppen (OptimEye s5, 10 Hz GPS). Dette ble gjort ved at deltakerne hadde på seg en spesialvest (Fig. 3-1) med en egen lomme, slik at enheten festes mellom skulderbladene.



Figur 3-1: Bilde av vest benyttet i studiet med egen lomme for bærbar sporingsenhet mellom skulderbladene.

Håndball er en innendørs idrett og innsamling av GPS data som TDT og hastighet var derfor ikke mulig i dette studiet, da vi ikke hadde tilgang til satelittsignal. Enhetene har integrert Inertial Movement Analysis (IMA) basert på triaksiale akselerometer (100Hz), magnetometer (100Hz), og gyroskopteknologi (Perform Better Ltd., u.å.). Akselerometere er bevegelsesensorer som måler kroppsbevegelse og særlig akselerasjon spesifisert til den kroppsdelen hvor de er festet (Wundersitz et al., 2013). Triaksiale akselerometere måler frekvens og styrke av bevegelser i tre retninger: den anterior – posterior, mediolaterale og longitudinale retning (Boyd et al., 2011, 2013). Teknologien benytter seg av Kalman filtrering for å kombinere informasjon fra akselerometer og gyroskop. Det skapes her en gravitasjonsløs vektor hvor tyngdekraftens innvirkning på akselerasjon fjernes fra likningen. Denne informasjonen skaper grunnlaget for algoritmer som gjør det mulig med spesifikk objektiv analyse av ulike mikrobevegelser som er idrettsspesifikke for mange lagidretter som akselerasjoner, deselerasjoner, retningsforandringer, hopp høyde og hoppfrekvens. Da IMA er grunnlaget for disse utregningene er man ikke avhengig av enhetens orientering, og derfor ikke GPS koordinater (Catapult Sports, 2013).

Datainnsamlingen ga en stor mengde informasjon om utøvernes bevegelser. I dette studiet valgte vi å fokusere på følgende parametere for videre analyser: Player Load, akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer. Disse ble analysert under både kamp og trening og

delt i følgende perioder for sammenlikning mellom omganger, samt mellom kamp og kamp-relaterte treningsøvelser:

- Kamp:
 - Kamp total (kampenes totale varighet)
 - 1. omgang
 - 2. omgang.
- Trening:
 - Spill mot 1 mål (sammenslått alle spilløvelser mot 1 mål)
 - Spill mot 2 mål (sammenslått alle spilløvelser ført over hele banen).

Øvelsene som er inkludert i analyse av treningene ble valgt på bakgrunn av spesifisitet til kampsituasjon. Vi definerte dette som spilløvelser med 2 lag mot hverandre, hvor hvert lag bestod av > 5 spillere. Treningsdataene ble kuttet slik at lengre pauser i øvelsene er fjernet, mens kortere pauser som bytting av spillere fortsatt er inkludert.

3.3.2 Player Load

Player Load (PL) er en av hovedfaktorene i informasjonen som ble hentet ut under datainnsamlingen. PL er et mål på grad av anstrengelse som er uavhengig av TDT under kamp og trening. Det hevdes å være et bedre mål på grad av anstrengelse enn distanse fordi PL også akkumuleres under ikke – løpsbaserte aktiviteter som for eksempel hopp (Catapult Sports, 2011). Dette gir relevant og idrettsspesifikk informasjon, fordi mange idretter som for eksempel håndball krever en stor del HIA utover løpsbaserte aktiviteter (Povoas et al., 2014). I håndball kan det være forskjeller mellom spillerposisjonene i hvor stor del av den fysiske belastningen under kamp som er løpsbasert. Særlig ved undersøkelse av variasjon i fysiske krav mellom ulike spillerposisjoner kan PL derfor være interessant.

PL er utviklet av Catapult og det Australske sportsinstitutt. Grad av anstrengelse gjennom PL er et estimat gjennom tre – dimensjonal måling av alle bevegelser utøverne utfører 100 ganger per sekund (Barrett et al., 2014). Estimaten er en momentan endringshastighet i akselerasjon etter formlene gitt under, delt på en skaleringsfaktor. Momentan Player Load (Formel 3-1) sier noe om øyeblikkelig anstrengelse, mens akkumulert Player Load (Formel 3-2) forteller oss grad av anstrengelse over en gitt tidsperiode, for eksempel en omgang eller hele kampen (Catapult Sports, 2011). Formlene er som følger:

Formel 3-1: Momental Player Load. *fwd* = akslerasjon fremover, *side* = akselerasjon sideveis, *up* = akselerasjon oppover, *t* = tid (Catapult Sports, 2011)

$$\text{Plyr.Load} = \sqrt{\left((fwd_{t=i+1} - fwd_{t=i})^2 + (side_{t=i+1} - side_{t=i})^2 + (up_{t=i+1} - up_{t=i})^2 \right)}$$

Formel 3-2: Akumulert Player Load. *fwd* = akslerasjon fremover, *side* = akselerasjon sideveis, *up* = akselerasjon oppover, *t* = tid (Catapult Sports, 2011).

$$\text{Plyr. Ld(acc)}_{t=n} = \sum_{t=0}^{t=n} \sqrt{\left((fwd_{t=i+1} - fwd_{t=i})^2 + (side_{t=i+1} - side_{t=i})^2 + (up_{t=i+1} - up_{t=i})^2 \right)}$$

for $t = 0, 0.01, 0.02, 0.03 \dots n$

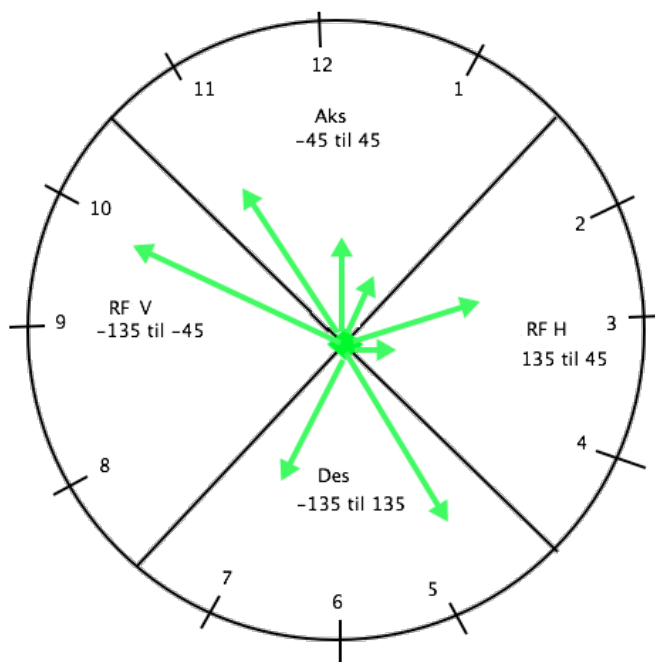
Det er forskjellige variasjoner av PL man kan bruke, avhengig av hvilke aspekter ved kamp eller trening man ønsker å undersøke. I dette studiet har vi brukt akumulert Player Load (PL/ tot) og Player Load per minutt (PL/ min). Vi valgte å se på PL/ tot for å kunne undersøke det totale arbeidsvolumet til spillerne under kamp. Hovedfokuset var likevel på relative data, med PL/ min for å gjøre sammenlikninger mellom spillerposisjonene, men også for mer relevante sammenlikninger av omgangene, samt mellom kamp og trening. PL/ tot påvirkes av total spilletid som kan variere stort individuelt, men også mellom spillerposisjonene. Dersom man ser på PL/ min vil man kunne sammenlikne intensitet mellom posisjoner og omganger uavhengig av spilletid, så lenge alle observasjoner oppfyller inklusjonskriteriet.

3.3.3 Høy intensitetsaksjoner

I dette studiet valgte vi å definere akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer som HIA. Vi har valgt å se på relative data, dvs. antall per minutt for å gjøre det enklere med sammenlikning mellom spillerposisjoner, omganger, kamper og treningsøkter. IMA registrerer hvorvidt en utøvers bevegelse er en akselerasjon, deselerasjon eller en retningsforandring, samt måler størrelsen av bevegelsen. Summen av bevegelsens mediolaterale og anterior – posteriore område anvendes for å regne ut størrelsen på bevegelsen. Endring i hastighet over dette området brukes til å klassifisere bevegelsen i én av tre kategorier: lav, medium eller høy. I dataanalysene valgte vi å slå sammen kategoriene medium og høy til én kategori for å øke reliabiliteten. Upubliserte data fra vårt laboratorium viser en CV% på 5,8 – 22,62 ved inndeling i 3 kategorier sammenliknet med en CV % på 5,8

– 13,4 dersom medium og høy slås sammen til én kategori. Vi stod da igjen med to kategoriene med definerte terskelverdier for hastighet: lav (1,5 – 2,5 m/sek) og høy (> 2,5 m/sek). Vi valgte også å slå sammen retningsforandringer mot høyre og venstre. Liknende grenseverdier for HIA er også brukt i studier på andre lagidretter som fotball og Lacrosse (Akenhead et al., 2013; Osgnach et al., 2009; Polley et al., 2015).

Hvorvidt bevegelsen registreres som en akselerasjon eller retningsforandring regnes ut basert på hvilken retning utøveren legger kraft. Retningen deles i en av 4 kategorier (Fig. 3-2): akselerasjoner (-45 til 45 grader), deselerasjoner (-135 til 135 grader), retningsforandringer mot høyre (135 til 45 grader) og retningsforandringer mot venstre (-135 til -45 grader) (Catapult Sports, 2013).



Figur 3-2: Viser hvordan IMA registrerer retning av bevegelsen. Aks = akselerasjoner, RF H = retningsforandring høyre, RF V = retningsforandring venstre, Des = deselerasjoner (Tilpasset figur fra Catapult Sports, 2013).

3.4 Validitet og reliabilitet

I et hvert forskningsprosjekt er det essensielt å evaluere spørsmål om validitet, reliabilitet og objektivitet av undersøkelser som utføres. Spørsmål om validitet vedrører hvorvidt en variabel måler det den er ment å gjøre. Reliabilitet omhandler nøyaktigheten av målingene som utføres og hvorvidt man kan stole på resultatene (O'Donoghue, 2012). Reliabilitet referer også til reproduserbarheten av målingene, dvs. hvorvidt man får liknende resultater dersom målinger gjøres flere ganger og om andre kan få samme utkom ved å reproducere studiet (Hopkins, 2000). Objektivitet oppstår når målingene som gjøres ikke påvirkes av undersøkerens subjektive oppfatning. Objektivitet i målingene kan øke reliabiliteten i en studie gjennom standardiserte prosedyrer for datainnsamling og analyse, slik at hver måling er lik uansett hvem som utfører den. Manglende reliabilitet i en studie fører også til lav validitet fordi unøyaktige målinger og inkonsistente prosedyrer gir resultater som ikke reflekterer den riktige verdien i det vi undersøker (O'Donoghue, 2012).

Validiteten i vår studie omhandler hvorvidt analysemetodene vi har benyttet reflekterer hovedkonseptet vi ønsker å undersøke: fysiske krav i dagens kvinnehåndball og forskjeller mellom spillerposisjonene på banen. Mange valideringsstudier på slike systemer som vi har benyttet fokuserer på bevegelseskrav hentet fra GPS baserte data som for eksempel TDT og gjennomsnittshastighet. Da GPS funksjonen ikke ble benyttet i vår studie fokuserte vi på data fra akselerometer, magnetometer og gyroskop. I følge Boyd et al. (2011) er det sterk korrelasjon mellom TDT målt via GPS og PL fra akselerometre. Andre har også funnet en meget god korrelasjon mellom PL og hjertefrekvens, samt målinger av maksimalt oksygenopptak under løping på tredemølle (Barrett et al., 2014). Upubliserte observasjoner under en pilotstudie for validering triaksiale akselerometer til bruk i analyse av basketball har også gitt indikasjoner på god korrelasjon mellom akselerometerdata og hjertefrekvens, samt laktatmålinger. Dette ble gjort for treningsøvelser vanlig i basketball (Montgomery et al., 2010).

Da validitet og reliabilitet henger sammen blir det et spørsmål hvorvidt de valgte målemetodene i vår studie har tilstrekkelig nøyaktighet for å måle det vi søker å observere (Hopkins, 2000). Selv om bruk av GPS systemer med integrert akselerometer foreløpig er et relativt nytt forskningsfelt innen idrett ansees det som en valid og reliabel metode for datainnsamling og analyse av fysisk aktivitet i lagidretter (Boyd et al., 2011). Selve datainnsamlingen med slike systemer krever minimal menneskelig involvering (Johnston,

Watsford, Kelly, Pine, & Spurrs, 2014; Johnston et al., 2012). Dette gir metodene for datainnsamling i vår studie god objektivitet. Dersom datainnsamling utføres av forskjellige observatører kan det oppstå bias på grunn av blant annet varierende kalibrering av utstyr eller forskjeller i observatørens tilnærming (Hopkins, 2000). Datainnsamling for de seks undersøkte kampene ble utført av de samme erfarne observatørene hver gang. Under to av treningsøktene var det andre observatører, men de mottok en grundig opplæring i forkant. Observatørene som utførte den største delen av datainnsamlingen var også til stede under disse treningsøktene for veiledning.

Det er blitt rapportert om akseptable reliabilitetsnivå innad og mellom enheter med GPS og triaksiale akselerometer for måling av fysisk aktivitet. Både som et mål på daglig aktivitet hos befolkningen og innenfor lagidrett. Reliabiliteten er testet i laboratorie og i feltsetting (Boyd et al., 2011; Troped et al., 2008). Teknologien som disse systemene er basert på har blitt vist å ha en variasjonskoeffisient for PL på under 2% for måling av fysisk aktivitet i Australsk fotball (Boyd et al., 2011). Dette er under 5% nivå foreslått som akseptabelt nivå av reliabilitet for teknologi i analyser av lagidretter (Boyd et al., 2011; Dellaserra et al., 2014). I idrettsforskning ansees det som god praksis å bruke samme enhet på samme spiller dersom man utfører repeterte målinger, da dette er ansett å gi høyest nøyaktighet (Barrett et al., 2014; Varley et al., 2012). I vår studie ble det gjort så lenge det var mulig, men av praktiske hensyn var det ikke gjennomførbart i alle tilfeller. PL parameteret er funnet å være et konsistent mål, uavhengig av om man bruker den samme enhet på samme spiller hver gang (Boyd et al., 2011). Upubliserte data fra en reliabilitetsstudie utført på enhetene som vi har brukt i dette studiet relatert til håndball (Optimeye s5) viser også akseptabel inter-enhet reliabilitet. Det ble observert en CV% på 0,90 for PL/ min. Når det kom til IMA data ble det funnet en bedre inter-enhet reliabilitet når data ble presentert som totale akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer per min i forhold til dersom disse ble inndelt i intensitetssoner som høy og lav (5,3 – 8,8 vs. 5,8 – 13,4 CV%) (Holme, 2015). I vår studie er derfor hovedfokuset på totale akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer per minutt.

3.5 Etikk

En stor del av forsøkspersonene i prosjektet er profilert i media på jevnlig basis i forbindelse med mesterskap. Det blir derfor særdeles viktig at dataene behandles aidentifisert. Det vil si at det ikke skal være mulig å knytte resultatene til enkeltpersoner. Vi har fulgt Helsinkideklarasjonen og studiet ble godkjent av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste.

Vi påførte ikke utøverne noe økt belastning som er utover deres vanlige treningshverdag. Utstyret kan gi en økt skaderisiko, dette ble imidlertid ikke observert under datainnsamlingen og er heller ikke observert i andre studier (Gabbett, 2010; Polley et al., 2015).

3.6 Statistiske analyser

Dataanalysene er gjort i Excel (Microsoft Excel Version 12.2.0, 2008). Deskriptiv statistikk er presentert som gjennomsnitt \pm SD. Data ble analysert ved bruk av Cohens D effektstørrelse (ES). En ES verdi på < 0.2 anses å være triviell, 0.2 til 0.6 er en liten forskjell, 0.6 til 1.2 er moderat, 1.2 til 2.0 er stor og > 2.0 er en veldig stor forskjell. Sannsynligheten for en forskjell ble regnet ut og klassifisert som enten *triviell*, *negativ eller positiv* etter skala hvor $< 0,5\%$ er meget usannsynlig; $0,5 - 5\%$ mest usannsynlig; $5 - 25\%$ usannsynlig; $25 - 75\%$ mulig, $75 - 95\%$ sannsynlig, $95 - 99,5\%$ mest sannsynlig og $>99,5\%$ meget sannsynlig. Vi regnet ut effekten i forskjell mellom variablene som ble undersøkt og konfidensintervallet til effekten ($\pm 90\%$ confidence intervaller; CL). Dersom konfidensintervallet dekket over 5% av positive og negative verdier, ble forskjellen ansett som *uklar* (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Sammenlikninger ble gjort mellom posisjoner og mellom omganger for hver posisjon, samt ES og CL utregninger for hver forskjell analysert ble gjort ved bruk av et standardisert regneark (Hopkins, 2007).

4. Resultat

Resultatkapittelet vil først ta for seg data som omhandler blant annet kampvarighet og distribusjon av spilletid. Hoveddelen av resultatene er delt i to. I den første delen blir kampdata presentert. Her blir det en gjennomgang av hva vi fant for PL, og deretter HIA med hensyn til deskriptiv statistikk og sammenlikninger mellom posisjoner og omganger for begge variabler. Det siste kapittelet omhandler analysene for treningsøvelsene med fokus på sammenlikninger mellom kamp og trening.

4.1 Spilletid

Den gjennomsnittlige varigheten av de 6 internasjonale kampene var $71,20 \pm 1,81$. Kampenes første omgang varte gjennomsnittlig $35,08 \pm 0,95$ min, mens kampenes andre omgang hadde en gjennomsnittlig varighet på $36,18 \pm 1,18$ min. Det var en forskjell i tid mellom omgangene, hvor det var 86% sannsynlig at andre omgang var lengre enn den første ($ES = 0,81$). Effektiv spilletid for hver spillerposisjon under total kamp og i begge omganger vises i tabell 4-1.

Tabell 4-1: Gjennomsnitt \pm SD for effektiv spilletid i minutter. Gjennomsnittet er for 6 internasjonale kamper fordelt på spillerposisjoner. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

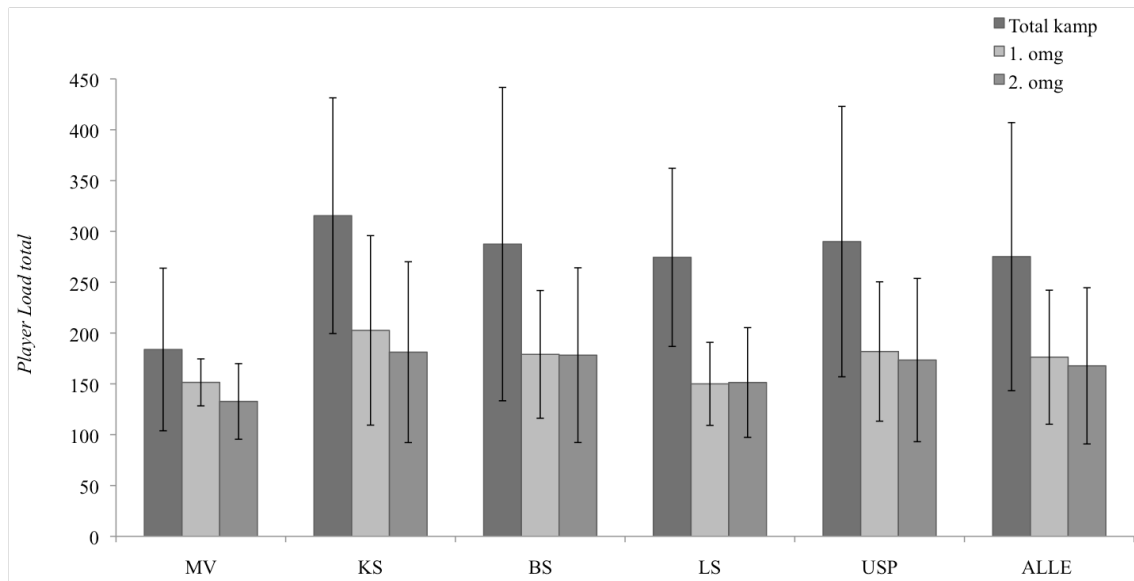
	Total kamp		1. omg		2. omg	
	<i>n</i>	<i>Tid</i>	<i>n</i>	<i>Tid</i>	<i>n</i>	<i>Tid</i>
MV	10	$39,23 \pm 16,18$	6	$32,53 \pm 0,78$	7	$28,15 \pm 8,78$
KS	14	$33,78 \pm 11,43$	11	$21,30 \pm 8,93$	12	$19,78 \pm 9,61$
BS	29	$28,73 \pm 15,28$	25	$17,55 \pm 6,00$	22	$18,28 \pm 8,63$
LS	10	$29,23 \pm 10,00$	8	$15,43 \pm 3,98$	9	$16,53 \pm 6,78$
USP	53	$30,18 \pm 13,32$	44	$18,31 \pm 6,66$	43	$18,33 \pm 8,46$
ALLE	63	$31,60 \pm 14,17$	50	$19,83 \pm 7,90$	50	$19,71 \pm 9,10$

4.2 Player Load

4.2.1 Total Player Load

Figur 4-1 viser gjennomsnitt \pm SD i total Player Load (PL/ tot) for 6 kamper. Dersom man ser på den høyeste observasjon for PL/ tot for de ulike spillerposisjonene hadde KS (607,69) mest, mens den laveste observerte PL/ tot var hos MV (79,61). Det var store standardavvik for

gjennomsnittet i flere av spillerposisjonene som tilsier at det var stor individuell variasjon i PL/ tot innad i posisjonene.



Figur 4-1: Gjennomsnitt \pm SD for total Player Load total i 6 internasjonale kamper. Fordelt på spillerposisjoner og mellom omganger. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

Vi har ikke gjort sammenlikninger mellom spillerposisjonene eller omgangene for PL/ tot da dette som nevnt er påvirket av spilletid og derfor gjør sammenlikninger vanskelig.

4.2.2 Player Load per minutt

Gjennomsnittlig PL/ min for alle spillerne samlet var $9,0 \pm 2,2$. Gjennomsnittet for USP (ekskludert MV) var $9,7 \pm 1,3$. Rådata og statistiske forskjeller mellom posisjonene vises i tabell 4-2.

Tabell 4-2: Rådata og statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene i PL/ min under total kamp. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper. MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller.

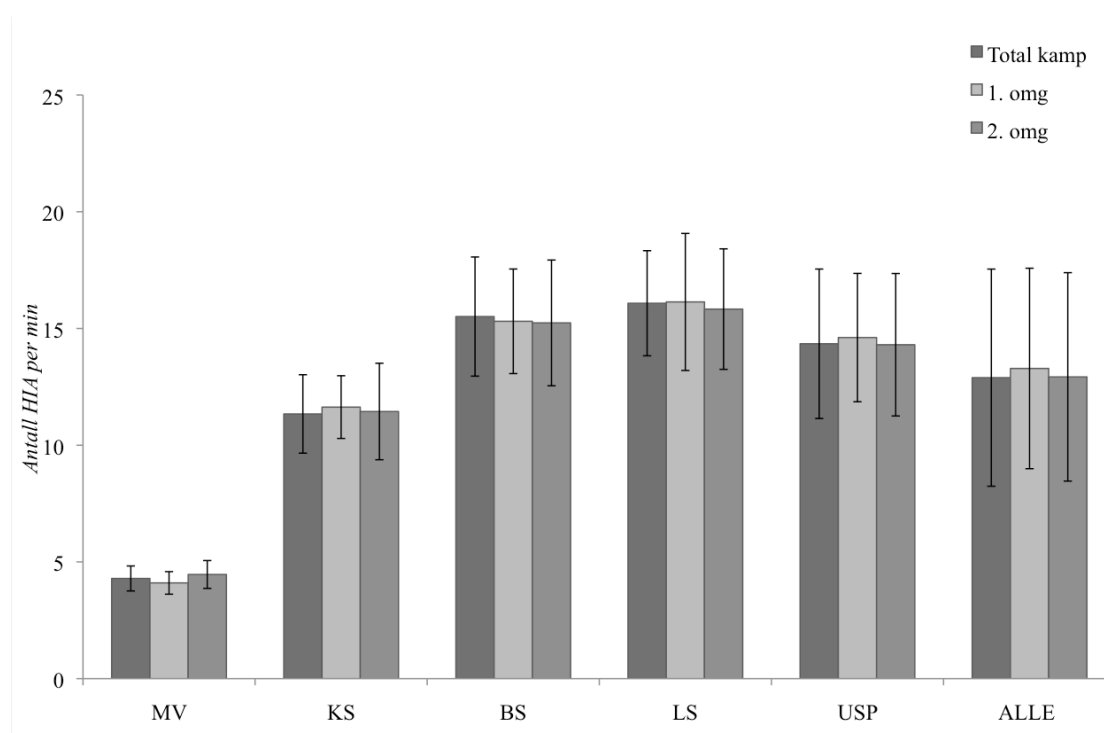
	Rådata	Effekt størrelse		Mekanistisk Inferens	
	(PL/ min) Mean \pm SD	ES	Kvalitativ vurdering	Inference positive/trivial/negative	Kvalitativ vurdering
BS	10,1 \pm 1,3				
vs KS		0,76	Moderat	0/3/97	Meget sannsynlig
vs LS		0,56	Liten	1/13/86	Sannsynlig
vs MV		6,16	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
KS	9,3 \pm 0,7				
vs LS		0,19	Triviell	17/33/49	Uklar
vs MV		6,92	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
LS	9,4 \pm 0,9				
vs MV		6,57	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
MV	4,7 \pm 0,6				

Rådataene viser at BS var den spillerposisjonen med høyest PL/ min i kampenes totale varighet. LS hadde noe lavere PL/ min enn BS og det var 86% sannsynlighet for en liten forskjell. Selv om rådata viser at LS hadde litt høyere PL/ min enn KS gjøres det ingen konklusjon om forskjell da inferens var uklar. For BS vs. KS var det en moderat forskjell med 97% sannsynlighet. Særlig mellom MV og hver av de andre utespillerne ble det funnet betydelige forskjeller under total kamp, og alle forskjellene var sannsynlig med 100%. Utregning av forskjell mellom første og andre omgang ble gjort for gjennomsnittet av alle spillerne. Denne var triviell med 52% sannsynlighet (ES = 0,17).

4.3 Høy intensitets aksjoner

Figur 4-2 viser gjennomsnitt \pm SD for antall HIA per min (HIA/ min) under total kamp. MV hadde færrest HIA/ min av alle spillerposisjonene både under total spilletid og i hver enkelt omgang. Blant USP hadde KS færrest under total kamp og i begge omganger. BS hadde flere, mens LS var den spillerposisjonen med høyest antall HIA/ min i omganger og for total

spilletid. Rådata og statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene under total kamp vises i tabell 4-3.



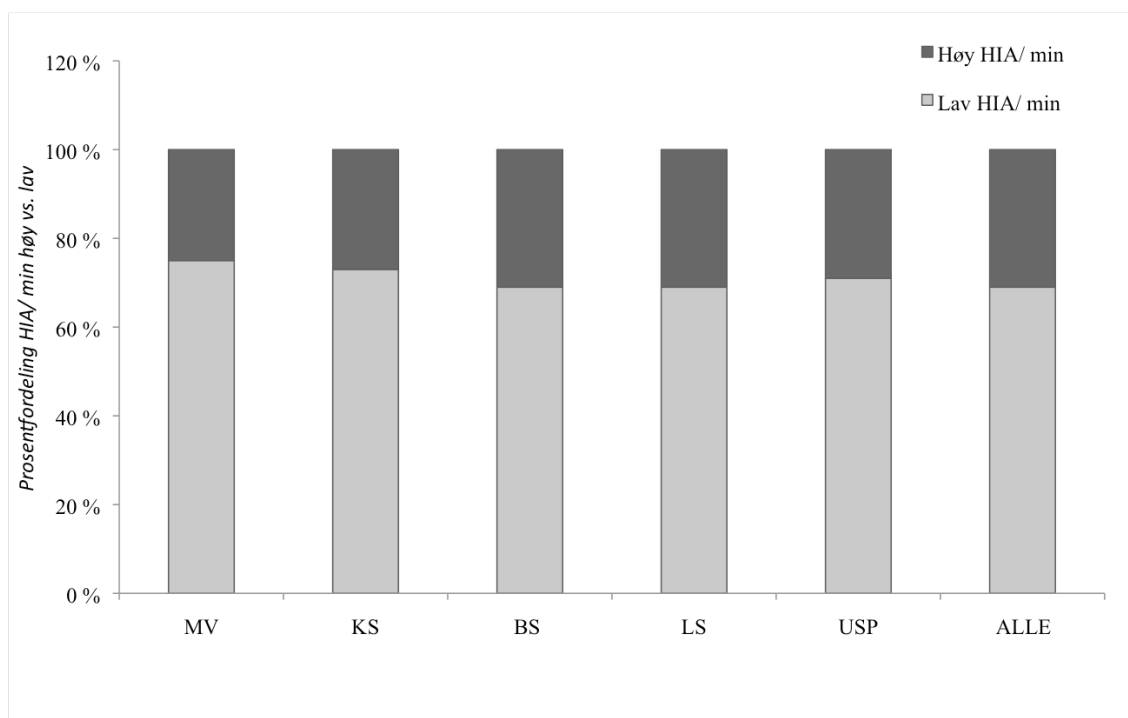
Figur 4-2: Gjennomsnitt \pm SD i HIA per min for 6 internasjonale kamper. HIA = akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer slått sammen. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

Tabell 4-3: Rådata og statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene i akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer under total kamp. Rådata er oppgitt per minutt. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere.

	Rådata (antall·min ⁻¹) Mean ± SD	ES	Effekt størrelse		Mechanistic Inference	
			Kvalitativ vurdering	Inference positive/trival/negative	Kvalitativ vurdering	
Akselerasjoner						
BS	2,05 ± 0,75	1,76	Stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs KS		0,23	Liten	8/38/54	Uklar	
vs LS		5,12	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV		2,60	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
KS	1,23 ± 0,14	5,11	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs LS		6,34	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV						
LS	1,84 ± 0,29					
vs MV						
MV	0,38 ± 0,12					
Deselerasjoner						
BS	2,96 ± 0,54	2,81	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs KS		0,46	Liten	74/20/5	Uklar	
vs LS		4,93	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV		2,73	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
KS	1,74 ± 0,30	2,88	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs LS		4,73	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV						
LS	3,36 ± 0,89					
vs MV						
MV	0,91 ± 0,23					
Retningsforandringer						
BS	10,50 ± 1,86	1,22	Stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs KS		0,13	Trivell	43/27/20	Uklar	
vs LS		7,92	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV		1,16	Moderat	0/1/99	Veldig sannsynlig	
KS	8,36 ± 1,47	5,93	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs LS		6,45	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
vs MV						
LS	10,89 ± 2,47					
vs MV						
MV	3,00 ± 0,39					

MV hadde betydelig færre HIA/ min enn USP. Det var veldig store forskjeller for både akselerasjoner (Aks/ min), deselerasjoner (Des/ min) og retningsforandringer (RF/ min) per minutt. Inferens for sammenlikninger mellom BS og LS ble uklar i alle tilfeller. Mellom KS og de andre utespillerne ble det funnet forskjeller i alle HIA-variablene som var fra moderate til veldig store, hvor KS hadde et lavere antall HIA/ min enn de to andre posisjonene. Da vi så på forskjeller mellom omgangene for gjennomsnittet av alle spillerne samlet var det trivielle forskjeller for både Aks/ min og Des/ min (ES = 0,19 og 0,17). Analyse av inferens ga en mulig forskjell mellom omgangene for Aks/ min med 49% sannsynlighet og med 42% sannsynlighet for Des/ min. For RF/ min ble inferens uklar.

Figur 4-3 viser prosentvis fordeling av antall HIA/ min i kategorien lav (lav HIA/ min) og høy (høy HIA/ min) for total kamp. BS var den spillerposisjonen med flest HIA/ min i både kategorien lav (14,93) og høy (7,74), mens MV hadde færrest i begge kategorier (2,21 og 0,98).



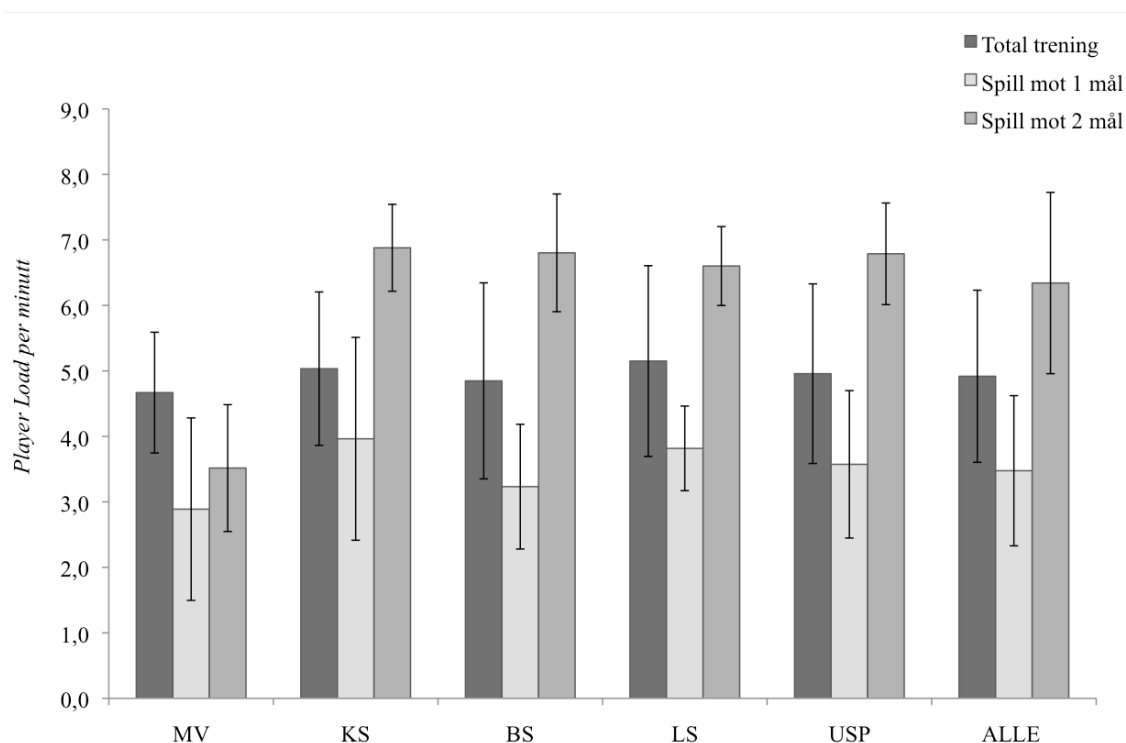
Figur 4-3: Prosentvis fordeling av HIA/ min i kategoriene lav og høy under total kamp. Høy HIA/ min = antall høy-intensitetsaksjoner per minutt i kategorien høy, Lav HIA/ min = antall høy-intensitetsaksjoner per minutt i kategorien lav, MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

I det totale antallet HIA/min ble det ikke funnet klare forskjeller (ES= 0,10, uklar inferens) mellom 1. omgang (14,54 ± 2,76) og 2. omgang (14,30 ± 3,05) for USP. Det ble derimot funnet en liten (ES=0,28) mulig (64 %) forskjell i prosent høy HIA/min mellom 1. omgang (29,47 ± 4,38 %) og 2. omgang (30,82 ± 4,72 %) for USP.

4.4 Treninger

4.4.1 Player Load/ min

Figur 4-4 viser PL/ min for de ulike spillerposisjonene i de kamprelaterte øvelsene og for total treningstid under de tre treningsøktene som er inkludert i studiet.



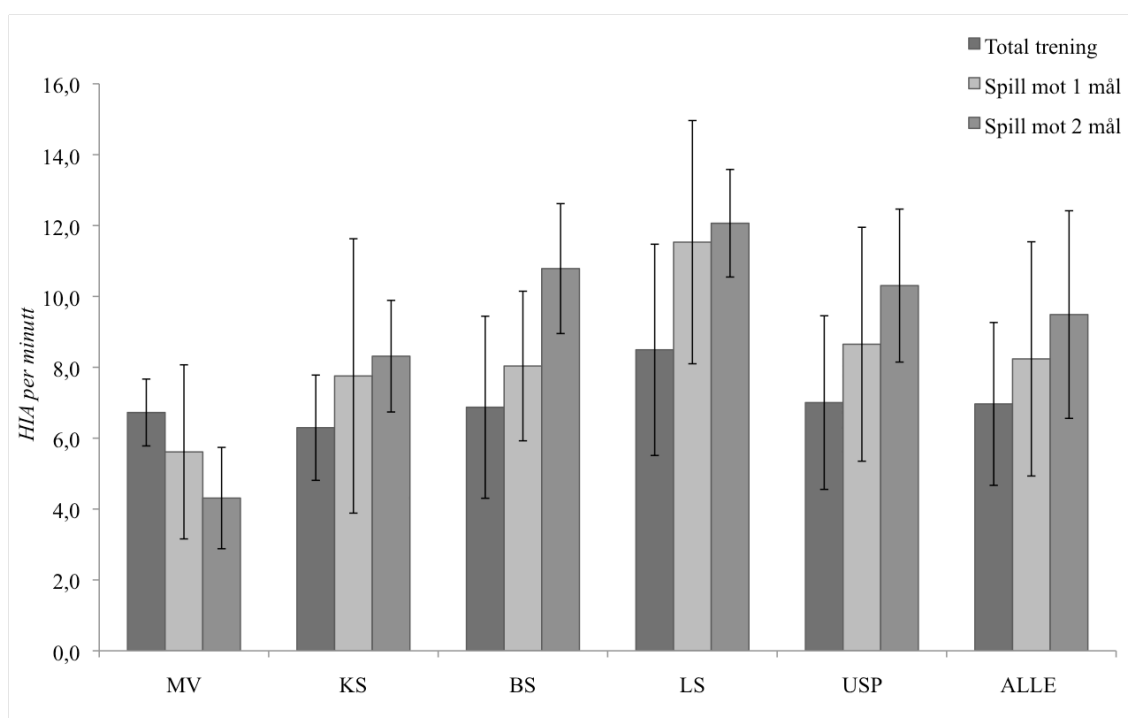
Figur 4-4: Gjennomsnitt ± SD for Player Load per min under 3 treningsøkter. Figur viser for total varighet, samt kamprelaterte trenings øvelser. Spill mot 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, spill mot 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål, MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

Da vi gjorde sammenlikninger mellom treningsøvelsene så vi betydelige forskjeller for alle spillerposisjonene hvor de hadde høyere PL/ min under spill mot 2 mål, men ikke for MV hvor inferens ble uklar. Det var en stor forskjell for KS (ES = 1,93) og for BS og LS var det veldig stor forskjell (ES = 2,37 og 2,75) mellom treningsøvelsene. Alle forskjellene var 100% sannsynlig.

Det ble funnet betydelige forskjeller mellom kamprelaterte treningsøvelser og kamp i flere sammenlikninger, hvor PL/ min var høyere under kamp. For MV viste ES utregninger en moderat forskjell ($ES = 1,18$) mellom spill mot 2 mål og kamp med 95% sannsynlighet. For USP ble det funnet veldig store forskjeller mellom spill mot 2 mål og kamp i alle tilfeller ($ES = > 2,95$) med 100% sannsynlighet. Det var et liknende bilde for sammenlikning mellom spill mot 1 mål og kamp. For MV var inferens uklar, mens for USP ble det funnet veldig store forskjeller for alle posisjoner ($ES = > 2,85$), med 100% sannsynlighet. For oversikt over rådata og statistiske forskjeller mellom trening og kamp, se vedlegg nr 1.

4.4.2 Høy intensitets aksjoner

Figur 4-5 viser HIA/ min for de ulike spillerposisjonene i de kamprelaterte øvelsene og for total treningstid under de tre treningsøktene som er inkludert i studiet.



Figur 4-5: Gjennomsnitt \pm SD for HIA per min under 3 treningsøkter. Figur viser for total treningstid, samt kamprelaterte trenings øvelser. HIA = høy-intensitets aksjoner, Spill mot 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, spill mot 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet.

For sammenlikning mellom treningsøvelsene ble det kun funnet en forskjell for BS, hvor HIA/ min var høyere under spill mot 2 mål. Dette var en stor forskjell ($ES = 1,36$),

som var 100% sannsynlig. For resten av posisjonene ble inferens uklar. Sammenlikninger mellom kamprelaterte treningsøvelser og kamp viste forskjeller i retning av høyere HIA/ min under kamp for USP, men for MV ble inferens uklar for begge treningsøvelsene. For BS ble det funnet veldig store forskjeller både for spill mot 1 mål (ES = 2,97) og mot 2 mål (ES = 2,21). Begge forskjellene var sannsynlig med 100%. For LS var det store forskjeller i begge tilfeller (ES = 1,25 og 1,99), med > 99% sannsynlighet, mens for KS var forskjellene moderate (ES = 0,66 og 0,83) med > 89% sannsynlighet. For oversikt over rådata og statistiske forskjeller mellom trening og kamp, se vedlegg nr 2.

5. Diskusjon

Hovedformålet med denne studien var å beskrive fysiske krav i dagens kvinnehåndball med spesielt fokus på HIA. Mulige forskjeller mellom spillerposisjonene i HIA og PL ble også undersøkt. Vi fant veldig store forskjeller mellom MV og USP, hvor MV både hadde lavere PL og HIA under kamp. Det ble funnet moderate til veldig store forskjeller i HIA mellom KS og de to andre USP-posisjonene, hvor KS hadde lavere verdier for alle variablene undersøkt. For PL var det små til moderate forskjeller mellom USP.

Vi ønsket i tillegg å undersøke hvorvidt det var forskjell mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser i disse faktorene. Spesielt for USP ble det funnet moderate til veldig store forskjeller, hvor PL og HIA var lavere under kamprelaterte treningsøvelser.

Gjennomsnittlig varighet av de 6 kampene vi inkluderte i studiet på $71,20 \pm 1,81$ min, samsvarer godt med det som blant annet ble rapportert i studiet til Michalsik et al. (2013a) på $71,03 \pm 2,28$ min. Gjennomsnittlig spilletid under total kamp for alle spillerne i vårt studie var $31,60 \pm 14,17$ min, noe som også likner observasjonene gjort av Luig et al. (2008) under verdensmesterskapet for menn i 2007, hvor de så en gjennomsnittelig spilletid på $32,11 \pm 15,34$ min.

Når det kommer til spilletid for hver posisjon gjorde vi ikke statistiske utregninger for forskjeller mellom dem. Vi så at MV ($39,23 \pm 16,18$ min) hadde høyest effektiv spilletid under total kamp, etterfulgt av KS ($33,78 \pm 11,43$ min), LS ($29,23 \pm 10,00$ min) og BS ($28,73 \pm 15,28$ min). Luig et al. (2008) så et liknende mønster under verdensmesterskapet for menn i 2007, hvor blant annet KS ($37,37 \pm 2,37$ min) og MV ($37,11 \pm 3,28$ min) hadde signifikant høyere spilletid ($p < 0.05$) enn BS ($29,16 \pm 1,70$ min) og LS ($29,37 \pm 2,70$ min).

5.1 Kampanalyse

5.1.1 Player Load total

Gjennomsnittlig PL/ tot for alle deltakerne viste store spredninger, både mellom spillerposisjonene, men også innad i de ulike spillerposisjonene. PL/ tot avhenger av faktorer som effektiv spilletid og kampvarighet. Dette gjør også sammenlikning med andre studier vanskelig da kampvarighet varierer stort mellom ulike lagidretter. Vi valgte

derfor å ikke undersøke statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene. En del time-motion analyser oppgir absolutte data med TDT, sprinter, akselerasjoner og Player Load i løpet av en hel kamp eller i omganger (Akenhead et al., 2013; Ingebrigtsen et al., 2014; Varley & Aughey, 2013; Wisbey et al., 2010). Dette resulterer gjerne i lite samsvar mellom funn. En årsak kan for eksempel være forskjellig distribusjon av effektiv spilletid i de ulike studiene. Det er også flere studier som ikke tar høyde for dette i det hele tatt når de oppgir absolutte data (Jozak et al., 2011; Manchado, Pers et al., 2013; Povoas et al., 2014; Povoas et al., 2012; Waldron et al., 2011).

Vi fant noen studier fra andre idretter som har oppgitt PL/ tot data, som for eksempel i lacrosse (Polley et al., 2015), Australsk fotball (Boyd et al., 2011) og basketball (Montgomery et al., 2010). Da deltakerne i disse studiene var mannlige utøvere, i tillegg til at kampvarigheten i for eksempel Australsk fotball kan være mellom 80 og 120 minutter i forhold til rundt 71 minutter i vår studie er resultatene ikke sammenliknbare (Michalsik et al., 2011b). Hovedfokuset videre i diskusjonen vil derfor være på våre relative data i både PL og HIA, mens absolutte Player Load data fra andre studier kun brukes til å rapportere hvorvidt det er funnet forskjeller mellom spillerposisjoner i andre lagidretter.

5.1.2 Player Load per minutt

Gjennomsnittlig PL/ min for alle spillerne i vår studie var $9,0 \pm 2,2$ og $9,7 \pm 1,3$ for USP. Det foreligger foreløpig ingen studier som har undersøkt denne variabelen i håndball. En studie fra Australsk lacrosse har rapportert liknende verdier som vi har funnet for håndballspillere. Polley et al. (2015) undersøkte aktivitetsprofilen til mannlige Australske Lacrosse utøvere under kamp. Her ble det rapportert en PL/ min på mellom $7,6 \pm 2,7$ til $9,9 \pm 1,5$, avhengig av spillerposisjon. Aktivitetsprofilen i lacrosse kan karakteriseres som relativt lik håndball med et tydelig intervallpreg og høy intensitet. I tillegg er det heller ingen begrensninger i antall spillerbytter (Polley et al., 2015). Direkte sammenlikninger her kan likevel ikke gjøres da disse studiene brukte mannlige utøvere.

Det er funnet forskjeller mellom spillerposisjonene innenfor diverse lagidretter når det kommer til både absolutt og relativ PL som et mål på grad av anstrengelse og ekstern belastning (Boyd et al., 2013; Polley et al., 2015). Domene (2013) utførte en studie på bevegelsesprofil og fysiologiske krav i kamp hos semi-profesjonelle fotballspillere, med

fokus på forskjeller mellom back og midtstopper. Her var Player Load et av parameterne som ble undersøkt. De analyserte kampene ble delt i 15 min perioder for videre analyser. Det ble funnet signifikante forskjeller mellom Back og midtstopper i akkumulert PL i alle perioder ($\rho = 0,05$). Hos Boyd et al. (2013) ble det også funnet små til veldig store forskjeller mellom posisjonene i Australsk fotball under kamp for PL/tot. I studiet til Polley et al. (2015) ble det også observert betydelige forskjeller mellom spillerposisjonene, men disse var bare evidente i første og siste kvarter av kampen.

Vi fant en liten til moderat forskjell mellom USP i PL/ min. Forskjellene var mellom BS og de to andre posisjonene, hvor verdien hos BS var høyere enn de to andre posisjonene. Mellom MV og USP fant vi veldig store forskjeller for alle sammenlikningene. Selv om det foreløpig ikke foreligger noen slike data for håndball som kan sammenliknes med vår studie, hevdes det at Player Load variabelen er korrelert med andre parameter for intern og ekstern belastning i lagidrett som hjertefrekvens, TDT, volum av sprinter og høy-intensitetsløp (Boyd et al., 2013; Domene, 2013; Montgomery et al., 2010). I håndball er slike parameter undersøkt av flere gjennom både time-motion analyser og hjertefrekvensmålinger under kamp (Michalsik et al., 2013a, 2013b; Povoas et al., 2014; Šibila et al., 2004). Flere observasjoner i disse studiene kan tolkes som avvikende fra våre funn. For eksempel karakteriseres KS av enkelte som den mest aktive spillerposisjonen med begrunnelse at de er observert å ha høyest TDT og utfører mest høy-intensitets løping (Luig et al., 2008; Michalsik & Aagaard, 2014; Michalsik et al., 2013b; Šibila et al., 2004). BS har også blitt beskrevet som den minst aktive spillerposisjonen utfra observasjoner hvor de hadde lavest relativ arbeidsbelastning relatert til prosent av $VO_{2\text{ maks}}$ (Michalsik & Aagaard, 2014). Andre har likevel rapportert at BS har høyest TDT, noe som er mer konsistent med våre resultater (Povoas et al., 2014).

I lys av våre observasjoner hvor BS hadde høyere PL/ min kan det tolkes som at målemetodene som er vært benyttet for å beskrive fysiske krav i håndball til nå har underestimert de fysiske kravene hos spesielt BS. Vi har beskrevet PL som et mål på grad av anstrengelse, uavhengig av TDT da det også akkumuleres under ikke-løpsbaserte aktiviteter som har større innvirkning på arbeidsbelastningen. (Catapult Sports, 2011). BS er hevdet å være den spillerposisjonen med høyest ballbesittelse og har mer kroppskontakt med motspillere enn KS (Michalsik et al., 2011a; Srhoj et al., 2002). Den moderate forskjellen vi fant i PL/ min mellom BS og KS kan derfor tenkes å

reflektere en større andel av korte og skarpe bevegelser hos BS som vil generere en høyere PL verdi enn løping i seg selv (Catapult Sports, 2011). Det at vi kun fant en liten forskjell mellom BS og LS kan tolkes som at bevegelsesprofilen mellom disse er mer sammenliknbar, men den antatt høyere ballbesittelsen hos BS kan bidra til den marginale variasjonen som ble observert. Det understrekes likevel at dette kun er en mulig tolkning og ikke en påstand, da vi ikke har undersøkt forskjeller i ballbesittelse i vår studie.

Når det kommer til MV, fant vi svært få studier som har undersøkt deres bevegelser under kamp. Det meste av informasjonen her kommer fra studier som har undersøkt fysiologiske, morfologiske og antropometriske faktorer. Srhoj et al. (2002) undersøkte morfologiske forskjeller mellom spillerposisjonene hos mannlige håndballspillere. Basert på sine resultater diskuterte de bevegelsesoppgaver under kamp for MV hvor det ble hevdet at det var den mest spesifikke spillerposisjonen og at deres bevegelser avviker fra de andre posisjonene. Šibila et al. (2004) er et av de få studiene vi kunne finne som har inkludert MV i en time-motion analyse. De undersøkte forskjeller mellom spillerposisjonene i volum og intensitet av sykliske bevegelser, og benyttet videoanalyse med automatisert sporing. Basert på sine observasjoner hvor MV tilbrakte mest tid av alle posisjonene i den laveste hastighetskategorien ($< 1,4$ m/sek) argumenterte de også for at deres bevegelser skiller seg klart fra de andre spillerposisjonene. Våre observasjoner støtter opp om denne karakteriseringen av MV da vi fant betydelige forskjeller fra USP hvor MV hadde lavere PL/ min enn de andre spillerposisjonene. De få studiene vi kunne finne som har undersøkt forskjeller i aktivitetsprofil mellom spillerposisjonene i håndball har ofte ekskludert MV fra analysene av nettopp den grunn at de avviker sterkt (Chelly et al., 2011; Machado, Pers et al., 2013; Michalsik et al., 2011a; Povoas et al., 2012). Dette gjelder også for mange fotballstudier (Bradley et al., 2010; Di Salvo et al., 2009; Gregson, Drust, Atkinson, & Salvo, 2010). Vi valgte å inkludere MV i en stor del av analysene, da vi argumenterer for at det er en like viktig spillerposisjon som alle de andre og må derfor inkluderes for å kunne beskrive dagens kvinnehåndball. Srhoj et al. (2002) beskriver denne posisjonen som ”den ultimate forsvarsspilleren” og det er rimelig å påstå at deres innsats i kamp kan ha stor innvirkning på resultatet.

Vi kunne ikke finne noen forskjeller mellom omgangene i PL/ min for gjennomsnittet av alle spillerne. Vi valgte derfor å ikke gjøre isolerte analyser for hver enkelt

spillerposisjon. Våre observasjoner føyer seg i dette tilfellet ikke inn i den største delen litteraturen når det kommer til forskjell mellom omganger i intensitet og belastning. Studier fra andre idretter som har undersøkt grad av anstrengelse under kamp, rapporterer i hovedsak en nedgang fra begynnelsen til slutten av kamper (Domene, 2013; Polley et al., 2015; Wisbey et al., 2010). Time-motion analyser på håndball har også funnet forskjeller mellom omgangene hvor blant annet gjennomsnitts TDT er observert å være redusert i andre omgang, andel lav-intensitets aktivitet økt, redusert gjennomsnittshastighet og andel høy-intensitetsløping (Chelly et al., 2011; Michalsik et al., 2013a; Michalsik & Aagaard, 2014; Pori & Šibila, 2006).

Vi fant forskjeller mellom USP i PL/ min, men det foreligger foreløpig ingen andre håndballstudier som direkte sammenlikninger kan gjøres med. De forskjellene som er funnet mellom posisjonene i vanlige time-motion variabler, strider til en viss grad mot våre funn. Det kan tenkes at analysemetodene som til nå er brukt har underestimert de reelle fysiske krav. Posisjonsrelaterte forskjeller i PL variabelen er imidlertid funnet i andre lagidretter. Når det kommer til MV er det få studier som har inkludert denne posisjonen i analyser da deres bevegelser karakteriseres som å avvike sterkt fra de andre posisjonene. Våre resultater støtter denne antagelsen når det kommer til PL/ min.

5.1.3 HIA

5.1.4 Betydningen av HIA i Håndball

De fleste håndballstudiene på HIA til nå har vært begrenset til å analysere frekvens av tekniske handlinger som blokkeringer, skudd, hopp og finter (Michalsik et al., 2011b; Michalsik & Aagaard, 2014; Michalsik et al., 2011a; Povoas et al., 2012). Michalsik et al. (2011b) utførte en slik teknisk analyse av kvinnelige håndballspillere fra den danske eliteserien. De fant et gjennomsnitt av HIA hos USP definert som blant annet gjennombrudd, kontringer og taklinger på $28,3 \pm 11,00$. Gjennomsnittstall for effektiv spilletid eller total kampvarighet ble ikke oppgitt i studiet, men inklusjonskriteriet var > 42 min spilletid i én kamp. Hvis man tar utgangspunkt i normert kamptid på 60 min tilsvarer deres funn ca. 0,47 HIA per min. Povoas et al. (2012) undersøkte HIA basert på tekniske aksjoner hos mannlige eliteutøvere fra Portugal gjennom videoanalyse. De hevder basert på sine funn at håndballspillere bruker en betydelig andel energi på akselerasjoner og deselerasjoner. Dette ble begrunnet med at stopp og retningsforandringer utgjorde hele 60% av totalt 103 registrerte spillaksjoner. For retningsforandringer fant de for hele kampens varighet spesifikt $30,6 \pm 12,38$ stykker.

Da kampvarigheten i dette studiet var 73 ± 4 minutter, tilsvarer dette ca. $0,42$ RF/ min etter deres definisjon. Sammenliknet med våre funn for HIA/ min ($14,3 \pm 3,2$) og for RF/ min isolert (vs. $9,9 \pm 2,3$) hos USP, er tallene fra Michalsik et al. (2011b) og Povoas et al. (2012) svært lite.

Vi fant kun en studie til nå som har spesifikt analysert akselerasjoner og deselerasjoner hos håndballspillere. Dette ble utført av Machado, Pers et al. (2013) og baserte seg på video-analyser med automatisert sporing (SAGIT). Deltagerne i studiet var utøvere fra det norske kvinnelandslaget og ett tysk topplag i kvinnehåndball og samsvarer således godt med deltakerne i vårt studie. For å gjøre deres data mer sammenliknbare med våre slo vi sammen deres resultater for hver hastighetskategori av totalt 8 oppgitt, samt fjernet to kategorier slik at de resterende data for akselerasjoner ($1,5$ m/ sek til $4,5$ m/ sek) og deselerasjoner ($-4,5$ m/sek til $-1,5$ m/sek) per minutt kunne relateres bedre til våre funn. Deres data for disse variablene blir her etter referert til som HIA. Til hvilken grad HIA hos Machado, Pers et al. også inkluderer retningsforandringer er vanskelig å si konkret da dette ikke spesifikt er oppgitt. Likevel, resultatene som rapporteres i dette studiet er betydelig høyere enn våre funn da det ble funnet hele $44,2 \pm 18$ HIA/ min (vs. $14,3 \pm 3,2$). Machado, Pers et al. diskuterer at det basert på deres resultater kan være gode indikasjoner på at kvinnehåndball er en idrett hvor det forekommer mange aktivitetsskifter. Selv om våre observasjoner avviker fra deres, kan de fortsatt tolkes som å understøtte en slik påstand, hvor da agility og akselerasjonsevne vil kunne anes som viktige fysiske kvaliteter for prestasjon. HIA utgjør en stor belastning for kroppen, selv ved lav hastighet og kort varighet. Fysisk trening i kvinnehåndballen bør derfor sikte på å forbedre evnen til å utføre repeterte HIA gjennom kamp, gjennom en godt utviklet muskelstyrke og særlig eksplosivitet (Massuca et al., 2014; Michalsik et al., 2013a).

Forskjellene mellom vår studie og studiene referert til over (Machado et al., 2013a; Michalsik et al., 2011b; Povoas et al., 2012) vil sannsynligvis i stor grad kunne attribueres til de forskjellige analysemetodene som er brukt og varierende definisjon på HIA. Som tidligere nevnt er det mange HIA i håndball som foregår i et så begrenset område at de er vanskelige å fange opp med tradisjonelle time-motion analyser. I tillegg vil slike verktøy involvere en stor grad av manuell observasjon som reduserer objektiviteten i dataanalysene (Carling et al., 2008; Karcher & Buchheit, 2014). Dette gjør det også vanskelig å skille spesifikke bevegelser fra hverandre (Di Salvo et al.,

2009). Michalsik et al. (2011a) beskriver typiske HIA aksjoner i håndball som å involvere blant annet gjennombrudd, kontringer og skudd. Dette er aksjoner som innbærer bevegelser i flere retninger og et slikt aktivitetsbilde er også hevdet for Basketball (Montgomery et al., 2010). Å benytte analyseverktøy som registrerer bevegelser i flere plan på en objektiv måte vil derfor sannsynligvis være mer spesifikt for håndball en generell observasjon av tekniske aksjoner. IMA teknologien som dette studiet er basert på har derfor potensial til å tilføre håndballen kvantitativ og spesifikk informasjon som ikke tidligere har vært mulig. Det hevdes også av Michalsik et al. (2013b) at fremtidens håndballstudier bør involvere mer nøyaktige analyseverktøy enn det som til nå er brukt for kvantifisering av HIA og inkludering av alle typer akselerasjoner.

Hvilke hastighetskategoriseringer og definisjoner av HIA som brukes vil ha konsekvens for hvor høyt volum som rapporteres (Castagna et al., 2003). Som for håndballstudier varierer det også mellom studier fra andre lagidretter i hva HIA innebærer og hvordan en akselerasjon eller deselerasjon klassifiseres. I tillegg er det også her variasjon i analysemetoder som er brukt og hvordan resultatene oppgis. Direkte sammenlikninger med våre funn er derfor vanskelig. I en fotballstudie på norske tippeligaspillere ble det funnet at spillerne akselererte gjennomsnitt $90,7 \pm 20,9$ ganger i løpet av en kamp (Ingebrigtsen et al., 2014). Med en kampvarighet på 90 min tilsvarer dette ca. 1 akselerasjon per minutt. Dette er færre enn hva vi har funnet i håndball ($1,6 \pm 0,8$), men da studiet benyttet andre analyseverktøy (Automatisert tracking, ZXY Sport Chips, 2013) og definisjonen på akselerasjon (> 2 m/ sek i lengre enn 0,5 sek) ikke er lik mellom studiene er det vanskelig å si om dette er reelt.

Varley og Aughey (2013) undersøkte akselerasjons og høy-hastighetsprofil hos mannlige elitespillere i Australsk fotball liga. Deres akselerasjonsvariabel var også annerledes enn vår da de så på initieringshastigheten (fra 1 til > 4 m/ sek) og antall av maksimale akselerasjoner ($> 2,78$ m/sek) og totale akselerasjoner (fra 1,5 til $> 2,5$ m/ sek). De definerte HIA som når høy-hastighets løping ($\geq 4,17$ m/sek) og maksimal akselerasjon oppstod samtidig. De så at hele 48% av de maksimale akselerasjonene ble iverksatt fra hastighet < 1 m/ sek og halvparten av bevegelsene de undersøkte overgikk ikke terskelverdi for høy-hastighetsløp. Det ble argumentert for at dette støtter betydningen av å inkludere akselerasjonsprofil, i tillegg til høy-hastighetsløping for en mer nøyaktig analyse av HIA under kamp i fotball. Våre resultater kan som tidligere

nevnt gi en indikasjon på at dette også vil være relevant i håndball. Selv om vi ikke gjorde statistiske utregninger for forskjeller mellom Aks/ min i de to intensitetskategoriene, ble det observert en overvekt i kategorien lav (59%) som inkluderte hastigheter mellom 1,5 og 2,5 m/ sek. På tross av varierende definisjoner på HIA aktivitet konkluderes det altså hos flere at dette er av grunnlegende betydning for prestasjon i flere lagidretter og særlig er dette understreket innenfor fotball. (Di Salvo et al., 2009; Jozak et al., 2011; Little & Williams, 2005; Osgnach et al., 2009; Polley et al., 2015; Varley & Aughey, 2013; Wehbe, Hartwig, & Duncan, 2014).

Det er stor variasjon i litteraturen med hensyn til hva HIA defineres som og hvilke analysemetoder som er brukt. Likevel er det gode indikasjoner på at håndball, som flere andre lagidretter, består av mange aktivitetsskifter og HIA i løpet av kamp. Akslerasjonsevne og agility kan derfor ansees som sentrale fysiske kvaliteter for prestasjon.

5.1.5 Forskjell mellom spillerposisjonene

Som for PL/ min fant vi markante forskjeller mellom MV og USP i alle HIA – variablene og for alle sammenlikningene. Dette understreker den tidligere diskusjonen om at bevegelsesmønsteret for MV under kamp avviker fra de andre spillerposisjonene. Siden de fysiske krav for MV mest sannsynlig vil være annerledes enn hos USP, kan dette tolkes i retning av at det er nødvendig å analysere deres bevegelser på en annen måte enn hos USP i fremtiden. Dette kan involvere å finne andre parametre som beskriver deres bevegelser mer spesifikt enn hva som er blitt undersøkt hos denne posisjonen i både andre studier og hos oss. Videre i diskusjonen rundt forskjeller mellom spillerposisjonene i HIA under kamp vil derfor fokuset være på USP.

Forskjeller i antall HIA/ min ble først og fremst funnet mellom KS og de andre USP, hvor KS hadde færre enn de to andre posisjonene i alle HIA/ variablene. Bortsett fra sammenlikningen mellom KS og LS for RF/ min hvor det var en moderat forskjell, var resten av sammenlikningene store til veldig store. Våre funn gir altså indikasjoner på at det eksisterer betydelige forskjeller mellom USP i antall HIA under kamp. Variasjon mellom spillerposisjoner i HIA eller generell bevegelsesprofil under kamp er også observert å gjelde i andre håndballstudier (Manchado, Pers et al., 2013; Michalsik et al., 2011b, 2013a; Povoas et al., 2014), samt for andre lagidretter (Jozak et al., 2011; Polley et al., 2015; Wehbe et al., 2014). I studiet på lacrosse av Polley et al. (2015) ble det for

eksempel funnet moderate til store forskjeller mellom spillerposisjonene i moderate og høye akselerasjoner (1,1 til $\geq 2,78$ m/sek) og deselerasjoner (-1,1 til $\geq -2,78$ m/sek) per minutt (ES = $> 0,65$). Vi delte også inn i kategorier, men undersøkte ikke forskjeller mellom posisjonene her.

Varley og Aughey (2013) kunne ikke finne noen betydelige forskjeller mellom spillerposisjonene i verken initiering og sluthastighet av maksimale akselerasjoner eller HIA aktivitet. Men de fant at spillerne utførte signifikant flere akselerasjoner enn sprinter og hevdet at dette understøtter betydningen av akselerasjonsevne, uansett spillerposisjon. Da akselerasjonsevne sannsynligvis også er viktig i håndball (Manchado, Pers et al., 2013; Michalsik et al., 2013b; Povoas et al., 2012), kan det tolkes som at de betydelige forskjellene vi fant mellom KS og de andre posisjonene på dette området kan assosieres til forskjeller i bevegelseskrav under kamp. Likevel er det nødvendig med flere studier på akselerasjonsprofil hos håndballspillere for å kunne gjøre konklusjoner om klare forskjeller mellom posisjonene.

Som tidligere nevnt har de fleste studier på HIA i håndball gjerne kun vært basert på å analysere frekvens gjennom videoanalyse, med varierende definisjon på hva HIA innebærer. I tillegg til at vi fant kun en studie som har undersøkt akselerasjonsprofil i håndball. Manchado, Pers et al. (2013) fant signifikante forskjeller i horisontale akselerasjoner mellom spillerposisjonene, hvor KS hadde flest av alle. Dette avviker fra våre funn hvor KS hadde betydelig færre akselerasjoner enn BS og LS. Diskusjon av analysemetodene våre opp mot Manchado, Pers et al. (2013) er gjort tidligere, og vil derfor ikke gjentas her. Povoas et al. (2014) undersøkte fysiske krav under kamp for mannlige elitespillere i håndball relatert til spillerposisjon. Studiet benyttet videobasert time-motion analyse og hjertefrekvens. KS ble observert å tilbringe signifikant mest tid i HIA av posisjonene, definert som løping, sprint og sideveis bevegelser med høy intensitet. Selv om dette defineres som HIA i studien, er det ikke nødvendigvis slik at analyse av disse bevegelsene dekker denne variabelen tilstrekkelig. Å undersøke kun sprint, høy-intensitets løping og TDT hevdes for eksempel å ikke være nok for å gi et bilde på den totale eksterne belastning som utøvere utsettes for under kamp som hurtige endringer i hastighet og retning (Barrett et al., 2014; Manchado, Pers et al., 2013).

KS er også rapportert å ha høyest gjennomsnittshastighet under kamp (Šibila et al., 2004). Dette er sannsynligvis grunnet deres bevegelsesprofil og området de har

tilgjengelig. Det er de eneste spillerne som må løpe hele banen lengde i kontringsfasen eller returløpet, og har derfor størst område å bevege seg på (Sporis et al., 2010). De har likevel betydelig færre fysiske konfrontasjoner med motspillerne enn LS og BS (Michalsik et al., 2011a, 2011b). I tillegg har også de mest fysisk krevende håndballspesifikke bevegelsene som for eksempel hopp og finter blitt vist å ha høyest frekvens hos BS og LS (Povoas et al., 2014).

I følge Waldron et al. (2011) kan forskjeller mellom posisjoner i gjennomsnittshastighet være relatert til forskjellige faktorer som posisjonsrelaterte forskjeller i fysiske krav, men også individuell sprintkapasitet. De hevder også at de spillerposisjonene som er involvert i mange fysiske konfrontasjoner får nedsatt evne til å generere høy hastighet. Sprintkapasitet kan derfor være av større betydning for KS, men det betyr ikke nødvendigvis at den fysiske belastningen hos de andre spillerposisjonene er mindre. Det faktum at Povoas et al. (2014) også så at BS og LS hadde flere fysisk krevende aksjoner under kamp som for eksempel hopp, stopp, retningsforandringer og en mot en situasjoner kan tolkes som å understøtte dette. Da dette er handlinger som gir en stor fysiologisk belastning uten nødvendigvis å innebære mange spurter og høy TDT vil analyse av slike faktorer i følge forfatterne gi et mer nøyaktig bilde på fysiske krav under kamp. Dette bidrar ytterligere til antagelsene under diskusjon om PL/ min hvor det er sannsynlig at mange kampanalyser i håndball til nå ha underestimert den fysiske belastningen hos særlig BS, men også kanskje hos LS.

Våre funn hvor KS hadde færre HIA/ min enn BS og LS strider til en viss grad mot det bildet som er beskrevet for forskjeller mellom posisjonene i aktivitetsprofil under kamp til nå. Da andel HIA under kamp kan ases som viktig for prestasjon, kan det i lys av våre resultater tolkes som at mange kampanalyser i håndball har underestimert fysiske krav hos BS og LS. Når det kommer til MV bør man kanskje i fremtiden undersøke andre variabler eller analysere data på en annen måte, som er mer spesifikke til deres faktiske bevegelseskrav under kamp.

5.1.6 Forskjell mellom omganger

Forskjellene vi fant mellom omgangene for gjennomsnittet av alle spillerne i Aks/ min og Des/ min var trivielle, men mulige med 49% og 42% sannsynlighet. Vi fant også en mulig forskjell i prosent høy HIA/ min mellom omgangene som gir en liten indikasjon på redusert HIA i 2 omg. En betydelig andel av litteraturen på lagidretter har rapportert

forskjell mellom omgangene i HIA (Akenhead et al., 2013; Di Salvo et al., 2009; Michalsik & Aagaard, 2014; Polley et al., 2015; Pori & Šibila, 2006; Povoas et al., 2012). Polley et al. (2015) fant at flere av aktivitetsvariablene de undersøkte i lacrosse ble redusert utover i kamp, dette gjaldt spesielt for de høyeste kategoriene av akselerasjoner og deselerasjoner. Akenhead et al. (2013) så også tidsavhengige reduksjoner i total antall akselerasjoner og deselerasjoner, men her spesielt for kategoriene lav og medium under fotballkamp. De rapporterte i tillegg at spillerne i andre omgang brukte lengre tid på å nå maksimal hastighet og hadde økt TDT.

Manchado, Pers et al. (2013) rapportere ikke signifikante forskjeller i akselerasjonsdata mellom omgangene. Andre håndballstudier har likevel funnet forskjeller i HIA som for eksempel Michalsik et al. (2013a) som blant annet så at HIA (definert som løping og sprint > 12 km/t) tenderte mot eller var signifikant redusert i andre omgang hos kvinnelige eliteutøvere. I en annen studie på mannlige eliteutøvere ble det også observert at HIA (bevegelser > 12 km/t) var redusert i 2. omgang, samt frekvensen av stopp, retningsforandringer og en mot en situasjoner (Povoas et al., 2012). Wehbe et al. (2014) hevder at selv om det er generelt akseptert i fotball at HIA reduseres fra første til andre omgang, er dette ikke nødvendigvis alltid tilfelle. De argumenterer for at situasjonsavhengige faktorer som kampens betydning, stillingen til pause, antall bytter og taktiske endringer i andre omgang vil ha konsekvens for intensitet mot slutten av kampen. Det konkluderes også med i dette studiet at de forskjellige analysemetoder som er benyttet i forskningen gjør det vanskelig å påstå en spesifikk trend. Våre resultater kan tolkes å reflektere slike faktorer. Selv om kampene vi benyttet i studiet var offisielle landskamper, vil for eksempel kamper i mesterskapssammenheng ha større betydning for spillerne. Dette kan ha gitt konsekvens for intensitet i kampene vi undersøkte, men også for trenerens taktikk hvor det sannsynligvis blir prøvd ut forskjellige typer strategier og flere spillere får gjerne muligheten i kamper under oppkjøringsfasen enn selve mesterskapet. Det er derfor behov flere studier på dette området i håndball, med mer spesifikke analyseverktøy som til nå er brukt og et større utvalg av kamper.

Vi fant ikke markante forskjeller mellom omgangene og kan derfor ikke gjøre antagelser om en spesifikk trend i forskjell av HIA. Det er likevel en viss grad av konsensus i litteraturen om at det forekommer endringer i HIA fra første til andre omgang. Slike forskjeller kan imidlertid være grunnet mange ulike faktorer og det er

behov for mer spesifikk forskning på dette temaet i håndball, med større utvalg og mer nøyaktige analyseverktøy enn hva som til nå er brukt.

5.2 Treningsanalyse

5.2.1 Sammenlikninger mellom treningsøvelsene

PL/ min var høyere under spill mot 2 mål sammenliknet med spill mot 1 mål for alle USP, med forskjeller som var store til veldig store. Når det kom til HIA ble det kun funnet en forskjell for BS som var veldig stor, da inferens for sammenlikninger hos resten av posisjonene ble uklar. Vi anser ikke de store forskjellene i PL/ min som overraskende da spilløvelsene mot 2 mål foregikk over hele banen hvor man også får inkludert kontringer, ankomstfase og returløp, i motsetning til øvelsene mot 1 mål. Øvelser mot 2 mål vil derfor sannsynligvis bidra vil bidra til en høyere belastning. Montgomery et al. (2010) diskuterte også dette i sin studie på basketballspillere. De attribuerte det å løpe over hele banen vs. spilløvelser kun på halve bane til en økt belastning, nettopp fordi man får inkludert overgangsperioder i spillet mellom forsvar og angrep.

5.2.2 Kamp vs. trening

For MV fant vi en moderat forskjell i PL/ min for spill mot 2 mål vs. kamp, hvor den var høyere under kamp ($4,81 \pm 0,64$ vs. $3,52 \pm 0,97$). Resten av sammenlikningene for MV var uklar. For USP var det for hver spillerposisjon det samme bildet i alle sammenlikninger og for begge treningsøvelser. Både PL/ min og HIA/ min var høyere under kamp og sammenlikningene viste henholdsvis en moderat forskjell for KS, stor for LS og veldig store forskjeller for BS. Dette kan tolkes som at treningsøvelsene vi inkluderte i studiet ikke samsvarte med kravene til PL eller HIA under kamp og at hvor store forskjellene var, varierte med spillerposisjon.

Vi kunne ikke finne noen studier til nå som spesifikt har undersøkt hvorvidt belastningen under trening gir tilstrekkelig stimuli for håndballspillerne i forhold til kravene de møter under kamp. Samtidig hevder Buchheit, Lepretre et al. (2009) at treningsøvelser designet for å imitere kampsituasjonen benyttes av håndballtrenere i stor grad. Dette hevdes også å gjelde i andre lagidretter, spesielt i oppkjøringsfasen inn mot en ny sesong (Boyd et al., 2013; Gabbett, 2010). Boyd et al. (2013) undersøkte forskjeller i PL total mellom kamprelaterte treningsøvelser og kamp for mannlige utøvere i Australsk fotball. De fant at kun det som ble karakterisert som ”småspill”

kunne jevnføres med eller overgå PL i kamp for alle posisjoner, mens øvelser de karakteriserte som ”kampetterlikning” tilsvarte belastningen i kamp for kun noen av dem. Vi fant også to andre studier på dette området som har benyttet henholdsvis kvinnelige landhockey spillere (Gabbett, 2010) og mannlige basketballspillere (Montgomery et al., 2010). I begge disse studiene ble det observert at de spesifikke treningsøvelsene inkludert gav lavere belastning enn under kamp og reflekterte derfor ikke de fysiske kravene som utøverne møter under konkurranse. Siden vi undersøkte kun tre treningsøkter i vårt studie kan vi ikke konkludere om noen slike tendenser i håndball. Dette var heller ikke hensikten, da vi inkluderte disse dataene for å understreke behovet for mer forskning på området. I lys av observasjonene vi gjorde sammen med den utilstrekkelige litteraturen på området kan et slikt behov hevdes.

5.3 Metodiske betraktninger

5.3.1 Utvalg

Størrelsen på utvalget vi har inkludert i studiet kan betraktes som lite i forhold til å undersøke forskjeller mellom spillerposisjoner. Dette gjelder både for antall deltakere inkludert, men også for antall kamper og treningsøkter. Det hevdes for eksempel av Akenhead et al. (2013) at i deres studie hadde de et for lite utvalg til å undersøke posisjonsrelaterte forskjeller i akselerasjoner og deselerasjoner ($n = 36$ vs. 26 i vårt studie). I følge Michalsik et al. (2011a) er det nødvendig med et stort antall deltakere fra flere forskjellige lag når man skal undersøke slike faktorer som vi har gjort. Dette begrunnes med at det kan forekomme store forskjeller i bevegelses mønster mellom lag fra kamp til kamp. Med få deltakere i hver posisjon er det også vanskelig å utelukke at individuelle fysiologiske faktorer hos deltakerne har hatt innvirkning på resultatene for posisjonen. Dette kan være individuelle forskjeller som ikke nødvendigvis er karakteriserende for fysiske krav i posisjonen de besitter og attribueres til blant annet variasjon i muskelfibersammensetning, styrke, hurtighet og løpskapasitet (Akenhead et al., 2013).

Šibila et al. (2004) hevder at den fysiske belastningen spillerne utsettes for ikke bare vil variere i løpet av én kamp, men også fra kamp til kamp. Det er for eksempel blitt rapportert om en stor variasjon mellom spillerposisjoner i mengde HIA utført fra kamp til kamp i fotball, samt at slik variasjon er relatert til spillerposisjon og nivå på motstanderlag. Det er derfor blitt konkludert med at det er nødvendig med flere repeterte målinger, da mengden høy-intensitets aktivitet i én kamp ikke vil gi en korrekt

estimering av fysiske krav (Gregson et al., 2010; Ingebrigtsen et al., 2014; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007). Vi inkluderte 6 kamper i studiet, så kampvariasjon er til en viss grad tatt høyde for. Med flere kamper, over en lengre tidsperiode og enda større variasjon på motstanderlag kunne ha styrket våre resultater ytterligere, men tidsperioden for studiet ga ikke rom for dette. Vi snakket også tidligere om at kamper i reell mesterskapssammenheng vil ha en større verdi for spillerne og derfor muligens vise en høyere intensitet, samt at taktikken vil kunne være annerledes enn i oppkjøringskamper. Det er foreløpig ikke tillatt å bruke slike enheter som vi benyttet under offisielle mesterskapskamper. Kampene som vi har inkludert kan derfor anses å være de beste som er tilgjengelige for slike målinger per dags dato.

En kan også stille seg spørsmålet hvorvidt deltakerne i vår studie er representativt nok for å presentere HIA i dagens kvinnehåndball. Det er for eksempel enighet i litteraturen om at mengden bevegelse under kamp i fotball vil avhenge av spillestil og tradisjon (Jozak et al., 2011; Nikolaidis et al., 2014). Dette vil sannsynligvis også gjelde i håndball, og resultatene fra vår studie kan ikke nødvendigvis overføres til andre lag med en annen spillestil. Da det norske kvinnelandslaget i håndball er det mestvinnende i mesterskap de siste årene kan det likevel argumenteres at utøverne her sannsynligvis vil besitte fysiske kvaliteter som er viktig for god prestasjon.

Det at vi inkluderte relativt få treningsøkter, som også var over en kort tidsperiode kan trekke relevansen av disse dataene i tvil. Som tidligere nevnt var hensikten her å gi en veiledning til hva vi anser som et viktig fokusområde i fremtidig forskning. Informasjon rundt treningsspesifisitet for håndballspillere er slik vi tolker det foreløpig en mangelvare. Bruk av analysemetodene som vi har benyttet kan være et godt supplement.

5.3.2 Målemetoder og analyse

I den foreliggende undersøkelsen ble alle målinger under kamp og trening utført med det samme utstyret og de samme erfarne observatører var til stede. Analyse av lagidretter ved bruk av GPS baserte systemer med integrert akselerometer er foreløpig et nytt felt, men denne metoden er vist å være valid og reliabel for undersøkelse av forskjeller i aktivitet under kamp sammenliknet med tradisjonell time-motion analyse (Boyd et al., 2011; Wundersitz et al., 2013). Målemetoden kan betraktes som å ha høy objektivitet da minimal med menneskelig involvering er nødvendig under

datainnsamlingen. Det kreves heller ingen subjektiv oppfatning av når diverse aksjoner forekommer slik som med tradisjonelle time-motion analyser.

Som tidligere nevnt benyttet vi ikke samme enhet på samme spiller hver gang og vurderte dette som akseptabelt basert på god inter-enhet reliabilitet vist for enhetene gjennom upubliserte observasjoner (Holme, 2015). I følge Barrett et al. (2014) er det generelt akseptert at å plassere et akselerometer ved individets tyngdepunkt (COM) sannsynligvis er det mest optimale. Dette tilsvarer ca. ved hoftekammen når individet står i oppreist stilling. Vi valgte å plassere enheten på øvre del av rygg, mellom scapula. Denne plasseringen har vært vanlig i idrett for forsterkning av satellittsignalet, når man bruker GPS data (Barrett et al., 2014). I vår studie benyttet vi som nevnt ikke GPS og hadde derfor ikke behov for satellittsignal. Vi valgte likevel denne plasseringen da vestene som følger med enhetene har en lomme for enhetene, plassert mellom skulderbladene. I studiet til Barrett et al. (2014) ble det imidlertid funnet moderat til god test-retest reliabilitet for Player Load både når enheten var plassert mellom scapula (5.3 - 14.8% CV) og ved COM (4.2 – 11.5 CV%). Da alle deltakerne i vår studie hadde enheten plassert samme sted og test-retest reliabiliteten er god, kan sammenlikninger derfor gjøres.

Effektiv spilletid og taktikk i kamp kan ha innvirkning på intensitet og ubegrensede muligheter for spillerbytter kan ha konsekvens for resultatene (Manchado, Pers et al., 2013; Michalsik et al., 2013b; Polley et al., 2015). Vi valgte å oppgi størstedelen av våre resultater som relative (per minutt) fremfor absolutte (totalt akkumulert) verdier for å begrense denne innvirkningen i størst mulig grad. I tillegg satte vi inklusjonskriteriet til 5 minutter effektiv spilletid i én omgang. Det kan likevel tenkes at en spiller som kun har 5 minutter på banen vil kunne holde en høyere intensitet i den perioden, sammenliknet med en som spiller i 20 – 30 minutter noe som igjen vil kunne gi en økt relativ intensitet (Michalsik & Aagaard, 2014). Andre studier som har gjort kampanalyse i håndball har også brukt høyere inklusjonskriterier for spilletid enn hva vi har gjort (Michalsik et al., 2011b, 2011a). Vi begrunnet likevel vårt valg av inklusjonskriteria med at 5 minutter på banen kan tenkes å være nok til å ha innvirkning på resultat i kampen. I tillegg var det nødvendig å ikke sette kriteriet for høy da vi ville fått en utilstrekkelig mengde data.

I følge Michalsik et al. (2013a) vil en optimal analyse av fysiske krav i håndball og forskjeller mellom posisjonene innebære både en bevegelsesanalyse som ser på HIA, men også en teknisk analyse hvor man registrerer frekvens av ulike tekniske aksjoner som skudd, taklinger osv. Videre hevder de også at å ekskludere en av disse faktorene vil underestimere de fysiske kravene. Vi valgte i dette studiet å ikke gjøre en teknisk analyse, da vi anser dette som utenfor studiets hovedformål (HIA definert som akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer). Samtidig er videoanalyser meget tidsomfattende arbeid og vurderte det som vanskelig å innpasse i den tiden vi hadde tilgjengelig. Et annet viktig moment er at det foreligger allerede noen studier på tekniske aksjoner i håndball (Michalsik et al., 2011a, 2011b; Povoas et al., 2012, Povoas et al., 2014), mens analyse av spesifikke HIA aksjoner som akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer har så vidt vi vet aldri blitt gjort i håndball, og vi valgte derfor å prioritere dette.

Det er blitt hevdet at spesifikke antropometriske karakteristikk er hovedkriteriet for utvelgelse av spillere til ulike posisjoner (Ilić, Macura, & Ranisavljev, 2011). Det kan derfor argumenteres for at vi burde gjort en viss grad av antropometriske målinger for en mer komplett analyse av forskjeller mellom spillerposisjoner, men også for å avdekke eventuelle fysiologiske variasjoner mellom utøvere som spiller samme posisjon. Dette ville også kunnet styrke våre tolkninger av bevegelsesanalysen i hvorvidt enkelte spillere har fysiske karakteristikk som avviker fra ”normalen” i spillerposisjonen de besitter. Sporis et al. (2010) hevder imidlertid at antropometri og morfologi ikke er essensielt for suksess i håndball. Andre faktorer som teknikk, taktikk og strategi spiller en viktigere rolle for utfallet av kampen og trenernes filosofi vil ha innvirkning på hvilke krav som stilles til hver posisjon.

5.4 Praktisk betydning

Vår studie viser at det er mange HIA i løpet av en kamp, og at det er forskjeller mellom spilleposisjoner. Da disse posisjonene sammen skal fungere som en mest mulig effektiv enhet, er det blant annet viktig at spillerne besitter de fysiske kvaliteter som samsvarer med bevegelseskravene i kamp deres posisjon (Nikoloaidis et al., 2014). Vår studie støtter opp om den generelle slutningen i litteraturen på ulike lagidretter hvor det anbefales en større individualisering av den fysiske treningen, slik at utøvere kan optimalisere sin fysiske form utfra spillerposisjon. Det er til nå svært få studier som har

undersøkt dette i håndball og informasjon om volum av HIA slik vi har definert det er nærmest ikke-eksisterende.

Så vidt vi vet, er vi det første til å ta i bruk et analysesystem basert på IMA for undersøkelse av ekstern belastning og HIA under kamp og trening for håndballspillere. Vi ser et tydelig potensial i denne teknologiens bruksområde i håndball, så vel som andre innendørs lagidretter i fremtiden. Dette både som et forskningsverktøy, men også som et hjelpemiddel for trenere og utøvere i sitt daglige virke. Å ta i bruk denne formen for kampanalyse i håndball vil kunne gi økt kunnskap til trenere og utøvere vedrørende de spesifikke krav for hver enkelt spillerposisjon.

5.5 Andre betraktninger og fremtidig forskning

Håndball er en kompleks idrett hvor veldig mange faktorer vil påvirke prestasjon. Det innebærer ikke bare fysiske og fysiologiske faktorer, men også sosiale og kognitive aspekter som ikke like lett lar seg kvantifisere. Dette er viktig å ta med i betraktningen når man skal tolke resultater fra likende studier som vi har utført. Det er likevel et tydelig behov for mer forskning på prestasjonsfaktorer i håndball. Fremtidige studier kan kombinere liknende analysemetoder som vi har benyttet med observasjon av blant annet tekniske aksjoner og fysiologiske mål. Dette for å få en mer komplett kartlegging av fysiske krav enn hva som til nå foreligger i litteraturen. Slike studier bør involvere store utvalg med deltagere fra flere forskjellige lag over lengre tidsperioder, både på landslag og klubbnivå. Da resultater fra kvinnehåndball ikke kan generaliseres til herrehåndball, bør fremtidig forskning også fokusere på begge kjønn. Det kan også være et interessant felt å undersøke posisjonsrelaterte forskjeller mellom kjønnene i større grad.

Teknologien i analysemetoder og spillets dynamikk er hele tiden i utvikling. Praktisk betydning og relevans av resultater fra kampanalyser kan derfor anses som ferskvare hvor jevnlig oppdateringer kreves (Di Salvo et al., 2009). Nylige utviklinger innenfor analyse av innendørs baserte lagidretter innebærer Local positioning systemer (LPS). Catapult Sport lanserte et slik system i 2014 (Clearsky system, Catapult Sport). Dette systemet inneholder akselerometer og gyroskop slik som systemet vi har benyttet, men tilføringen av LPS teknologi åpner nye muligheter for en enda mer detaljert kartlegging av fysiske krav i kamp.

6. Konklusjon

Hovedfunnet i denne studien viser at kvinnelige håndballspillere utfører $14,3 \pm 3,2$ HIA per minutt. Det ble funnet betydelige forskjeller mellom USP, hvor KS hadde lavere antall enn de to andre posisjonene. For PL/ min ble det også funnet forskjeller, hvor BS hadde høyere enn de to andre USP-posisjonene. Basert på våre observasjoner kan MV karakteriseres som å ha en avvikende bevegelsesprofil i forhold til USP. Det ble funnet betydelige forskjeller, hvor MV både hadde lavere HIA og PL per minutt. Våre funn indikerer at andel HIA under kamp har stor betydning for prestasjon i håndball, så vel som i andre lagidretter slik som også er rapportert i litteraturen. Det kreves imidlertid mer forskning på dette området, med mer nøyaktige analysemetoder enn hva som er brukt til nå for en grundig analyse av de posisjons relaterte krav under kamp.

I tillegg sammenliknet vi PL og HIA per minutt mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser. Vi fant at treningsøvelsene vi inkluderte i studiet ikke samsvarte med kravene til PL eller HIA under kamp og at hvor store forskjellene var, varierte med spillerposisjon. Da det var relativt få treningsøkter inkludert i studiet, kan vi ikke konkludere om at slike tendenser er betegnende for treningsarbeidet som gjøres i kvinnehåndballen. Da informasjon om treningsspesifisitet for håndballspillere er en tydelig mangelvare er det et stort behov for mer forskning på dette temaet i fremtiden.

Referanser

- Abdelkrim, B. N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1346-1355. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cf7510
- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *J Sci Med Sport*, 16(6), 556-561. doi: 10.1016/j.jsams.2012.12.005
- Arena, A. (2013). Health-Related Physical fitness Testing and Interpretation. I: L. S. Pescatello, R. Arena, D. Riebe, & P. D. Thompson (Red.), *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (9 utg., s. 60-107). Baltimore: American College of Sports Medicine.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24(7), 665-674. doi: 10.1080/02640410500482529
- Barrett, S., Midgley, A., & Lovell, R. (2014). PlayerLoad: reliability, convergent validity, and influence of unit position during treadmill running. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(6), 945-952. doi: 10.1123/ijsp.2013-0418
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(3), 311-321.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2013). Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(1), 44-51.
- Bradley, P. S., Mascio, M. D., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-Intensity Activity Profiles of elite Soccer Players at different Performance levels. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2343-2351.
- Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier, G., & Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *J Sci Med Sport*, 12(3), 399-405. doi: 10.1016/j.jsams.2007.11.007
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med*, 30(4), 251-258. doi: 10.1055/s-0028-1105943
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Med*, 38(10), 839-862.

- Castagna, C., D'Ottavio, S., & Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res*, 17(4), 775-780.
- Catapult Sports. (2011). Sprint Help - Basketball: For Sprint 5.0 and Subsequent releases. Hentet 01.februar 2014 fra www.catapultsports.com
- Catapult Sports. (2013). Sprint Help - inertial Movement Analysis (IMA): For Sprint 5.8 and subsequent releases. Hentet 01.februar 2014 fra www.catapultsports.com
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R. J. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *J Strength Cond Res*, 25(9), 2410-2417. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182030e43
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R., Jr. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11 Suppl), 490-500.
- Coe, D., & Pivarnik, J. M. (2001). Validation of the CSA Accelerometer in Adolescent Boys During Basketball Practice. *Pediatric Exercise Science*, 13(4), 373-379.
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J Sci Med Sport*, 13(1), 133-135. doi: 10.1016/j.jsams.2008.09.015
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Med*, 43(10), 1025-1042. doi: 10.1007/s40279-013-0069-2
- Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P., & Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*, 8(1), 55-59. doi: 10.1055/s-2008-1025641
- Dellaserra, C. L., Gao, Y., & Ransdell, L. (2014). Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes. *J Strength Cond Res*, 28(2), 556-573. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a952fb
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, 30(3), 205-212. doi: 10.1055/s-0028-1105950
- Domene, Á. M. (2013). Evaluation of movement and physiological demands of full-back and center-back soccer players using global positioning systems. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(4), 1015-1028. doi: 10.4100/jhse.2013.84.12
- Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. (2012). Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *J Strength Cond Res*, 26(3), 818-824. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182276555

- Gabbett, T. J. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1321-1324. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb
- Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. D. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *Int J Sports Med*, 31(4), 237-242. doi: 10.1055/s-0030-1247546
- Holme, B. R. (2015). *The use of wearable microsensors to measure mechanical load in handball: A reliability study*. Master Thesis Norges Idrettshøyskole.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*, 30(1), 1-15.
- Hopkins, W. G. (2007). A spreadsheet to compare means of two groups. *Sports Science* 11, 22-23. Hentet 01.april 2015 fra www.sportssci.org/2007/inbrief.htm#xcl2
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1), 3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278
- Ilić, V., Macura, M., & Ranisavljev, I. (2011). Profile of young Elite Handball Players according to Playing Positions. *Research in Kinesiology*, 39(1), 71-77.
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., & Wisloff, U. (2014). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *Eur J Sport Sci*, 1-10. doi: 10.1080/17461391.2014.933879
- International Handball Federation. (2010). Rules of the game. Hentet 01.mai 2015 fra http://www.ihf.info/upload/PDF-Download/rules_english.pdf
- Jennings, D., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(3), 224-231.
- Johnston, R. J., Watsford, M. L., Kelly, S. J., Pine, M. J., & Spurrs, R. W. (2014). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *J Strength Cond Res*, 28(6), 1649-1655. doi: 10.1519/JSC.0000000000000323
- Johnston, R. J., Watsford, M. L., Pine, M. J., Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Pruyn, E. C. (2012). The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *J Strength Cond Res*, 26(3), 758-765. doi: 10.1519/JSC.0b013e318225f161
- Jozak, R., Perić, A., Bradić, A., & Dizdar, D. (2011). Position-related differences in the amount, intensity and speed of movement in elite football players. *HOMO SPORTICUS*, 13(2), 16-22.

- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Med*, 44(6), 797-814. doi: 10.1007/s40279-014-0164-z
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of Acceleration, Maximum Speed and Agility in Professional Soccer Players *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78. doi: 10.1519/14253.1
- Luig, P., Manchado Lopez, C., Pers, J., Perse, M., Kristan, M., Schander, I., . . . Platen, P. (2008). Motion Characteristics According to Playing Position in International men's Team Handball. I: J. Cabri, F. Alves, F. Araújo, J. Barreiros, J. Diniz, A. Veloso (Red.), *Book of abstracts of the 13th annual European College of Sport Sciences Congress*. Estoril: Portugal.
- Manchado, C., Pers, J., Navarro, N., Han, A., Sung, E., & Platen, P. (2013a). Time-motion analysis in women's team handball: importance of aerobic performance. *JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE*, 8(2), 376-390. doi: 10.4100/jhse.2012.82.06
- Manchado, C., Tortosa-Martinez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013b). Performance factors in women's team handball: physical and physiological aspects--a review. *J Strength Cond Res*, 27(6), 1708-1719. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182891535
- Massuca, L. M., Fragoso, I., & Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 178-186. doi: 10.1519/JSC.0b013e318295d50e
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2011a). Technical Acitivity Profile and influence of Body Anthrometry in male elite team handball players. I: F. Taborsky (Red.), EHF Scientific Conference 2011: Science and Analytical Expertise in Handball (s. 174-179). Vienna, Austria. Hentet 20.august 2014 fra <http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/>
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2011b). *Technical Match Characteristics and influence og Body Anthropometry in Female Elite Team Handball Players*. I: F. Taborsky (Red.), EHF Scientific Conference 2011: Science and Analytical Expertise in Handball (s. 180-185). Vienna, Austria. Hentet 20.august 2014 fra <http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/>
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2013a). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *Int J Sports Med*, 35(7), 595-607. doi: 10.1055/s-0033-1358713
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013b). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med*, 34(7), 590-599. doi: 10.1055/s-0032-1329989
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Physiological capacity and physical testing in male elite team handball. *J Sports Med Phys Fitness*, under utgivelse. Hentet 15.april 2014 fra

<http://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y9999N00A0001>

- Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2014). Physical demands in elite team handball: comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, under utgivelse. Hentet 15.oktober 2014 fra <http://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y9999N00A140049>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(1), 75-86.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Prev Med*, 48(2), 108-114. doi: 10.1016/j.ypmed.2008.12.001
- Nikolaidis, P. T., & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *J Hum Kinet*, 38, 115-124. doi: 10.2478/hukin-2013-0051
- Nikolaidis, P. T., Ingebrigtsen, J., Povoas, S. C., Moss, S., & Torres-Luque, G. (2014). Physical and physiological characteristics in male team handball players by playing position - Does age matter? *J Sports Med Phys Fitness*, 55(4), 297-304.
- Norges Håndballforbund (u.å.). Håndballterminologi - en kjapp gjennomgang av ord og uttrykk du bør ha kjennskap til og vite om. Hentet 26.mai 2015 fra <http://www.handball.no/p1.asp?kat=778>
- O'Donoghue, P. (2012). *Statistics for Sport and Exercise Studies*. Great Britain: Abingdon Routledge.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2009). Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 170-178. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd
- Perform Better Ltd. (u.å.). Catapult OptimEye S5 Athlete Monitoring System. Hentet 20.mars 2015 fra <http://www.performbetter.co.uk/performance-monitoring/catapult-optimeye-s5-athlete-monitoring-system.aspx>
- Polley, C. S., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Polglaze, T. (2015). Activity profile of high-level Australian lacrosse players. *J Strength Cond Res*, 29(1), 126-136. doi: 10.1519/JSC.0000000000000599
- Pori, P., & Šibila, M. (2006). Analysis of high - intensity large scale movements in team handball. *Kinesiologia Slovenica*, 12(2), 51-58.
- Povoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensao, A. A., Magalhaes, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*, 26(12), 3365-3375. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248aeec

- Povoas, S. C., Ascensao, A. A., Magalhaes, J., Seabra, A. F., Krustup, P., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2014). Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *J Strength Cond Res*, 28(2), 430-442. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a953b1
- Ramadan, J., Hasan, A., & Barac-Nieto, M. (1999). Physiological Profiles of Kuwait national team-handball and soccer players. . *Med Sci Sports Exerc*, 31. doi: 10.1097/00005768-199905001-01237
- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, 28(12), 1018-1024. doi: 10.1055/s-2007-965158
- Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., & Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(3), 349-353.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krustup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *Eur J Sport Sci*, 14 Suppl 1, S148-156. doi: 10.1080/17461391.2012.664171
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A Motion Analysis of Work-rate in different positional roles in Professional Football Match-play *Journal of human Movement Studies*, 2, 87-97.
- Ronglan, L. T., Raastad, T., & Borgesen, A. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports*, 16(4), 267-273. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00474.x
- Šibila, M., Vuleta, D., & Pori, P. (2004). Postion-Related differences in Volume and Intensity of Large-Scale cyclic movements of Male Players in Handball *Kinesiology*, 1(36), 58-68.
- Skarbalius, A. (2011). *Monitoring Sport Performance in Handball*. I: F. Taborsky (Red.), EHF Scientific Conference 2011: Science and Analytical Expertise in Handball (s. 325-330). Vienna, Austria. Hentet 20.august 2014 fra <http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/>
- Sporis, G., Vuleta, D., Vuleta, D., Jr., & Milanovic, D. (2010). Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Coll Antropol*, 34(3), 1009-1014.
- Srhoj, V., Marinovic, M., & Rogulj, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Coll Antropol*, 26(1), 219-227.
- Troped, P. J., Oliveira, M. S., Matthews, C. E., Cromley, E. K., Melly, S. J., & Craig, B. A. (2008). Prediction of activity mode with global positioning system and accelerometer data. *Med Sci Sports Exerc*, 40(5), 972-978. doi: 10.1249/MSS.0b013e318164c407

- Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *J Sports Sci*, 30(2), 121-127. doi: 10.1080/02640414.2011.627941
- Varley, M. C., & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med*, 34(1), 34-39. doi: 10.1055/s-0032-1316315
- Vila, H., Manchado, C., Rodriguez, N., Abraldes, J. A., Alcaraz, P. E., & Ferragut, C. (2012). Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2146-2155. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b0a46
- Waldron, M., Twist, C., Highton, J., Worsfold, P., & Daniels, M. (2011). Movement and physiological match demands of elite rugby league using portable global positioning systems. *J Sports Sci*, 29(11), 1223-1230. doi: 10.1080/02640414.2011.587445
- Wallace, M. B., & Cardinale, M. (1997). Conditioning for Team Handball *Strength and Conditioning Journal*, 19(6), 7-12. doi: 10.1519/1073-6840(1997)0192.3.CO;2
- Wehbe, G. M., Hartwig, T. B., & Duncan, C. S. (2014). Movement analysis of Australian national league soccer players using global positioning system technology. *J Strength Cond Res*, 28(3), 834-842. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a35dd1
- Wisbey, B., Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Rattray, B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *J Sci Med Sport*, 13(5), 531-536. doi: 10.1016/j.jsams.2009.09.002
- Wundersitz, D. W., Netto, K. J., Aisbett, B., & Gastin, P. B. (2013). Validity of an upper-body-mounted accelerometer to measure peak vertical and resultant force during running and change-of-direction tasks. *Sports Biomech*, 12(4), 403-412. doi: 10.1080/14763141.2013.811284
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009a). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *Eur J Sport Sci*, 9(6), 375-386. doi: 10.1080/17461390903038470
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009b). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med*, 39(7), 547-568. doi: 10.2165/00007256-200939070-00003

Tabelloversikt

Tabell 3-1: Antall spillere per posisjon benyttet i studiet, med gjennomsnitt \pm SD for alder og høyde i hver posisjon. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere og LS = linjespillere. 27

Tabell 3-2: Oversikt over antall observasjoner for de ulike spillerposisjonene. Observasjonene er gjort over 6 kamper og 3 treningsøkter. 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere, USP = utespillere (ekskludert MV) og ALLE = alle spillerne samlet. 28

Tabell 4-1: Gjennomsnitt \pm SD for effektiv spilletid i minutter. Gjennomsnittet er for 6 internasjonale kamper fordelt på spillerposisjoner. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 36

Tabell 4-2: Rådata og statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene i PL/ min under total kamp. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper. MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller. 38

Tabell 4-3: Rådata og statistiske forskjeller mellom spillerposisjonene i akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer under total kamp. Rådata er oppgitt per minutt. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere. 40

Figuroversikt

Figur 2-1: Oversikt over de ulike spillerposisjonenes plassering på banen i kamp men kategoriseringer. Plassering i forsvar = sirkler, plassering i angrep = trekkanter. MV = målvakter, KS = kantspillere, BS = bakspillere, LS = linjespillere. 17

Figur 3-1: Bilde av vest benyttet i studiet med egen lomme for bærbar sporingsenhet mellom skulderbladene. 29

Figur 3-2: Viser hvordan IMA registrerer retning av bevegelsen. Aks = akselerasjoner, RF H = retningsforandring høyre, RF V = retningsforandring venstre, Des = deselerasjoner (Tilpasset figur fra Catapult Sports, 2013). 32

Figur 4-1: Gjennomsnitt \pm SD for total Player Load total i 6 internasjonale kamper. Fordelt på spillerposisjoner og mellom omganger. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 37

Figur 4-2: Gjennomsnitt \pm SD i HIA per min for 6 internasjonale kamper. HIA = akselerasjoner, deselerasjoner og retningsforandringer slått sammen. 1. omg = første omgang, 2. omg = andre omgang MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 39

Figur 4-3: Prosentvis fordeling av HIA/ min i kategoriene lav og høy under total kamp. Høy HIA/ min = antall høy-intensitetsaksjoner per minutt i kategorien høy, Lav HIA/ min = antall høy-intensitetsaksjoner per minutt i kategorien lav, MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 41

Figur 4-4: Gjennomsnitt \pm SD for Player Load per min under 3 treningsøkter. Figur viser for total varighet, samt kamprelaterte trenings øvelser. Spill mot 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, spill mot 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål, MV = målvakt, KS = kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 42

Figur 4-5: Gjennomsnitt \pm SD for HIA per min under 3 treningsøkter. Figur viser for total treningstid, samt kamprelaterte trenings øvelser. HIA = høy-intensitets aksjoner, Spill mot 1 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 1 mål, spill mot 2 mål = kamprelaterte treningsøvelser mot 2 mål, MV = målvakt, KS = Kantspiller, BS = bakspiller, LS = linjespiller, USP = gjennomsnitt for alle utespillerne (ekskludert målvakt), ALLE = gjennomsnitt for alle spillerne samlet. 43

Forkortelser

Aks	Akselerasjoner
Aks/ min	Akselerasjoner per minutt
Aks/ min høy	Akselerasjoner per minutt i kategorien høy
Aks/ min lav	Akselerasjoner per minutt i kategorien lav
ALLE	Alle spillerne samlet
BS	Bakspiller
Des	Deselerasjoner
GPS	Global positioning system
HIA	Høy-intensitets aksjoner
IMA	Inertial Movement Analyse
KS	Kantspiller
LPS	Local Positioning system
LS	Linjespiller
m/ sek	Meter per sekund
MV	Målvakt
PL	Player Load
PL/ tot	Player Load total
PL/ min	Player Load per minutt
RF	Retningsforandringer
Spill mot 1 mål	Kamprelaterte treningsøvelser med > 5 spillere på hvert lag, mot 1 mål.
Spill mot 2 mål	Kamprelaterte treningsøvelser med > 5 spillere på hvert lag, mot 2 mål.
TDT	Total distanse tilbakelagt
USP	Utespillere
1. omg	Første omgang
2. omg	Andre omgang

Vedlegg

I. Rådata og statistiske forskjeller i PL/ min mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser for hver spillerposisjon.

II. Rådata og statistiske forskjeller i HIA/ min mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser for hver spillerposisjon.

I. Rådata og statistiske forskjeller i PL/ min mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser for hver spillerposisjon.

Rådata og statistiske forskjeller i PL/ min for hver spillerposisjon mellom kamprelaterte treningsøvelser og total kamp, samt mellom de to treningsøvelsene. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper og 3 treningsøkter. BS = bakspiller, KS = kantspiller, LS = linjespiller, MV = målvakt, 1 mål = sammenslått alle spilløvelser mot 1 mål, 2 mål = sammenslått alle spilløvelser mot 2 mål.

	Rådata (pl/min)		Effekt		Mechanistic inference	
	Forskjell mean \pm 90 % CL		Effektstørrelse	Kvalitativ vurdering	Inference positive/trivial/negative	Kvalitativ vurdering
BS						
Kamp vs 2 mål	3,3 \pm 0,5		2,95	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
Kamp vs 1 mål	5,7 \pm 0,5		4,57	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
1 mål vs 2 mål	2,3 \pm 0,5		2,37	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
KS						
Kamp vs 2 mål	2,4 \pm 0,5		3,39	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
Kamp vs 1 mål	5,4 \pm 0,8		2,85	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
1 mål vs 2 mål	3,0 \pm 0,8		1,93	Stor	0/0/100	Mest sannsynlig
LS						
Kamp vs 2 mål	2,8 \pm 0,6		3,75	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
Kamp vs 1 mål	4,8 \pm 0,6		5,45	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
1 mål vs 2 mål	2,0 \pm 0,5		2,75	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig
MV						
Kamp vs 2 mål	1,1 \pm 0,8		1,18	Moderat	2/3/94	Sannsynlig
Kamp vs 1 mål	0,3 \pm 1,0		0,34	Liten	13/25/62	Uklar
1 mål vs 2 mål	-0,9 \pm 1,1		0,57	Liten	76/16/8	Uklar

II. Rådata og statistiske forskjeller i HIA/ min mellom kamp og kamprelaterte treningsøvelser for hver spillerposisjon.

Rådata og statistiske forskjeller i HIA/ min for hver spillerposisjon mellom kamprelaterte treningsøvelser og total kamp, samt mellom de to treningsøvelsene. Dataene er slått sammen for 6 internasjonale kamper og 3 treningsøkter. BS = bakspiller, KS = kantspiller, LS = linjespiller, MV = målvakt, 1 mål = sammenslått alle spilløvelser mot 1 mål, 2 mål = sammenslått alle spilløvelser mot 2 mål.

	Rådata (HIA/min)		Effekt		Mechanistic inference	
	Forskjell mean \pm 90 % CL		Effektstørrelse	Kvalitativ vurdering	Inference positive/trivial/negative	Kvalitativ vurdering
BS						
Kamp vs 2 mål	4,7 \pm 1,1	-2,21	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
Kamp vs 1 mål	7,5 \pm 1,1	-2,97	Veldig stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
1 mål vs 2 mål	2,7 \pm 1	-1,36	Stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
KS						
Kamp vs 2 mål	1 \pm 0,9	-0,83	Moderat	1/6/93	Sannsynlig	
Kamp vs 1 mål	1,5 \pm 1,9	-0,66	Moderat	2/10/89	Sannsynlig	
1 mål vs 2 mål	0,6 \pm 2	-0,43	Liten	5/21/73	Uklar	
LS						
Kamp vs 2 mål	-4 \pm 1,6	-1,99	Stor	0/0/100	Mest sannsynlig	
Kamp vs 1 mål	-4,5 \pm 2,3	-1,25	Stor	0/1/99	Meget sannsynlig	
1 mål vs 2 mål	-0,5 \pm 2,2	-0,3	Liten	13/27/59	Uklar	
MV						
Kamp vs 2 mål	0 \pm 1,2	-0,13	Liten	26/29/45	Uklar	
Kamp vs 1 mål	1,3 \pm 1,7	0,43	Liten	69/21/10	Uklar	
1 mål vs 2 mål	1,3 \pm 1,9	0,46	Liten	69/20/10	Uklar	

