

Mats Bårli Nylænden

Repeterte sprint løp med eller uten sledemotstand sin treningspåvirkning på sprintprestasjon, agilityevne, spenst, repetert sprint og spesifikk utholdenhetstest på amatør junior- og senior fotballspillere

Sprint trening (2x6 30m) to ganger i uken over 4-6 ukers periode med junior og seniorlag

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2013

Sammendrag

Innledning: Fotball består av en rekke ulike bevegelser, der høy intensitetsløpene er det som vil utgjøre de viktigste delene under kampspillet. Av disse høy intensitetsaktivitetene vil det være den maksimale akselerasjonen som vil være den viktigste, og sprintløpene ser ut til å være avgjørende ett før målscoringer i fotball. Treningsmetoder som er brukt for å bedre denne egenskaper er varierende, der de mest spesifikke treningsmetodene vil få de beste treningspåvirkningene og dermed de beste treningsresultatene. Dermed er det vist at bruk av belastning under spesifikke løpshastigheter vil kunne gi bedre treningseffekt på akselerasjonsfasen under ett sprint løp på ballspillutøvere. Dermed er det ingen studier som vi vet om per i dag, som har gjennomført en studie med sledetauing med kun fotballspillere.

Hensikten: Hensikten med denne masteroppgaven var å finne ut om motstand sprintgruppen (MSG) med sledepåvirkning, vil gi noen adderende treningstilpasninger under en kort treningsperiode på fotballspillere. Om denne motstand sprinttreningen kunne gi noen form overføringsverdi til andre fysiske kapasiteter og om dette i forhold til repetert sprintgruppen (RSG) kunne finne forskjellige tilpasninger. I tillegg var ønsket vi å se om på tilpasningsforskjeller mellom junior og senior fotballspillere.

Metoden: Mannlige amatør fotballspillere (n=21) ble rekruttert fra to lokale klubber, et juniorlag (n= 11, 16.6 ±1.0 år, rang: 15-18 år) og et seniorlag (n=10, 22.4 ±3.2, 17-28 år). Utøverne gjennomførte en tilvenningsdag, før testdag 1 (40-m sprint, agilitytest, vertikal svikthopp, 6x30m repeterte sprinter) og testdag 2 (YoYo IR1 test) ble gjennomført etter hverandre. To treninger ble gjennomført over 6 uker (junior) og 4 uker (senior).

Resultater: Både MSG og RSG viste en liten reduksjon på S 0-40m (0.06 sek, d=0.50 og 0.04 sek, d=0.23) sprint og S 0-30m (0.05 sek, d=0.56 og 0.03 sek, d=0.24) sprint. Det ble også funnet en endring i RST totaltid på -0.37 sek (MSG, d=0.44) og -0.41 sek (RSG, d=0.44), RSG var den eneste gruppen der en fant en endring i RST trøtthetsindeks (0.25 %, d=0.22). Det ble kun funnet en forskjell mellom treningsgruppene på agilitytesten (0.12 sek, d=0.52) og YoYo IR1 test (186 m, d=0.49), der RSG juniorgruppen stod for meste av forskjellen.

Konklusjon: Det ser ut til to sprinttreninger over 4 uker og 6 uker vil kunne gi en liten bedring av sprintprestasjonen (0-40m) i begge treningsgrupper, uten at det ble vist noen forskjell mellomgruppene. Agilitytesten og YoYo IR1 kunne vise en liten størrelsesforskjell mellom treningsgruppene fra pre-til posttest, som hovedsakelig kom fra lave pre-verdier i RSG juniorgruppen. Store individuelle forskjeller som kan komme av treningsstatus, motivasjon og ulike treningsbakgrunner.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
1. Innledning	8
1.1. Problemstillinger	9
2. Arbeidskravsanalyse	9
1.1.1 Total bevegelser og total distanse	9
1.1.2 Løpsutviklingen	10
1.1.3 Lav intensitets arbeid og analyse utstyr	11
1.1.4 Høyhastighetsløp	12
1.1.5 Oppsummering	14
3. Spesifikk lineær hurtighet i fotball	15
1.1.6 Innledning	15
1.1.7 Maksimal løpshurtighet	16
1.1.8 Repeterte sprinter	17
1.1.9 Yngre og sprint	18
3.1. Akselerasjonshurtigheten og maksimalhurtighet i fotball	19
3.2. Repetert hurtighet-utholdende hurtighet i fotball	20
3.3. Posisjonsspesifikke intensitetsløp	22
4. Utvikling av hurtighet	25
4.1. Treningsmetoder for hurtighetsutvikling	27
1.1.10 Sprint-spesifikk hurtighetstrening i ballidretter	27
1.1.11 Slede-trening.....	29
5. Tilpasninger innen maksimale neuromuskulær powertrening	34
5.1. Nevromuskulære tilpasninger.....	35
1.1.12 Muskelfibertype og muskeltverrsnitt	35
1.1.13 Lagring av elastisk energi.....	35
1.1.14 Nevral aktivering av muskel.....	35
5.2. Metabolske tilpasninger	36
6. Oppsummering	38
7. Metode	39
7.1. Eksperimentets tilnærming til problemet.....	39

7.2.	Forsøkspersonene.....	39
1.1.15	Juniorlaget	40
1.1.16	Seniorlaget.....	40
7.3.	Test prosedyre.....	41
1.1.17	Instrumenter.....	41
1.1.18	Treningslogg, Wellness form og Ratio of Perceived exertion (RPE).....	42
1.1.19	Testing	42
1.1.20	Test dag 1.....	43
1.1.21	Test dag 2.....	46
7.4.	Intervensjonsprogrammet.....	47
1.1.22	Junior og senior gruppe treningen	49
1.1.23	Slede sprint treningsgruppen (MSG).....	49
7.5.	Validitet og reliabilitet.....	50
1.1.24	Statistikk	51
8.	Resultat.....	52
8.1.	Repetert sprintgruppe (RSG) vs. Motstand sprintgruppe (MSG)	52
1.1.25	40m sprinttest (S 40m).....	52
1.1.26	Agility test (A180).....	54
1.1.27	Vertikal svikhopp (VHS).....	54
1.1.28	Repetert sprinttest (RST)	54
1.1.29	Fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1)	54
8.2.	Senior: RSG vs. MSG	56
1.1.30	40m sprinttest (S 40m).....	56
1.1.31	Agility test (A180).....	58
1.1.32	Vertikal svikhopp (VHS).....	58
8.3.	Junior: RSG vs. MSG.....	59
1.1.33	40m sprinttest (S 40m).....	59
1.1.34	Agility test (A180).....	59
1.1.35	Vertikal svikhopp (VSH).....	59
1.1.36	Repetert sprinttest (RST)	60
1.1.37	Fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)	60
8.4.	Senior vs. junior	61
1.1.38	Individuelle endringer i MSG vs. RSG.....	62
1.1.39	40m sprinttest (S 40m).....	62
1.1.40	Agility test (A180).....	63
1.1.41	Vertikal svikhopp (VHS).....	64
1.1.42	6x 30m Repetert sprint totaltid (RST total tid).....	64
1.1.43	Fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)	65
9.	Diskusjon	66
9.1.	Slede trening.....	66
1.1.44	Kinematiske forklaringer	69
1.1.45	Sledebelastning	69
1.1.46	Agility (A180)	70
1.1.47	Spesifikk utholdenhets test (YoYo IR1).....	71
1.1.48	Individuelle forskjeller.....	74

10. Konklusjon.....	75
11. Referanse Liste.....	76
Figuroversikt.....	87
2. Oversikt vedlegg	90

Forord

Interessen for idrett og spesielt fotball startet allerede fra 5-6 års alderen som lek og moro, det har fortsatt frem til i dag og forhåpentligvis i mange år fremover.

Fra kun å være praktiserende fotballspiller, har jeg gått videre til også å få en akademisk tilnærming til idretten min. Jeg er derfor privilegert over å kunne få lov til å ta min masteroppgave i det jeg liker aller best, nemlig fotball.

Planleggingen til denne masteroppgaven startet allerede første skoledag i min masterstudent hverdag. En pilot studie og følgende masteroppgave, i tillegg til ett lite opphold i «fotballens mekka». Alle disse erfaringene er jeg veldig takknemlig for å få opplevd og innleveringen av masteroppgaven er forhåpentligvis starten på noe mer.

Jeg vil rette en stor takk til min hovedveileder Eystein Enoksen som utfordret meg til å gjennomføre hurtighetstrening med slede på fotballspillere og for stor hjelp i skrivingen av masteroppgaven. En stor takk rettes til min bi-veileder Matthew Spencer for stor faglig kunnskap innenfor ballidrett og treningsfysiologi.

En stor takk rettes til Treningscenteret på Olympiatoppen og deres ansatte for ett godt samarbeid under testingen og åpen tilgang til bruk av testlaboratorium. En takk til Norges idrettshøgskole (NiH) og Seksjon for fysisk prestasjon (SFP) som gjorde det mulig å gjennomføre treningsintervensjonen min. En takk til Truls Raastad for hjelp i rekruttering av deltakere til masteroppgaven og for å være stor bidragsyter i å spre videre sin egen fagligkunnskap.

Rette en stor takk til alle professorene, foreleserne og medstudenter som har bidratt til godt læringsmiljø og som jeg har fått kjennskap til i løpet av mine fem år på NiH. Vil også rette en takk til min videregående idrettslinjelærer Turid Dahlum Nilsen for inspirasjon til valget av Norges Idrettshøgskole som utdanningssted.

En stor takk til familien min, kjæresten min og mine nærmeste venner for stor støtte, tålmodighet og forståelse for mitt fysiske fravær i store perioder under studieårene på NiH.

Tilslutt vil jeg få takke alle spillerne som har deltatt i masteroppgaven. Uten deres deltagelse ville ikke prosjektet vært mulig å gjennomføre.

Mats Bårli Nylænden,

Oslo, oktober 2013

1. Innledning

Fotballagens suksess i kamp blir avgjort på en ting alene, det å score totalt flere mål enn motstanderen. Suksessen kommer som følge av mange titalls tusen timer med hardt arbeid, både individuelt og felles som ett lag. Fotball er verdens mest populære sport og for å bli blant de beste lagene i verden vil det stille veldig store krav til de tekniske, taktiske, fysiske og mentale egenskapene til hver enkelt spiller. Ekstreme ferdigheter som bidrar med å kunne score mål eller forhindre mål, vil bidra mye på veien til lagsuksess og for å nå verdenstoppen i fotball. Hurtighet i fotball vil være viktig i begge ender av fotballbanen. Lineære sprint uten ball er den løpsaktiviteten som er oftest utført før en scoring i tysk toppdivisjon (Faude, Koch, & Meyer, 2012), men scoringseffektivitet, ballferdigheter og gode taktiskeferdigheter vil være kampavgjørende ferdigheter som skiller mellom konkurransenivåene i fotball (Di Salvo, Pigozzi, Gonzalez-Haro, Laughlin, & De Witt, 2012).

Klimaet i Norge bidrar til at vi har en av de lengste pre-sesongene i europeisk fotball. Dette gjør at Norge har gode forutsetningene for å utvikle de fysiske egenskapene hos fotballspillere. Økt antall kunstgressbaner og innendørs fotballhaller har gjort at fotball er blitt en helårs idrett i Norge. Ved å trene fotballteknikk med lav intensitet ved siden av hurtighetstrening, vil det være mulig å utvikle både fysiske- og tekniske egenskaper i løpet av samme periode. I min oppgave ønsket jeg å se nærmere på treningseffekten på utvalgte fysiske egenskaper ved å gjennomføre en sprinttreningsintervensjon i en aktiv avkoblingsperioden (november-desember) kort tid etter konkurranseperiodens slutt. Tradisjonelt sett, reduseres treningsbelastningen (treningsintensiteten og treningsmengden) i denne perioden blant norske lag, noe som er ideelt for optimal utvikling av styrke og løpshurtighet hos fotballspillere.

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke om det er mulig å bedre fysiske egenskaper som maksimal akselerasjonshurtighet, maksimal løpshastighet, agilityevne, vertikal hopp høyde, repetert sprint evne (RSA) og fotballspesifikk utholdenheten. Dette gjennomføres over en kort treningsperiode(4-6uker) med to ulike sprint-treningsmetoder for å undersøke hvilke av disse metodene som ville være mest effektiv med tanke på endring av de utvalgte fysiske egenskaper. Målet er å gjennomføre et eksperiment hvor en gruppe utfører maksimale sprintløp rett frem med motstand (sledeløp, MSG – Motstand sprintgruppe) og en gruppe som repeterte maksimale sprintløp rett fram (RSG -Repetert sprintgruppe). Hypotesen er at treningsmetoden med motstand (sledeløp) kan gi økt akselerasjonshurtigheten, ved at denne

treeningen gir høyere relativ stimulering fordi arbeidsperioden varer lengre pga. redusert løpshastighet i motstand sprintgruppen.

1.1. Problemstillinger

1. Kan to hurtighetstreninger i uka over en 4-6 ukers treningsperiode, lagt inn i avkoblingsperioden i en fotballeseong, gi en påvirkning på sprintprestasjon (0-40m) hos mannlige senior og junior amatør fotballspillere?
2. Hvilke forskjeller i sprintprestasjon (0-40m) kan identifiseres mellom mannlige senior og junior amatør fotballspillere?
3. Gir maksimal sprinttrening med motstand (sledeløp-MSG) to ganger i uka over 4-6 uker en bedring av akselerasjonsevnen fra 0-20m, topphastigheter over 20-40m, agilityprestasjonen, vertikal hopphøyde, repetert sprintevne og fotballspesifikk utholdenhet?
4. Gir maksimal repetert sprinttrening (RSG) to ganger i uka i 4-6 uker en bedring på akselerasjonsevnen fra 0-20m, topphastigheter over 20-40m, agilityprestasjonen, vertikal hopphøyde, repetert sprintevne og fotballspesifikk utholdenhet?
5. Hvilke forskjeller i sprintprestasjonene, agilityprestasjonen, vertikal hopphøyde, repetert sprintevne og fotballspesifikk utholdenhet kan identifisere mellom de to treningsgruppene?

2. Arbeidskravsanalyse

1.1.1 Total bevegelser og total distanse

Under fotballkamp tilbakelegger spillere en total løpsdistanse mellom 10 og 12km og keepere 4km (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005), uavhengig om man spiller på elite eller sub-elite nivå (Di Salvo et al., 2012; Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010). Av spillerposisjoner på banen vil midtbanespillere, fulgt av angrepspillere og forsvarspillere utføre lengste løpsdistanse (Stolen et al., 2005). Ved en mer spesifikk inndeling av spillerposisjoner var det kantspillere og sentrale midtbanespillere som dekket den største totale løpsdistanse ($p < 0.05$) av spillerposisjonen under kamp, fulgt av back, angrep og midtstopper (Bradley et

al., 2009). Kamphandlinger veksles gjennomsnittlig hvert 4-6 sekund og kan varierer mellom taklinger, headinger, vertikale hopp, løp bakover, løp fremover, sprinter, vendinger etc. (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007). Tilsvarende vekslingshyppighet er også observert under kamp med svært unge elite fotballspillere(12-14år) (Stroyer, Hansen, & Klausen, 2004). I tillegg har observasjoner under kamp kunnet finne så mange som 1400 retningsforandringer (Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000) og 150-250 eksplosive aksjoner hos elite fotballspillere (Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003). Totalt består fotballen av et bredt spekter av bevegelsesmønstre og løpsaktiviteter, som gjør idretten svært fysisk belastende.

1.1.2 Løpsutviklingen

Den totale løpsdistansen i elite fotball har ikke endret seg de siste 10-15 årene (Di Salvo et al., 2012). Dette betyr ikke at fotballen har stoppet å utvikle seg, men at andre nye faktorer vil være mer avgjørende for kampprestasjonen i dag enn for kun 10 år siden (Haugen, Tonnessen, & Seiler, 2013). Kravet til fysiske egenskaper under kamp øker i fotball og disse egenskapene vil kunne skille mellom konkurransenivåene (Mohr et al., 2003), men også i mellom ligaene i fotballverden (Bradley et al., 2009). Den engelske fotballen observert lengre løpsdistanse på høy hastighetsintensiteter (Bradley et al., 2009) sammenlignet med dansk (Mohr et al., 2003). Forskjellene i observasjonene kan bli begrunnet med ulik bruk av kampanalyseverktøy og ulike spillestiler (Bradley et al., 2009). Fotballens utvikling vil hovedsakelig komme av økningen i høy intensitetsarbeid gjort av spillerne. To like kampanalyser fra dansk fotball fra ulike tiår ble sammenlignet med hverandre, og man kunne se en 28 % økning av total distanse med høy intensitetsløp (≥ 18 km/t) mellom sub-elite og elite utøvere, uten å vise endring i totale løpsdistanse (Mohr et al., 2003; Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991). Moderne toppspillere kompensere den økte hastighetsløpingen med å øke den prosensive aktiviteten på de laverste intensitetene (≤ 6 km/t). Nyere kampanalyse som bruker annen analysemetode (GPS vs ProZone) kan i større grad observere akselerasjonsprofilen til fotballspillere med den nye teknologien og kan avdekke rollespesifikke begrensninger og taktiske spillestiler kan være noen av de medvirkende årsakene til variasjoner i kampdata (Varley & Aughey, 2013). I et nylig publisert longitudinelt tverrsnittstudie, har de analysert endringer i resultatene på to anaerobe tester (40 m sprint og CMJ) over en 15års periode i norsk herre fotball. På bakgrunn av testresultater fra 939 norske fotballspillere i alle aldre (16-37år) og fra et bredt konkurransenivå (5.divisjons/junior fotball til senior landslagsnivå), kunne de rapportere en gjennomsnittlig økning på 1.4 % i akselerasjonshastigheten (0-20m) og maksimal topphastighet (20-40m) i perioden 1995-99 til 2006-10. I studie fant en også signifikante forskjeller i 0-20m hurtigheten mellom konkurransenivåene ($p < 0.05$) og spillerposisjoner ($p < 0.01$) innen for den

samme epoken (Haugen et al., 2013), men fant ingen endring i svikthopp prestasjonen (CMJ) (Haugen et al., 2013).

1.1.3 Lav intensitets arbeid og analyse utstyr

Størsteparten av tiden (ca. 90 %) under fotballkamper er spillere stillestående (5.6 %) eller beveger seg med lavere intensiteter (85.4 %, <14.3 km/t), som gange (59.3 %) og jogg (26.1 %) (Bradley et al., 2009). Studier viser en lavere prosentvis fordeling av intensitetsaktivitetene, som stående (0km/t, 19,5 %), gange (6 km/t, 41.8 %), jogg (8 km/t, 16.7 %) og moderat løp (12 km/t, 9.5 %) (Mohr et al., 2003), som kan komme av en høyere hastighetsgrense for løpsaktivitetene enn tidligere (høy hastighetsløp før: 18 km/t vs. nå: 19.8 km/t). Lignende analysestudier viste til 40.4 % i gange, 16.7 % i jogg og 17.1 % i moderat løp, totalt 74,2 % i lavere løpsintensiteter (Bangsbo et al., 1991). Dette vil indikere en stor andel av energiomsetningen vil derfor komme fra den aerobe metabolismen (Mohr, Krusturp, & Bangsbo, 2005). Den maksimale aerobe kapasiteten (VO₂maks) ligger på 62-64 VO₂^{maks} (mL/kg/min) og vil ikke variere mellom junior og senior elite fotballspillere (Tonnessen, Hem, Leirstein, Haugen, & Seiler, 2013). Målinger av hjertefrekvens (HF)- og kroppstemperatur har estimert at gjennomsnittlig oksygen-opptak under fotballkamp vil ligge på ca.70 % av maksimalt oksygenopptak hos elitespillere (Bangsbo, Mohr, & Krusturp, 2006). Sammenlignet med ett kontinuerlig arbeid vil gjennomsnittlig kampbelastningen utgjøre ca.60-75 % av maksimalt oksygenopptak og gjennomsnittlig hjertefrekvens på 70-90 % av maksimal HF (Glaister, 2005). Fotballens relativt høye arbeidsbelastning i forhold til totalt tilbakelagt løpsdistanse, kan forklares med fotballens varierende arbeidsmønster, hyppige vekslinger mellom løpsintensitetene og stor variasjon i bevegelsesaktiviteter (stående, gående, jogg, moderat løp, raske løp og sprint) med og uten ball (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007; Bloomfield et al., 2007). Fotballens naturlige pausevarighet mellom 2-3sek arbeidsperiodene er relativt lange (ca. 70sek) (Bradley et al., 2009) og gjør at det kan stilles små krav til VO₂maks kapasiteten, men det er også observert kortere pausevarigheter mellom sprintene (Vigne et al., 2010). Den aerobe kapasiteten vil være viktigere i gjenoppbyggingen av anaerobe energilagre mellom høy intensitetsarbeidet (Glaister, 2005). Det er observert en sammenheng mellom repeterte sprint prestasjonen og et raskere fall i VO₂kinetikk (Rampinini et al., 2009). Det kan derfor virke ut som om aerobe egenskaper vil være viktig i raskere restitusjon mellom høy intensitetsarbeidene i fotball (Bishop, Girard, & Mendez-Villanueva, 2011; Rampinini et al., 2009). Fotballens intervallpreget arbeidsmønster gjør at kampaktiviteten kan bli delt inn i to, en for lav- og en for høy-intensitetsløp (Glaister, 2005). Det er også observert en stor variasjon i løp med høy-intensitet, som moderat løp, rask løp og

sprint. Dette utgjør omtrent 10 % av den totale løpsaktiviteten under fotballkamper (Bradley et al., 2009). Det er en stor variasjon mellom definisjonene på løpshastighetene som blir utført under kamp, spesielt ved tanke på høy-intensitetsløpene. Godkjente sprintløp har variert fra >19 km/t (Vigne et al., 2010) til 30 km/t (Mohr et al., 2003; Bangsbo et al., 1991). I den øverste definisjonen ville kun ett fåtall av yngre (14.5 ± 1.3 år) utøvere fått godkjent et sprintløp (Buchheit, Simpson, & Mendez-Villanueva, 2013). Bedre utstyr og standardisering av analyseteknologi (*GPS, ProZone, AMISCO*) gjør det lettere å fange opp flere deler av spillernes bevegelsesrepertoar og å sammenligne kampdata. Nyere kampanalyser har ført til flere løpshastighetsinndelinger, spesielt innenfor høyere løpshastigheter som blir ansett som den viktigste fysiske egenskapen i kampprestasjonen (Mohr et al., 2005; Bradley et al., 2009).

1.1.4 Høyhastighetsløp

Høyintensitetsløp, som inkluderer sprint og høy-hastighetsløp, under kamp er den løpsaktiviteten som skiller seriesystem og divisjoner fra hverandre. Det ser derimot ikke ut til å være det som skiller mellom lagene på samme internasjonale konkurransenivå (Rampinini et al., 2009; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisloff, 2009; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009). Høy intensitetsløpene har i tillegg vist å kunne skille mellom spillerposisjoner (Mohr et al., 2003; Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2012). Derimot har også blitt funnet ingen konkurransenivå skille i mellom de to øverst divisjonene i England og blir forklart med et større teknisk, taktiske og mentale krav på det ypperste nivå (Di Salvo et al., 2012). Høyintensitetsløpene kan bli delt inn i løping (14.5-19.8 km), hurtigløp (19.9-25.2km/t) og sprint (>25.2km/t) og kan utgjøre totale løpsdistanser på ca.1700-1900m, ca. 600-800m og ca. 200-300m hos elitespillere (Di Salvo et al., 2012). I Mohr et al. (2003) sin kampanalyser mellom to konkurransenivåer fant de at elite gruppen utførte 5 % lengre (10.86 ± 0.18 km vs. 10.33 ± 0.26) total løpsdistanse, 28 % lengre høy-intensitetsløp (2.43 ± 0.14 km vs. 1.90 ± 0.12 km) og 58 % lengre sprintløpsdistanse (0.65 ± 0.06 km vs. 0.41 ± 0.03 km) enn sub-elite gruppen. Forskjellen mellom konkurransenivåene ble forklart med en raskere utmattelse av spillere i den lavere divisjonen, hvor gjennomføringen av et stort antall sprinter og høyintensitetsløp vil øke sjansen for utmattelse og muskeltrøtthet (Mohr et al., 2003). Det er godt dokumentert at utmattelse forekommer under fotballkamp, spesielt i de siste 15min i hver omgang (Bradley et al., 2009; Vigne et al., 2010). Det har vært en økning i strekkskader i de mest aktive sprint-musklene (hamstring- og adduktormusklene) hos profesjonelle spillere, spesielt under konkurranse- og forberedelsesperioden, der kampbelastningen og treningsbelastningen er størst (Hagglund, Walden, & Ekstrand, 2013). Dette ble observert å ha en sammenheng med den store økningen i strekkskader og økningen av antall utførte

maksimal løp og maksimal løpshurtighet hos fotballspillere (Hagglund et al., 2013). I tillegg ble det observert en høyere kampintensitet og en endring av kamptaktikk på hjemme/borte kamper ville øke risikoen for skader i hamstring- og adduktormusklene og dette ville bli påvirket av de posisjonsspesifikke kravene til høy-hastighetsløp under kamp (Hagglund, Walden, & Ekstrand, 2009; Hagglund et al., 2013).

Den fysiske løpsprestasjonen vil ikke alene være avgjørende for en utespillers kampprestasjon. Nyere studie har avdekket at det er minimale forskjell mellom konkurransenivåene i alle de observerte løpsaktivitetene (Di Salvo et al., 2012). I motsetning til mange andre kampstudier, fant dette studie en liten størrelsesforskjell (Effekt størrelse (E.S.(d))<0.2-0.6) i den totale løpsdistansen på høy-intensitetsløp fra spillere i den nest øverste divisjonen vs. toppdivisjonen (Di Salvo et al., 2012). I samsvar med disse resultatene har et lignende studie sammenlignet løpsdata mellom fotballag ut ifra deres tabellplasseringene (topp (n=5), midt (n=10) og bunn (n=5)) fra den engelske toppdivisjonen (Di Salvo et al., 2009). Bunnlagene tilbakela betydelig ($P<0.05$) lengre total løpsdistanse på høy løpsintensitet (>19.8 km/t) og sprint (>25.2 km/t) enn topplagene (B:919 \pm 128m vs. T:885 \pm 113m og B:234 \pm 53m vs. T:222 \pm 41m). Det ble også observert at bunnlagene tilbakela en lengre distanse med høyintensitetsløp når motstanderlaget hadde ballinnhav (*ball possession*) vs. topplagene (467 \pm 72m vs. 422 \pm 65m). Derimot ble det ikke observert noen forskjell ved utførelsen av høyintensitetsløp med ballinnhav i laget mellom bunn- og topplagene (401 \pm 94m vs. 406 \pm 82m). Dette kan indikere en mulig grense for den fysiske innvirkningen på kampprestasjonen, før tekniske og taktiske egenskaper vil være mer avgjørende (Di Salvo et al., 2009; Di Salvo et al., 2012). Kampanalyser har vist en synkende målenøyaktighet ved økende løpehastighetsmålinger og dette vil derfor kunne forklare noe av variasjonen som blir funnet i de øvre løpshastighetene, i tillegg til observerte kamp til kamp variasjoner (Rampinini et al., 2007).

Bunnlagene som ble funnet å løpe en totalt lengre distanse med høy intensitetsløp sammenlignet med topplagene (Di Salvo et al., 2009), vil sannsynlig utvikle en større muskulær trøtthet/utmattelse tidligere i fotballkampen. Et stort antall av høy intensitetsløp og stor total tilbakelagt distanse, kan redusere kampprestasjon på grunn av stort et stort væsketap (ved svette) og raskere reduksjon av glukogenlagrene (Bangsbo et al., 2006). Et stort væsketap kan redusere den fysiske prestasjonen under en fotballkamp (Krustrup et al., 2006). Fall i konsentrasjonsevnen kan komme av væsketapet og ved økt utmattelse, slik at enkle oppgaver vil bli vanskelige å utføre (Krustrup et al., 2006). Utmattete fotballspillere kan også redusere kampprestasjonen ved at de gjør dårligere taktiske valg og utføre tekniske oppgaver på en mindre effektiv måte. Dårlig ballbehandling og dårlige taktiske valg kan resultere i balltap, et

mindre antall balltap kan derfor være en av suksessfaktor i fotball (Di Salvo et al., 2012; Di Salvo et al., 2009).

I den moderne fotballen stilles det stadig større krav til hurtighet (Haugen et al., 2013), men også evnen til å utføre repeterte maksimale/sub-maksimale løp med korte pauser under fotballkamper (Bradley et al., 2009). Total tilbakelagt sprintdistanse under en fotballkamp vil i mange tilfeller gjenspeile kamp-prestasjonen og kampresultatet (Faude et al., 2012). Når de fysiske kampprestasjonene er tilnærmet like, vil de tekniske og taktiske valgene til spillere være mer avgjørende for kampprestasjonen og tabellplasseringer i seriesystemet (Di Salvo et al., 2012; Di Salvo et al., 2009). Akselerasjonshurtighet (0-20m) og toppfarten (20-40m) er vist å skille mellom de øverste divisjonene i Norge (Haugen et al., 2013). Det er også observert en rollespesifikk akselerasjonshurtighet (0-20m) mellom ulike spillerposisjoner, der angreppspillere var hurtigere ($P < 0.01$) enn forsvarspillere (1.4 %, $d=0.5$), midtbanespillere (2.5 %, $d=0.8$) og keepere (3.2 %, $d=1.0$) (Haugen et al., 2013). Selv hos yngre fotballspillere er det observert hurtighetsforskjeller mellom ulike nivåer (Stroyer, Hansen, & Klausen, 2004). Det er observert en kumulativ utvikling i total løpsdistanse med høyintensitetsløp ved økende alder blant fotballspillere. (Markovic & Mikulic, 2011) så i sin studie på aldersutviklingen i fotball i forhold til den totale løpsdistansen som ble utført med høy intensitetsløp. De sammenlignet Yo-Yo IR1 test resultatene fra 106 unge fotballspillere i ulik alder (12-18 år) og fra samme fotballklubb. Studiet kunne vise til en økt høy-intensitetsløpskapasitet relatert til alder (Markovic & Mikulic, 2011), noe som indikerer en økende grad av hurtighet og evnen til å gjennomføre repeterte høy-intensitetsløp når man blir eldre. Yo-Yo IR1 er en valid og reliabel test og har vist å ha en sterk korrelasjon til totalt tilbakelagt høy intensitetsløpsdistanse utført under kamp og prestasjonen under en fotballkamp (Bangsbo, Iaia, & Krusturp, 2008; Krusturp et al., 2003).

1.1.5 Oppsummering

I den moderne fotballen stilles det stadig større krav til hurtighet (Haugen et al., 2013). Samtidig så er lineære sprinter funnet å være den mest dominerende eksplosive bevegelsen før og under en avgjørende scoringssituasjon i toppfotball og vil i større grad bidra til mål enn retningsforandring, hopp og vendinger (Faude et al., 2012). I tillegg vil den repeterte sprintevnen med korte pauser kunne bidra med bedre fotballkampprestasjon. Total tilbakelagt sprintdistanse under en fotballkamp vil i mange tilfeller gjenspeile kamp-prestasjonen og kampresultatet (Faude et al., 2012). Når de fysiske kampprestasjonene er tilnærmet like, vil de tekniske og taktiske egenskapene bli viktigere for kampresultatet (Di Salvo et al., 2012; Di Salvo et al., 2009). Akselerasjonshurtighet (0-20m) og toppfarten (20-40m) skiller mellom de øverste

divisjonene i Norge (Haugen et al., 2013). Det er også observert en rollespesifikk akselerasjonshurtighet (0-20m) mellom ulike spillerposisjoner, der angrepspillere var hurtigere ($p < 0.01$) enn forsvarspillere (1.4 %, $d=0.5$), midtbanespillere (2.5 %, $d=0.8$) og keepere (3.2 %, $d=1.0$) (Haugen et al., 2013). Selv hos yngre fotballspillere er hurtighetsforskjeller observert mellom ulike nivåer (Stroyer et al., 2004). (Bangsbo et al., 2008; Krusturp et al., 2003).

3. Spesifikk lineær hurtighet i fotball

1.1.6 Innledning

Fotball er en åpen idrett, der mange kampsituasjoner blir løst med rask improvisasjon og dette vil kunne forklare de store bevegelsesmønstrene observert i tidligere kampanalyser (Rienzi et al., 2000). Men som alle andre ballidretter, vil det finnes enkelte bevegelser som blir oftere repetert. Målet vil derfor å bedre noen av disse gjentakende bevegelsesmønstre for å bedre prestasjonen i idretten. Lineære korte sprinter er en av disse gjentakende bevegelsene i fotball (Faude et al., 2012) Av de mange utførte retningsforandringer under kamp (Rienzi et al., 2000), vil det være svært viktig for fotballspillere å kunne komme så raskt opp i maksimal løpshastighet (akselerasjon) og raskt bremse ned for å utføre en ny retningsforandring (deakselerasjon) i fotball. Maksimal kraftutvikling over kort tidsperiode («*power*») er en viktig del av kampprestasjonen i fotball. Svikthopp har vist en sterk korrelasjon til rask kraftutviklingsevnen, der tradisjonell styrketrening (2-3serier, 10-12rep 80- 90 % av maksimalt styrke) har vist å gi stor forbedring i svikthopphøyden hos fotballspillere. Det er få likhetstrekk mellom tradisjonell styrke bevegelser og fotball som gjør det vanskelig å se sammenheng med forbedring av kampprestasjonen. Svikthopphøyden og korte løpshurtigheter har ikke funnet å ha noen god koorelasjon (Lockie, Murphy, Knight, & Janse de Jonge, 2011; Haugen et al., 2013; Haugen et al., 2013)). Tilføring av spesifikke bevegelser med vektmotstand vil være gunstig for kraftutviklingen i viktige fotballbevegelser. Maksimal kraftutviklingen og den relative kraftutviklingen vil begge utgjøre en viktig rolle i akselerasjonshurtigheten for ballspillutøvere. (Lockie, Murphy, Schultz, Knight, & Janse de Jonge, 2012). Det å prøve å øke fotballspilleres eksplosiviteten i underkroppen vil kunne gi økt kampprestasjonen.

I dagens fotballkamp på toppnivå kan totalt gjennomsnittlige antall sprinter ligge på 41 (± 17), der spesifikke spillerposisjoner utfører betydelig flere sprinter og av ulik karakter (Di Salvo et al., 2012). Mange av akselerasjonene i fotball vil ikke være lange nok til å komme opp til sprint hastigheter ($> 25,2$ km/t) og korte eksplosive bevegelser over kort avstand < 5 m, vil forekomme mest i de sentrale posisjonene der det er korte avstander mellom spillere og spillere ofte blir

satt til en balanserende og kreativ spillerrolle. Dette er derfor motsetninger til yter posisjonene (langs sidelinjen), som vil ha enklere forutsetninger for å komme opp i maksimale sprinthastigheter ved å ha viktig rolle i hurtig angrepsspill og innlegg- og scoringsposisjoner foran motstanderens mål. På bakgrunn for disse posisjonsspesifikke kravene delte (Di Salvo et al., 2009) sprintaktiviteten inn i to kategorier, den ene sprint typen var «*Explosiv*» sprint, som bestod av eksplosive akselerasjon som hadde en varighet under (<) 0.5 sek, den andre er «*Leading*» sprint, som bestod av en gradvis økende hastighet, med varighet over (>) 0.5 sek. Det er funnet at ca.25-30 % av alle observerte sprinter er eksplosive, mens ca.70-75 % er gradvis økende sprinter (Di Salvo et al., 2009; Di Salvo et al., 2010). Eksplosive sprinter(< 0.5 sek i 25.1km/t løpshastighet) ble forklart å være relatert til ett defensivt arbeid, som en reaksjon fra motstanderens spill(Di Salvo et al., 2009). På en annen side ble ledende sprinter (>0.5s i 25.1km/t løpshastighet) hovedsakelig blir utført under angrepsspillet, som en følge av selvvalgte relasjonelle bevegelser mellom medspillere og spillerposisjoner(Di Salvo et al., 2009; Di Salvo et al., 2012). Sprinthastighet prestasjonen er koblet til stegfrekvens og steglenger (Lockie et al., 2011)

1.1.7 Maksimal løpshurtighet

Det er veldig sjeldent at en fotballspiller kommer opp i maksimal løpshurtighet under en kamp, pga den raske vekslingen i retningsforandringer (Vigne et al., 2010). Det ser ut til at maksimal løpshurtigheten har en større rolle i kant/ving og angrepspillere og backer enn sentral midtbanespiller og forsvarspillere (Buchheit et al., 2013; Bradley et al., 2009). Yngre fotballutøvere (14.5 ±1.3 år) har vist å kunne oppnå en maksimal løpshastighet mellom 23-32 km/t (Buchheit et al., 2013). Maksimale topphastigheten ville hovedsakelig bli forbedret underveis i fotballeposongen for yngre spillere (Buchheit et al., 2013), uten sprint spesifikk trening. Ved bruk av kampanalyseprogram, kunne man måle mellom 26-28 km/t som den maksimale kamphastigheten hos profesjonelle senior spillere. Viktigheten av den maksimale løpshurtigheten i fotball må derfor undersøkes videre. Fotballspillere ser bare ut til å trenge 20-30m akselerasjonsdistanse for å oppnå maksimal løpshastighet fra en stillestående posisjon (Haugen et al., 2013). I en studie (Di Salvo et al., 2010) der de så på fordelingen sprintdistansene under en fotballkamp, var det klart overvekt av utførte korte sprint distanser(≤10m) vs. lengre sprinter (>10m). Samme studie viste også signifikante forskjeller i mellom spillerposisjoner og utførte sprint distanser. Over halvparten av sentral midtbanespilleres sprinter var utført på svært korte avstander (0-5m), mens bare ca.10 % av totalt antall sprinter var over lengre distanse (>15.1m).

I dagens fotball, utgjør sprinter ca. 1-9 % av den totalt tilbakelagte distansen i kamp (Di Salvo et al., 2010; Vigne et al., 2010). Selv om sprint utgjør en liten prosentvis-del av totale kampaktiviteten, regnes sprint sammen med høy intensitetsløp som de viktigste løpsaktivitetene under en fotballkamp (Di Salvo et al., 2010) og kan bety en stor del for sluttresultatene i fotballkamper (Stroyer et al., 2004). I en gjennomsnittlig fotballkamp kan spillere utføre mellom 20 til 60 antall sprinter og tilbakelegge 700- 1000m total sprintdistanse (Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005). Gjennomsnittlig sprint vil være over 10-20m og 2-3 sek varighet, med stor variasjon i pausevarigheten der størsteparten ville være mellom korte (<20 sek) eller relativt lange pauser (>121 sek) (Spencer et al., 2005). Sprintløpene har vist seg å være en av skillene mellom konkurransenivåene (Mohr et al., 2003), men også tekniske kvaliteter, som eksempel ballbehandling, og taktiske valg vil kunne skille toppnivåene i fotball (Di Salvo et al., 2012). Eksplosive (power) bevegelser som maksimal sprint, retningsforandring og hopp er derfor viktig for fotballprestasjonen (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Derfor er det viktig at trenere/spillere fokuserer på dette i forberedelsesperioden ved siden av den spesifikke fotball treningen.

I studie til (Faude et al., 2012) så de etter hvilke bevegelser som var mest fremtredende før målscoringer under 2.omgang i tysk elitedivisjon ved bruk av videoanalyse. De observerte at 86 % (298 av 360 mål) av totalt alle scoringene inneholdt minimum en eksplosiv bevegelse i forkant av scoringen, hos både tilretteleggeren og målscoreren. I tillegg fant studie ut at rett-frem-sprinter er den hyppigst utførte bevegelsen rett før hos målskårerne og tilretteleggerne gjennomførte høy intensitetsløp med ball rett før scoringssituasjoner ($p < 0.001$, hos begge). Dette bekrefter bare viktigheten av spesifikk hurtighetstrening med og uten ball, kan være svært avgjørende for kampresultatet og kampprestasjonen.

1.1.8 Repeterte sprinter

Evnen til å gjenta sprinter vil øke kampprestasjonen til fotballspillere. Sprint varigheten under fotballkamp varierer, så vil også lengden av restitusjonsperioden i mellom sprintene også variere. Nylig studie (Bradley et al., 2009) i kampaktivitets på toppspillere i Europa har vist at spillere har en gjennomsnittlig restitusjonsvarighet mellom hver svært høy intensitetsløp (<19.8 km/t) bolk er på 72 sek, samtidig var det en tendens til kortere pauser i 1.omgang vs. 2.omgang (67 sek vs. 77 sek). Studiet viste også en posisjonsspesifikk variasjon i pausevarighet mellom høy intensitetsløp, der sentral midtbane- og ving/kantspillere hadde signifikant ($p < 0.05$) kortere restitusjonsperiode (62 ± 19 sek og 51 ± 16 sek) i forhold angripere, sidebacker og midtstopperer (73 ± 22 sek, 74 ± 23 sek og 101 ± 15 sek). Spillernes løpeaktiviteter og

prestasjon under kamp vil gradvis reduseres utover spilleomgangen i fotball. En reduksjon i løpedistanse er tydelig observert utover hver omgang og blir ennå tydeligere utover i 2.omgang (Bradley et al., 2009). Dette ser ut til å komme av muskeltrøtthet hos utøverne (Mohr et al., 2005). Det er derfor viktig at fotballspillere reduserer eller hindrer dette prestasjonsfallet under konkurranse i størst mulig grad. Idrettsspesifikk trening i konkurranselike intensiteter ser ut til å være den beste måten opprettholde eller forbedre prestasjonen i fotball (Bishop et al., 2011).

Fotballspillere utfører en rekke intensive aksjoner i løpet av en kamp (Mohr et al., 2003; Di Salvo et al., 2012). Dette gjør at fotballbevegelser ofte blir utført eksplosivt og i sammenheng med relasjoner til andre spillere (med- og motspillere) på fotballbanen. Den maksimale akselerasjonshurtighet blir ansett som den viktigste av løpsaktivitetene og består av korte sprintdistanser på 5-20m (Bradley et al., 2009), men i mange fotballkamp kan sprintdistansen være lengre (>20 m) (Andrzejewski, Chmura, Pluta, Strzelczyk, & Kasprzak, 2012) og stille krav til spillernes maksimal løpshastighet (20-40m). Mange løpsdueller i fotball kan bli vunnet på god fotballforståelse, men noen ganger havner spillerne på etterskudd av kampsituasjoner og spillerens maksimale løpshurtigheten er det eneste som vil telle for å vinne komme seirende ut av løpsduellen. Den gjennomsnittlige kampintensiteten vil øke gradvis mellom konkurransenivåer (Mohr et al., 2003), som gjør at maksimal løpshurtighet (akselerasjon og toppfart) vil bli stadig viktigere for kampprestasjonen.

Støttene studie (Stroyer et al., 2004) fokuserte på den fysiske kapasiteten under kamp til yngre fotballspillere før (12 år) og etter puberteten (14 år), fant de kun en signifikant forskjell i antall hopp mellom gruppene i *time motion* analysen under kamp. Normaliserte kampdata observert en lengre tid i høyere intensitetssone hos eldre elite enn yngre elite spillere (43 % vs. 39.2 %). I tillegg, viser elitespillere posisjonsspesifikke og individuelle krav til løpshurtighet og fotballspesifikk utholdenhet (Bradley et al., 2009; Vigne et al., 2010). Lagets spillestil vil også påvirke de individuelle kravene til løpshurtighet (Varley & Aughey, 2013). På unge spillere er det observert en økning av maksimale løpshurtigheten utover fotballs sesongen, som også ville påvirke arbeidsintensiteten under kampene (Buchheit, Simpson, & Mendez-Villanueva, 2012).

1.1.9 Yngre og sprint

Dårlig fysisk form virker ikke å hemme løpsprestasjonen direkte, men kan øke de relative løpsbelastings-kravene under fotballkamp (Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, & Bourdon, 2013). Dette kan være med å forklare noen av de individuelle forskjellene i muskeltrøtthet observert i kampanalyser mellom ulike spillere og spillerposisjon (Buchheit et al., 2013). Lav

løpshurtighet kan føre til raskere utmattelse under fotballkamper. I en studie på unge elite fotballspillere (16.7 ±0.7 år) der de målte maksimal 40-m hurtigheten, ønsket de å se på de relative verdiene i intensitetsarbeidet mellom en rask spiller vs. langsom spiller på de samme løpshastighetene under en kamp (Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola, & Bourdon, 2011). De kunne observere at de tregeste midtstopperne så ut til å måtte arbeide med ca.5 % (89 % vs. 84 %) høyere intensitet enn raskeste midtstopperne ved nesten like løpshastigheter (29.5 km/t vs. 27.7 km/t)

Kampaktivitetene måler ikke nødvendigvis den maksimale kapasiteten til en spiller når det gjelder løpskapasitet, spesielt på internasjonalt nivå (Di Salvo et al., 2012). Derimot kan den bli målt ved valide og reliable fysiske tester i ett testbatteri. Målinger av relative løpehastigheter under kamper er egentlig nødvendig for å måle korrekte kampbelastninger og skal gi helt korrekte løpedata, men mangler i dagens kampaktivitets analyse system (Di Salvo et al., 2012). Det vil si at hurtigere spillere vil kunne arbeide på et lavere relativt intensitetsnivå enn langsommere spillere i den samme målte løpshastigheten under kamp, der langsommere spillere kan raskere utvikle muskeltrøtthet i den aktive muskulaturen og redusere konsentrasjonen, som indirekte kan gi økning av taktiske- og tekniske feil under kamper (Di Salvo et al., 2012). Det å forbedre hurtigheten og RSA kan derfor kunne positivt påvirke kampprestasjonen på andre måter.

I en «*time-motion*» analyse studie på sprintløp under kamp mellom ulike alderstrinn i fotball (U13,U14,U15,U16,U17 og U18), fant de en høyere frekvens av sprint-sekvenser hos de yngre og et redusert antall sprinter ved økende alder (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, & Bourdon, 2010). Forskjellene kan forklares med ulike spilleregelverk i mellom aldersgruppene («*rolling substitutions*» og ulike spilleomgang varighet) (Buchheit et al., 2010). Det så derimot ut som om det var en sammenheng mellom spilletid og antall sprint meter (Buchheit et al., 2010).

3.1. Akselerasjonshurtigheten og maksimalhurtighet i fotball

Akselerasjonshurtigheten (0-20m) blir regnet som den aller viktigste av løpshurtighetene i fotball (Varley & Aughey, 2013). Akselerasjonsutviklingen (m/s^2) er størst under de første meterne (0-10m) ved en maksimal lineær sprint og vil avta ettersom løpshastigheten øker (Enoksen, 1988). Under fotballkamp ved er den gjennomsnittlig totale sprint distanse på 200-250m, men med store individuelle og posisjonsspesifikke forskjeller blant topp internasjonale spillere (Bradley et al., 2009). Lignende studie der de observerte sprintløpene fra 58 lag i de to største cupene (Champions League og UEFA cup), fant de en gjennomsnittlig totale

sprintdistansen på 205 ±108 m. Av den totale sprintdistansen ble 75 % utført mellom 0-10m, 19,2 % ble utført i mellom 10.1-20m og 5.8 % var over 20m distanse (Di Salvo et al., 2010). Kamptall fra (Bradley et al., 2009) viste samme tendens der gjennomsnittlige sprintløpsdistansen (>25.1 km/t) lå på over 7meter. Ved en maksimal 40-m sprint hos fotballspillere, vil akselerasjonshurtigheten utgjøre den første delen av løpet (0-20m) og maksimal løpshurtighet vil bli nådd etter dette (20-40m) (Haugen et al., 2013). Målemetoden (ProZone) brukt i slike kampanalyser har vist god reliabilitet i måling av alle løpsintensitetene (CV < 3.5 %) (Bradley et al., 2009). I en nylig kampanalyse studie fra 10 UEFA cup kamper (Andrzejewski et al., 2012), var fordelingen av total antall sprintløp (>24 km/t) på 7 % (±9), 48 % (±16) og 45 % (±17) i følgende 0-10m, 10.1-20m og >20m løpedistansene. De varierende resultatene kan komme av ulike målemetoder, ulike fotballag, ulik turneringsform og lagets kamptaktikk (Varley & Aughey, 2013).

3.2. Repetert hurtighet-utholdende hurtighet i fotball

Internasjonal fotball vil bestå av hurtig gjentakelse av sprinter, og vil derfor stille store krav til repetert sprint evnen (RSA). Repetert sprint evnen er en kompleks treningsform og stiller krav til hurtighet og spesifikk utholdenhet, som er avhengig av både metabolske og neurale faktorer (Bishop et al., 2011). RSA er en idrettsspesifikk egenskap som ikke har vist en god korrelasjon med andre utholdenhetstester (YoYo IR tester), og bør derfor inkluderes i tillegg til andre spesifikke utholdenhetstester i ett testbatteri (Spencer et al., 2005). Kravene til den repeterte sprint evnen (RSA) for en fotballspiller varierer fra spillerposisjon og nivå (Di Salvo et al., 2010; Bradley, Di, Peart, Olsen, & Sheldon, 2010), men også etter alder (Buchheit et al., 2010). I tillegg til alle disse faktorene kan også spillernes varighet i spilletid påvirke RSA prestasjonen/kapasiteten (Buchheit et al., 2010). Støttende til dette har en gjennomsnittlig lavere pausevarighet mellom >19 km/t løpehastigheter blitt observert fra første omgang (67 sek) til andre omgang (77 sek) (Bradley et al., 2009). I kamp er det funnet at i 90 % av kamptilfellene, vil arbeid/pause ratio være på 2.2s/18s, som tilsvarer 1/8 forhold mellom arbeids- og hvileperioden (Vigne et al., 2010).

I kampanalyser er det observert en tendens til fall i løpsprestasjon, som indikerer en muskulærtrøtthet hos fotballspillere. Det vil forekomme en kort midlertidig muskeltrøtthet etter en intensiv arbeidssekvens og det vil forekomme fall i prestasjon i fysiske faktorer fra før, under og etter fotballkamp. Det er observert en økning av restitusjonstiden mellom svært høy intensitetsløp med nesten 20 % i slutten av begge spilleomgangene med og uten ball innhav (Bradley et al., 2009). Fotballspillere med ett bedre oksygen (O₂)-opptak vil kunne redusere

fallet i maksimal kraftutvikling ved repeterte sprinter med kort pausevarighet bedre enn ved spillere med lavere O₂-opptak (Bishop and Spencer, 2007). Ved at fotballspillere har ett høyt O₂-opptak, vil de kunne gjøre en større del av høyere intensitets løpsaktiviteten under en fotballkamp med aerob energiomsetning, som indirekte vil spare de alaktiske anaerobe prosessene og anaerobe glykolysen for en tidlig tømming og en utsettelse av muskulær trøtthet. Tilgjengelig kreatinfosfat er trolig den viktigste faktoren i utvikling av muskeltrøtthet ved repetert sprint arbeid (Glaister, 2005). Kreatinfosfat (CP) nedbrytningen som skjer i høy-intensitetsperiodene og blir resyntisert under lavere intensitetsperioder. Kreatin fosfat lagrene har blitt observert å falle ned til ca. 70 % av hvileverdiene etter en intensiv arbeidsperiode under en fotballkamp (Krustrup et al., 2006). På grunn av forsinkelse i biopsi-målingene og en raske resyntiseringsrate spekuleres det i om de virkelige kreatin-fosfat nivåene kan falle så mye som under 30 % av hvileverdiene etter en flere høy-intensive bolker med arbeid (Bangsbo et al., 2006), som ofte er tilfelle under fotballkamper. Muskeltrøttheten har vist en sammenheng med glukogenlagrene som en mulig begrensing under aktiviteten, det en tømming av lagrene vil redusere prestasjonen (Bangsbo et al., 2008). CP sin «*recovery*» kinetikk er ekstrem kompleks, og viser til store individuell forskjeller og store forskjeller imellom protokollene (Glaister, 2005). Med 30 sekunders pausevarighet mellom korte maksimale sprinter, vil CP kunne bidra nesten like mye like mye i adenosinfosfat (ATP) resyntiseringen som ved kun en sprint (Glaister, 2005).

Myoglobin (Mb) lagrer oksygen i blodet og er derfor en viktig del av starten på den aerobe energiomsetningen ved korte og eksplosive bevegelser (Glaister, 2005). Ved gjentagende sprinter vil hjertefrekvensen og oksygenopptaket kunne være forhøyet en stund etter det fysiske arbeidet ble utført. Dette kommer av at aerobe energiomsetnings prøver å gjenopprette det metabolske miljøet til pre-verdier, ved å resyntisering CP, etterfylle MbO₂, laktat metabolisme og fjerne akkumulert fosfat-ion (Pi) (Glaister, 2005). På grunn av den raske (<20 sek) restaurasjonen av tilgjengelig oksygen i Myoglobin, blir ikke dette sett på som en begrensende faktor for muskeltrøtthet ved repetert sprint (Glaister, 2005). Ved sammenligning av grupper som gjennomførte korte sprint og agilitytrening (<5 sek) med maksimale sprintløp på 30 sekunder, fant studiet en stor effekt størrelses forskjell mellom gruppene på RST beste tid (d=1.15), RST total tid (d=0.79) og 10-m sprint (d=1.58), der kort sprintgruppen hadde en større prestasjonsbedring enn 30sek sprintgruppen (Buchheit, Mendez-Villanueva, Quod, Quesnel, & Ahmaidi, 2010).

3.3. Posisjonsspesifikke intensitetsløp

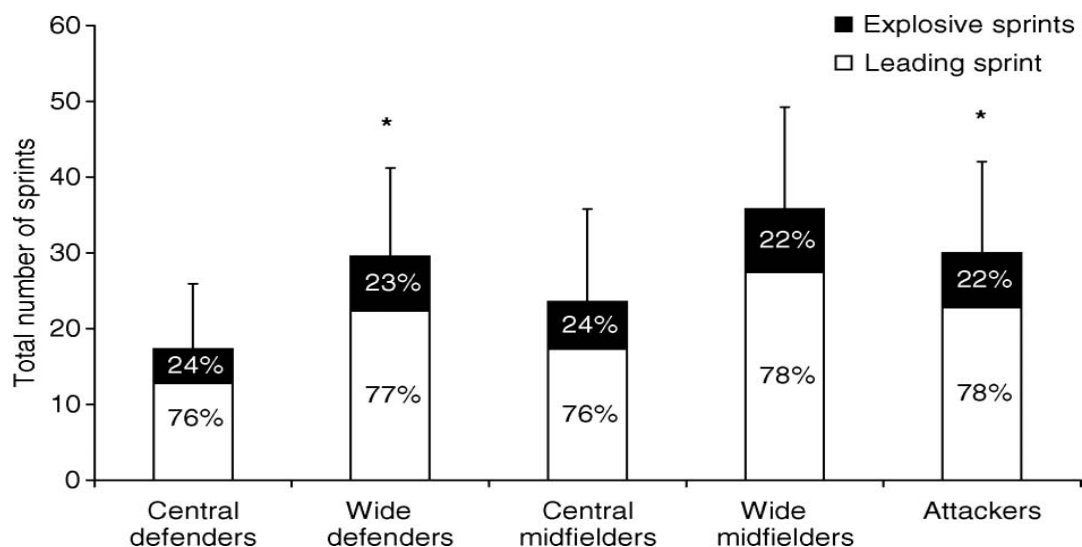
Fotball blir i mange sammenhenger sett på som en *individuell lagidrett*. Trenerne og støtteapparatet er på stadig jakt etter å forbedre hver enkelt spillers tekniske, taktiske og fysiske egenskaper, i tillegg til hele lagets potensial. En bedring av lagets og enkeltspillers egenskaper, vil dermed kunne gi bedre kampprestasjoner. Det unike med fotball og andre lagidretter, er at enkelt spillers spisskompetanse kan kompensere for andre mangler. Løpshurtighet kan være et eksempel på en viktig egenskap som kan kompensere for dårligere tekniske og taktiske ferdigheter. For å bli en topp internasjonal spiller må man ha ett høyt generelt ferdighetsnivået (teknisk, taktisk, fysiske og mentalt), både med og uten ball. Kampanalyser viser til en variasjon mellom individuelle spillere og at det er posisjonsspesifikke arbeidskrav med hensyn til fysiske, tekniske og taktiske egenskaper (Di Salvo et al., 2009; Di Salvo et al., 2012)

Totalt tilbakelagte løpsdistanse med høy intensitets (>14.4 km/t løpshastigheter) under en kamp, tilbakelegger kantspillere (3138 ±565m) den størst distanse ($p < 0.01$) i forhold til sentral midtbanespiller (2825 ±473m), back (2605 ±387m), angrepspillere (2341 ±575 m) og midtstopper (1834 ±256m) (Bradley et al., 2009). I tillegg hadde midtstopperne signifikant ($p < 0.01$) mindre løpsdistanse med høy intensitetsløp enn alle andre spillerposisjoner. Flere andre studier viser lignende fordeling av høyhastighetsløp mellom spillerposisjoner (Di Salvo et al., 2009; Di Salvo et al., 2010), men ulike løpsverdier. Ved å sammenligne spillerposisjoner høyere løpshastigheter (sprint, >25.2 km/t) vil kantspillere (346 ±115m) tilbakelegge mest, fulgt av backer (287 ±98m), angrepspillere (264 ±87m), sentral midtbanespillere (204 ±89m) og midtstopperne (152 ±50m) (Bradley et al., 2009). Tilnærmet lik rekkefølge er funnet i andre studier (Di Salvo et al., 2012). Sprint spesifikke krav er blitt observert i spillerposisjoner, der kantspillere og angrepspillere vil være de som utfører størst total distanse (Di Salvo et al., 2010). Ved en økt detaljerte fordeling av sprint distansene (sprintdistanser (0-20m), sprintvarighet, antall sprinter og pausevarighet mellom sprintene) vil man i større grad se de posisjonsspesifikke kravene til sprintbevegelser under fotballkamp ([figur 3.2.](#)) (Di Salvo et al., 2010).

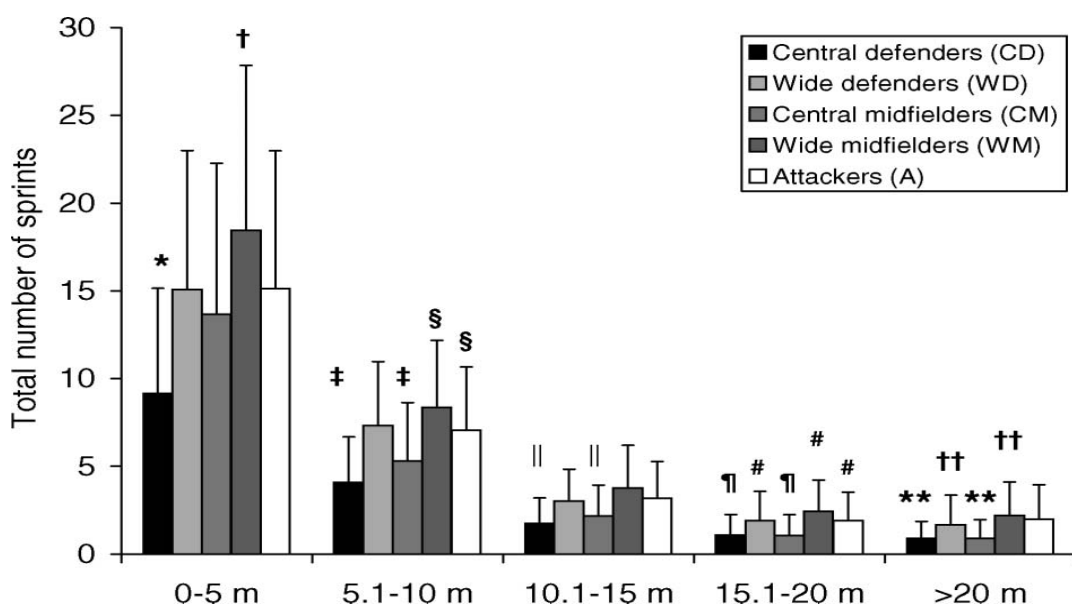
Det ble godt dokumentert at det er spesifikke arbeidskrav til ulike spillerposisjoner i fotball (Bangsbo et al., 1991; Di Salvo et al., 2010; Di Salvo et al., 2007; Rampinini et al., 2007). Det er observert at totale sprint distansen, ulike lengder på sprintdistansene og ulikt antall sprinter kan variere mellom spillerposisjoner (Di Salvo et al., 2010). Derimot, gjennomførte sentral midtbanespillere større andel korte sprinter (0-5m; 56.7 ±16.2 %, $d = 0.33 - 0.48$) og en lavere

andel lengre sprinter(15.1- 20m; $4.8 \pm 5.8 \%$, $d= 0.32-0.42$ og $>20m$; $4.1 \pm 5.2 \%$, $d= 0.34 -0.47$) enn andre spillerposisjoner (vist i [figur 3.1.](#)) (Di Salvo et al., 2010).

Høy akselerasjons- og maksimalløpshurtighet er viktige egenskaper i fotball og posisjonsspesifikke krav til løpshurtigheten vil variere ut ifra spillestil, spillerrolle, konkurransenivå og kamptaktikk. Kantspillere og sentral midtbanespillere er de som tilbakelegger den lengste løpedistansen under kamp ($p<0.01$), i forhold til andre spillerposisjonene (angrep, midtstopper og backer (Bradley et al., 2009). Samtidig så utfører kantspilleren den lengste distansen med høy intensitetsløp i forhold til alle de andre spillerposisjonene ($p<0.01$) (Bradley et al., 2009), støttende resultater er også sett hos yngre spillere (Buchheit et al., 2012). I forhold til sprint distansen var det kantspiller og back som totalt tilbakela flest meter vs. midtstopper, spiss og sentral midtbane ($p<0.01$) (Bradley et al., 2009). Ved bruk av 40-m sprint test på unge spillere (14.5 \pm 1.3 år) er det observert rollespesifikke maksimale løpshurtigheter, der spissene målte den størst gjennomsnittlige toppfart midt i sesongen (31.1 km/t, 29.7-32.5 km/t), fulgt av kantspillere (29.8 km/t, 27.1-32.4 km/t), midtstopper (29.4 km/t, 28.1-30.6 km/t), sentrale midtbanespillere (28.3 km/t, 27.6-29 km/t) og backer (27.7 km/t, 26.6-28.9 km/t) (Buchheit et al., 2012). Det ser ut til at yngre spillere har nesten de samme arbeidskravene som på seniornivå, bare med noe lavere løpshastigheter i sammenligning (Buchheit et al., 2010). De rollespesifikke egenskaper ser ut til å bli utviklet allerede ved en ung alder (Stroyer et al., 2004; Buchheit et al., 2012), der unge spillere blir spesialisert for å takle tekniske, taktiske og fysiske krav til kun en fast spillerposisjon. Posisjonsspesifikke fysiske adaptasjoner er blitt observert allerede ved 12års alder (Stroyer et al., 2004), muligens skjer disse fysiske tilpasningene ennå tidligere, spesielt hos unge utøvere i fotballakademier. Det er forskjeller i arbeidskravene mellom spillerposisjoner i fotball (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010). Posisjonsspesifikke krav kan komme av taktikk, spilleformasjon og spillestil i ett lag (Varley & Aughey, 2013), men vil også komme av treningstilpasninger fra gjentatte spesifikke løpsbelastningene under fotballkamper (Buchheit et al., 2012).



Figur 3.1 Totalt antall sprint(>25.2 km/t) gjennomført fra kamp og prosentvise (%) fordeling av Eksplosive sprinter (<0.5sek i 19.8 til >25.2km/t) eller «Leading» sprinter (>0.5sek i 19.8 til >25.2km/t) mellom spillerposisjoner (hentet fra(Di Salvo et al., 2010)).



Figur 3.2 Totalt antall sprinter (>23.5km/t) fra kampdata mellom alle spillerposisjonene (CD: Sentral midtstopper, WD: Side back, CM: Sentral midtbanespiller, WM: Kantspiller og A: Angreppspiller) i ett lag (hentet fra(Di Salvo et al., 2010))

4. Utvikling av hurtighet

Hurtighet er muskelens evne til å skape en raskest mulig forflytning av kroppen over en kortere avstand (Enoksen & Tonnessen, 2007). Akselerasjonene er definert som *“the rate of change in velocity that allows a player to reach maximum velocity in a minimum amount of time”* (Little & Williams, 2005). Den maksimale løpshastigheten ble definert som *“Maximum speed is the maximal velocity at which player can sprint”* (Little & Williams, 2005). Toppfart er utøvernes maksimale løpshurtighet og fotballspillere når deres toppfart mellom 20-40m løpsdistanse med maksimal akselerasjon fra en stillestående posisjon (Haugen et al., 2013). Det er funnet en moderat sammenheng ($r= 0.623$) mellom akselerasjons-hastighetstid (10-m test) og maksimal hastighetstid (Flying 20-m test) (Little & Williams, 2005). Den maksimale topphastigheten vil bli nådd oftere enn det vi ser i distanse- og tidsmålinger fra kampdata, siden spillere beveger seg i moderate løpshastigheter allerede før maksimale sprinter (Little & Williams, 2005).

Sprintløp er en eksplosiv (*power*) bevegelse, i likhet med både retningsforandring og spenst, der en økt power evne vil bedre den atletiske prestasjonen (Cormie et al., 2011). Alle disse kvalitetene er nært beslektet og stiller høye krav til stor kraftutvikling over kortest mulig tid (Enoksen & Tonnessen, 2007). Utøverens maksimale toppfart nås ved et hensiktsmessig forhold mellom steglengde og stegfrekvensen (Enoksen, 1988). Hurtighets-utviklingen er ett produkt av steglengden x stegfrekvens, derav steglengden er avhengig av kraftutviklingen mot underlaget og stegfrekvens av koordinasjonen i nervesystemet (Enoksen & Tonnessen, 2007). Stegfrekvensen er den mest avgjørende faktoren for sprintprestasjonen og kommer av genetiske egenskaper, derfor vil treningspåvirkningen komme av endringer i steglengden som kan bli påvirket ved sprint spesifikk trening (Enoksen & Tonnessen, 2007). Trening med sprint motstand har vis en endring i stegfrekvensen (Zafeiridis et al., 2005).

Fart (velocity) = steglengde x stegfrekvens eller «Power»/effekt = Kraft (F) x Hastighet (m/s)

(Enoksen & Tonnessen, 2007)

Sprint løpshastigheter er vanskelig å forbedre, men ved systematisk sprinttrening vil denne egenskapen bli påvirket. Systematisk styrketrening har vist forbedring løpshastigheten, men da kun forbedringer i startfasen av et sprintløp. Et 100-m sprintløp blir delt inn i; reaksjonshurtighet, akselerasjonshurtighet, maksimal løpshurtighet og utholdende hurtighet (Enoksen & Tonnessen, 2007). Hver av disse hurtighetsfasene stiller ulike krav til sprinterens fysiske og tekniske egenskaper. I fotball vil reaksjonsevnen bli stimulert igjennom synet, som er

forskjellig fra lyd stimulering i et vanlig sprintløp. Keepere er den av spillerposisjonene som stiller faktisk ett krav til rask reaksjonstid i noen kampsituasjoner, ellers vil det være posisjonsspesifikke krav til hurtighet i mellom utespillerne (Buchheit et al., 2012). Akselerasjonshurtigheten er dermed en svært viktig egenskap i fotball. Hofteladdsbøyer, kne- og ankelstrekkere er viktige akselerasjonsmuskler (Enoksen & Tonnessen, 2007), og bør derfor prioriteres treningsarbeidet hvis man ønsker å forbedre akselerasjons-hurtigheten. Derimot, bør hamstringsmuskulaturen, adduktor magnus og gluteus maximus muskelgruppene prioriteres i treningen for å bedre topphastighetsfasen (Enoksen & Tonnessen, 2007). Få andre metoder enn spesifikk sprinttrening, når de samme bevegelsesbaner og forkortningshastigheter i en muskel (Hrysonallis, 2012). Samtidig er sprintløp en meget teknisk og koordinativ bevegelse.

Pausevarigheten mellom sprintløpene vil være en avgjørende faktor i treningen for å øke maksimale løpshurtigheten. Den tradisjonelle sprinttreningbelastningen i sprint gjennomføres på 30-60m løpedistanse, 4-6repetisjoner, 1-2 serier og 4-6minutters pausevarighet mellom løpene (Enoksen & Tonnessen, 2007). (Balsom, Seger, Sjodin, & Ekblom, 1992) fant at 30sek, 60sek og 120sek passiv restitusjonsvarigheter mellom 15x 40-m sprinter ville ha alle ha en økende negativ påvirkning på utviklingen av topphastigheten (30-40m) på godt trente mannlige studenter ($n=7$, 21-33 år, $\sim 62.7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$). På en annen side fant de ingen negativ påvirket ved bruk av 60 sek og 120 sek pausevarighet på utøvere sin akselerasjonstid (0-15m) og 120 sek pausevarighet på den totale løpstiden (0-40m) mellom første til siste løp (5.58 ± 0.7 sek vs. 5.66 ± 0.6 sek). Ved korte restitusjonsperioder (30 sek) vil aktiv restitusjon, gi en bedre repetert sprint prestasjon enn passiv restitusjon (Spencer et al., 2005). Fallet i sprintprestasjonen kommer fra en rekke ulike metabolske og neuromuskulære faktorer, der ingen mekanismer alene er avgjørende for prestasjonsfallet (Girard, Mendez-Villanueva, & Bishop, 2011).

Sprintdistansen i treningsarbeidet vil i stor grad også påvirke hvilken pausevarighet en bør ha for å kunne opprettholde de maksimale sprinthastighetene ved gjentagende sprinter. (Balsom, Seger, Sjodin, & Ekblom, 1992) gjennomførte 30 sek passiv restitusjon med ulike sprintdistanser (15m, 30m og 40m) med lik total sprintdistanse (600m; 40x15-m, 20x30-m og 15x40-m) på godt trente mannlige studenter ($n=7$, 21-36 år, $\sim 62.7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$), fant de at 30sek pausevarighet er tilstrekkelig for å opprettholde løpshurtigheten i korte gjentagende sprinter (<15m). Derimot, vil lengre maksimale sprint løpsdistanser ($\geq 30\text{m}$) trenger lengre passiv restitusjonsvarighet(>30 sek) (Balsom et al., 1992).

Hurtighetstreningstiløkkene stiller store krav til full restitusjon og overskudd for å oppnå de individuelle maksimale løpshastighetene. Det kan derfor være optimalt å trene maksimal løpshurtighet i perioder der det er mindre total treningsbelastning. Hurtighetstrening i treningsperioder med stor total belastning, som forberedelsesperioden, vil ikke være optimal for å øke maksimal løpshurtighet. Snarere kan det gi en negativ utvikling av løpshurtigheten hos utøvere. Ved å tilrettelegge den totale treningsbelastningen til utøvere, slik at en forbedring av spesifikk løpshurtighet er det primære målet for en gitt treningsperioden vil en lettere øke muligheten for å nå målsetningen om å forbedre løpshurtigheten hos utøverne.

4.1. Treningsmetoder for hurtighetsutvikling

Det er viktig at treningsmetoder som kan forbedre de fysiologiske faktorer i de aktive musklene, også gjenspeiler idrettens bevegelsesmønster (Spencer et al., 2005). På den måten kan treningen stimulere til forbedring i de mest aktive musklene og i de spesifikke forkortningshastighetene i muskelen. Fotball er en idrett som er preget av intervallarbeid med sprinter og høy intensitetsløp, der det stilles høye krav til både hurtighet og utholdenhet i utøverne. Hurtighet og utholdenhet er kjent for å være motsetninger i forhold til hverandre i treningsarbeidet. Ved maksimale sprinter over 6s med 30s pauser, fant de at det er en korrelasjon mellom resyntiseringen av PCr og hvilepausene ved repetert sprint prestasjonen (Mendez-Villanueva et al. 2013). Det er kjent at anaerobe prosesser er viktig i utførelsen av enkelte sprinter, men er også minst like viktig ved repeterte sprinter.

1.1.10 Sprint-spesifikk hurtighetstrening i ballidretter

Løpstrening for å forbedre sprintprestasjonen bør inneholde spesifikk sprint trening med høy intensitet for å bedre den anaerobe kapasiteten (Bishop et al., 2011). Sprint trening kun en gang i uken over lengre treningsperiode kan bedre løpshurtigheten (Tonnessen, Shalfawi, Haugen, & Enoksen, 2011). Sprint-treningsprogram en gang i uka over 10 uker på unge elitefotballspillere (16.4±0.9 år), der de utførte 2-4 serier (10min pause) med 4-5 repetisjoner (90 sek pause) på 40-m sprinter over 10 uker, fant de en moderat treningseffekt (d=0.7-1.2) i RSA (10x40m, 1min pause; d=1.0) evne og 20-m topphastigheten (d=0.9) i forhold til kontrollgruppen. Både sprint- og kontrollgruppene viste en fremgang i sprinthastigheten, men en større fremgang i sprintgruppen. Sprinttreningen som ble utført ga en forbedring på 1 % (d=0.7) i den maksimale 40-m hurtigheten til unge elite fotballspillere (Tonnessen et al., 2011). I tillegg fant de en moderat forbedring i svikt hopphøyden (d=0.7) og i utholdenhetstesten (Beep test, d=0.6). Derimot, fant de ingen forbedring (d=0.2) i akselerasjonshurtigheten (0-

20m) til sprint gruppen ($d=0.2$). Det ble funnet 3.4 % ($d= 0.96$) fremgang i 30m sprintløp ved å kombinere både styrketrening og sprint trening over 13 uker på amatør fotballspillere.

Lignende kontroll studie med en yngre gruppe med mannlige fotballspillere (11 ± 0.5 år), der de gjennomførte to dager med 20x 10- og 20m maksimale sprintløp i uken over 12 uker, fant de ingen store endringer mellom kort sprints- og kontrollgruppen (Venturelli, Bishop, & Pettene, 2008). Begge gruppene hadde en liten fremgang i maksimale 20-m sprint (2.4 % vs. 2.2 %) og knehopp høyden (squat jump, 5.5 % vs. 2.0 %). Tvert imot, kunne studiet observere at kontrollgruppen som gjennomførte koordinasjonsprogram i treningsperioden hadde en signifikant forbedring i 20-m sprint med ball ($p<0.05$, STG: 0.2 % vs. CTG: 5.4 %) og minimal forbedring i svikhopp høyden (STG: -0.4% vs. CTG: 0.8 %) Det virke som veldig unge utøvere (<12 år) kan få mer igjen for koordinasjonstrening enn ren sprinttrening , pga. manglende eksplosivitet i den aktive muskulaturen når ikke veldig unge utøverne høye nok topphastighetene før etter puberteten (Venturelli et al., 2008). Vekstperioden kan også bidra med utvikling av hurtigheten. En kombinasjon av hurtighetstrening og koordinasjonstrening vil eventuelt kunne gi de beste treningsresultatene.

Fotball består av mange retningsforandringer og ved å tilføre dette i sprint arbeidet vil kunne gi bedringer i kampprestasjonen. På bakgrunn av dette vil det være naturlig at spesifikk sprint trening bør inneholde vendinger, for å bedre treningseffekten i forhold til kampprestasjonen. I et studie av (Ferrari et al., 2008) der de gjennomførte sprint trening ($n=13$, 3x6 40m maksimal sprint) med vendinger vs. intervall trening ($n= 13$, 4x4min: 90-95 % HFmaks, 3min aktiv hvile) på moderat trente junior fotballspillere (17.3 ± 0.6 år). Kunne de finne en bedring av aerob effekt og kapasitet i begge treningsgrupper. Studiet brukte YoYo IR test, der testresultatene har vist god sammenheng med fotballspilleres kampprestasjon, og kan skille mellom alder og nivå (Bangsbo et al., 2008). Sprintgruppen på sin side viste en større forbedring i fotballspesifikke utholdenhet og RSA enn intervallgruppen. Variasjon i resultater mellom de ulike studiene kan komme av varierende sprint treningsprotokoller, treningstilstanden til utøveren og prestasjonsvurdering fra ansatte (Ross & Leveritt, 2001). Dette understreker viktigheten av spesifisitetprinsippet i treningen for å bedre prestasjonen i selve konkurransen. Kamplike bevegelsesmønstre gir deg spesifikke stimulus på nevro-muskulær tilkobling og tilpasninger av metabolske egenskaper, som kan bedre prestasjonen på sikt (Hrysomallis, 2012). En fordel med spesifikk trening er at utøverne kjenner igjen aktiveringsmønstret og vil derfor føle en funksjonell betydning av treningen som kan gi en økt motivasjon. I tillegg vil fokusering på riktig løpsteknikk kunne gi en ytterligere treningseffekt på hurtigheten. Sprint sledetrening med slede vil derfor være under kategorien spesifikk styrketrening, der man hovedsakelig

trener styrken i de aktive underkropps-strekkmuskulaturene i sprintlike bevegelsesmønstre og forkortningshastigheter.

1.1.11 Slede-trening

Idrettsbevegelser med tilleggsbelastning, er den mest spesifikke av spesifikk treningsarbeid. Sprint trening med motstand har blitt praktisert i årrekke i friidrett, for å bedre akselerasjonshurtigheten til friidrettsutøverne. Vanligste utstyret å bruke som motstand er slede, men utstyr som fallskjerm, vektvest og strikk er også blitt tatt i bruk (West et al., 2012). Hvert enkelt utstyr har sine praktiske fordeler og ulemper. Det er derfor viktig å vurdere utstyret ut fra treningsmål (hva man ønsker å forbedre) og brukervennligheten under treningen. Hovedprinsippet med all motstand sprint er å prøve å forbedre eksplosiv kraftutviklingen og utøvers prestasjon ved å utføre idrettsbevegelser med en vektmotstand, uten at det påvirker bevegelsesmønstret (Hrysomallis, 2012). Det mangler en god dokumentasjon på hva som vil være den mest optimale motstanden i slede sprint, men det er observert at vektstimulus som reduserer løpshastigheten med ca.10 % vil gi tilstrekkelig overbelastning uten at løpsteknikken endres (Clark, Stearne, Walts, & Miller, 2010). Tidligere har Lockie, Murphy, & Spinks (2003) ved bruk av kinematiske målinger på anbefalt slede belastninger på 12.6-13 % av kroppsvekt. Uti fra hastighetsmålinger med slede på spanske mannlige sprintere kunne man se at løpshastigheter med 10 % av kroppsvekten reduserte 30-m løpstiden med 10.5 % ($89,5 \pm 3.5$ %) (Alcaraz, Palao, & Elvira, 2009). Samme studie fant også at 6 % og 15 % vektbelastninger reduserte løpstidene med 7.4 % (92.6 ± 2.7 %) og 15.4 % (84.6 ± 3.5 %). Sprintere vil ha ett velutviklet løpssteg og vil mest sannsynlig bli mindre påvirket i både løphastigheter og kinematiske endringer ved sledebelastning. Treningsbelastningen (vekt) bør derfor bli valgt ut ifra utøveres treningsstatus og løpsteknikk. Lineær sprint trening med lett motstand (<13 % av kroppsvekt) kan bli gjennomført uten at det er oppdaget kinematiske endringer av løpsmønstret (Lockie et al., 2003).



Figur 4.1 Her blir en sprint utført med sledefestet festet rundt hofte, slik som ble utført i Motstand sprintgruppen (MSG) utført i dette studiet.

Sprint trening med slede vil derfor være mer egnet for utvikling av sprinthurtigheter enn tradisjonell styrketrening. En av de grunnleggende ulempene med tradisjonell motstandstreningen vil være den vertikale bevegelsesbanen, der sprint er i horisontal retning. Det andre er at tunge vekter vil i større grad aktivere flere muskelgrupper enn sledetrening, men med lavere forkortningshastigheter. Forkortningshastigheten er en viktig del av utvikling av effekt (W , power), som vil derfor være viktig i akselerasjonshurtigheten. Tre prinsipper bør være til grunne for utvikling av effekt; 1) Likt akselerasjonsmønster som i idretten, 2) tilpasset treningsbelastning i forhold til utøverne treningsstatus og 3) Idrettslikebevegelser i strekk og forkortningssykluser (Rønnestad & Raastad, 2010). Sprint motstandstrening er å kombinere idrettsspesifikke bevegelser og idrettsspesifikk styrketrening. Sprint slede-tauing kan overstimulere at de mest aktive strekkapparat musklene i underekstremiteten under akselerasjonsfasen, slik at både muskelstyrken og det nervøse systemet har en parallell treningstilpasning. Fordelen med sprint-sledetreningen er at treningen også foregår sprint like (ett-fotsøvelse) forkortningshastigheter og muskelfiberlengder, som er vanskelig å gjenskape med vanlig styrketrening. Spesifikk trening vil gi gunstige forhold for optimalisere overføringen av elastisk energi fra den eksentriske fasen til den konsentriske i ett løpesteg (Rønnestad & Raastad, 2010). Det er kun få studier som har tatt for seg slede trening på rene mannlige treningsgrupper og det er kun en studie som har inkludert fotballspillere (Spinks, Murphy, Spinks, & Lockie, 2007), ved siden av andre ballidrettsutøvere. Derfor er det liten dokumentasjon på sprint slede treningseffekten sin påvirkning hos fotballspillere.

Treningsstudiene

Alle publiserte sledetreningsstudiene har en treningsfrekvens på 2-3 ganger i uken, der de har trent fra 6-8 uker og med en sledebelastning på 7-13 % av kroppsvekt (Hrysonmallis, 2012). Sprinttrening med motstand i form av sled (5kg) over 6-8 uker har vist å forbedre akselerasjonshastigheten (Harrison & Bourke, 2009; Zafeiridis et al., 2005), mens tradisjonell sprinttrening uten motstand ikke viste noen endringer hos aktive mosjonister (Zafeiridis et al., 2005). Nyere studie har vist en lignende fremgang over lengre sprint distanse (30m), men da med en kombinasjon av slede-trening og sprinttrening (60/40 fordeling) (West et al., 2012). Andre studier har ikke observert noen forskjeller mellom sprint og slede trening sin påvirkning på akselerasjonshurtigheten (Spinks et al., 2007).

En upublisert studie (Dahler & Enoksen, 1984), der 18 mannlige friidrettsutøvere ble trente to ganger i uken over 8 uker, ene gruppen trente med en spesialbygd isokinestisk slede som økte motstanden /friksjonen til underlaget ettersom løpehastigheten økte. Denne treningsmetoden viste seg å bedre akselerasjonshurtigheten med 3.1 % (0-5m, 1.28 ± 0.03 sek vs. 1.24 ± 0.03 sek, $d=1.33$, Stor) i slede gruppen og 1.6 % (1.22 ± 0.05 sek vs. 1.20 ± 0.05 sek, $d=0.40$, liten) sammenlignet med tradisjonell sprinttreningsgruppe (Dahler & Enoksen, 1984). De kunne vise til god reliabilitet mellom løpene i måleutstyret i de to forprøvene ($r= 0.9970$ og $r= 0.9971$, (Dahler & Enoksen, 1984)). Støttende til dette resultatet blir funnet i (Harrison & Bourke, 2009) sitt studie med 6 ukers sprinttreningsprogram med slede på unge (20.5 ± 2.8 år) mannlige rugby spillere for å se på slede-treningens adaptasjoner i løpshastighet og dynamiske styrke. Sprint treningen ble gjennomført 2 ganger per uke, ved siden av den normale rugby trening. Slede treningen bestod av 6 x 20m maksimale løp (pause på 4min mellom hvert løp) med en slede belastning på 12.6-13 % av kroppsvekten. Sprint slede gruppen ($n=8$) hadde en bedring i 0-5m tidene ($p<0.05$, Cohen's $d_z= 1.21$) i forhold til kontrollgruppen ($n=7$), det var en tendens ($p= 0.07$) til raskere tider også i 0-10m tidene, men ingen andre signifikante forskjeller i maksimale 30-m tidene. I den dynamiske styrkemålingen observerte de at start styrken («*starting strength*» fra 0-100 ms i kraftkurven) var bedre ($p= 0.004$) i intervensjonsgruppen vs. kontroll gruppen ved bruk av spesial kraft-sledemåler.

Generelle målet med motstandsløpstrening er å påvirke den eksplosive muskelstyrken positivt for å øke steglengden i akselerasjonsfasen (Delecluse, 1997), som kan virke positivt på løpehastigheten. I en studie på moderat trente menn fra ulike ballidretter, de målte blant annet fraskyvet i steget og steglengden ved en 10-m maksimal sprint etter 8 ukers sprint-sledet trening med en lett (10 % av BM, $n=11$) motstands- og tung (40 % av BM, $n=10$)

motstandsgruppe (Kawamori, Newton, Hori, & Nosaka, 2013). Her observerte de en redusert 10-m sprint tid og 5-m sprint tid hos begge motstandsgrupper (Tung: $5.0 \pm 3.5 \%$ og $5.7 \pm 5.7 \%$, Lett: $3.0 \pm 3.5 \%$ og $2.8 \pm 4.9 \%$). I de kinematiske dataene, kunne de kun se en signifikant ($p < 0.05$) endring i tung-motstandsgruppen i forhold til pre-verdiene. Deriblant, en redusert resultant impuls ($4.3 \pm 6.7 \%$), vertikal impuls ($11.5 \pm 13.7 \%$), en økning i steglengden ved start ($8.1 \pm 10.8 \%$) og økt stegfrekvens ved slutt av 10-m ($8.1 \pm 9.0 \%$). Lett motstandsgruppen viste derimot økt steglengden i siste del av 10-m sprinten (pre vs. post, $5.1 \pm 7.3 \%$, $p > 0.05$).

I en lignende studie av Spinks et al. (2007), gjennomførte de to treninger per uke over 8 uker med sprint trening med og uten slede på unge utøvere (21.8 ± 4.2 år) i ulike ballidretter. Treningen bestod av varierte sprinter over 5-20m lengde, der de gjennomførte 1-3 serier med 3-5 repetisjoner. Den totale sprint distansen i en treningsøkt lå mellom 215-340m. Studie observerte signifikante endringer ($p < 0.05$) i begge treningsgruppene i løpshastigheten, CMJ og horisontal 5 hoppstest, men fant ingen forskjell mellom treningsgruppene. Akselerasjonshurtigheten i slede gruppen hadde en fremgang på 6-8 % i løpetidene mellom 0-15m i forhold til pre-verdier, der 50 % av totale hurtighetsfremgangen var i mellom 0-5m hurtigheten. Det kan tenkes at en kombinasjon av spesifikke sprint-treningen (tradisjonell sprint trening og Sprint slede trening) vil kunne gi den beste fremgangen i hurtigheten i lagidretter. Sprint trening med slede har vist varierende treningsresultater, noe som kommer av variasjon i bruk av treningsmetoder.

Ved observasjoner av at tradisjonell sprint vil gi treningseffekter maksimale løpshastigheter og slede vil gi størst forbedring i akselerasjonshurtigheten. Da ville en kombinasjon mellom disse treningsmetodene være det som vil gi de beste totale sprintresultatene. Studie som tok for seg denne problemstillingen rekrutterte 20 profesjonelle rugby spillere som ble matchet i løpshastighet (10-m) og tilfeldig delt inn i to treningsgrupper; kombinasjonsgruppe (COM, $n=10$) bestående av både slede- (12.6 % av kroppsvekt) og tradisjonell sprint trening eller en sprint treningsgruppe (TRAD, $n=10$) (West et al., 2012). Treningsgruppene utførte to treninger i uken over en 6ukers periode. Treningen bestod av 5x3x30m sprinter med 2 min hvilepauser og 8 min seriepause med aktiv hvile, derav COM gruppen utførte 3 serier med slede og siste 2 serier uten slede. Begge treningsgruppene viste en fremgang ($p < 0.01$) i maksimal sprint hastighet over 10-m (COM: $2.43 \pm 0.67 \%$ vs. TRAD: $1.06 \pm 0.80 \%$) og 30-m ($2.46 \pm 0.63 \%$ vs. $1.15 \pm 0.72 \%$) i forhold til pre-verdiene, men størst fremgang fant de hos COM gruppen ($p < 0.05$) (West et al., 2012).

Derimot, kan hurtighetsresultatene være påvirket av de tre styrketreningsøktene (på bein, overkropp og generelt) som ble gjennomført hver uke ved siden av intervensjonstreningen. Tidligere styrketreningsstudier viser til at to tunge styrketreningsøkter i uken kan gi en fremgang i akselerasjonshurtigheten hos unge lagidrettsutøvere (Chelly et al., 2009). En annen svakhet i studien var de dårlige pre-verdier i testresultatene, som er sammenligningsgrunnlaget for påvirkningen av intervensjonstreningen. Rugby spillerne hadde en aktiv avkoblings over 4 uker før intervensjonen med egenstyrte individuelle treningsprogram, men pga. alle forsøkspersonene hadde samme forberedelse til intervensjonen. Så kan dette kun være med å forklare begge gruppers fremgang, men ikke forskjellen mellom gruppene. Ved siden av intervensjonstreningen utførte rugbyspillerne totalt, inkludert sprinttreningen, 11 treningsøkter per uke. En økt total treningsbelastning kan ha vært en medvirkende årsak til fremgangen i testresultatene, siden en generell økning i «Fitness» (VO₂maks) vil kunne påvirke singel sprintprestasjonen (Bishop et al., 2011). På en annen side kan også en rask og ugunstig økning i totale treningsbelastning redusere overskuddet og kvaliteten i hurtighetstrening, som ikke er optimalt for løpshurtighets utvikling (Enoksen & Tonnessen, 2007). Observerte kinematiske endringer ved bruk av slede viser seg å komme av en økt fremover lent posisjon av overkroppen i akselerasjonsfasen under sprintløpene (Spinks et al., 2007). Plasseringen av slepe-stroppene i hofte-region i kombinasjon av manglende løpsteknikk fokus under slede-treningen, kan begrunne de kinematiske endringene (Spinks et al., 2007). Andre studier som har fokusert i større grad på den biomekaniske endringene i løpssteget ved bruk av slede, er det blitt funnet små endring i fordelingen av kraften i steget. De horisontale kreftene var ikke endret ved slede-trening, men det ble observert en mer horisontal retning av resultant kraften i løpsteget (Kawamori et al., 2013). Dette kan forklare en neuromuskulær endring ved sledetrening der allerede tilgjengelige kreftene blir mer effektivt utnyttet, men ikke en økning av muskelstyrken (Kawamori et al., 2013). Den optimale slede-vekten blir estimert av (Lockie et al., 2003) og ville ligge mellom 12,5-13 % av egen kroppsvekt (BM) og vil kunne gi en treningseffekt (Harrison & Bourke, 2009; West et al., 2012). Derimot er det funnet at ved kun kort sprints trening (0-15m) vil slede-vekt motstand på omtrent 40 % av BM kunne ha en større forbedringseffekt på akselerasjonshurtigheten (0-10m) hos moderat trente menn fra ulike ballidretter (Kawamori et al., 2013). Individuelle adaptasjoner til treningen er derfor alltid ett viktig holdepunkt når man planlegger varighet og belastning for å få en tilstrekkelig påvirkning for endringer i bla. neuro-muskulæresystemet. Det er viktig å tilpasse vektmotstanden på sleden og løpsdistansen i forhold til hvilken løpshurtighet du ønsker å påvirke, samtidig gi tilbakemeldinger på løpsteknikken for optimalisere treningspåvirkningen.

Akselerasjonshurtigheten er en viktig del av kampprestasjonen under fotballkamper (Varley & Aughey, 2013), så ved å bedre akselerasjonshurtigheten hos fotballspillere vil det være å bedre kampprestasjon. Akselerasjonshurtigheten er viktig i alle posisjoner på banen og er derfor en egenskap som bør forbedres i et helt fotballag, ved siden av posisjonsspesifikk hurtighet.

5. Tilpasninger innen maksimale neuromuskulær power trening

Sprint treningsmetode har blitt delt inn i lange (>10 sek) eller korte (<10 sek) sprinter (Ross & Leveritt, 2001) og under fotballkamp er 90 % av alle observerte sprinter er under 5 sek varighet (Andrzejewski et al., 2012). Det ser ut til treningsstimuli ved bruke av korte sprinter (<10 sek) med korte pauser imellom sprintene kan øke mitokondrie enzym aktiviteten i den aktive muskulaturen (Ross & Leveritt, 2001). Ved å påvirke enzymaktiviteten til mitokondriene så vil ATP-ase aktiviteten øke og kroppen får en raskere resyntisering av ATP i kroppen, som gjør at musklene kan opprettholde det maksimale arbeidet ved en kortere restitusjonstid (Ross & Leveritt, 2001). Sprintløp med maksimale hastigheter er hovedsakelig trening av nervesystemet, der hofteladd-strekkere og knestrekkere er de største musklene som bidrar til fremdriften (Enoksen, 1988). Kontakttiden med underlaget vil bli redusert ettersom løpshastigheten øker. Krav til rask kraftutvikling er derfor viktig for å bedre akselerasjonsevnen. Strekk-forkortningshastighets syklusen (SSC) bevegelsen (innledende eksentrisk arbeid før konsentrisk arbeid) i musklene, som i svikthopp og sprint øvelser, har vist seg å utvikle større krefter enn normalt konsentrisk arbeid (Cormie et al., 2011). SCC sin maksimale muskulære power produksjon er påvirket av en rekke neuromuskulære faktorer; muskelfibersammesetning, muskeltverrsnitt, fasikkellengde, muskelfiber retning, sene ettergivenhet (*compliance*), rekruttering av motoriske enheter, fyringsfrekvens, synkronisering og ko-kontraksjon, muskelaksjonstype, varigheten for å utvikle krefter, lagre og utnytte elastisk energi, interaksjonen mellom kontraktile og elastiske filamenter og strekk reflekser (Cormie et al., 2011). Metabolske egenskaper i aktiv muskulatur, bli påvirket av sprint trening og være avgjørende i reproduksjonen av korte maksimale arbeidsperiodene (Spencer et al., 2005). Innledningsvis, vil høyenergifosfater (ATP og CP) vil være svært viktig i det maksimale arbeidet, som vil bli gradvis overtatt (etter ca. 5sek) av anaerobe forbrenningsprosesser (Enoksen, 1988; Glaister, 2005).

5.1. Nevromuskulære tilpasninger

1.1.12 Muskelfibertype og muskeltverrsnitt

Enkelte muskelfibertyper vil være ha en større forkortningshastighet og derfor være svært viktig i kraftutviklingen ved sprint (Markovic & Mikulic, 2010). I repeterte 6x30 sekunders stående sykkelsprinter med kort pause, ble det observert at enkelte muskelfibre type IIX var mer reduserte glykogenlagre og noen helt tomme i forhold til de andre typene (Dawson et al., 1997). Dette funnet vil kunne indikere et spesifikt muskelfiber arbeid, der noen fibre er mer egnet for denne typen maksimalt arbeid. Sarkoplasmatisk retikulum (SR) og muskelcellekjerne spiller en viktig rolle i kraftproduksjonen og produksjon av nye muskelfibrene og andelen og størrelsen på organellen blir bestemt av muskelfibertypen og treningsstatus til muskelfibrene (Dahl, 2008). Muskeltverrsnittet kan gi en god indikasjon på akselerasjonshurtigheten til en utøver, da det i stor grad samsvarer med kraftutviklingen til utøveren (Rønnestad & Raastad, 2010). Treningsadaptasjon i muskelen er det også blitt godt dokumentert (Markovic & Mikulic, 2010). Men hovedsakelig er endringene fra å ha en større andel type IIX fibre til å få en større andel type IIA fibre når utøvere blir bedre trent/aktive og en motsatt trend ved inaktivitet (Raastad & Paulsen, 2010). Derimot virker det som at de nevralt faktorene vil i større grad bli påvirket under korte treningsperioder (Lockie et al., 2012). Kraften vi kan produsere i en muskel har vist seg å ha en sterk sammenkobling til muskelens fysiologiske tverrsnitt (90 grader i forhold til muskelens fiberlengderetning (Markovic & Mikulic, 2010).

1.1.13 Lagring av elastisk energi

Interaksjonen mellom lagringen av elastisk energi i senestrukturene, minimal/isometrisk arbeid av muskelfibrene og en rask forkortningshastighet i muskelsene-enheten (MTU), vil alle bidra til en forhøyning av maksimale kraftutviklingseffekt enn annet muskulært arbeid (Cormie et al., 2011). Titin sine elastiske komponenter er lenge vært forklart å bidra med kraftutvikling ved SCC bevegelser, men det ser ut til at største bidraget kommer når tverrbroene er i en ugunstig forlenget posisjon (Cormie et al., 2011). En av grunnene til at SCC bevegelser klarer å utvikle større krefter enn kun konsentriske bevegelser kommer muligens av Titin (og nebulin) sine elastiske komponenter (Cormie et al., 2011).

1.1.14 Nevral aktivering av muskel

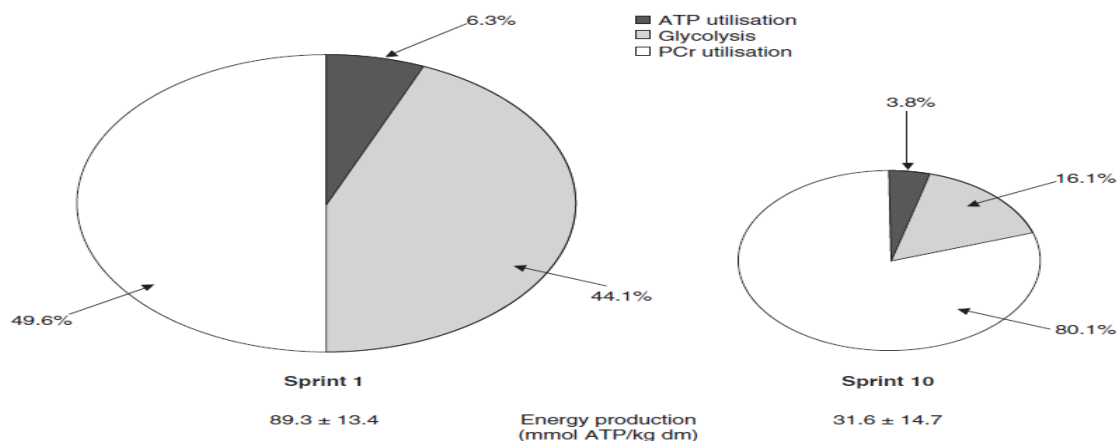
Ved trening er det funnet en økt stimulering av motoriske enheter i maksimalt arbeid. Denne tilpasningen av kraft kommer av *rekruttering-* og *frekvensmodulering* i de motoriske enhetene (MU), og er en nøkkelfaktor i kraftproduksjonen ved SSC (Markovic & Mikulic, 2010). I sprint trening så arbeider musklene maksimalt, som gjør at vi aktiverer alle musklene samtidig, som

bidrar til en større mulighet for treningstilpasning i flere MU'er (Rønnestad & Raastad, 2010). Ved ofte maksimale aktivering av motoriske enheter, kan dette også bidra med ekstra høye fyringsfrekvenser i motorneuronene, slik at den maksimale kraften utvikles raskere (rate of force development, RFD) (Ross, Leveritt, & Riek, 2001). RFD forbedring kan derfor gi en mer eksplosiv kontraksjon av muskulaturen, som vil bedre sprintprestasjonen (Markovic & Mikulic, 2010).

5.2. Metabolske tilpasninger

Ved ett maksimalt arbeid vil den tilgjengelige ATP-lagrene i musklene bli brukt opp allerede etter kun 1-3 sek (Glaister, 2005), som setter store krav til rask energi produksjon. ATP lagrene er 30-45mmol/kg dm store og tilsvarer ca.3 sek varighet av maksimalt arbeid (Spencer et al., 2005). Under ett maksimalt arbeid over 3sek, som er likt det som foregår under konkurranse, vil kreatinfosfat (CP) utgjøre 50-55 % av totale anaerobe ATP produksjonen (Spencer et al., 2005; Glaister, 2005). De alaktiske anaerobe prosessene (ATP-lager og CP nedbrytning) vil derfor utgjøre omtrent 90 % av energibidraget under 3 sek sprint (Spencer et al., 2005). Kreatinfosfatlagrene (75-85 mmol/kg dm) vil alene kunne utføre ett maksimalt arbeid på ca. 5sek (50-60m), men pga. andre energiprodukerende prosesser (anaerob glykolyse og aerob energiprosesser) trenger ikke CP lagrene tømmes for å utføre lengre sprinter (Spencer et al., 2005). CP lagrene er store nok til å kunne produsere energi (ATP) i ca.30sekunders under ett maksimalt arbeid (Glaister, 2005). Ved en rask gjenoppbygningsrate i anaerob glykolyse (5-9 mmol/kg dm/sek) og CP (7-9 mmol/kg dm/sek), der energi lagrene vil bli opprettet til pre-verdier etter ca.10sek. Dette vil derfor ikke bli begrenset ved den observerte løpsaktiviteten som er observert i fotballkamper. På en annen side har det blitt observert at maksimale løp over 4.5sek (ca. 30m) vil ha en større metabolsk stress respons enn kortere sprinter (15m) og vil trenge lengre pause varighet (ca.30sek) for å opprettholde løpstidene (Balsom et al., 1992). Svært godt trente sprintere klarer kun å øke og opprettholde løpshastigheten opptil 50-60m av ett maksimalt 100-m løp, tilsvarer en varighet på ca. 5-6sek før prestasjonen faller og utøveren opplever muskulær trøtthet (Enoksen & Tonnessen, 2007). I feltbaserte lagidretter, som rugby, landhockey, australsk fotball og fotball, utføre sprinter i gjennomsnitt mellom 10-20m eller med 2-3sekunders varighet (Spencer et al., 2005). CP vil derfor bidra mer til gjentakende sprinter i fotball enn under en sprint alene. Prestasjonsfallet ved ett maksimalt arbeid kommer av begrenset anaerob energiproduksjon. Ved utførelse av et maksimalt arbeid over kort distanser, som ved fotballsprint, vil majoriteten av energien komme fra adenosin trifosfat (ATP) og kreatinfosfat (CP) degradering og anaerobe glykolysen (Spencer et al., 2005). Men den aerobe energiomsetningen er ikke fraskrevet i maksimale arbeidet og bidrar med 3-5 % av

totale energiomsetningen, men vil være viktigere ved repeterte sprinter med korte pauser(>30s) (Glaister, 2005; Dupont, Millet, Guinhouya, & Berthoin, 2005; Spencer et al., 2005). CP uttømmingen er ikke bare relatert til sprint varighet, men også treningsstatus til utøveren (Spencer et al., 2005). Det er dermed usikkert om et forhøyet CP lager og/eller bedre utnyttelsesgrad kommer som følge av spesifikk trening eller genetisk predisposisjon (Spencer et al., 2005)



Figur 5.1 Fordelingen av energiproduksjonen (mmool ATP/kg dm) som er viktig i første sprint og etter den ti repeterte sprinter, der ATP utnyttelse (sort), glykolyse (grå) og kreatinfosfat utnyttelse(hvit) hentet fra (Glaister, 2005).

Rett etter de mest intense periodene under fotballkamp, er det observert en midlertidig trøtthet i muskulaturen (Bangsbo et al., 2006). Dette føre til en lavere arbeidsintensitet i etterkant av de mest intense arbeidsperiodene (Bradley et al., 2009). Aerobe energiomsetningen er viktig bidragsyter i produksjon av energi(ATP) og reproduksjon av energilagrene, som gjør det mulig å opprettholde prestasjonen i de gjentagende maksimale sprintene (Mohr et al., 2003; Bangsbo et al., 2006). Ved repetert sprint evne (RSA) stilles det krav til en brukbar bufferkapasitet i musklene, derav en av de viktige faktorene er intracellulær buffering og membran transport system (Bishop et al., 2011). Dette er for å regulere pH ved opphoppning av for mye H⁺ i muskulaturen. Det er derfor viktig å tilføre idrettsspesifikke bevegelsesmønster i treningsarbeidet, for å tilrettelegge for fysiologiske tilpasninger i de mest aktive muskelgruppene (Spencer et al., 2005). Samtidig er det viktig å tilpasse treningsmetoden (varighet/distanse, repetisjoner og pausevarighet) ut ifra kravene som stilles i idretten og hvilke energisystemer en ønsker å forbedre (Spencer et al., 2005).

6. Oppsummering

Så langt har vi tatt for oss at hurtigheten er definert som evnen til å forflytte kroppen raskest mulig fra ett punkt til ett annet. Fotballen kampbevegelser består av ulike distanser med maksimale lineære sprinter, der fotballen vil både stille krav til akselerasjonshurtighet og maksimal løpshurtighet. Under lineære sprinter vil strekk-forkortningsevnen, med de faktorene som er innunder dette, ha en viktig rolle i kraftutviklingen ved maksimal løpshastigheter. Påvirkningen av steglengden vil være en viktig faktor for løpshurtigheten til utøvere.

Fotballspiller utfører gjennomsnittlig 30 sprinter under kamp og utføres hvert 40-90sekund. Hver sprint varer ca.3sekunder, som tilsier ca. 10-15m sprintdistanse, men med store spesifikke variasjoner imellom spillerposisjoner. Ønsker man å påvirke fotballspillerens maksimale løpshastigheter, kan det gjøres ved bruk av sprintlengder mellom 20 - 40m. Totalt utgjør høy intensitetsarbeidet mellom 1-9 % av det totale arbeidet under en fotballkamp og regnes som en viktig del av kampprestasjonen hos elite fotballspillere. Skille mellom konkurransenivåene blir målt i sprintkapasiteten under kamp. Med disse kriterier er det mulig å tilrettelegge for en spesifikk sprint treningsøkt for fotballspillere.

Spesifikk sprinttrening vil være den treningen som har den beste forutsetningen for å utvikle løpshurtigheten hos utøvere. Den tradisjonelle sprint treningen vil kunne gi de største forbedringer i toppfart(20-40m), mens sprinttrening motstand kan gi størst forbedringer i akselerasjonshurtigheten(0-20m). Det er derimot sett at den optimale pausevarigheten for utvikling av løpshastigheter vil være mellom 1-2min mellom hvert sprintløp, med dette vil bli påvirket av løpedistansene.

Under korte gjentatte sprinter med lengre pause (>30s), som ofte forekommer i fotballsituasjoner, vil de anaerobe energisystemene(CP) spille en svært viktig rolle for energiomsetningen. Derimot, vil de aerobe energisystemene spille en større rolle imellom sprintene (restitusjonspausene), for å gjenopprette den metabolske pre-verdiene før en ny sprint utføres. Den aerobe gjenoppbygging av CP (kreatinfosfat) lagrene og ATP lagrene er essensielt for det anaerobe arbeidet kan gjennomføres og gjentas flere ganger under fotballkamp. Begge energisystemene vil alltid være delaktig i alle typer arbeid, men rollefordelingen vil komme av intensitetsgrad og varighet på arbeidsperioden, samt antall repetisjoner og pausevarighet.

7. Metode

7.1. Eksperimentets tilnærming til problemet

For å sammenligne effekten av sledetrening mot sprinttrening, gjennomførte forsøkspersonene enten et 4 ukers (juniorgruppe) eller 6 ukers (seniorgruppe) spesifikt treningsprogram, basert på et pre-posttest randomiserte «*counter-balanced*» gruppe treningsdesign. Treningseffekten over den korte treningsperioden ble evaluert på grunnlag av registrerte pre- og postresultater på lineær sprinttest (S 0-40m), agility (A180), vertikal svikthopp (VSH), repetert lineær sprinttest (RST) og fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1). Forsøkspersonene ble matchet ut ifra deres 30-m prestasjon på den maksimale lineære sprinttesten og tilfeldig delt inn i to treningsgrupper (Repetert sprintgruppe-RSG og Mostand sprintgruppe- MSG). Gruppene gjennomførte enten gjentagende sprinter med sledemotstand (sledeløp) (MSG) eller kun tradisjonell repetert sprinttrening (RSG). Intervensjonen foregikk i spillernes aktive avkoblingsperiode og tidlig i forberedelsesperioden til fotballsesongen, november til desember.

For å sikre at studiet fikk nok forsøkspersoner ble to herre fotballag (et senior- og et juniorlag) rekruttert til å delta i treningsintervensjonen. Seniorlaget spilte i 3.divisjon, men kvalifiserte seg til 2.divisjon (Oddsensliga) samme året som studiet ble gjennomført. Juniorlaget spilte i 1.divisjon og endte opp blant topp fem dette året.

Tilvenningsdagen til de fysiske testene ble gjennomført med sub-maksimale testforsøk en dag før pretestene. På denne måten fikk alle deltakerne lik tilvenning før pre-testene. De fleste av forsøkspersonene hadde god kjennskap alle testene, fordi de tidligere hadde praktisert. Intervensjonsdesignet for motstandsløp med slede og repetert sprintløp ble tilpasset fra en tidligere gjennomført pilotstudie med eksperthjelp.

7.2. Forsøkspersonene

30 unge godt trente mannlige amatør fotballspillere ble invitert til å delta i treningsintervensjonen, men bare 21 forsøkspersoner (FP) oppfylte inklusjonskriteriene til studiet. Deltakerne ble rekruttert fra to ulike fotballklubber i distriktet, ett juniorlag (n= 11, 16.6 ±1.0år, rang:15-18år) og ett seniorlag (n=10, 22.4 ±3.2, 17-28år) som frivillig deltok i studiet (tabell 7.1). Alle FP (n=21) fikk ett infoskriv om gjennomføringen av forsøket og at de sto fritt til å trekke seg når som helst (vedlegg 1).

1.1.15 Juniorlaget

Juniorlaget trente 3-4 ganger i uken under sesongen, i tillegg til en kamp. Treningsintervensjonen startet med pre- test 9 dager etter siste offisielle seriekamp. Spillerne fikk treningsfri frem til tilvenningsdag og påfølgende pre-testing.

1.1.16 Seniorlaget

Seniorlaget spilte i den fjerde høyeste divisjonen i Norge og kvalifiserte seg til den tredje høyeste divisjonen (Oddsensliga) samme året som intervensjonstreningen foregikk. Alle spillerne var under amatørkontrakt med jobb eller skole ved siden av fotballen. Seniorlaget trente 3-4 ganger i uken under sesongen, i tillegg til kamp. Treningsintervensjonen startet med pre-test 28 dager etter lagets siste offisielle seriekamp, og spillerne fortsatte med tre felles treninger i uken etter endt konkurranseperiode.

Tabell 7.1: Antropometriske målinger fra pretest av både junior og senior deltakerne i Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppen (MSG). Tabellen viser sledemotstanden i % av kroppsvekt.

Nivå	Junior				Senior			
Gruppe	MSG(n=5)		RSG(n=6)		MSG(n=5)		RSG(n=5)	
	Gj.snitt ± SD	Gj.snitt ± SD	E.S.(d)	E.S. skala	Gj.snitt ± SD	Gj.snitt ± SD	E.S.(d)	E.S. skala
Alder (år)	16.2 ±0.8	17 ±1.3	1.4	Stor	21.8 ±2.6	23.0 ±3.9	0.8	Moderat
Vekt (kg)	68.53 ±7.7	69.76 ±12.0	0.1	Triviell	75.7 ±6.1	74.7 ±9.1	0.1	Triviell
Høyde (cm)	177.9 ±8.1	177.8 ±5.3	0.0	Triviell	182.8 ±3.1	183.1 ±4.7	0.3	Liten
Slede mostand (%)	12.8 ±0.1				12.5 ±0.2			

Notater: RSG= Repetert sprintgruppe, MSG= Motstand sprintgruppe, n= Antall forsøkspersoner, E.S.= Effekt størrelse, d= Cohens d, SD= Standardavvik, Gj.snitt= Gjennomsnitt, E.S. skala= Gradering av effekt størrelsen (Triviell (d<0.2), Liten (d=0.2-0.6), Moderat (d=0.6-1.2), Stor (d=1.2-2.0) og Veldig stor (d>2.0)).

Treningen for begge lagene inneholdt hovedsakelig teknisk drill i tillegg til spill på små og store områder med 3-6 mot 3-6. Under intervensjonsperioden ble to av de faste treningen med lagene i konkurransesesonen erstattet med repetert sprinttrening og motstandstrening med slede. Forsøkspersonene som ble ekskludert, oppfylte ikke følgende kriterier: ≥75 % treningsoppmøte (n=4), skadefri før og under treningsperioden(n=4) og gjennomføring av både pre- og post-test dag 1 (n=2). Alle forsøkspersonene fikk ett info-skriv om treningsintervensjonen, hvor de kunne gi sitt skriftlige samtykke og ble informert om at de kunne trekke seg når som helts

fra intervensjonen. Studiedesignet ble godkjent av norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (NSD, vedlegg 2).

For å kontrollere treningsmengden til forsøkspersonene, utfylle og leverte forsøkspersonene en treningslogg for hver treningsuke (vedlegg 2). I tillegg ble treningsintensiteten i gjennomføringen av treningsintervensjonen kontrollert ved bruk av to subjektive spørreskjemaer (før og etter trening) og ved bruk av fotoceller på utvalgte treningsøkter.

7.3. Test prosedyre

1.1.17 Instrumenter

Testene på begge testdager ble utført innendørs. Lineær sprinthastighet (S 0-40m), aglilityevne (A180), vertikal svikhopp høyde (VSH) og repetert lineær sprintevne (RST) ble estimert på Olympiatoppens 50m testbane og i kraftplattform-laboratoriet. Den fotballspesifikke utholdenhetstesten (YoYo IR1), ble gjennomført i en innendørshall på Norges idrettshøgskole.

S 0-40m, A180 og RST ble utført ved bruk av fotocellepar med dobbel infrarød stråle, med 20cm mellomrom. Fotocellene var koblet via kabler og tilkoblet en datamaskin (PC Pentium 3) som målte tiden for hver femte meter til nærmeste 0,001 sek. Datamaskinen hadde et software-program (BioPack MP 100) med et dedikert program (Biorun, Norge) for å lagre alle løpsdataene. Fotocellene var montert langs den 50m lange testbanen. Første fotocelle var plassert 0.6m fremfor den markerte startlinjen og var 0.4m over gulvnivå (målt fra gulv til nederste infrarød stråle). Neste fotocelle (5m) var plassert 1m over bakke nivå, deretter var alle plassert 1.1m over gulvnivå ($\geq 10m$).

VSH ble estimert ved å bruke kraftplattformbaserte bestemmelser av impulser og hastigheten ved «*take-off*» fra kraftplattformen. Kraftplattformen som ble brukt, var typen AMTI force plattform AMTI modell OR6-5-1 (dimensjon 122 662 cm). Dataene ble forstørret (AMTI Model SGA6-3) og digitalisert (DT 2801), og lagret på en datamaskin (PC Pentium) ved hjelp av en spesial laget software-program (Biopack MP 100) med et dedikert dataprogram til hoppdata (Biojump, Norge).

Den fotballspesifikke utholdenhetskapaasiteten til deltakerne ble målt ved bruk av YoYo IR1 test (Krustrup et al., 2003). YoYo IR1 lydfilen var lagret og ble avspilt fra en iPod touch (MC540KN/A, 8GB, Apple, California) som var tilkoblet en bærbar JVC Powered Woofer CD-system (RV-NB51WEN, Indonesia). Testen ble gjennomført i en innendørs idrettshall hvor underlaget for testen var spesiallaget kombielastisk sportsgulv (PULASTIC SP Combi, Gulv og Takteknikk AS, Norge) som er mer ettergivende enn vanlig idrettshallgulv.

Alt av avstandsmåling på testutstyr, treningsutstyr og lokaler ble gjort med samme 50-meters målebånd (Komelon, Fiber glass KMC-1600, Busan, South). Samme vektmåler, en Seca model 877 (gmbh & co, Hamburg, Germany) ble brukt til å måle alt treningsutstyr. Brower Speed Trap II timing system (Brower Timing Systems, Salt Lake City, USA) med mobil monitor (CML5 MEM) ble brukt til å registrere løpetidene under utvalgte treningsøkter.

Antropometriske målingene ble gjort med en AMTI kraftplattform (modell OR6-5-1) for kroppsvekt og en Seca model 217 (gmbh & co, Hamburg, Germany) for kroppshøyden på deltakerne.

1.1.18 Treningslogg, Wellness form og Ratio of Perceived exertion (RPE)

Deltakerne måtte også fylle inn all trening de utførte under intervensjonsperioden i en treningslogg (vedlegg 3). Den ferdigutfylte treningsloggen ble samlet inn annenhver uke, i bytte mot en blank treningslogg.

For å kontrollere tilstanden hos utøverne før testdagene og foran hver trening, måtte deltakerne i prosjektet fylle ut ett velvære skjema «*Wellness form*». Velværeskjema bestod av fem kvalitets spørsmål på mental og fysisk tilstand (muskulær trøtthet, søvn, sårhet, stress og sykdom) med tallgraderinger (1-7), der det høyeste tallet (7) indikerte den beste og det laveste tallet (1) indikerte den dårligste tilstanden. Velværeskjema var basert på (McLean, Coutts, Kelly, McGuigan, & Cormack, 2010) sitt skjema, der en norsk oversatt versjon fulgte med (vedlegg 3).

Ti minutter etter hver treningsøkt og test ble også deltakerne bedt om å fylle ut ett skjem for subjektivt opplevd anstrengelse/intensitet «*Ratio of Perceived Exertion*» (RPE) ut ifra det helhetlige inntrykket fra treningsøkten. Anstrengelsesfølelsen var gradert fra hvile (0) til maksimal anstrengelse (10), basert på (Foster et al., 2001) sitt modifiserte Borgsskala. Her fulgte også ble en oversatt versjon med originalen (vedlegg 4). Alle disse utfyllingsarkene (*Wellness form*, RPE og treningslogg) med forklaringer, ble utdelt sammen med informasjonsskrivet i en plastikkmappe til hver deltaker ved prosjektstart.

1.1.19 Testing

Forsøkspersonene i prosjektet (n=21) deltok i total fire testdager, 2 pretest dager og 2 posttest dager. En dag før 1.testdag og frem til 2.testdag, ble ett kombinert ernærings- og aktivitetsskjema utfylt (vedlegg 6). Utøverne fikk en kopi av ernærings- og aktivitetsskjemaet siste treningen (minimum 2dager) før posttest. De ble anbefalt å følge samme prosedyre til posttest dagene som til pretest dagene. Dette ble gjort for å kontrollere for ulik oppladning

mellom pre- og posttest dagene. Alle utøverne gjennomførte en tilvenningsdag dagen før pre-test hvor de fikk først en muntlig gjennomgang før praktisering av de fysiske testene i prosjektet. Tilvenningsdagen var til for å redusere en eventuell læringseffekt under testing. Antropometriske målinger ble kontrollert på pre-testdagene eller innenfor en uke. Testene ble gjennomført på omtrent det samme tidspunkt på alle pre- og posttester testdag.

På grunn av tekniske problemer med tidtakersystemets datalagring, ble juniorgruppes løperesultater på pre-test dag 1 slettet. Imidlertid ble løpsresultatene for 30-m og 40-m sprint, agility og repetert sprint sikret, ved fortløpende notering på test-ark under pre-testdagen (vedlegg 5). Sprintprestasjonen ble derfor begrenset til registrering av kun 30-m og 40-m løpetidene for juniorlaget.

1.1.20 Test dag 1

Testingen ble gjennomført på Olympiatoppen i Oslo og forsøkspersonene ble organisert i testgrupper på fem og seks av gangen. Organiseringen av gruppene ble gjort for å kontrollere pausetiden mellom test forsøkene til deltakerne. Pre- og posttesten ble utført fra kl. 16.00 til kl. 21.00 på ulike ukedager. Før testene, fylte deltakerne ut ett velværeskjema, før de startet en standardisert oppvarmingsprotokoll. Den generelle oppvarmingen bestod av 10-15min aerob aktivitet (løp på tredemølle eller med spinning sykkel) på 50-70 % av deres maksimale hjertefrekvens (HF maks), med en økning av arbeidsintensiteten hvert 2-3min. Etter den generelle oppvarmingen gjennomførte alle en spesifikk oppvarmingsdel der de fikk fortløpende beskjed fra testleder om hvilke aktiviteter som skulle utføres. Den spesifikke delen bestod av løp frem og tilbake på testløpebanen, mens de utførte fotballspesifikke oppvarmingsøvelser (høye kneløft, spark bak, hopp sideveis, sideveis krysning av beina(saksa) og løp med stopp og vendinger), og tilslutt tre stigningsløp (85-, 90-og 95 % av maksimal løpshastighet) og 2x20-30m maksimale akselerasjoner (2min pauser). Før hver test, ga testlederen en kort muntlig forklaring hvordan et gyldig testforsøk ble utført. Lignende testprotokoll er gjennomført tidligere (Tonnessen et al., 2011), med noen modifiseringer ved start prosedyrene (startmatte til fotocelle) og repetert sprint test.

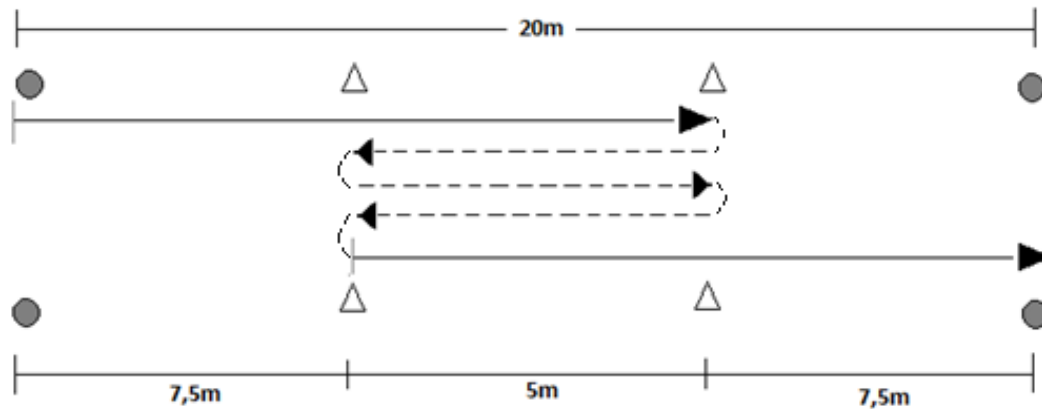
40m maksimal sprint (S 0-40m)

Lineær maksimal sprints hastighet ble testet ved å sprinte 40m med fotoceller plasser hver femte meter. Tidtakersystemet startet ved brytningen av den første fotocellen, som var plassert 60 cm foran startstreken og 40cm over gulvet. Deltakerne ble instruert i og påminnet om å minimalisere overkroppsbevegelsene («gynging») i utførelsen av de maksimale sprintene,

da dette kunne påvirke løpssidene. Akselerasjonshastigheten ble bestemt av 0-20m tidene og alle løpetidene inn under denne løpsdistansen. Topp hastigheten ble bestemt av tiden mellom 20-40m. Alle deltakerne brukte en stående startposisjon og startprosedyren ble nøye gjennomgått av testleder. Det var minimum 3min pause mellom sprintforsøkene. Deltakerne ble oppmuntret verbalt i hvert sprintforsøk til å yte maksimalt innsats fra løpsstart og til 5m bak siste fotocelle (0-45m). Deltakerne ble gitt kun tre forsøk, der den raskeste tiden ble brukt som resultat i statistikk analysen.

Agility (A180)

Retningsforandringstesten som ble benyttet i dette studiet, bestod av 4 x 180 graders vendinger over totalt 40m (12.5m, 5m, 5m, 5m og 12.5m) og er en standard agilitytest benyttet i Olympiatoppens testbatteri. Tiden på agilityprestasjonen ble målt fra 0-40m, der vendingslinjene på 7,5 og 12,5m. Alle FP startet fra en stående posisjon, etter de samme kriteriene som ved 40-m sprint. En valid gjennomføring av agilitytesten krever at en i hver vending med berører de markerte linjene med annet hvert bein (figur 7.1). Testleder verifiserte berøringene på vendingslinjene med riktig bein og ga verbal motivasjon under løpet. Hver deltaker gjennomførte en oppvarmingsrunde med moderat løpsintensitet for å bekrefte forståelsen av et gyldig løp og for å kjenne friksjonen mellom underlag og sko i vendingene. Deltakerne fikk to gyldige forsøk, men kunne også få et siste forsøk om ønskelig. Restitusjonstiden mellom løpene var minimum 3min. Beste sluttid av de gyldige forsøkene ble brukt som resultat.



Figur 7.1 Agility test (A180) inneholder 40m med frem og tilbake sprintløp med 4x180 graders vendinger separert med 5m. Fotocellene (fylte sirkler) var plassert 0.60m foran startlinjen (0m) og ved mållinjen (20m). Vendingslinjene (mellom trekantene (Δ)) er plassert 7.5m og 12,5m foran startlinjen. (Figur 7.1 er hentet og modifisert fra upublisert studie (Braastad & Nylænden, 2011))

Vertikalt svikthopp uten armbruk (VSH)

Gyldig vertikale svikthoppforsøk ble utført med armene festet til hoften under hele hoppbevegelsen. Utøveren startet fra en stående posisjon, med omtrent skulderbreddes avstand mellom beina tett etterfulgt av en sviktbevegelse i knærne til omtrent 90° i kneleddet, for så å strekke ut kneleddet igjen og skape akselerasjon vertikalt. Deltakerne fikk bøye i knærne og gå ned til en frivillig valgt dybde, men fikk tilbakemeldinger etter hvert forsøk hvordan de kunne gjøre svikthoppbevegelsen. Svikthopp prestasjonen ble målt på en kraftplattform. Deltakerne fikk utføre tre forsøk på rad, med ≤ 1 min hvilepause mellom forsøkene. Det beste av de tre forsøkene ble gjeldende resultat.

6x30m repetert sprinttest (RST)

For å måle deltakernes repeterte sprintevne (RSA), brukte en i dette studiet en 6x30m repetert sprint test (RST) med 30 sekunders start intervall. RST ble modifisert fra olympiatoppens standard testprotokoll, til en modell som er anbefalt å bruke på fotballspillere (Spencer, Fitzsimons, Dawson, Bishop, & Goodman, 2006). Deltakerne ble oppmuntret til å gi maksimalt i hver sprint og til å starte nedbremsingen 2m (32m) etter passering av den markerte 30m linjen. Sprintene ble registrert som en vanlig maksimal 40-m sprint i dataprogrammet. Alle måtte derfor bryte laseren på alle fotocellene for å registrere løpetidene. Deltakerne måtte derfor gjennomføre en oppbremsing over 10m og bryte siste fotocelle (40m), før de kunne jogge tilbake til startlinjen og startet neste løp. En aktiv restitusjon (lett jogg) separerte

sprintene (18- 20 sek) og 4-6 sek med passiv restitusjon før iverksettelse av neste sprint. Forsøkspersonene startet frivillig på den første sprinten og en stoppeklokke (Iphone4, Apple, USA) ble startet parallelt med deltakernes start. De etterfølgende sprintene ble startet ved nedtelling fra testlederne. For å innhente et valid resultat, måtte deltakerne oppnå løpstider innenfor $\leq 5\%$ av den maksimale 30-m sprinttiden (målt fra den raskeste 40-m sprinten) på det første løpsforsøket, for å kunne fortsette testen. Om forsøkspersonen ikke klarte å nå $\leq 5\%$ kravet, ble de stoppet og gitt 5min hvilepause før ett nytt forsøk ble satt igang. Fire forsøkspersoner (en senior og tre junior) oppnådde ikke disse vilkårene på det første forsøket, men alle oppfylte kravene på andre start forsøk.

1.1.21 Test dag 2

Fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1 test)

YoYo Intermittent recovery test 1 (YoYo IR1) ble gjennomført på Norges idrettshøgskole. Pre- og posttestene ble utført fra kl. 16.00 til kl. 17.00 på ulike ukedager. Pga. sykdom og liten tilgjengelighet av testlokaler, ble en posttest (n=2) utført kl.10.00 til kl. 11.00. Den fotballspesifikke utholdenhetstesten er en standard aerob utholdenhetstest med vendinger og innlagte pauser. Samme testleder ble benyttet til alle deltakere. Forsøkspersonene ble dermed evaluert likt når de var ute av testen. Standard oppvarming inneholdt 20m løp frem og tilbake, mens deltakerne utførte et fotballspesifikt oppvarmingsprogram (jogg, løp på 50-70 % av HFmaks, høye kneløft, hopp på en fot, spark bak, rotasjon av hofteddet, retningsforandringer, 10m til 20m eksplosive akselerasjoner og hopp sidelengs). I tillegg til dette, bestod oppvarmingen av de tre første løpsnivåene (4 x2x20m løp) på YoYo IR1 testens lydfil. Testprotokollen ble vist i praksis og det ble muntlig forklaring underveis til deltakerne av testleder. YoYo IR1 testen er basert på protokoll brukt av (Krustrup et al., 2003). For å gjennomføre ett gyldig løp, måtte forsøkspersonene løpe frem og tilbake mellom to markerte linjene (2x 20m) innenfor den gitte tiden som blir spilt på hvert løpsnivå. Linjene var markert som heltrukne linjer fra oppmerket håndballbane. Forsøkspersonene utførte 10 sek aktiv restitusjon mellom løpene, der de måtte gikk/løpe rundt en kjegle (plassert 5m bak startlinjen) før neste løp. Det ble gitt en advarsel til forsøkspersoner om løpet ikke startet på det gitte løpesignalet (pipe-lyd) fra både start linjen (0m) og vendingslinjen (20m). Ved testing av flere enn 5 deltakere, ble en ekstra testleder plassert på vendingslinjen for godkjenning av korrekt vending, mens den andre testlederen godkjente vendinger ved start og mållinjen. Dersom forsøkspersonene ikke klarte å holde seg innenfor disse reglene/marginene, fikk deltakerne en advarsel. Testen var over for de forsøkspersonene som ikke klarte nå frem og tilbake til

start/mållinjen innen den gitte tiden to ganger på rad etter gitt totalt 2 advarsler eller forsøkspersonene stoppet å løpe pga. utmattelse. Deltakerne var innforstått med at de skulle prøve å løpe til utmattelse i både pre og post test, samtidig fikk alle verbale motiveringer fra testlederen(e) og andre deltakere. Siste gyldige løp ble brukt som testresultat.

7.4. Intervensjonsprogrammet

Spillere fra et junior- og et seniorlag, fra to ulike klubber, ble rekruttert og gjennomførte intervensjonsprogrammet. Treningsintervensjonen erstattet to av lagets opprinnelige treninger i denne perioden. Spillerne ble tilfeldig delt inn i to grupper- en Repetert sprintgruppe (RSG) og en Motstand sprintgruppe (MSG). I treningsperioden fulgte begge treningsgruppene en lineær treningsmodell, med samme antall repetisjoner og serier med 90s restitusjon mellom hver 30m sprint og 8min aktiv restitusjon i mellom seriene. Treningsintervensjonen fulgte en rask progresjon i løpsintensitet for begge treningsgruppene, der kun første økt ble gjennomført på 90 % av maksimale hastighet og en nær-maksimalt til maksimal intensitetsmodell (95 -100 % av maksimale hastighet) ble benyttet på de resterende treningsøktene. Siden maksimale sprinter i fotball ofte starter når en spiller er i bevegelse under kamp, gjennomførte intervensjonsgruppene en 5-m flying start på en av de to treningsøktene, ved siden av å starte fra en stillestående startposisjon. Fotoceller ble brukt annenhver treningsuke til å styre intensiteten, opprettholde prestasjonskvaliteten i løpene og som en motivasjonsfaktor på treningsøktene.

Innad i intervensjonsgruppene ble deltakerne delt in i par og fordelt i hver sin løpspulje. Fordelingen ble jevn i forhold til løpsprestasjonen på 30-m sprint. Det var totalt fire homogene puljer, med mellom to til fem forsøkspersoner i hver. Sprintrekkefølgen var følgende: RSG (pulje 1), MSG (pulje 2), RSG (pulje 3) og MSG (pulje 4). Deltakerne ble anbefalt å bruke samme fottøy på treningene som under testdagene. Siden fotocellene kun målte prestasjonen til en deltaker av gangen på hver 30-m sprintrunde, rullerte deltakerne internt i sprintpuljen (maks 4stk). På den måten fikk alle deltakerne målt løpstidene på minimum tre av totalt tolv 30-m sprinter. Totale treningsvarigheten med oppvarming, var på 60min.

Før hver treningsøkt, ble en standardisert oppvarmingsprogram på omtrent 30min gjennomført. Første delen inneholdt en generell oppvarming med normale fotball oppvarmingsøvelser som alle deltakerne hadde kjennskap til (jogging, høye kneløft, spark bak, hopp sideveis med armsving, løp, løp bakover, innover og utover rotasjon i hofteløddet). Andre delen inneholdt en kort spesifikk oppvarming som ble utført med tre øvelser, der man vekslet mellom sprintøvelsene: Løp med strake bein, grafse løp, løp på tærne, veldig høye kneløft

(over 90 grader ut fra hoftelrådet), 2x hopp på ett bein med raskt beinbytte i svevfasen. I den siste delen av oppvarmingen ble det utført 3 stigningsløp på 80-, 90- og 95 % av maksimal løpshastighet og avsluttet med en løpsstafett med korte sprinter og vendinger. Treningsavstandene (30m) ble målt på forhånd på hver treningsøkt med et 50m langt målebånd (Komelon, Fiber glass KMC-1600, Busan, South) og markert med idrettsbane linjer med hvit sportsteip og høye kjebler på hver ende av start- og mållinjen. I forbindelsen med gjennomføring av flying start, ble flying start punktet markert med lave kjebler(-5m), mens startlinjen (0m) og mållinjen (30m) ble markert med høye kjebler. Flying start avstanden frem til startlinjen ble gjennomført med 80-90 % av maksimal løpshastighet.

For å standardisere pausevarigheten mellom sprintene og seriene, ble alle løpene satt i gang med ett startsignal. Parallelt til sprintsignalet ble en stoppeklokke (iPhone) startet. Starttidspunktene mellom puljene var: 00:00min (pulje 1), 00:20min (pulje 2), 00:50min (pulje 3) og 01:10min (pulje 4). Stoppeklokken ble nullstilt hver gang pulje 1 startet sprintløpene. I pausene mellom sprintene fikk utøverne fortløpende tilbakemeldinger på tekniske forbedringsmomenter på alle sprintene. På noen utvalgte treningsøkter fikk vi hjelp til teknisk veiledning av en elite sprint utøver. En bedre oversikt over treningsintervensjon og fordeling av gruppene og forsøkspersonene er presentert i tabell 7.2. Under restitusjonsperiodene mellom seriene, ble deltakerne instruert til å være moderat aktive ved å spille fotballtennis (8m x5m bane).

Tabell 7.2 sprint junior og senior lagets lineære treningsintervensjon for Motstand sprintgruppen (MSG) og Repetert sprintgruppen (RSG) (junior- og senior laget).

Lag:	Junior					Senior					
Treningsgruppe	MSG (n=5)		RSG(n=6)			MSG (n=5)		RSG(n=5)			
Treningsøkt	1	2**	1	2**	1	2**	3	1	2**	3	Løpsintensitet
Pre testdag 1	S 0-40m	A180	VSH	RST	Pre testdag 1	S 0-40m	A180	VSH	RST		
Pre testdag 2	YoYo IR1 test				Pre testdag 2	YoYo IR1 test					
Uke 1	2x6x 30m*	2x6x 30m	2x6x 30m*	2x6x 30m	2x6x 30m*	2x6x 30m	2x6x 30m*	2x6x 30m			90*/95-100%
Uke 2	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m		95-100%
Uke 3	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m		95-100%
Uke 4	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	95-100%
Uke 5	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	Post testdag 1	S 0-40m	A180	VSH	RST		95-100%
Uke 6	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	2x6x 30m	Post testdag 2	YoYo IR1 test					95-100%
Post testdag 1	S 0-40m	A180	VSH	RST							
Post testdag 2	YoYo IR1 test										

Notater: RSG= Repetert sprintgruppe, MSG= Motstand sprintgruppe, n= Antall forsøkspersoner, *= Treningsøkten ble utført med 90 % av maksimal løpsintensitet, **= Treningen ble utført med 5-m «flying-start» med 80-90 % av maksimal løpsintensitet. pre og post= Gjennomsnittresultat for respektiv variabel, S-x-x= Avstand i 40m sprinttest, A180 = Agilitytest, VSH= Vertikal svikthopp, RST= Repetert sprinttesten, YoYo IR1= Spesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1).

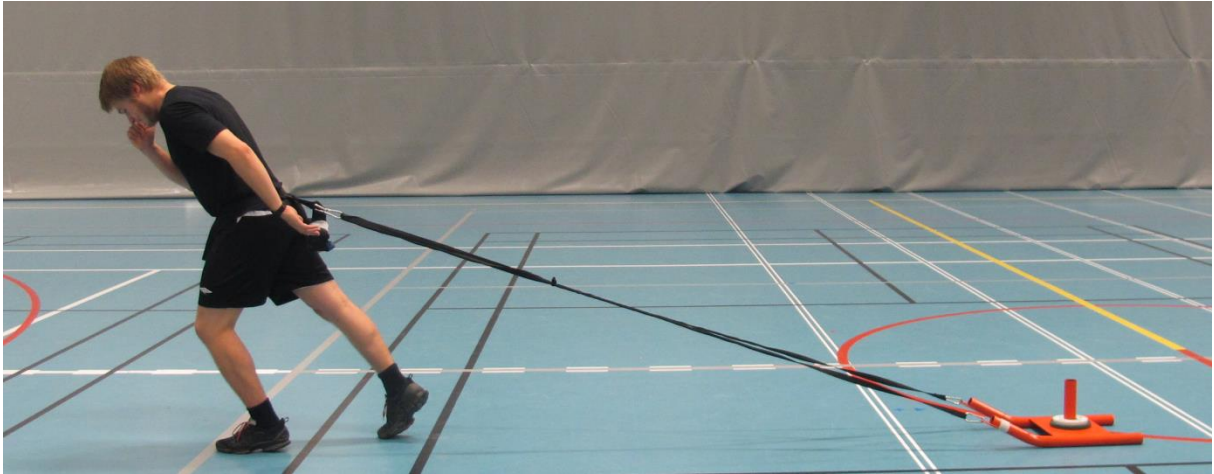
1.1.22 Junior og senior gruppe treningen

Juniorene gjennomførte to treninger i uken over 6 uker. Begge treningsøktene ble gjennomført i en innendørs idrettshall på NIH med spesiallaget kombielastisk gulv. Treningene foregikk på tirsdager (17:00-18:00) og fredager (17:00-18:00). Tirsdagsøktene foregikk med løp fra stillestående posisjon, mens fredager ble gjennomført med 5-m flying start.

Senior gruppen gjennomførte to treningsøkter i uken over 4 uker, med unntak av siste uken som ble utført med tre økter (Tabell 7.2). Treningsøktene foregikk på tirsdager (16:00-17:00) og torsdager (17:30-18:30), og en lørdag (10:30-11:30). Tirsdagsøktene og lørdagsøkten ble gjennomført i innendørs idrettshall fra stillestående startposisjon. Torsdagsøktene ble gjennomført i en innendørs kunstgressbane med 5-m flying start. Motstandsgruppen kunne rapportere at slede motstanden følte lettere enn normalt. Dette kan komme av at sprinten ble startet med en allerede fremover bevegende slede. Friksjonen mellom sleden og kunstgress underlaget er lavere, mest sannsynlig pga. glattere underlag med runde gummikulene. Kombinasjonen av begge disse faktorene vil nok forklare friksjonsforskjellene. Dette gjorde at sledemotstanden i en av to treningsøkter var mindre i senior gruppen vs. junior gruppen.

1.1.23 Slede sprint treningsgruppen (MSG)

I intervensjonen hadde vi tilgjengeligheten til kun 5 sleder og få antall vektskiver (Elko). Dette gjorde at sledene måtte deles mellom de oppsatte parene i hver sin pulje og sledebyttet ble gjort i pausene mellom sprintene. MSG gruppen tauet en vektbelastet slede (Speed sled: SportLand, Sports-direct, Beijing, China) som var festet over hoftekammen, med en spesifikk sledestropp. Gjennomsnittsvekten til sledene var 7.02 (± 0.04) kg og slede-stroppene var 301 (± 1.22) cm lange (målt fra sentrum på sleden til festepunktet på hoftestroppene). De individuelle tilpasninger av vektmotstanden ble også utført under sledebytte. Hver enkelt i MSG fikk regulert sin vektmotstand før hver treningsøkt, samtidig ble hver slede markert med nummer, slik at samme deltaker brukte samme slede under hele treningsintervensjonen. Vektmotstanden i RST gruppen var satt til å ligge mellom 12 og 13 % av egen kroppsvekt, inkludert både sledevekten og vektskivene. Som skal være den optimale sledemotstanden for å utvikle sprintprestasjonen, uten å endre kinematikken i maksimale sprinter (Lockie et al., 2003; Alcaraz et al., 2009). Før hver sprint, bidro partneren til å få slepe-stroppene til å være i full spenning, for å ha en jevn motstand i startfasen av sprintløpet (unngå «jokking» i starten).



Figur 7.2 Startprotokoll i sledetrening, ingen "slak" i slepestroppene ved start av et sprintløp.

7.5. Validitet og reliabilitet

Validitet handler om at testen som blir brukt måler det den faktisk skal måle (gyldighet) (Refsnes, 2010). Både akselerasjon og toppfart er to viktige faktorer av sprintprestasjonen til fotballspillere, og begge faktorene blir det stilt krav til under en kamp (Di Salvo et al., 2010). 40-m sprint er en tilstrekkelig avstand for utøverne til å nå topphastigheten, og er en valid test i forhold til fotballspillernes maksimale sprintprestasjon (Haugen et al., 2013). På grunn av fotballens varierende bevegelsesmønster finnes det mange ulike målemetoder for agilityevne, men en test som inneholder 180° vendinger har vist seg å være mest reliabel og valid for fotballspillere (Sporis, Jukic, Milanovic, & Vucetic, 2010). Hopp høyde i et vertikalt svikhopp på kraftplattform måler kraftutviklingen (power) i underkroppens strekkmuskulatur, og har en god sammenheng med utøvernes maksimale styrke (Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). Ut ifra et oversiktsstudie på repeterte sprint tester, ble 6x30m med korte restitusjonsperioder (~ 30sek) regnet å være den mest valide testen til å måle RSA i fotball (Spencer et al., 2005; Glaister, Howatson, Pattison, & McInnes, 2008; Mujika, Santisteban, Impellizzeri, & Castagna, 2009). YoYo IR1 har vist en god sammenheng med andel høyintensitetsaktivitet gjennomført i kamp, og er derfor en valid test for å evaluere den fotballspesifikke utholdenheten hos spillere (Krustrup et al., 2003).

Reliabiliteten til en test forteller om resultatene er pålitelig (Refsnes, 2010) og om testen måler testen den samme egenskapen med lik målesikkerhet og reproduserbarhet hver gang (Refsnes, 2010). En god test må derfor tilfredsstille kravene til validitet og reliabilitet (Refsnes, 2010). Test re-test reliabiliteten er vanlig å regne ut med interclass correlation (ICC) eller typical error (TE). Siden vi ikke hadde noen tilvenningstest i forkant av pre-testingen, fikk vi derfor ikke etablere en test-retest reliabilitet for testene som ble benyttet. Derimot, er det blitt gjort litt

forskning på målenøyaktigheten til testene som ble benyttet i dette studiet. Reliabiliteten var god (1.5 % CV) ved måling av 40-m tiden, med en annen startprosedyre enn vår (Enoksen, Tonnessen, & Shalfawi, 2009). Lignende testutstyr med lik start har vist lignende resultat (1.4 % CV) (Buchheit et al., 2012). I en upublisert studie med fem forsøkspersoner ble reliabiliteten til A180° testet, og viste en god reproduserbarhet (CV) på 1.3 % (Braastad & Nylænden, 2011). VSH reliabiliteten er god (ICC \pm 3.2 %) med bruk av denne metoden og testutstyr på unge fotballspillere (Enoksen et al., 2009). Ved bruk av samme 6x30-m RST, som ble utført på unge landhockey spillere med enkle fotoceller, fant de en høy reliabilitet ved TE på 0.7 % (95 % CL, 0.5-1.2 %) (Spencer et al., 2006). Samme studie fant en lavere reliabilitet ved TE =14.9 % (95 % CL, 10.8-31.3 %) på trøtthetsindeksen i RST. Reliabiliteten til YoYo IR1 testene anses å være god (Krustrup et al., 2003). Test reliabiliteten kan ikke direkte overføres til vårt måleutstyr som brukt i dette studiet, men gir en veiledende feilmargin ved bruk av lignende målemetoder. Resultatene i denne studien gjelder kun for mannlige utøvere innen breddeidretten på både junior og seniornivå med lignende treningsgrunnlag, og kan ikke generaliseres for alle.

1.1.24 Statistikk

Gjennomsnittsverdier (\pm SD) regnet ut med deskriptiv statistikk i XL microsoft 2010. I tillegg ble variasjonsbredden (min-maks) for alle resultatene bestemt ut ifra uavhengige grupper. I XL regnearket er det gjennomført analyse av 90 % confidence limit, prosentvis endring og effect size ved hjelp av Hopkins WG (2006) spreadsheets for analysis. Resultatene i prosent og effect size er log transformert ved hjelp av Hopkins regneark. Cohens d(d) effect size og prosentvis endring er benyttet for å si noe om størrelsen på endringen mellom pre- og posttest innad i gruppen, og forskjellen mellom gruppene fra pre- til posttest. Skalaen for å bestemme størrelsen på cohens d «*effect size*» (ES) verdier er basert på Hopkins skala for forskjeller i gjennomsnitt. Størrelsen som blir benyttet er triviell ($d < 0.2$), liten ($d = 0.2 - 0.6$), moderat ($d = 0.6 - 1.2$), stor ($d = 1.2 - 2.0$) og veldig stor ($d > 2.0$) (Sportssci.org, 2013). For annen utregning av Cohens d, ble «*effect size calculator*» til University of Colorado brukt sin nettside brukt (Effect Size Calculator, 2013)

Av repetert sprint resultatene ble tretthetsindeksen utregnet på vanlig XL microsoft 2010 regneark. Kalkulering: $\text{tretthet} = (100 \times (\text{total sprinttid} / \text{ideal sprinttid})) - 100$. Total sprint tid = sum alle sprinter, Ideal sprinttid = antall sprinter x beste sprint (Spencer et al., 2006). Tretthetsindeks er regnet ut med antatt mest reliabel og valid målemetoden (Glaister et al., 2008).

Ved utregning av slede motstanden ble gjort med (Lockie et al., 2003) sin utregningsformel:
Belastningsmotstand (kg) = ((kroppsvekt (kg) x % av ønsket kroppsvekt)-slede vekt (kg))

8. Resultat

Totalt gjennomførte 20 forsøkspersoner (n=20) alle testene på pre- og post dag 1, en fra repetert sprintgruppen (RSG) seniorgruppen (S9) måtte, pga. strekkskade, ekskluderes fra repetert sprinttest (RST) resultatene og testdag 2 (YoYo IR1). På testdag 2 ble ytterligere to forsøkspersoner fra motstand sprintgruppen (MSG, S2 og S6) ekskludert fra undersøkelsen pga. sykdom. Totalt gjennomførte 18 personer alle pre- og posttestene (dag 1 og dag 2), derav åtte forsøkspersoner (FP, n=8) fra MSG og ti FP(n=10) fra RSG. Tabell 8.1 viser hovedfunnene i studien for MSG og RSG på alle målte testvariabler fra pre- til posttest. Det var kun trivielle ($d < 0.2$) og liten ($d > 0.2-0.6$) endring i test variablenes resultater mellom treningsgruppene. Derimot ble det funnet en liten ($d > 0.2-0.6$) forskjell mellom MSG og RSG på agility testen og YoYo IR1 testen.

8.1. Repetert sprintgruppe (RSG) vs. Motstand sprintgruppe (MSG)

1.1.25 40m sprinttest (S 40m)

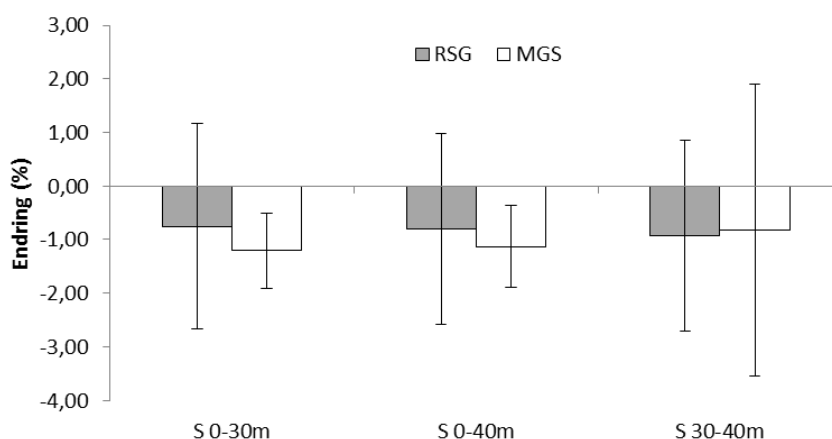
Effekt størrelsens (d) utregning fant trivielle ($d < 0.2$) treningseffekter mellom sprinttidene for RSG og MSG (S 0-30m; $d = -0.16$ og S 0-40m; $d = 0.10$) og «*flying-speed*» løpstiden (S 30-40m; 0.02 ± 0.39). Rådata endringene ($\pm 90\%$ CL) viste triviell forskjell mellom RSG og MGS på S 0-30m (0.02 ± 0.04 sek), S 0-40m (0.02 ± 0.05 sek) og flying-speed løpstidene (0.00 ± 0.02 sek).

Den prosentvise endringen mellom MSG og RSG vises i [figur 8.1](#). Både MGS og RSG viste liten ($d < 0.2-0.6$) forandring fra pre- til posttest på S 0-30m ($d = 0.32$) og S 0-40m ($d = 0.24$), mens det var bare RSG som hadde en triviell endring i tidene fra S 30-40m ($d = 0.04$). De individuelle (senior og junior) løpstidene vises i [figur 8.5](#) (S 0-40m), [figur 8.6](#) (S 0-30m) og [figur 8.7](#) (S 30-40m).

Tabell 8.1 Gruppenes (Repetert sprintgruppe, RSG og Motstand sprintgruppe, MSG) gjennomsnittstider for pre- og posttest, samt \pm SD og endring i rådata med 90 % Confidence Limits og Cohens effekt størrelsen (E.S. (d)) utregning.

Gruppe	Variabel	n	Pre \pm SD	Post \pm SD	Endring rå- data \pm 90 % CL	E.S.(d)	E.S. skala
RSG							
	Kroppshøyde (cm)	11	180,2 \pm 5,6				
	Kroppsvekt (kg)	11	72,0 \pm 10,6	72,2 \pm 10,7	0,2 \pm 1,0	-0,02	Triviell
	S 0-30m (sek)	11	3,85 \pm 0,12	3,82 \pm 0,13	-0,03 \pm 0,07	0,24	Liten
	S 0-40m (sek)	11	5,01 \pm 0,17	4,97 \pm 0,18	-0,04 \pm 0,09	0,23	Liten
	S 30-40m (sek)	11	1,15 \pm 0,06	1,14 \pm 0,05	-0,01 \pm 0,02	0,18	Triviell
	Agility(sek)	11	8,97 \pm 0,21	8,86 \pm 0,20	-0,12 \pm 0,18	0,54	Liten
	VSH (cm)	11	36,38 \pm 3,19	37,05 \pm 2,80	0,67 \pm 1,70	-0,22	Liten
	RST total tid(sek)	10	24,83 \pm 1,02	24,41 \pm 0,87	-0,41 \pm 0,63	0,44	Liten
	RST trøtthetindeks (%)	10	3,37 \pm 1,10	3,62 \pm 1,18	0,25 \pm 1,00	-0,22	Liten
	YoYo IR1 (m)	10	1692 \pm 506	1888 \pm 393	196 \pm 253	-0,43	Liten
MSG							
	Kroppshøyde (cm)	10	180,3 \pm 6,4				
	Kroppsvekt (kg)	10	72,1 \pm 7,6	72,1 \pm 8,0	-0,1 \pm 1,3	0,00	Triviell
	S 0-30m (sek)	10	3,81 \pm 0,09	3,76 \pm 0,09	-0,05 \pm 0,03	0,56	Liten
	S 0-40m (sek)	10	4,94 \pm 0,13	4,88 \pm 0,11	-0,06 \pm 0,04	0,50	Liten
	S 30-40m (sek)	10	1,13 \pm 0,05	1,12 \pm 0,04	-0,01 \pm 0,03	0,22	Liten
	Agility(s)	10	8,82 \pm 0,21	8,82 \pm 0,31	0,01 \pm 0,21	0,00	Triviell
	VSH (cm)	10	36,62 \pm 3,58	36,69 \pm 2,85	0,07 \pm 1,71	-0,02	Triviell
	RST total tid(sek)	10	24,51 \pm 0,94	24,14 \pm 0,74	-0,37 \pm 0,52	0,44	Liten
	RST trøtthetindeks (%)	10	3,20 \pm 1,44	3,28 \pm 1,36	0,07 \pm 0,91	-0,06	Triviell
	YoYo IR1 (m)	8	1890 \pm 215	1900 \pm 281	10 \pm 250	-0,04	Triviell

Notater: CL=Confidence limits, E.S.=Effekt størrelse, d=Cohens d, RSG= Repetert sprintgruppe, MSG= Motstand sprintgruppe, n= Antall forsøkspersoner, pre og post= Gjennomsnittresultat for respektiv variabel, S-x-x= Avstand i 40m sprinttest, A180 = Agilitytest, VSH= Vertikal svikhopp, RST= Repetert sprinttesten, YoYo IR1= Spesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1).



Figur 8.1 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) og standardavvik (\pm SD) mellom pre- og postresultatene i Repetert sprintgruppe (RSG, grå) og Motstand sprintgruppe (MSG, hvit).

1.1.26 Agility test (A180)

En registrerte en liten effekt størrelse mellom gruppene fra pre- til posttest ($d = 0.52$). Figur 8.2 viser en moderat ($d < 0.6 - 1.2$, $d = 0.61$) prosentvis forskjell mellom treningsgruppene.

Individuelle data vises i figur 8.8.

1.1.27 Vertikal svikthopp (VHS)

En triviell forskjell ble observert mellom treningsgruppene ($d = 0.15$). Derimot ble det funnet en liten prosentvis endring ($d = 0.31$) fra pre- til posttest mellom RSG og MSG (Figur 8.2).

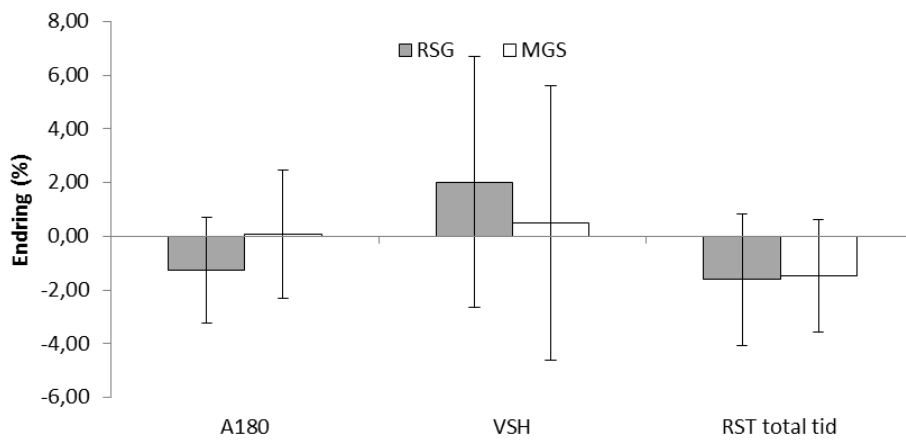
Individuelle hopp høyder vises i figur 8.9.

1.1.28 Repetert sprinttest (RST)

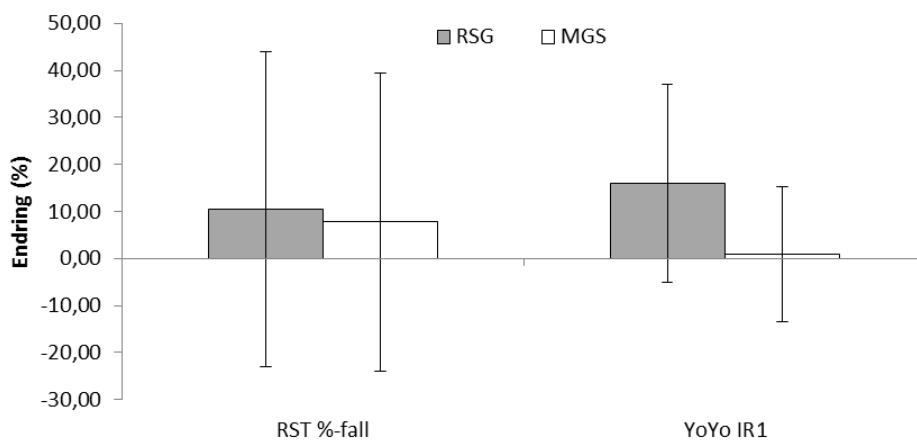
En triviell størrelsesforskjell ble funnet i både RSA løpetid ($d = 0.04$) og RST trøtthetsindeks ($d = 0.06$) mellom treningsgruppene. Figur 8.2 viser at det er en triviell gjennomsnittlige prosentvise endring fra pre- til posttest i RST total tid ($d = 0.06$) og RST trøtthetsindeks ($d = 0.08$) mellom treningsgruppene (Figur 8.3). Individuelle verdier fra RST vises i figur 8.10 (RST total tid) og figur 8.11 (trøtthetsindeks).

1.1.29 Fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1)

En ble funnet en liten effekt størrelse ($d = 0.83$) mellom treningsgruppene på YoYo IR1 testen ($d = 0.49$). En moderat størrelsesforskjell ble funnet i den prosentvise endringen fra pre- til posttest mellom RSG og MSG (Figur 4.3). Individuelle løpsdistanser vises i figur 8.12.



Figur 8.2 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) og standardavvik (\pm SD) mellom pre- og posttestresultatene i agility test (A180), vertikal svikthopp(VSH) og totale løpstiden i repetert sprinttest (RST total tid) mellom Repetert sprintgruppe (RSG, grå) og Motstand sprintgruppe (MSG hvit).



Figur 8.3 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) fra pre- og posttest for RST trøtthetsindeks (RST %-fall) og fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1) mellom repetert sprintgruppe (RSG, grå) og motstand sprintgruppe (MSG, hvit).

8.2. Senior: RSG vs. MSG

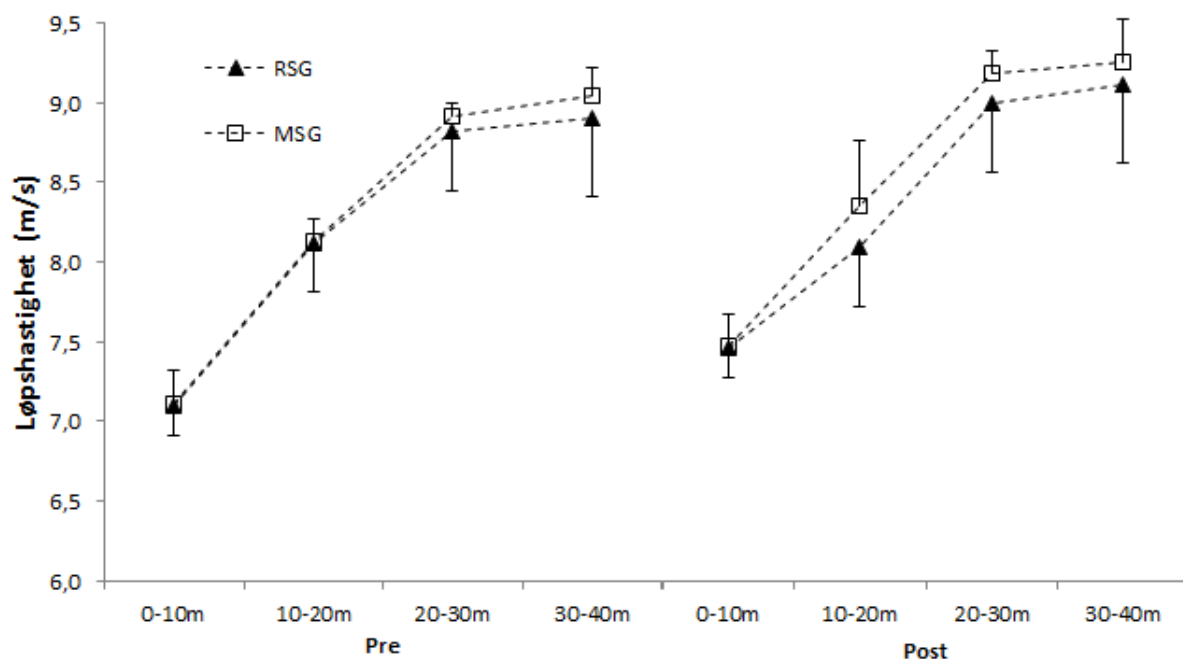
1.1.30 40m sprinttest (S 40m)

Seniorgruppen var den eneste gruppen som det ble registrert mellomtider under sprintløpet (S 0-40m). [Tabell 8.2](#) viser til gjennomsnittlige mellomtider i utvalgte løpsdistanser og effekt størrelsen mellom pre-post dataene.

Tabell 8.2 Gjennomsnittlige løpstider og mellomtider og standardavvik (\pm SD) fra 0- 40m for Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppe (MSG) med endring i rådata (\pm 90% CL) og Cohens d (Effect size(E.S)).

Gruppe	Variabel	n	Pre \pm SD	Post \pm SD	Endring rådata		E.S.(d)	E.S. skala
					\pm 90 % CL			
RSG								
	S 0-30m (sek)	5	3,78 \pm 0,11	3,75 \pm 0,13	-0,03 \pm 0,08		0,25	Liten
	S 0-40m (sek)	5	4,91 \pm 0,17	4,87 \pm 0,19	-0,04 \pm 0,08		0,22	Liten
	S 0-5m (sek)	5	0,68 \pm 0,03	0,65 \pm 0,04	-0,03 \pm 0,05		0,85	Moderat
	S 0-10m (sek)	5	1,41 \pm 0,04	1,36 \pm 0,03	-0,05 \pm 0,06		1,41	Stor
	S 0-20m (sek)	5	2,64 \pm 0,07	2,61 \pm 0,08	-0,03 \pm 0,06		0,40	Liten
	S 20-40m (sek)	5	2,26 \pm 0,11	2,26 \pm 0,11	0,00 \pm 0,02		0,00	Triviell
	S 5-10m (sek)	5	0,73 \pm 0,02	0,71 \pm 0,03	-0,03 \pm 0,04		0,78	Moderat
	S 10-15m (sek)	5	0,63 \pm 0,02	0,65 \pm 0,04	0,01 \pm 0,03		-0,63	Moderat
	S 30-40m (sek)	5	1,13 \pm 0,06	1,12 \pm 0,06	0,00 \pm 0,01		0,17	Triviell
MSG								
	S 0-30m (sek)	5	3,76 \pm 0,05	3,71 \pm 0,04	-0,05 \pm 0,03		1,10	Moderat
	S 0-40m (sek)	5	4,87 \pm 0,06	4,81 \pm 0,04	-0,06 \pm 0,03		1,18	Moderat
	S 0-5m (sek)	5	0,68 \pm 0,04	0,62 \pm 0,05	-0,06 \pm 0,03		1,33	Stor
	S 0-10m (sek)	5	1,41 \pm 0,04	1,37 \pm 0,03	-0,03 \pm 0,07		1,13	Moderat
	S 0-20m (sek)	5	2,64 \pm 0,04	2,59 \pm 0,03	-0,04 \pm 0,02		1,41	Stor
	S 20-40m (sek)	5	2,23 \pm 0,03	2,22 \pm 0,03	-0,01 \pm 0,03		0,33	Liten
	S 5-10m (sek)	5	0,73 \pm 0,01	0,76 \pm 0,08	0,03 \pm 0,09		-0,53	Liten
	S 10-15m (sek)	5	0,63 \pm 0,01	0,62 \pm 0,05	-0,02 \pm 0,04		0,28	Liten
	S 30-40m (sek)	5	1,11 \pm 0,02	1,10 \pm 0,03	0,00 \pm 0,04		0,39	Liten

Notater: CL=Confidence limits, E.S.= Effekt størrelse, d=Cohens d, RSG= Repetert sprintgruppe, MSG= Motstand sprintgruppe, n= Antall forsøkspersoner, pre og post= Gjennomsnitt resultat for respektiv variabel, S-x-x= Avstand i 40m sprinttest, SD= Standardavvik fra gjennomsnittlig løpetider i Pre/Post test.



Figur 8.4 Gjennomsnittlige løpehastigheter (m/sek) og standardavvik ($\pm SD$) på pre (A)- og posttest (B) i ulike faser av en 40-m sprint mellom Repetert sprintgruppe (RSG, sort trekant) og Motstand sprintgruppe (MSG, hvit firkant).

Figur 8.4 (A) viser at det er en triviell størrelsesforskjell på løpshastighetene (m/sek) fra pretest mellom senior utøverne i RSG og MSG på 0-10m ($d = 0.05$) 10-20m ($d = 0.09$). Derimot var en liten størrelsesforskjell i løpshastighetene på 20-30m ($d = 0.33$) og 30-40m ($d = 0.38$).

I figur 8.4 (B) går det fram at det er en stor ($d < 1.2 - 2.0$) effektstørrelse forskjell på løpshurtigheten fra 0-10m fra pre-til posttest hos begge treningsgrupper (RSG; $d = 1.51$ og MSG; $d = 1.43$). Videre viser figur 8.4 (B) en liten til triviell størrelsesforskjell på løpshastighetene fra 10-20m ($d = 0.42$), 20-30m ($d = 0.00$) og 30-40m ($d = 0.06$) i RSG. Derimot, viste figur 8.5 (B) en liten, moderat og triviell effektstørrelse på løpshastigheten fra 10-20m ($d = 0.28$), 20-30m ($d = 0.72$) og 30-40m ($d = 0.09$) i MSG.

Det ble kun funnet en forskjell ($d > 0.2$) fra 10m og oppover fra posttest mellom treningsgruppene. Effekt størrelsesforskjellen fra løpshastighetene fra 10-20m ($d = 0.65$), 20-30m ($d = 0.56$) og 30-40m ($d = 0.35$) varierte fra moderat, liten og liten på posttest mellom treningsgruppene (Figur 8.4 (B)). MGS kunne vise til en forbedring av løpshastighetene på 0-10m, 10-20m, 20-30m og 30-40m på; 3.8 % (0-10m; 0.28 m/sek), 1,0 % (10-20m; 0.08 m/sek), 0.9 % (20-30m; 0.08 m/sek) og 0.2 % (30-40m; 0.02 m/sek). RSG hadde en tilsvarende forbedring av løpshastigheten på de samme fra pre- til posttest; 3.82 % (0-10m; 0.28 m/sek), <

0.1 % (20-30m; <0.00 m/sek) og 0.3 % (30-40m; 0.03 m/sek), mens 10-20m løpshastigheten ble redusert med -1.7 % (0.14 m/sek).

1.1.31 Agility test (A180)

Gjennomsnittlige løpstider (± 90 % CL) fra agility testen viste en liten effektstørrelse ($d= 0.43$) fra pre til posttest mellom treningsgruppene. Løpstidene på agility pretesten oppdaget en moderat effekt størrelse mellom RSG og MSG (8.79 ± 0.1 sek vs. 8.68 ± 0.14 sek, $d= 0.90$). Samme moderate størrelsesforskjell ble også funnet i posttesten mellom gruppene (8.78 ± 0.14 sek vs. 8.61 ± 0.23 sek, $d=0.89$). MSG sin gjennomsnittlig ($\pm SD$) prosentvise løpsforbedring fra pre-til posttest på 0.8 % (± 1.5), utgjorde en liten effektstørrelsesforskjell ($d=0.46$) fra den prosentvise forbedringen funnet i RSG (0.1 ± 1.5 %).

1.1.32 Vertikal svikthopp (VHS)

Den gjennomsnittlige vertikale svikthopptesten viste en moderat endring på 2.8 % (90 % CL ± 4.9 , $d= 0.77$) fra pre- til posttest prestasjonen mellom RSG (37.48 ± 1.38 cm vs. 38.11 ± 0.86 cm) og MSG (37.61 ± 1.32 cm vs. 37.17 ± 1.42 cm). Det var en triviell effekt størrelsesforskjell på pretest mellom treningsgruppene ($d= 0.10$). En moderat effekt størrelsesforskjell ($d= 0.80$) ble funnet i den gjennomsnittlige hopphøyden målt fra posttest mellom treningsgruppene. MSG sin gjennomsnittlige hopphøyde hadde en liten reduksjon ($d= 0.32$), mens RSG hadde liten økning i hopphøyden ($d= 0.55$) etter treningsperioden ([Tabell 8.3](#)).

Repetert sprinttest (RST)

Det ble funnet en liten endring (± 90 % CL) på totalt gjennomsnittlige løpstider på RST (0.61 ± 2.1 %, $d= 0.30$) og RST (%) trøtthetsindeks ($-20.0 \pm 55.6\%$, $d= 0.45$) fra pre til posttest mellom treningsgruppene. RSG kunne vise en liten reduksjon i RST total tid (23.94 ± 0.49 sek vs. 23.69 ± 0.58 sek, $d= 0.47$) og en moderat reduksjon i prestasjonsfall i RST (2.77 ± 0.51 % vs. 3.77 ± 1.13 %, $d= 1.14$) fra pre- til posttest. For MSG ble det funnet trivielle endringer på både RST total tid (23.83 ± 0.44 sek vs. 23.73 ± 0.74 sek, $d= 0.16$) og prestasjonsfall i RST (2.96 ± 1.5 % vs. 3.25 ± 1.85 %, $d= 0.17$) fra pre- til postmålingene.

Fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)

Det ble funnet en triviell forskjell på YoYo IR1 test fra pre- til posttest mellom treningsgruppene (0.4 ± 5.4 %, $d= 0.03$). En liten effekt størrelse ble funnet i total løpsdistanse fra pre- til posttest ($d= 0.31$ og $d=0.29$) mellom MSG (2040 ± 240 m vs. 2027 ± 227 m, $d= 0.06$) og RSG (2120 ± 273 m vs. 2100 ± 270 m, $d= 0.07$).

8.3. Junior: RSG vs. MSG

1.1.33 40m sprinttest (S 40m)

En triviell effekt størrelsesforskjell ble funnet på løpetidene S 0-30m (-0.01 ± 0.07 sek, $d= 0.11$), S 0-40m (-0.01 ± 0.09 sek, $d= 0.09$) og S 30-40m (0.00 ± 0.03 sek, $d= 0.02$) fra pre- til posttest mellom treningsgruppene. Begge treningsgruppene viste en liten effekt størrelse ($d > 0.2 - 0.6$) forbedring av alle løpstidene på 40m sprinttest. MSG kunne vise til en forbedring på løpstidene; S0-30m (-0.04 ± 0.03 sek, $d= 0.44$), S0-40m (-0.06 ± 0.05 sek, $d= 0.46$) og S30-40m (-0.02 ± 0.02 , $d= 0.44$) fra pre- til posttest. Det samme ble også funnet i RSG testresultater på; S0-30m (-0.03 ± 0.16 sek, $d= 0.30$), S0-40m (-0.04 ± 0.10 sek, $d= 0.29$) og S30-40m (-0.03 ± 0.04 sek, $d= 0.44$).

Det ble funnet en moderat effektstørrelse i løpstider på S 0-30m (0.06 ± 0.04 sek, $d= 0.78$) og S 0-40m (0.08 ± 0.06 sek, $d= 0.61$) (tabell 8.3) fra pretest mellom treningsgruppene, mens det ble funnet en liten forskjell i S 30-40m (0.02 ± 0.01 sek, $d= 0.44$). Posttestens gjennomsnittlige løpstider viste en lignende størrelsesforskjell som i pretest (S0-30m; 0.07 ± 0.05 sek, $d= 0.80$, S0-40m; 0.09 ± 0.07 sek, $d= 0.74$ og S30-40m; 0.02 ± 0.01 sek, $d= 0.44$) mellom treningsgruppene.

1.1.34 Agility test (A180)

Juniorutøverne hadde en stor effekt størrelse i A180 testen ($d= 1.43$) fra pre- til posttest mellom treningsgruppene. Gjennomsnittlig endring (± 90 % CL) i løpstidene på agility testen var 3.2 % (± 3.0) fra pre- til posttest mellom treningsgruppene. Løpstidene for RSG ble moderat redusert med -2.2 % (-0.20 ± 0.18 sek, $d= 1.12$) og MSG hadde en liten økning på 0.9 % (0.08 ± 0.26 sek, $d= 0.38$).

Pre-verdiene (tabell 8.3) på agilitytesten viste en moderat størrelses forskjell mellom gruppene. MSG løp agilitytesten 2.9 % (0.17 sek, $d= 1.05$) raskere enn RSG. I posttesten (tabell 8.3) var det derimot RSG som løp 2.2 % (-0.23 sek, $d= 0.49$) raskere enn MGS på agilitytesten.

1.1.35 Vertikal svikthopp (VSH)

Prestasjonen i vertikale svikthopp viste triviell forskjell mellom treningsgruppene ($d= 0.01$). Det ble funnet trivielle endringer i gjennomsnittlige hopp høyder fra pre til posttest mellom RSG (2.0 %, 0.69 ± 2.27 cm, $d= 0.18$) og MSG (1.6 %, 0.58 ± 1.70 cm, $d= 0.13$).

1.1.36 Repetert sprinttest (RST)

Gjennomsnittlig (± 90 % CL) total løpstiden på RST viste triviell størrelsesforskjell fra pre- til posttest mellom treningsgruppene (0.5 ± 2.9 %, $d= 0.15$). Både MSG og RSG hadde en moderat reduksjon i den totale løpstiden (-0.64 ± 0.46 sek, $d= 0.95$ og 0.53 ± 0.82 sek, $d= 0.69$). En liten størrelsesforskjell ble funnet mellom treningsgruppene i pre- og postresultatene (tabell 8.3) både for RST total tid (-0.23 sek, $d= 0.23$ og -0.35 sek, $d= 0.58$) og RST % -fall (-0.33 %, $d= 0.24$ og -0.22 %, $d= 0.20$).

Trøtthetsindeksen (± 90 % CL) i RST fra pre-til posttest mellom treningsgruppene var på 11.2 % (± 28.8 , $d= 0.23$, liten). RSG hadde en liten reduksjon i RST %-fall (-0.29 ± 0.62 %, $d= 0.20$) og MSG fant en triviell endring på -0.15 ± 0.93 % ($d= 0.12$). De gjennomsnittlige pre- og postverdiene i RST %-fall viste en liten effekt størrelse (-9.7 % ($d= 0.24$) og 7.1 % ($d= 0.20$)) mellom treningsgruppene.

1.1.37 Fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)

En moderat effektstørrelse ble funnet i gjennomsnittlig økt løpsdistansen på YoYo IR1 testen (20.13 ± 20.98 %, $d= 0.80$) fra pre- til posttest mellom treningsgruppene. Den gjennomsnittlige totale løpsdistansen på YoYo IR1 testen viste en moderat størrelsesforskjell mellom treningsgruppene på 27 % ($d= 0.82$) på pre-test, mens det var en liten forskjell (3.4 % ($d=0.21$)) mellom gruppene i posttesten (tabell 8.3). RSG hadde en stor forbedring i total løpsdistanse under YoYo-IR1 test fra pre- til posttest ($d= 1.25$), mens MSG fant en triviell forbedring ($d= 0.10$)

8.4. Senior vs. junior

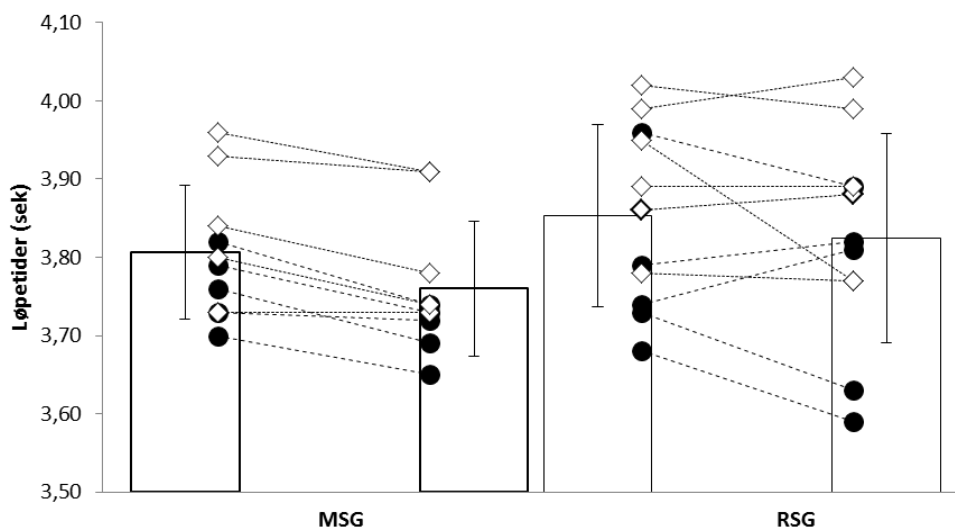
Tabell 8.3 Gjennomsnittlige resultater og prosentvis endring (%) fra pre- og posttest for henholdsvis junior og senior utøverne i Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppe (MSG).

Gruppe	Test	Junior			Senior				
		n	Pre	Post	% Endring	n	Pre	Post	% Endring
RSG									
	S 0-30m (sek)	6	3,92	3,89	-0,7	5	3,78	3,75	-0,8
	S 0-40m (sek)	6	5,09	5,05	-0,9	5	4,91	4,87	-0,7
	S 30-40m (sek)	6	1,18	1,16	-1,4	5	1,13	1,12	-0,4
	Agility(sek)	6	9,13	8,92	-2,2	5	8,79	8,78	-0,1
	VSH (cm)	6	35,47	36,16	2,0	5	37,48	38,11	1,7
	RST total tid(sek)	6	25,42	24,90	-2,0	4	23,94	23,69	-1,0
	YoYo IR1 (m)	6	1407	1747	24,2	4	2120	2100	-0,9
MSG									
	S 0-30m (sek)	5	3,85	3,81	-1,0	5	3,76	3,71	-1,4
	S 0-40m (sek)	5	5,01	4,95	-1,1	5	4,87	4,81	-1,2
	S 30-40m (sek)	5	1,16	1,14	-1,6	5	1,11	1,10	-0,2
	Agility(sek)	5	8,95	9,03	0,9	5	8,68	8,61	-0,8
	VSH (cm)	5	35,63	36,21	1,6	5	37,61	37,17	-1,1
	RST total tid(sek)	5	25,19	24,55	-2,6	5	23,83	23,73	-0,4
	YoYo IR1 (m)	5	1800	1824	1,3	3	2040	2027	-0,7

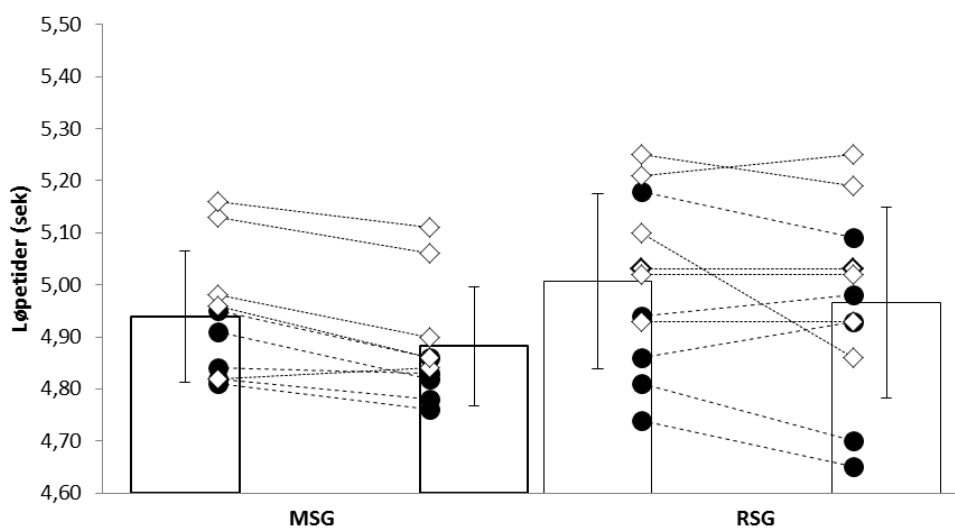
Notater: RSG= Repetert sprintgruppe, MSG= Motstand sprintgruppe, n= Antall forsøkspersoner, pre og post= Gjennomsnitt resultat for respektiv variabel, S-x-x= avstand i 40m sprinttest, A180 = Agilitytest, VSH= Vertikal svikhopp, RST= Repetert sprinttesten, YoYo IR1= Spesifikk utholdenhetstest.

1.1.38 Individuelle endringer i MSG vs. RSG

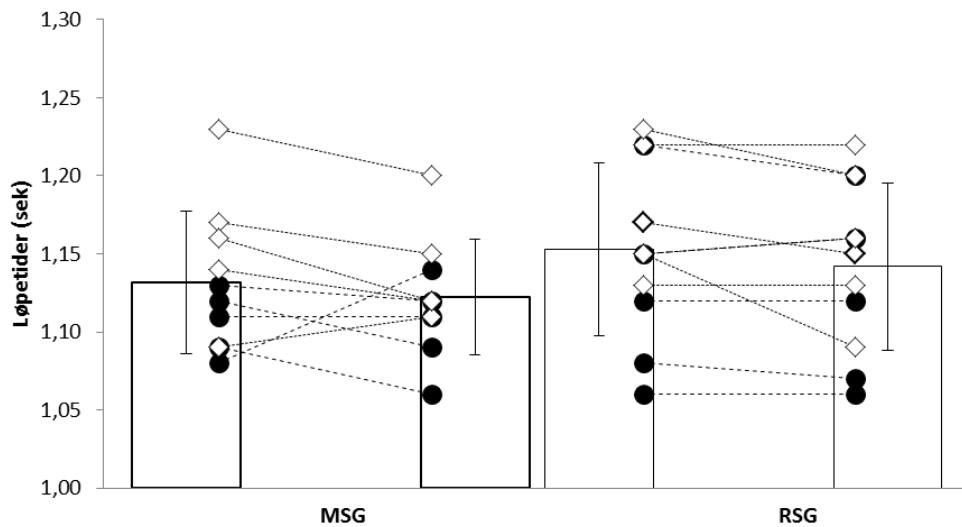
1.1.39 40m sprinttest (S 40m)



Figur 8.5 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 0-30m (S 0-30m) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

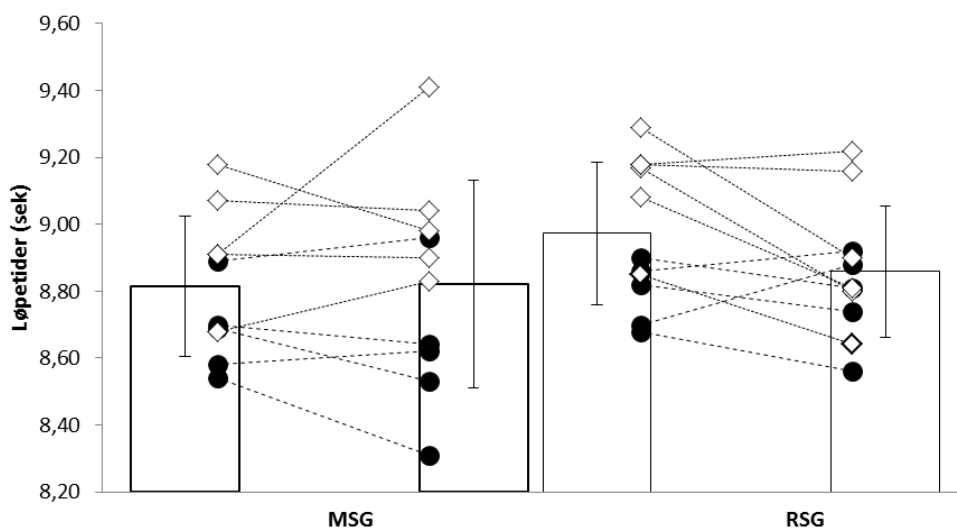


Figur 8.6 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 0-40m (S 0-40m) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).



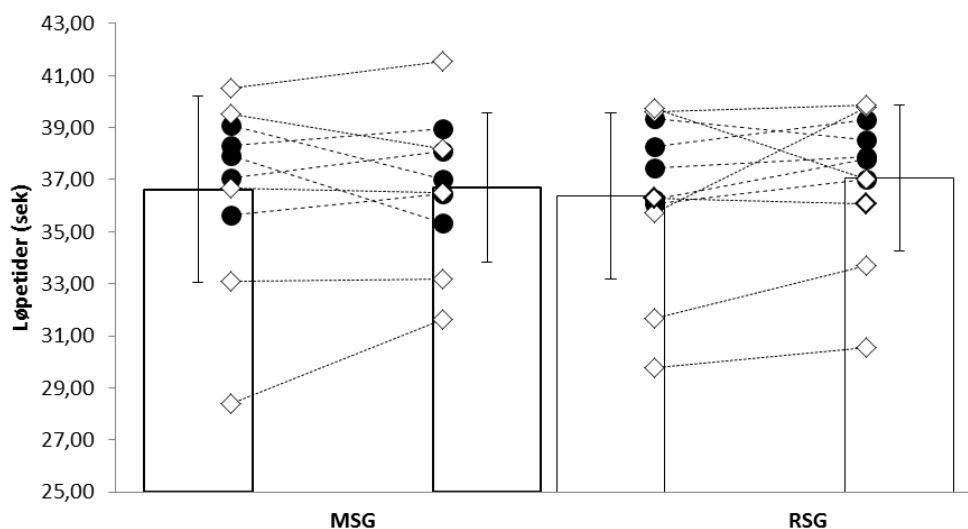
Figur 8.7 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 30-40m (S 30-40m) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av løpsti fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

1.1.40 Agility test (A180)



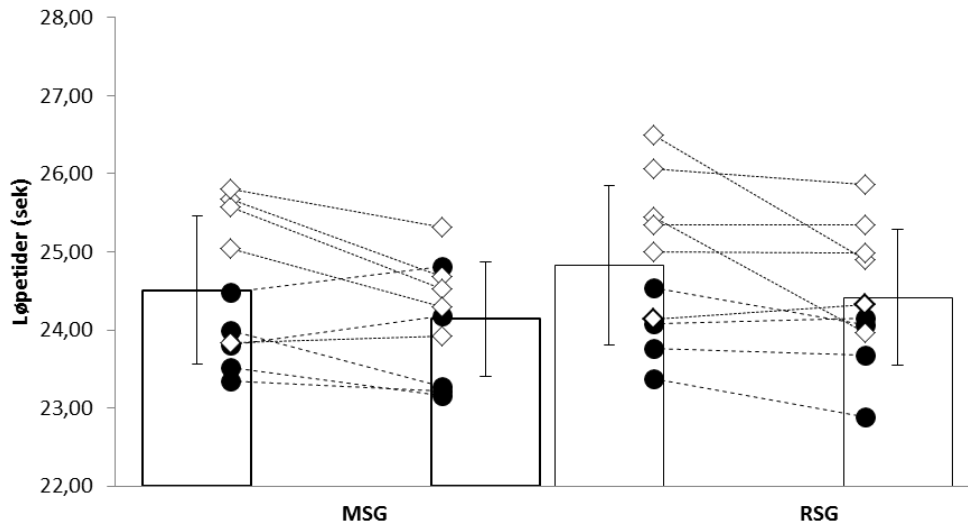
Figur 8.8 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra agility test (A180) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av løpsti fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

1.1.41 Vertikal svikthopp (VHS)

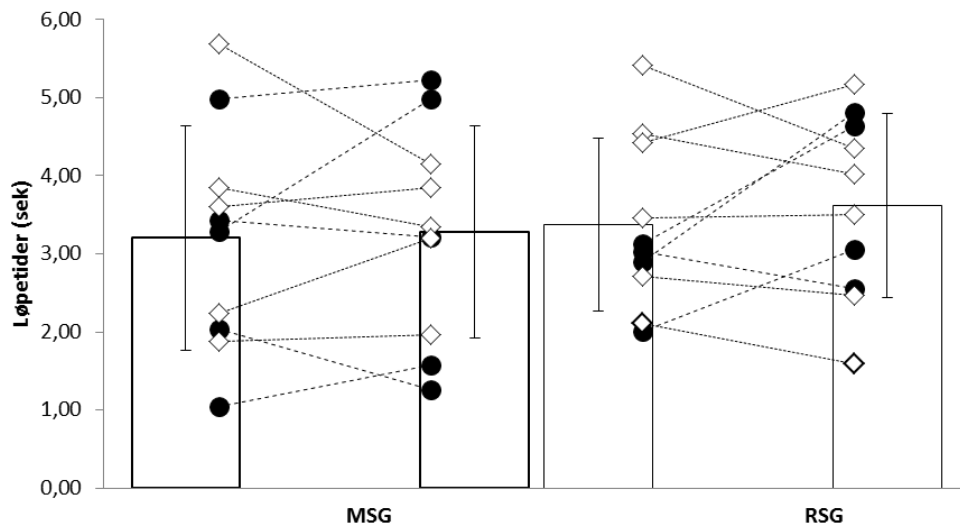


Figur 8.9 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra vertikal svikthopp (VSH) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av hopp høyden fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

1.1.42 6x30m Repetert sprint totaltid (RST total tid)

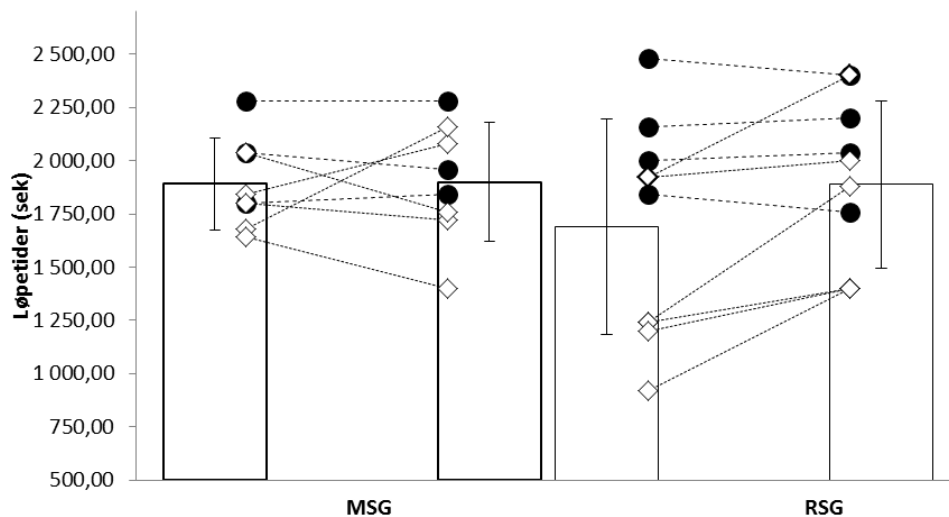


Figur 8.10 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 6x30m repetert sprinttest (RST total tid) og gjennomsnittlige ($\pm 90\%$ CL) måling av totale løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).



Figur 8.11 Individuelle endringer i prosentvis trøtthetsindeks fall (%) fra 6x30m repetert sprinttest (RST %-fall) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) prosentvis trøtthetsindeks fall (%) fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

1.1.43 Fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)



Figur 8.12 Individuelle endringer i total løpsdistanse på fotballspesifikk utholdenhets test (YoYo IR1) og gjennomsnittlig total løpsdistanse (± 90 % CL) på pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) i Motstand sprintgruppe (MSG) og Repetert sprintgruppe (RSG).

9. Diskusjon

Hovedfunnene i oppgaven indikerte/viste at både MSG og RSG fikk en endring av sprintprestasjonene fra S 0-40m med 0.06sek (d= 0.50) og 0.04sek (d= 0.23) (tabell 8.1). Det var i den første delen av sprinten (S 0-30m) den største fremgangen kom (0.05 sek, d= 0.56 og 0.03 sek, d= 0.24). Det var kun MSG som kunne vise til en reduksjon (-0.01 sek, d= 0.22) i den siste delen av løpet (S 30-40m) fra pre- til posttest, men denne endringen utgjorde ingen forskjell mellom treningsgruppene. Det ble også funnet en reduksjon i RST totaltid på -0.37 sek (MSG, d= 0.44) og -0.41 sek (RSG, d= 0.44), RSG var den eneste gruppen der en fant en økning i RST trøtthetsindeks (0.25 %, d= 0.22). Videre ble det identifisert en forskjell mellom treningsgruppene på agility testen (0.12 sek, d= 0.52) og den fotballspesifikke utholdenhetstesten (YoYo IR1, 186m, d= 0.49). Her ble det også funnet en liten effekt størrelse.

9.1. Slede trening

I dette studiet fant en bedring av sprintprestasjonen ved sledetrening og trivielle forskjeller ble funnet mellom sprint- og sledetreningsgruppene. Dette er for øvrig i tråd med resultater som er observert i mange andre studier (Zafeiridis et al., 2005; Spinks et al., 2007; Lockie et al., 2012). Flere studier har observert forbedring i maksimale løpshastighetene ved bruk av slede ved bruk av ulike sprinttreningsprogram, der den største fremgang ble observert i akselerasjonshurtigheten (Harrison & Bourke, 2009; Zafeiridis et al., 2005; West et al., 2012). Men ikke alle studier har observert dette (Clark et al., 2010).

En lignende studie av (Lockie et al., 2012) der de ønsket å se treningsendringforskjeller på en rekke ulike akselerasjonshurtighetstester; 10m sprint, VSH, 40-cm fallhopp (40DJ), Strekk forkortningshastigheten (SSC) i horisontal retning (5BT) og tre maksimale knebøyløft (3RM), når de gjennomførte fire treningsmetoder (slede sprinttrening, sprinttrening, plyometrisk trening (PLY) og tung styrke trening (TS) (75-90 % 1RM) som er kjent for å kunne bedre løpshurtigheten til ballidrettsutøvere. Den 6 ukers lange treningsperioden for sprint- og sledegruppen inneholdt ulike løpsintervall variasjoner med 1-3 serier med 3-5 repetisjoner over 30-80m, mens PLY gruppen utførte ulike kassehopp (3-6 serier, 5-10 rep) og TS gruppen gjennomførte et tungt styrketreningsprogram med ulike beinøvelser (3 serier, 4-12 rep). Studiet kunne vise til signifikante ($p < 0.05$) økninger på 9-10 % på 10m løpshastigheten (0-10m, d= 0.85- 2.44) i alle treningsgruppene, det ble også funnet en signifikant ($p < 0.05$) økning på den gjennomsnittlige steglengden ved bruk av alle treningsmetodene. Studiet fant også en signifikant økning på den reaktive styrke indeksen (hopp høyde/kontaktid på bakken) i sprint-,

slede- og PLY-gruppen, og en signifikant økning av den absolutte styrken og en signifikant økning av den relative styrken i alle treningsgruppene (Lockie et al., 2012). (Lockie et al., 2012) begrunnet de observerte funnene med endringer i de nevralt faktorene, som er tett tilknyttet forbedringer av steglengden i sprintløp og muskel koordinasjon. På grunn av manglende forklaring bør dette videre undersøkes.

Steglengde, stegfrekvens og kontakttid på bakken

Det presiseres i litteraturen at akselerasjon- og maksimal løpshastighet er to svært uavhengige ferdigheter, som må trenes spesifikt (Cronin, Hansen, Kawamori, & McNair, 2008). På korte sprintdistanser (0-5m) som ofte blir utført i fotball (Di Salvo et al., 2010), fant vi en forbedring på henholdsvis 8.9 % ($d= 1.33$, stor) og 4.1 % ($d= 0.84$, moderat) i senior MSG og RSG (tabell 8.2). Lignende resultater er funnet tidligere (Spinks et al., 2007). Her fant de en økning i sprinthastigheten på 9.1 % og 8.0 % for henholdsvis slede- og sprintgruppen, som var større fremgang enn det vi fant i vår RSG. De forklarte forbedringen med en økning av steglengde, stegfrekvens og kortere kontakttid på bakken (Spinks et al., 2007). I en studie som støtter dette, fant en signifikant forskjell i kontakttiden under 10m sprint når de sammenlignet trege og raske mannlige ballspillutøver. De raske utøverne så ut til å ha en kortere hurtigere kraftutvikling i steget, lengre flytid og en høyere stegfrekvens enn de trege (Lockie et al., 2011). Forskjellene mellom trege og raske ballspillutøvere kan ha sammenheng med forskjeller i den relative styrken ($d= 0.85$), men også i de løpstekniske ferdighetene (Lockie et al., 2011). Kortere kontakttid ble funnet å skille mellom raske og trege utøvere, i tillegg til en stor effekt størrelse når det gjelder stegfrekvens ($d= 80$) (Lockie et al., 2011).

Hopp høyden

God sprintevne og vertikal spenst er to viktige faktorer for idrettslig suksess. Begge disse egenskapene blir ifølge (Hrysomallis, 2012) bedre ved motstand sprinttrening. I dette studiet kunne vise en liten økning i VSH på 1.8 % i RSG ($d= 0.22$), og hvor MSG viste en triviell endring 0.2 % ($d= 0.02$). Dette studiet kunne vise 1.69 % ($d= 0.51$) økning RSG hos seniorgruppen, som vil derfor stå bak meste av den viste økning på VSH. Spinks et al. (2007) kunne avdekke en forbedring i svikthopp høyden (CMJ) på 5.9 % ($d= 0.51$) og 9.1 % ($d= 0.86$) i gruppene, men her fant de også en 6.6 % ($d= 0.64$) økning i kontrollgruppen. Treningen så derfor ikke ut til å ha en påvirket CMJ i nevneverdig grad. De endringene funnet i Spinks et al. (2007) studiet kan komme av den treningen (inkl. minimum to styrke-/fitnessøkter og to balløkter) utøverne hadde i tillegg til sprinttreningen. Forskningen tyder på at to økter med tung styrketrening i uka over 8 uker kan øke svikthopp høyden med 7.4 % ($d= 0.71$, moderat) hos unge utøvere

(Chelly et al., 2009). Svikhoppshøyden har vist en korrelasjon på $r = 0.55- 0.77$ for korte sprinthastigheter (0-10m), mens den relative styrken viste en korrelasjon på $r = 0.50- 0.60$ (Lockie et al., 2011). Andre hopp tester som har sett større grad av reaktiv kraftutvikling, vil i større grad kunne skille mellom MSG og RSG (Spinks et al., 2007). Sledetrening med slede på korte avstander ser ut til å kunne ha en god forbedring av eksplosiv kraftutvikling.

Fallhopp øvelser vil kunne vise utøvernes reaktive kraftutvikling, som kan være en indikasjon for endringen av nevro-muskulære tilpasninger (Spinks et al., 2007). Spinks et al. (2007) har vist en bedring på 50cm fallhoppshøyden (50DJ) med 17.2 % ($d = 0.73$, moderat), noe som var betydelig ($p < 0.05$) større enn hos sprintgruppen (8.6 %, $d = 0.48$, liten). Det er derimot funnet liten ($r < 0.40$) korrelasjon mellom 40cm-fallhopp og, akselerasjonshastighet (0-10m, $r = 0.35- 0.38$) og sprinthastighet (0-30m, $r = 0.34$) (Cronin & Hansen, 2005). De fant en større korrelasjon mellom CMJ ($r = 0.56- 0.62$) og knebøyshopp med 30kg (SJ, $r = 0.56- 0.66$). De forklarte funnet med at det ble oppnådd ulike kontakttider på bakken under akselerasjonsfasen og topphastighetsfasen, da toppfarten ikke nødvendigvis vil bli nådd etter 30m sprintdistanse hos rugbyspillere (Cronin & Hansen, 2005). I denne studien fikk utøverne fortløpende prestasjonsfremmende tilbakemeldinger på svikhopp teknikken, og når de fulgte tekniske rådene ble det observert en økning av hoppshøyden. Den minimale endringen i VSH stemmer god overens med undersøkelsens strenge restriksjon av styrketrening på underkroppen under treningsperioden, og den lille endringen kan forklares med liten overføringsverdi fra sprinttreningen og bedret hopp teknikk.

I dette studiet ble utøverne påført en «lineær» belastning, som har vist seg å gi større fremgang i akselerasjonshurtigheten (0-15m) til unge utrente kvinner og menn ved ≤ 6 ukers treningsvarighet (Bloomfield, Polman, O'Donoghue, & McNaughton, 2007). Det er observert at en større variasjon og progresjon i sprintdistanser ved sledetrening kan gi bedre treningseffekter enn «lineære» progresjonsprogram (Hrysomallis, 2012).

Oppsummering

Økningen i sprintprestasjonen i dette studiet kan muligens forklares med forandringer på henholdsvis de nevro-muskulære faktorene som er viktig for raskutvikling og kan utvikles kun etter kort treningsperiode. Noen av disse faktorene kan være av de løpstekniske endringene som for eksempel stenglengde, stegfrekvens og kontakttid med underlag. I tillegg kan absolutte styrke, relative styrke og strekk-forkortningshastighet kunne gi et bedre grunnlag for å utføre eksplosive bevegelser i horisontale retninger. Kortere kontakttid til underlag og høyere stegfrekvens er de to hovedfaktorene som bidrar mest til å bedre hastigheten i

akselerasjonsfasen hos utøvere (Lockie et al., 2011). Andre studier støtter ikke dette (Lockie et al., 2012), og forklarer endringene med steglengde forandringer og bedre motorisk styring. Studiet indikerte at slede trening kan ha en sterkere påvirkning på egenskaper som er viktig i rask kraftutvikling (Spinks et al., 2007). I dette studiet gjennomførte vi ikke kinematiske måling av utøverne og kan derfor ikke være sikre på hvilke faktorer som vil kunne forklare studiets observerte sprintfremgang.

1.1.44 Kinematiske forklaringer

Sledetrening sin mulige påvirkning på løpsteknikk, har vært et av ankringspunktene for ikke å gjennomføre denne type treningen. På en annen side kan korrekt anvendelse av sledetreningsbelastning over kort distanse gi større horisontal kraftutvikling, uten å kunne gi en negativ endring i løpskinematikk (Kawamori et al., 2013). Spinks et al. (2007) fant en signifikant forbedring av akselerasjonen (0-15m) uten at det var noen signifikante endringer i overkroppskinematikk, så lite sannsynlig at dette vil ha noen påvirkning av innledende løpsfaser blant ballspillutøvere. Spinks et al. (2007) sin studie gjennomførte sprinttreningen over kortere distanser (5-20m) enn i dette studiet. Dette kan komme av at de, som oss, brukte utøvere fra ballidretter. Utøvere fra ballidretter har annen løpsteknikk enn det som er observert hos sprintere, pga. kontekstspesifikke krav til løpshurtighet (Spinks et al., 2007). Dette kan være i sammenheng med at ballspill utøvere kan ha en dårligere bruk av armene enn spesial sprintere (Spinks et al., 2007) og vil i mindre grad ha en påvirkning overkroppsendringer i forhold til sprintprestasjonen. Noe som kan forklare varierende funnene i sprint løpsteknikken ved bruk av slede sprinttrening på de kinematiske analysene, i tillegg til at korte maksimale akselerasjoner er en naturlig del av ballspillutøveres kampspill (Di Salvo et al., 2010). Kontakt tiden på underlaget under sprintløp er den viktigste faktoren for både langsomme og hurtigere utøvere (Lockie et al., 2011). En større fremover lent posisjon i overkroppen kan ha en sammenkobling med sprintprestasjonen fordi det gir en mer effektiv posisjon for akselerasjonsfasen i sprint (Spinks et al., 2007).

1.1.45 Sledebelastning

Dette studiet gjennomførte MSG sprinttreningen med en sledebelastning mellom 12-13 % av egen kroppsvekten. Lockie et al. (2003) forklarte at 12.6 % av kroppsvekten ville være en optimal sledemotstand for å endre viktige løpsfaktorer som steg lengde, stegfrekvens og hoftefleksjon, uten at det vil skje store endringer i sprintkinematikken. Andre studier har funnet at 10 % belastning er tilstrekkelig for å endre hoftefleksjonen, uten at dette hindrer hofteekstensjonen (Spinks et al., 2007). Studier som brukt 10 % av kroppsvekt over 6 og 8 uker

med sprinttrening har observert forbedring i akselerasjonshurtigheten hos god trente utøvere fra ulike ballidretter (West et al., 2012; Spinks et al., 2007). Studie som tok i bruk en fast sledevekt på 5kg, som tilsvarte ca. 6 % av gjennomsnittlige kroppsvekt (73.1 ± 2.3 kg), kunne observere en sprintfremgang på 0-20m i godt trente studenter (Zafeiridis et al., 2005). Slede vektmotstanden i treningen bør derfor tilpasses ut ifra treningstilstanden og løpstekniske ferdigheter hos utøverne.

Sledevekten kan påføre utøverne en raskere kontakttid med underlaget i de innledende (første) skrittene under en sprint kan forklare en forbedring av power og SSC og øke sprintakselerasjonen hos utøvere i ballspill (Spinks et al., 2007).

1.1.46 Agility (A180)

I de gjennomsnittlige løpstidene fra agilitytesten (A180) fant vi en liten reduksjon på 1.3 % i RSG. MSG viste til en triviell økning (<0.1 %) (figur 8.2). Dette utgjorde en liten forskjell mellom treningsgruppene ($d= 0.52$). Selv med en større fremgang (0.12 ± 0.15 sek) i A180 klarte RSG kun å oppnå de samme post-løpstidene ($8,86 \pm 0,20$ sek vs. $8,82 \pm 0,31$ sek, $d=0.15$, triviell) som MSG. Med forskjellige utgangsverdier på 1.8 % ($d= 0.71$, moderat) mellom gruppene hadde RSG (8.97 ± 0.21 sek) dårligere pre-løpstider enn MSG (8.82 ± 0.21 sek). I juniorgruppen kunne vi avdekke en moderat forskjell på 1.9 % mellom RSG (9.13 ± 0.15 sek) og MSG (8.95 ± 0.19 sek) sine pre-verdier. Lignende, men mindre pre-verdi forskjell ble funnet i senior gruppene (1,3 %, 8.79 ± 0.1 sek vs. 8.68 ± 0.14 sek, $d= 0.9$, moderat). Derimot kunne vi i posttesten observere samme moderate forskjell mellom treningsgruppene (1.95 %, $d= 0.89$) i senior gruppen, selv om MSG reduserte løpstiden med 0.8 % (-0.07 ± 0.13 sek, $d= 0.37$, liten) og RSG viste en triviell endring (0.1 %, 0.01 ± 0.13 sek, $d= 0.08$). Juniorene hadde en annen utvikling fra pre- til posttest. RSG viste en moderat løpstid reduksjon på 2.2 % (-0.20 ± 0.18 sek, $d= 1.12$) i agilitytesten, mens MSG hadde en 0.1 % økning (0.08 ± 0.26 sek). Den dokumenterte fremgangen mellom post-testresultatet (tabell 8.1), kan hovedsakelig bli forklart på bakgrunn av de gjennomsnittlige endringene som ble funnet i juniorgruppen (tabell 8.3).

Agilityevnen har vist liten korrelasjon til andre powerøvelser som maksimal løpsakselerasjon ($r= 0.623$) og maksimal løpshurtighet ($r= 0.458$) (Little & Williams, 2005). Lavere korrelasjoner ($r < 0.32$) har også blitt avdekket mellom alle kort sprinttidene opp til 15m og agility T-test på unge utrente utøvere (Bloomfield et al., 2007). Det ser derfor ut til at det er liten sammenheng mellom agilityevnen og sprintløpsresultatene. Resultater fra denne undersøkelsen indikerte få likheter mellom sprintprestasjonsendringene og agility resultatene i treningsgruppene. På den annen side har agilitytester vist seg å kunne skille mellom konkurransenivåer (Gabbett, Kelly, &

Sheppard, 2008). Foreliggende studie støtter dette, da vi fant stor effektstørrelse mellom junior- og senior gruppen i gjennomsnittlige pre- og post løpstider ($d= 1.97$ og $d= 1.28$).

Et upublisert reliabilitetsstudie av sprinttester og to agilitytester der testene ble utført med tre forsøk i tilfeldig rekkefølge over tre ulike testdager ble det funnet forskjeller ($p < 0.05$) i antall forsøk gjennomført før en oppnådde bestetid på sprint og A180 forsøk, (2.00 ± 0.85 forsøk vs. 2.67 ± 0.49 forsøk, $d= 0.97$, moderat) på fem unge aktive studenter (Braastad & Nylænden, 2011). I dette studiet ble det gjennomført en sub-maksimal tilvenningsdag før pretest og de fleste deltakerne gjennomførte kun to forsøk på A180 for å hindre en eventuell trøtthetspåvirkning mellom testene. Dette vil sannsynligvis ikke være tilstrekkelig stimuli til å forebygge mulige tillæringseffekter.

I forskningslitteratur er det velkjent at det finnes forskjeller i treningsstatus mellom konkurransenivåer. I dette studiet ble det vist en stor forskjell på agilitytest løpstidene mellom junior- og senior treningsgruppene på både pre- og posttestene (3 %, $d= 1.97$ og 3 %, $d= 1.28$), et lignende resultat er funnet i tidligere studie (Mujika et al., 2009) . Det er derfor ikke utenkelig at treningsstatus mellom spillere vil være en medvirkende årsak til de endringene som fant sted på agilitytesten og YoYo IR1 test, i tillegg til tillæringseffekter fra A180. Preverdiene som ble funnene mellom RSG og MSG i juniorgruppen indikerer at det kan være en sammenheng med treningsstatus/alder med hensyn til en eventuell påvirkning på agilityevnen.

1.1.47 Spesifikk utholdenhets test (YoYo IR1)

YoYo IR1 er en reliabel test som er brukt for å skille mellom konkurransenivå, alder og kjønn i fotball, og kan være et mål på spillernes treningsstatus (Bangsbo et al., 2008). Gjennomsnittlig løpsdistanse på studiens YoYo IR1 testresultater var ca. 10.4 % (± 13.54 , $d= 0.49$, liten) større for RSG vs. MSG. Endringen kom hovedsakelig fra forbedringene funnet i RSG juniorgruppen, som viste 24.2 % ($d= 0.82$, moderat) økning i løpsprestasjon i YoYo IR1 testen (tabell 8.3). YoYo IR 1 testresultatene har vist en sterk korrelasjon ($p < 0.0001$) med utøvernes hudfoldtykkelse ($r= -0.77$), kroppsmasse ($r= 0.67$) og høyde ($r= 0.72$). Juniorgruppens resultat på den fotballspesifikke utholdenhetstesten kan derfor indikere en treningsstatusforskjell mellom treningsgruppene.

Dette studiet kunne vise til en RST total tid forskjell mellom juniorlaget og seniorlaget på 6 % ($d= 2.26$, veldig stor) i pretest og 4 % ($d= 1.67$, stor). En RST med 6x40m har vist forskjeller på VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) ($d= 0.51$), VO_2 kinetik ($d= 0.95$) konsentrasjon i $[H^+]$ ($d= 1.06$), [Laktat] i

blod ($d= 1.13$), [bikarbonat] i blod ($d=1.09$) og en lavere anstrengelsesgrad (RPE) ($d=1.48$) mellom profesjonelle og amatører fotballspillere (Rampinini et al., 2009), der RST total tid forskjellen var mindre ($d=0.74$) enn det som var observert i dette studiet. Dette studiet sine funn på RST total tid løpstider vil derfor kunne indikere en større forskjell i de foreliggende blod- og oksygenmålingene mellom treningsgruppene, som kan vise til en forskjell i treningsstatus.

Spredningen i fremgangen i begge juniorgruppene var veldig store (RSG: $340 \pm 223m$ og MSG: $24 \pm 327m$) i forhold til seniorgruppene ($-20 \pm 69m$ og $13 \pm 61m$). Dette vil svekke resultatets betydning og reliabiliteten på studiens testprotokoll kan derfor settes under tvil. YoYo IR1 testprotokollen vi fulgte har derimot funne å ha en høy reliabilitet for å være en utholdenhetstest med involvering fra mentale egenskaper, som kan variere og kan påvirke utøverne sin test prestasjon fra dag til dag (Bangsbo et al., 2008). I dette studiet resultater fra den gjennomsnittlige løpstiden fra treningsgruppene (junior- og seniorlag) (tabell 8.1), viser seg å stemmer overens med det som er funnet i andre norske lag (Ingebrigtsen et al., 2012). Støttende studie fant en forskjell mellom elite- og sub-elitenivåene på 356m ($2033 \pm 416m$ vs. $1633 \pm 476m$). Denne studien hadde, som dette studiet, ingen inndeling av spillerposisjoner. Ulike spillerposisjoner har vist tydelige spesifikke fysiske egenskaper tilknyttet til seg, og som kan avdekkes på Yo-Yo IR testene (Bangsbo et al., 2008).

Juniorutøverne startet også testingen kun kort tid etter sesong slutt (9 dager). Motivasjon, i tillegg til muskulær trøtthet som kom fra pre-test dag 1 testing, som blant annet inneholdt en 6x30m repetert sprinttest kan se ut til å virke inn på løpsresultatene til juniorutøverne. YoYo IR1 test vil stille krav til fulle glykogen lagre for å oppnå en maksimal prestasjon (Bangsbo et al., 2008), kan påvirkning fra alle testene dagen være tilfelle. Korte eksplosive øvelser med varighet på <5 sek, trenger kun kort restitusjonstid for å oppnå pre-verdier (Balsom et al., 1992). Dette vil derfor avkrefte at enkelte øvelsene S 0-40m, agilitetstest og VSH vil ha noen påvirkning på YoYo IR1 testresultatene. Dette studiets repetert sprinttest er sett å stille store krav til de anaerobe prosesser, og vil utvikle muskulær trøtthets hos unge testutøverne (Mujika, Spencer, Santisteban, Goiriena, & Bishop, 2009). Repeterte sprinttester har kunnet vise til en stor akutt påvirkning på metabolske og nevralt faktorer (Bishop et al., 2011). Det er dermed observert at ved 5x6 sekunder maksimalt arbeid separert med 30 sekunder aktiv restitusjon, fant i muskelbiopsimålingene at kreatinfosfatlagrene var på omtrent 90 % fra pre-verdiene kun 3min etter siste sprint (Dawson et al., 1997). Maksimalt utholdenhetsarbeid ser derfor utfra dette ikke å bli påvirket av gjennomførte korte gjentakende maksimale arbeid (<6

sek) innenfor 20-24 timer. Store individuelle forskjeller som er funnet i juniorgruppen kan komme som motivasjon, restitusjon før test, sykdom eller treningstilpasninger (figur 8.12).

Yo-Yo IR1 test og RST er to fotballspesifikke utholdenhetstester. Dette studiet kunne ikke observere en tydelig kobling mellom de to utholdenhetstestene, der en økning på YoYo IR1 test mot ingen forandring funnet på RST total tid. Dette blir støttet av andre studier (Spencer, Pyne, Santisteban, & Mujika, 2011). (Spencer et al., 2011) studie observert en tydeligere aldersforskjell/konkurransenivå i RST enn det han fant i de to like utholdenhetstestene, når gjennomført på unge fotballspillere. Samme studiet fant en liten til moderat korrelasjon på $r=0.3-0.7$ mellom RST og Yo-Yo IR1 i de eldste utøverne (U16-U18). I en studie hvor det ble gjennomførte testing med tilsvarende trente utøvere og samme RST som ble brukt i dette studiet, fant en ingen tydelig sammenheng ($r=0.20$) mellom RST og aerob kapasitet (Pyne, Saunders, Montgomery, Hewitt, & Sheehan, 2008). Det ble imidlertid funnet en sterkere sammenheng ble funnet i mellom 20m sprinttidene ($r=0.66$). Endringer i RST eller aerobe tester vil i liten grad påvirke hverandre (Pyne et al., 2008).

RST kan bli forbedret ved enten å redusere total sprinttider (RST total tid) eller redusere prestasjonsfallet (RST % -fall) mellom sprinttider. Endring i RST total tid kommer hovedsakelig med økt spesifikk repetert sprint trening. RST % -fall endringer kan bli mest påvirket av intervall trening (Bishop et al., 2011). Studiens funn støtter dette i stor grad. Den totale gjennomsnittlige løpstiden på RST ble redusert med 1.7 % og 1.5 % i RSG og MSG (figur 8.2). Reduksjoner i RST total tid ved spesifikk sprint trening kan komme av en bedring av de raskeste løpstidene (Bishop et al., 2011). En følgende bedring av gjennomsnittlige sprinttiden på 5-30m med 0.75 % og 1.21 % hos RSG og MSG, kan derfor kunne støtte opp under en kobling mellom løpshurtighet og RST prestasjonen.

(Bishop et al., 2011) forklarer at forskjellen fra repetert sprinttrening vil kunne øke løpshastigheten ved forbedringer av henholdsvis nevralt tilpasninger hos utøverne, mens intervalltrening henholdsvis vil redusere prestasjonsfallet i mellom sprintene ved å kunne gi forbedring av $\beta m^{in vitro}$ og flere antall Na^+/K^+ -pumpe isoform-innhold i musklene (Bishop et al., 2011). RSG var også den av gruppene hvor det ble observert en liten økning av RST % -fall.. Dette vil derfor støtte påstanden om at repetert sprinttrening vil ha en liten påvirkning av $\beta m^{in vitro}$ og Na^+/K^+ -pumpe som er viktige faktorer for å redusere trøtthetsindeksen på RST (Bishop et al., 2011). Til sammenligning med foreliggende studie kunne de se at 3x4 med korte sprinter (<5 sek) med 30 sek pausevarighet og 3min seriepause kunne bedre både raskeste sprinttiden,

totale sprint tidene og % -fall med 2.7 %, 22 % og 35 % hos lag idrettsutøvere (Buchheit et al., 2010). Samme studie utførte også 3-5x maksimale 30sek sprinter med vendinger, der de så en fremgang på 0.7 %, 0.8 % og 39 % på de samme test variablene (Buchheit et al., 2010). Både på RST % -fall og på RST total tid har det blitt observert god korrelasjon med målinger på $[H^+]$ i blodet ($r= 0.73$ og 0.61), [Bikarbonat] i blodet ($r= -0.75$ og -0.71), [Laktat] i blodet ($r= 0.77$ og 0.66), VO₂max ($r= 0.65$ og 0.45) og VO₂kinetikk ($r= 0.62$ og 0.62) (Rampinini et al., 2009). Dette studiet fant en økning på 36,43 % ($d= 1.14$) på RST % -fall i RSG seniorenene og en reduksjon på 7.7 % ($d=0.2$) reduksjon på RST % -fall fra pre- til posttest. Studiets resultater indikerer en svak kobling mellom fremgangen på YoYo IR1 test og reduksjonen på RST % fall i RSG, mens funnene fra seniorgruppen viser det som har blitt funnet i tidligere studier.

YoYo IR testen er en intervallpreget utholdenhetstest og øker raskt i løpshastigheter fra start. Denne utholdenhetstesten vil som kjent teste høy intensitetsløpskapasiteten til utøvere, og vil derfor være avhengig av spesifikk utholdenhet, retningsforandringsevnen og akselerasjonshurtigheten. Spillere som klarer å forbedre akselerasjonshurtigheten kan derfor kunne raskere komme opp i hastighet fra en stillestående posisjon og etter 180 graders vendinger, hurtighetsforbedringen kan derfor gi noen fordeler på en «shuttle run» test som YoYo IR1. Den fremgangen i retningsforandringen kan derfor også kunne gi noen fordeler til å øke prestasjonen på YoYo IR1 test.

1.1.48 Individuelle forskjeller

Liten spredning i alle individuelle resultater i seniorgruppen, indikerer en homogen treningsstatus. I juniorgruppen ble det observert en større spredning i samtlige resultater. Det var tilsynelatende få ekstremverdier i sprintresultater i begge treningsgrupper. I S 0-30m (figur 8.5), S 0-40m (figur 8.6) og S 30-40m (figur 8.7) finner vi en junior utøver (J2) som har avvikende resultater fra de andre forsøkspersonene. Hos denne utøveren fant vi en sprintfremgang på ca. -4.5 %, -4.7 % og -5.2 % på sprint målingene, som var en stor endring sammenlignet med gjennomsnittlige RSG resultater (-0.75 %, -0.8 % og 0.9 %). J2 viser en prestasjonsfremmende økning på alle testene, noe som indikerer en treningstilpasning fra RSG intervensjonen. Mye av tilpasningene kan komme av en mer optimal løpsteknikk, fordi det ble utført løpsteknikktrening som en del av oppvarmingen og løpstekniske tilbakemeldinger under sprinttreningen. Økningen av hopp høyden på 11.3 % (4.05 cm) kan forklares med nevro-muskulære tilpasninger, f.eks SSC, som kan spille en viktig rolle i eksplosive bevegelser.

Andre avvikende endringer er også funnet i A180, der en junior (J9) fra MSG har en økning av pre-løpstidene på 5.6 % (0.5 sek). Sammenlignet med andre testresultater fant J9 ingen endring i S 0-30m (0.0 %), økning i S 0-40m (0.4 %), fall i hopp høyden (-3.3 %), økning i RST (0.3 %) og økning i YoYo IR1 (28.6 %). Det stilles riktignok store krav til et godt grep mot underlaget ved vendinger, men så ikke ut til å være en påvirkende faktor i J9 sitt resultat. VSH er den eneste som har samme endringsstørrelse og kan derfor være sammenheng med økt i kraftutvikling. Individuelle forskjeller kommer i fra juniorgruppen hvor det er stor variasjon i treningsgrunnlag, treningsbakgrunn og ferdighetsnivå. I tillegg kan uteligger målinger av den positive sorten komme av hormonell produksjon, der det er individuelle genetiske variasjoner pga. puberteten.

Dette studiet fant også en liten endring på S 30-40m i sprinttidene (-0.01 sek, $d=0.22$), men dette funnet ble ikke diskutert videre i oppgaven på grunn av effektstørrelsen var triviell ($d=0.07$) når omregnet løpsdata med tre desimaler.

10. Konklusjon

Den gjennomførte repeterte sprinttreningen ser ut til å gi en liten sprintprestasjon på både S 0-30m og S 0-40m løpstider for amatør junior- og senior fotballspillere. Tilpasningene vil trolig komme fra nevromuskulære tilpasninger og bedret løpsteknikk. Slede motstandsgruppen, som ved bruk av 12-13 % av kroppsvekt som belastning, kunne ikke avdekke noen adderende treningsstimuli i forhold til repeterte sprintgruppen. YoYo IR 1 testen og agilitytesten (A180) kunne avdekke forskjeller i konkurransenivå mellom senior- og juniorlaget. På grunn av få forsøkspersoner i kan vi ikke konkludere studiets funn og videre forskning er nødvendig innen sledetrening. Dette kan da virke som at vår RSA treningsprotokoll over 6 uker kan også gi junior utøvere med lavere treningsgrunnlag ett utholdenhetsbidrag.

Det ser ut til to sprinttreninger over 4 uker og 6 uker vil kunne gi en liten bedring av sprintprestasjonen (0-40m) i begge treningsgrupper, uten at det ble vist noen forskjell mellomgruppene. Agilitytesten og YoYo IR1 kunne vise en liten størrelsesforskjell mellom treningsgruppene fra pre-til posttest, som hovedsakelig kom fra lave pre-verdier i RSG juniorgruppen. Store individuelle forskjeller som kan komme av treningsstatus, motivasjon og ulike treningsbakgrunner.

11. Referanse Liste

- Alcaraz, P. E., Palao, J. M., & Elvira, J. L. (2009). Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *J.Strength.Cond.Res.*, 23, 480-485.
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2012). ANALYSIS OF SPRINTING ACTIVITIES OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS. *J.Strength.Cond.Res.*
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992). Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int.J.Sports Med.*, 13, 528-533.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *Eur.J.Appl.Physiol Occup.Physiol*, 65, 144-149.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.*, 38, 37-51.
- 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, 665-674.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can.J.Sport Sci.*, 16, 110-116.
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med.*, 41, 741-756.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *J.Sports Sci.Med.*, 6, 63-70.

Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J.Strength.Cond.Res.*, *21*, 1093-1100.

Braastad, A. & Nylænden, M. B. (2011). Reliabiliteten til to agilityster inne fotball. 30-6-2011.

Ref Type: Unpublished Work

Bradley, P. S., Di, M. M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J.Strength.Cond.Res.*, *24*, 2343-2351.

Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J.Sports Sci.*, *27*, 159-168.

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T., & Ahmaidi, S. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *Int.J.Sports Physiol Perform.*, *5*, 152-164.

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *Int.J.Sports Med.*, *31*, 709-716.

Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Repeated High-Speed Activities during Youth Soccer Games in Relation to Changes in Maximal Sprinting and Aerobic Speeds. *Int.J.Sports Med.*

Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *Int.J.Sports Med.*, *34*, 40-48.

- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben, A. M., Tabka, Z., & Van, P. E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J.Strength.Cond.Res.*, *23*, 2241-2249.
- Clark, K. P., Stearne, D. J., Walts, C. T., & Miller, A. D. (2010). The longitudinal effects of resisted sprint training using weighted sleds vs. weighted vests. *J.Strength.Cond.Res.*, *24*, 3287-3295.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports Med.*, *41*, 17-38.
- Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N., & McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomech.*, *7*, 160-172.
- Cronin, J. B. & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J.Strength.Cond.Res.*, *19*, 349-357.
- Dahl, H. A. (2008). Litt grunnleggende muskelbiologi. In H.A.Dahl (Ed.), *Mest om muskel-essensiell muskelbiologi* (1 ed., pp. 13-49). Oslo: Cappelen Damm AS.
- Dahler, J. E. & Enoksen, E. (1984). Hurtighetstrening med motstand. Friidrettsprosjekt - Treningseksperiment nr.1. Norges Idrettshøgskole.
- Ref Type: Unpublished Work
- Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Preen, D., Polglaze, T., Fitzsimons, M. et al. (1997). Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. *Scand.J.Med.Sci.Sports*, *7*, 206-213.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Med.*, *24*, 147-156.

Di Salvo, V., Baron, R., Gonzalez-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J.Sports Sci.*, 28, 1489-1494.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int.J.Sports Med.*, 28, 222-227.

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, 205-212.

Di Salvo, V., Pigozzi, F., Gonzalez-Haro, C., Laughlin, M. S., & De Witt, J. K. (2012). Match Performance Comparison in Top English Soccer Leagues. *Int.J.Sports Med.*

Dupont, G., Millet, G. P., Guinhouya, C., & Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur.J.Appl.Physiol*, 95, 27-34.

Effect Size Calculator. (2013). Effect Size calculator UCCS.

<http://www.uccs.edu/lbecker/index.html#means> and standard deviations .

Ref Type: Online Source

Enoksen, E. (1988). Løp - Sprint løp. In A.Nytro, E. Enoksen, & S. Hetland (Eds.), *Friidrettsteknikk* (1 ed., pp. 27-36). Oslo: Universitetsforlaget AS.

Enoksen, E. & Tonnessen, E. (2007). Hurtighetstrening: treningsprinsipper, retningslinjer og metoder for trening av hurtighet. In E.Enoksen, E. Tonnessen, & L. Tjelta (Eds.), *Kapittel 5: Styrketrening- i individuelle idretter og ballspill* (pp. 156-175). Kristiansand: Høyskoleforlaget AS.

- Enoksen, E., Tonnessen, E., & Shalfawi, S. (2009). Validity and reliability of the Newtest Powertimer 300-series testing system. *J.Sports Sci.*, *27*, 77-84.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J.Sports Sci.*, *30*, 625-631.
- Ferrari, B. D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int.J.Sports Med.*, *29*, 668-674.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S. et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J.Strength.Cond.Res.*, *15*, 109-115.
- Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J.Strength.Cond.Res.*, *22*, 174-181.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med.*, *41*, 673-694.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work : physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med.*, *35*, 757-777.
- Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J. R., & McInnes, G. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. *J.Strength.Cond.Res.*, *22*, 1597-1601.
- Hagglund, M., Walden, M., & Ekstrand, J. (2009). Injuries among male and female elite football players. *Scand.J.Med.Sci.Sports*, *19*, 819-827.
- Hagglund, M., Walden, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study. *Am.J.Sports Med.*, *41*, 327-335.

- Harrison, A. J. & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *J.Strength.Cond.Res.*, 23, 275-283.
- Haugen, T. A., Tonnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int.J.Sports Physiol Perform.*, 8, 148-156.
- Hrysomallis, C. (2012). The effectiveness of resisted movement training on sprinting and jumping performance. *J.Strength.Cond.Res.*, 26, 299-306.
- Ingebrigtsen, J., Bendiksen, M., Randers, M. B., Castagna, C., Krustup, P., & Holtermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *J.Sports Sci.*, 30, 1337-1345.
- Kawamori, N., Newton, R. U., Hori, N., & Nosaka, K. (2013). Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. *J.Strength.Cond.Res.*.
- Krustup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A. et al. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 35, 697-705.
- Krustup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 38, 1165-1174.
- Little, T. & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J.Strength.Cond.Res.*, 19, 76-78.
- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Knight, T. J., & Janse de Jonge, X. A. (2011). Factors that differentiate acceleration ability in field sport athletes. *J.Strength.Cond.Res.*, 25, 2704-2714.

- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Schultz, A. B., Knight, T. J., & Janse de Jonge, X. A. (2012). The effects of different speed training protocols on sprint acceleration kinematics and muscle strength and power in field sport athletes. *J.Strength.Cond.Res.*, *26*, 1539-1550.
- Lockie, R. G., Murphy, A. J., & Spinks, C. D. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *J.Strength.Cond.Res.*, *17*, 760-767.
- Markovic, G. & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med.*, *40*, 859-895.
- Markovic, G. & Mikulic, P. (2011). Discriminative ability of the Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *J.Strength.Cond.Res.*, *25*, 2931-2934.
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int.J.Sports Physiol Perform.*, *5*, 367-383.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P. C. (2013). Match play intensity distribution in youth soccer. *Int.J.Sports Med.*, *34*, 101-110.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *J.Strength.Cond.Res.*, *25*, 2634-2638.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J.Sports Sci.*, *21*, 519-528.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J.Sports Sci.*, *23*, 593-599.

- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *J.Sports Sci.*, 27, 107-114.
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goirienea, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *J.Sports Sci.*, 27, 1581-1590.
- Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewitt, A. J., & Sheehan, K. (2008). Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *J.Strength.Cond.Res.*, 22, 1633-1637.
- Raastad, T. & Paulsen, G. (2010). Hva bestemmer muskelstyrken vår? In T.Raastad, G. Paulsen, P. E. Refsnes, B. R. Rønnestad, & A. R. Wisnes (Eds.), *Styrketrening- i teori og praksis* (1 ed., pp. 19-36). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- 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, 1018-1024.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisloff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. *J.Sci.Med.Sport*, 12, 227-233.
- Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Appl.Physiol Nutr.Metab*, 34, 1048-1054.
- Refsnes, P. (2010). Kapittel 8: Testing av styrke. In T.Raastad, G. Paulsen, P. Refsnes , B. Rønnestad , & A. Wisnes (Eds.), *Styrketrening- i teori og praksis* (1 ed., pp. 139-157). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J.Sports Med.Phys.Fitness*, *40*, 162-169.
- Rønnestad, B. & Raastad, T. (2010). Effekter av styrketrening på akselerasjonsevne og spenst. In T.Raastad, G. Paulsen, P. Refsnes, B. Rønnestad, & A. Wisnes (Eds.), *Styrketrening - i teori og praksis* (1 ed., pp. 225-240). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Ross, A. & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Med.*, *31*, 1063-1082.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sports Med.*, *31*, 409-425.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.*, *35*, 1025-1044.
- Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *J.Sci.Med.Sport*, *9*, 181-184.
- Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., & Mujika, I. (2011). Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Int.J.Sports Physiol Perform.*, *6*, 497-508.
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *J.Strength.Cond.Res.*, *21*, 77-85.

Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *J.Strength.Cond.Res.*, 24, 679-686.

Sportssci.org (2013). <http://sportssci.org/resource/stats/index.html> [On-line].

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med.*, 35, 501-536.

Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 36, 168-174.

Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 36, 168-174.

Tonnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). VO2 max Characteristics of Male Professional Soccer Players 1989-2012. *Int.J.Sports Physiol Perform.*

Tonnessen, E., Shalfawi, S. A., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *J.Strength.Cond.Res.*, 25, 2364-2370.

Varley, M. C. & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int.J.Sports Med.*, 34, 34-39.

Venturelli, M., Bishop, D., & Pettene, L. (2008). Sprint training in preadolescent soccer players. *Int.J.Sports Physiol Perform.*, 3, 558-562.

Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *Int.J.Sports Med.*, 31, 304-310.

West, D. J., Cunningham, D. J., Bracken, R. M., Bevan, H. R., Crewther, B. T., Cook, C. J. et al.

(2012). Effects of resisted sprint training on acceleration in professional rugby union players. *J.Strength.Cond.Res.*

Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players.

Br.J.Sports Med., 38, 285-288.

Zafeiridis, A., Saraslanidis, P., Manou, V., Ioakimidis, P., Dipla, K., & Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed

performance. *J.Sports Med.Phys.Fitness*, 45, 284-290.

Figuroversikt

Figur 3.1 Totalt antall sprint(>25.2 km/t) gjennomført fra kamp og prosentvise (%) fordeling av Eksplosive sprinter (<0.5sek i 19.8 til >25.2km/t)eller «Leading» sprinter (>0.5sek i 19.8 til >25.2km/t) mellom spillerposisjoner (hentet fra(Di Salvo et al., 2010)).	24
Figur 3.2 Totalt antall sprinter (>23.5km/t) fra kampdata mellom alle spillerposisjonene (CD: Sentral midtstopper, WD: Side back, CM: Sentral midtbanespiller, WM: Kantspiller og A: Angrepspiller) i ett lag (hentet fra(Di Salvo et al., 2010))	24
Figur 4.1 Her blir en sprint utført med sledefestet festet rundt hofte, slik som ble utført i Motstand sprintgruppen (MSG) utført i dette studiet.	30
Figur 5.1 Fordelingen av energiproduksjonen (mmool ATP/kg dm) som er viktig i første sprint og etter den ti repeterte sprinter, der ATP utnyttelse (sort), glykolyse (grå) og kreatinfosfat utnyttelse(hvit) hentet fra (Glaister, 2005).	37
Figur 7.1 Agility test (A180) inneholder 40m med frem og tilbake sprintløp med 4x180 graders vendinger separert med 5m. Fotocellene (fylte sirkler) var plassert 0.60m foran startlinjen (0m) og ved mållinjen (20m). Vendingslinjene (mellom trekantene (Δ)) er plassert 7.5m og 12,5m foran startlinjen. (Figur 7.1 er hentet og modifisert fra upublisert studie (Braastad & Nylænden, 2011))	45
Figur 7.2 Startprotokoll i sledetrening, ingen "slak" i slepestroppene ved start av et sprintløp.	50
Figur 8.1 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) og standardavvik (±SD) mellom pre- og postresultatene i Repetert sprintgruppe (RSG, grå) og Motstand sprintgruppe (MSG, hvit).	54
Figur 8.2 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) og standardavvik (±SD) mellom pre- og posttestresultatene i agility test (A180), vertikal svikthopp(VSH) og totale løpstiden i repetert sprinttest (RST total tid) mellom Repetert sprintgruppe (RSG, grå) og Motstand sprintgruppe (MSG hvit).	55
Figur 8.3 Gjennomsnittlige prosentvise endring (%) fra pre- og posttest for RST trøtthetsindeks (RST % -fall) og fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1) mellom repetert sprintgruppe (RSG, grå) og motstand sprintgruppe (MSG, hvit).	55
Figur 8.4 Gjennomsnittlige løpehastigheter (m/sek) og standardavvik (±SD) på pre (A)- og posttest (B) i ulike faser av en 40-m sprint mellom Repetert sprintgruppe (RSG, sort trekant) og Motstand sprintgruppe (MSG, hvit firkant).	57
Figur 8.5 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 0-30m (S 0-30m) og gjennomsnittlige (±90 % CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).	62
Figur 8.6 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 0-40m (S 0-40m) og gjennomsnittlige (±90 % CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).	62

Figur 8.7 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 30-40m (S 30-40m) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).....	63
Figur 8.8 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra agility test (A180) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) måling av løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).....	63
Figur 8.9 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra vertikal svikhopp (VSH) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) måling av hopp høyden fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).....	64
Figur 8.10 Individuelle endringer i sprint -resultatene fra 6x30m repetert sprinttest (RST total tid) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) måling av totale løpstid fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).....	64
Figur 8.11 Individuelle endringer i prosentvis trøtthetsindeks fall (%) fra 6x30m repetert sprinttest (RST % -fall) og gjennomsnittlige (± 90 % CL) prosentvis trøtthetsindeks fall (%) fra pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) utøvere i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).	65
Figur 8.12 Individuelle endringer i total løpsdistanse på fotballspesifikk utholdenhetstest (YoYo IR1) og gjennomsnittlig total løpsdistanse (± 90 % CL) på pre- til posttest i henholdsvis juniorutøvere (hvit firkant) og seniorutøvere (sort sirkel) i Motstand sprintgruppe (MGS) og Repetert sprintgruppe (RSG).....	65
Figur 11.1: Treningsdesignet for treningsintervensjonen.....	92

Tabelloversikt

Tabell 7.1: Antropometriske målinger fra pretest av både junior og senior deltakerne i Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppen (MSG). Tabellen viser sledemotstanden i % av kroppsvekt.....	40
Tabell 7.2 sprint junior og senior lagets lineære treningsintervensjon for Motstand sprintgruppen (MSG) og Repetert sprintgruppen (RSG) (junior- og senior laget).....	48
Tabell 8.1 Gruppernes (Repetert sprintgruppe, RSG og Motstand sprintgruppe, MSG) gjennomsnittstider for pre- og posttest, samt \pm SD og endring i rådata med 90 % Confidence Limits og Cohens effekt størrelsen (E.S. (d)) utregning.....	53
Tabell 8.2 Gjennomsnittlige løpstider og mellomtider og standardavvik (\pm SD) fra 0- 40m for Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppe (MSG) med endring i rådata (\pm 90% CL) og Cohens d (Effect size(E.S)).	56
Tabell 8.3 Gjennomsnittlige resultater og prosentvis endring (%) fra pre- og posttest for henholdsvis junior og senior utøverne i Repetert sprintgruppe (RSG) og Motstand sprintgruppe (MSG).....	61

Oversikt vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv til deltakerne.....	91
Vedlegg 2: Godkjenning fra NSD	94
Vedlegg 3: Treningslogg til deltakerne.....	96
Vedlegg 4: Oversikt fra Velvære- og RPE skjema m/utfyllingsark.....	97
Vedlegg 5: Testresultat logg	99
Vedlegg 6: Aktivitets-og ernæringskjema(Pre-test)	100
Vedlegg 7: YoYo IR1 Skjema m/regler	101

1.2 Vedlegg 1: Informasjonsskriv til deltakerne

Repetert sprint trening med og uten motstand på fotballspillere

Bakgrunn og hensikt

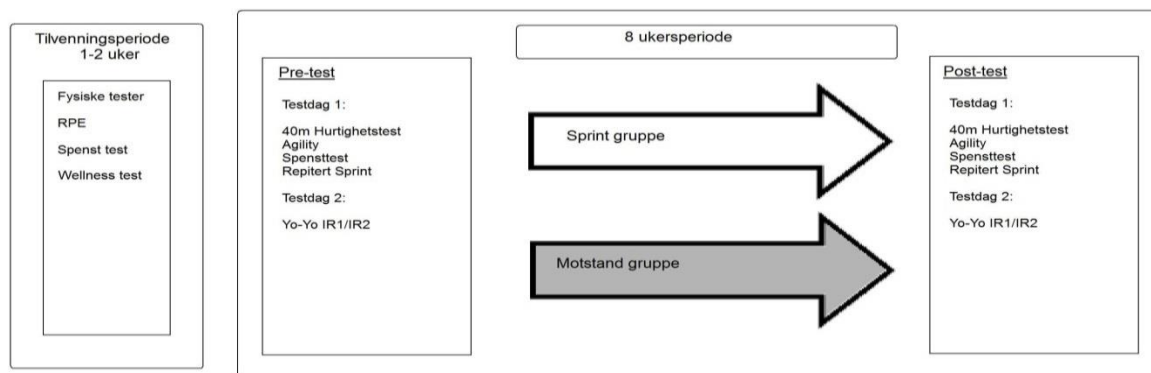
Det er stadig økende krav til spesifikk hurtighet ettersom man kommer høyere i divisjonssystemet og videre til internasjonale nivåer i fotball (3). Denne utviklingen ser ikke ut til å avta i fremtiden. I idretter som stiller stadig høyere krav til hurtighet, f.eks friidrett, har de drevet med motstandstrening i kombinasjon med hurtighetstrening, for å bedre hurtigheten i akselerasjonsfasen yttligere. På en annen side er også evnen til å utføre flere gjentatte sprinter med korte mellomrom i kamp, svært viktig i mange faser av spillet (4), også kalt repetert sprint evnen (RSA). Vil det å kombinere motstandstrening med RSA trening vil være en ny og spennende treningsmetode. Det vanligste utstyret å bruke ved motstandstrening, er en vektmotstand i form av en slede som man fester rundt hoften og drar etter seg når man løper.

Sprinttrening med slede, over en kort periode, har vist å bedre løpshurtigheten i ulike faser av ett løp enn vanlig sprint trening (1). Det er dermed ikke vist seg per dags dato å være mer effektiv enn vanlig sprinttrening(2). Det er derimot liten kunnskap om den langitunelle effekten av denne treningsmetoden, spesielt blant fotballspillere. Den praktiske anvendelsen av sledetrening har økt i fotballen, det er derfor viktig å skaffe mer viten i hvilken effekt(er) denne treningsformen kan ha på fysiske parametre hos fotballspillere. Tidligere studier, som har sett på sledetrening med fotballspillere, har manglet bruken av homogene lagidrettsgrupper og vært en kombinasjon av utøvere fra fotball, rugby, Australsk fotball(1,2). Det vil derfor også være interessant å se om spesifikke lagidretter er mer sensitive for denne type trening. Det er ingen studier som har sett på, av vår kunnskap, bruken av slede på repetert sprint treningsmodul på fotballspillere. Hensikten med studiet er å se på 30m repetert sprint treningsmodell med og uten motstand sin påvirkning på fysiske parametre som hurtighet, retningsforandring, vertikal spenst, RSA og spesifikkutholdenhet hos unge manlige fotballspillere.

Hva innebærer studien?

Dette prosjektet er en masterstudie ved Norges Idrettshøgskole og følgende gjøremål må følges: Deltakere i prosjektet må møte uthvilte (ingen aktivitet 1-2 dager før testene) til Pre- og Post-test, som hver blir utført over to dager. Det vil bli gjennomført tilvenningsøkt(er) til samtlige tester vi skal måle og kontrollere deltakerne med. Treningen vil foregå over 8 uker, der det er minimum 1 trening per uke på deltakerne. Totalt antall treninger per uke avtales med lagleder eller trener. Treningen vil ha en varighet på ca.1time(inkl. oppvarming, løpsdrill og hurtighetstreningen m/u motstand) og krever 100% innsats. Treningen vil hovedsakelig foregå på Norges Idrettshøgskole sine treningsfasiliteter, annet sted kan avtales om ønske/mulig. Treningsgruppene vil bli tilfeldig utvalgt ved loddrekning. Deltakerne må ha ett minimum oppmøte på 80% av treningene for å bli inkludert i studien. Deltakere som har hatt strekkskader i underekstremiteten de siste 2 mnd, kan ikke delta pga. fare for reskade. Deltakere kan ikke trene styrke mer enn 2 ganger per uke i denne perioden, siden dette kan

påvirke testresultatene. Deltakere er selv ansvarlige for å loggføre (utleveres et skjema) all fysisk aktivitet de foretar seg under hele treningsintervensjonen. Treningsloggene vil bli samlet inn annenhver eller hver uke. Det vil bli brukt ulike metoder for å kontrollere spillernes fysiske tilstand før og etter treningen ved bruk av subjektive spørreskjemaer (Wellness test og RPE) og spenstest. .



Figur 0.1: Treningsdesignet for treningsintervensjonen

Mulige ulemper og risiko

Gjennomføringene av testene vil kreve en del tid og motivert innsats av deg som forsøksperson. Til sammen vil testene ta omtrent 4 timer fordelt på 4 dager (pre- og posttest). Det er også nødvendig at kosthold og trening er så lik som mulig fra to dager før test og frem til testen, det vil bli sendt rundt ett skjema (matinntak og aktivitet) som skal fylles ut dagene før testdagene. Arbeidet som skal utføres vil være med en middels, høy og maksimal innsats. Delen med høy og maksimal innsats vil være anstrengende, og kan føre til en følelse av utmattelse. Dagen(e) etter testen kan føre med noe sårhet og stølhet i beinmuskulaturen spesielt. Ved utilstrekkelig oppvarming kan det forekomme strekk i muskulaturen ved maksimalt arbeid. Vi vil ta hensyn til individuelle behov ved oppvarming om det er nødvendig. Deler av arbeidet vil skje med vendinger, og det kan føre til risiko for å skli.

Om det skulle oppleve ubehag eller andre ting som du tror kan ha i sammenheng med forsøkene er det bare å kontakte prosjektansvarlige (kontaktinformasjon følger nederst på siden).

Hva skjer med testene og informasjonen om deg?

Informasjonen du gir blir behandlet konfidensielt. Testresultatene dine vil du få tilgang på (ved ønske). Resultatene blir kun brukt i henhold til hensikten med studien, og publiseres uten at enkeltpersoner kan gjenkjennes. Innen prosjektslutt 30.10.2013, anonymiseres alle opplysninger.

Frivillig deltakelse

Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. For de som er under 16år, må foreldrene godkjenne og signere samtykke. Du kan senere når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å trekke deg eller har spørsmål kan du kontakte:

Prosjektleder: **Mats Bårli Nylænden** på tel: **41593148** eller Epost: foods_nyle@hotmail.com.

Prosjektveileder: **Eystein Enoksen** på tel: **90114932** (kl.10-16) eller Epost: eystein.enoksen@nih.no.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(signert av prosjektleder, dato)

Referanseliste:

1. Alcaraz P E., Elvira J L L. & Palao J M. (2012) *Kinematic, strength and stiffness adaptations after a short-term sled towing training in athletes*. Scand J Med Sci Sports; (Epub ahead of Print)
2. Spinks C D., Murphy A J., Spinks W L. & Lockie R G. (2007) *The Effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union and Australian football players*. J. Strength Conditioning Research; 21(1): 77-85
3. Little T. & Williams A G. (2005) *Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players*. J. Strength Conditioning Research;19(1):76-78
4. Carling C., Le Gall F. & Dupont G. (2012) *Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer*. J Sports Science; 30 (4): 325-336

1.3 Vedlegg 2: Godkjennelse fra NSD

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



Harald Hårfagres gate 29
N-5007 Bergen
Norway
Tel: +47-55 58 21 17
Fax: +47-55 58 96 50
nsd@nsd.uib.no
www.nsd.uib.no
Org.nr. 985 321 884

Eystein Enoksen
Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole
Postboks 4014
0806 OSLO

Vår dato: 16.10.2012

Vår ref:31758 / 3 / LMR

Deres dato:

Deres ref:

TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 08.10.2012. Meldingen gjelder prosjektet:

31758	<i>Repeterte sprinter med og uten motstand på fotballspillere</i>
Behandlingsansvarlig	<i>Norges idrettshøgskole, ved institusjonens øverste leder</i>
Daglig ansvarlig	<i>Eystein Enoksen</i>
Student	<i>Mats Bårli Nyländen</i>

Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstiller kravene i personopplysningsloven.

Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, eventuelle kommentarer samt personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, http://www.nsd.uib.no/personvern/forsk_stud/skjema.html. Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://pvo.nsd.no/prosjekt>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 30.10.2013, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Vigdis Namtvedt Kvalheim

Linn-Merethe Rød

Linn-Merethe Rød tlf: 55 58 89 11
Vedlegg: Prosjektvurdering
Kopi: Mats Bårli Nyländen, Nils Huusgate 22B, 0482 OSLO

Avdelingskontorer / District Offices.

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1095 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uio.no
TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrie.svarva@svt.ntnu.no
TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@svt.uio.no



Ifølge prosjektmeldingen skal det innhentes skriftlig samtykke basert på muntlig og skriftlig informasjon om prosjektet og behandling av personopplysninger. Ved deltakelse fra ungdommer under 16 år innhentes det samtykke også fra foreldre. Personvernombudet finner informasjonsskrivet av 15.10.2012 tilfredsstillende utformet i henhold til personopplysningslovens vilkår.

Prosjektet skal avsluttes 30.10.2013 og innsamlede opplysninger skal da anonymiseres. Anonymisering innebærer at direkte personidentifiserende opplysninger som navn/koblingsnøkkel slettes, og at indirekte personidentifiserende opplysninger (sammenstilling av bakgrunnsopplysninger som f.eks. skole, sted, alder, kjønn) fjernes eller grovkategoriseres slik at ingen enkeltpersoner kan gjenkjennes i materialet.

1.4 Vedlegg 3: Treningslogg til deltakerne

Treningsdagbok	Uke 1		Dato:				Navn:										
	Aktivitet		Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Lørdag		Søndag		Sum totalt
	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	
Fotballkamp																	
Fotballtrening																	
Hurtighetstrening																	
Styrketrening																	
Intervalltrening																	
Langkjøring																	
Bevegelighet																	
Annen trening																	

Treningsdagbok	Uke 2		Dato:				Navn:										
	Aktivitet		Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Lørdag		Søndag		Sum totalt
	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	Tid(t)	Økt(nr)	
Fotballkamp																	
Fotballtrening																	
Hurtighetstrening																	
Styrketrening																	
Intervalltrening																	
Langkjøring																	
Bevegelighet																	
Annen trening																	

1.5 Vedlegg 4: Oversikt fra Velvære- og RPE skjema m/utfyllingsark

Skjema som gjennomføres FØR trening (Wellness)

Før-trening velvære*							
	7	6	5	4	3	2	1
Trøtthet	Veldig opplagt	Opplagt	Bedre enn normalt	Normalt	Verre enn normalt	Sliten	Alltid sliten
Søvn	Ypperlig	Veldig bra	Bedre enn normalt	Normalt	Verre enn normalt	Søvnløs	Forferdelig
Sårhet/støl	Føles kjempebra	Føles bra	Bedre enn normalt	Normalt	Verre enn normalt	Sår/støl	Veldig sår
Stress	Veldig avslappet	Avslappet	Bedre enn normalt	Normalt	Verre enn normalt	Stresset	Veldig stresset
Sykdom	Nei	Blek	Ja				

*konvertert og oversatt fra McLean et al. 2010

Pre-Training Wellness							
	7	6	5	4	3	2	1
Fatigue	Very Fresh	Fresh	Better than normal	Normal	Worse than normal	Tired	Always Tired
Sleep	Excellent	Very good	Better than normal	Normal	Worse than normal	Restless	Terrible
Soreness	Feel great	Feel good	Better than normal	Normal	Worse than normal	Sore/tight	Very sore
Stress	Very relaxed	Relaxed	Better than normal	Normal	Worse than normal	Stressed	Highly Stressed
Illness	No	Off Color	Yes				

Skjema som gjennomføres ETTER trening (RPE)

Rate of Perceived Exertion		Vurdering av oppfattet anstrengelse*	
Rating	Descriptor	Gradering	Forklaring
0	Rest	0	Hvile
1	Very, Very Easy	1	Veldig, veldig rolig
2	Easy	2	Rolig
3	Moderate	3	Moderat
4	Somewhat Hard	4	Litt Hardt
5	Hard	5	Hardt
6		6	
7	Very Hard	7	Veldig Hardt
8		8	
9		9	
10	Maximal	10	Maksimalt

*Oversatt fra Foster et al. 2001

1.7 Vedlegg 6: Aktivitets-og ernæringskjema(Pre-test)

Pre-test aktivitets- og ernæringskjema		
Dato:		Person:
Født(dd.mm.åååå):		Posisjon:
Tidspunkt	Aktivitet	Ernæring
Morgen Kl.06-11		
Dag kl.12-17		
Kveld Kl.18-24		
Dato:		Person:
Født(dd.mm.åååå):		Posisjon:
Tidspunkt	Aktivitet	Ernæring
Morgen Kl.06-11		
Dag kl.12-17		
Kveld Kl.18-24		

Eksempel:		
Dato: 29.10.12		Person: Ola Norman
Født(dd.mm.åååå): 20.01.1993		Posisjon: Forsvar/midtstopper
Tidspunkt	Aktivitet	Ernæring
Morgen Kl.06-11	Ingen	Bolle med Corn Flakes m/ melk og jordbærsyltetøy 4dl vann
Dag Kl.12-17	Lett jogg på tredemølle på skolen- 30min. Fotball småbane spill 3vs.3- 1t	3 Brødskiver med kjøttpålegg og 2 glass melk. 2 Bananer og en håndfull peanøtter. 4dl vann
Kveld Kl.18-24	Lett teknisk fotball trening med klubblaget 1,5t	Fiskekarbonader m/grønnsaker og poteter 2 brødskiver med syltetøy 1 brødskive med makrell i tomat 2dl vann

1.8 Vedlegg 7: YoYo IR1 Skjema m/regler

Yo-Yo Intermittent tests (Yo-Yo IR1)

- Løp på 20mx2, med pause: 10m-10sek, jogg rundt kjeglen
- Tjuvstart gir diskvalifisering
- En fotsavstand til mållinje ved pip er godkjent, men en må berøre vendingslinjen med foten før en kan løpe tilbake.
- En kan ikke løpe før gitt signal(pip) (fra start- og vendingslinjen). Kommer man for seint til pipet midtveis må man ta igjen den tapte tiden og passere start/mål-linjen ved neste signal for godkjent løp.
- Advarsel gis første gangen en ikke klarer frem og tilbake i det gitte tidsrommet. Nuller ut advarselen ved godkjenning av neste løp!
- Om en får advarsel og ikke klarer på neste løp, er testen avsluttet for utøveren.
- Siste valide/godkjente løp blir gjeldene som resultat. Dvs. to advarsler på rad er man ute og løpet før første advarsel blir gjeldende resultat!

Tabell 1: Data er en estimasjon fra flere studier: (Rampinini et al., 2010; Krustrup et al., 2003; Chaouachi et al., 2010)

Fotball	Nivå	Minimum		Optimum	
		Meter	Nivå	Meter	Nivå
Junior (Yo-Yo IR1)	Elite	1800	18-2	2200	19-4
Senior (Yo-Yo IR2)	Elite	840	21-2	960	21-5

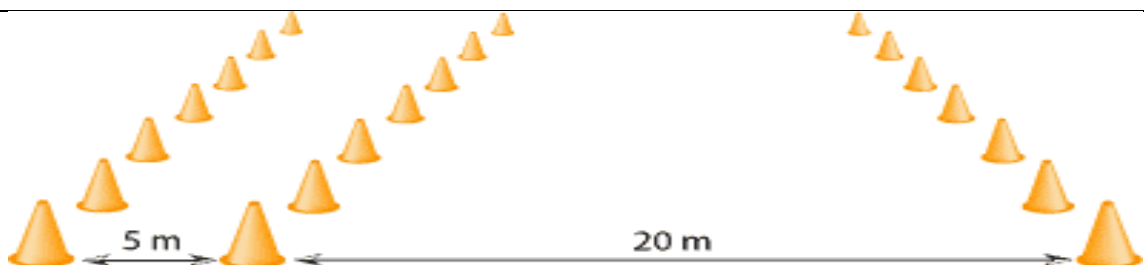


Figure 1: Viser avstandene og oppsettet(hentet fra: <http://www.topendsports.com/testing/tests/yo-yo-intermittent.htm>)

