

Ole Christian Haugen

Optimalisering av ishockeyspilleres barmarkstrening - sammenligning av to ulike intervallformer for å bedre utholdenheten og effekten av å legge til plyometrisk trening til tung styrketrening på sprintprestasjon på is.

To uavhengige randomiserte studier gjort på ishockeyspillere på høyt aldersbestemt nivå.

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2015

Sammendrag

Denne studien ble delt i to uavhengige prosjekter. Formålet med det første prosjektet, utholdenhetsprosjektet, var å sammenligne effekten av repeterte korte intervaller opp imot lengre intervaller på utholdenhetsprestasjonen på is og maksimalt oksygenopptak på sykkel hos ishockeyspillere. Formålet med det andre prosjektet, styrkeprosjektet, var å sammenligne effekten av å utføre plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening opp imot tung styrketrening alene på hurtigheten på is, hurtig kraftutvikling og underkstremitetsstyrke hos ishockeyspillere.

Utholdenhetsprosjektet. Metode: Femten mannlige ishockeyspillere på høyt nasjonalt nivå for sin aldersklasse gjennomførte prosjektet. Forsøkspersonene (FP) ble stratifisert etter alder og deretter tilfeldig randomisert i en gruppe som utførte repeterte korte intervaller ($n=8$, $17,0 \pm 0,9$ år, $77,6 \pm 6,6$ kg, 181 ± 3 cm) og en gruppe som utførte lengre intervaller ($n=7$, $17,1 \pm 0,9$ år, $84,7 \pm 9,0$ kg, 185 ± 3 cm). Kortintervallene bestod av tre serier med 13 korte høyintensive 30 sekunders arbeidsperioder, der instruksjonen var å sykle med så høy gjennomsnittlig effekt (W) som mulig på alle 30 sekunders arbeidsperiodene (30/15-gruppen). Mellom arbeidsperiodene var det 15 sekunders aktiv pause og mellom hver serie var det 3 minutters pause. De lengre intervallene bestod av fire arbeidsperioder på 5 minutter med en intensitet på 90-95 % av maksimal hjertefrekvens og med aktive pauser på 2,5 minutter (4x5-gruppen). Intervensjonen varte i ni uker hvor hver gruppe utførte tre intervalløkter i uken. FP inntok lik næring til samme tid ved samtlige tester ved pre- og posttest. FP testet maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) på ergometersykkel, utholdenhetsprestasjon på is og 35 m skøytesprint på is.

Resultater: 30/15-gruppen fikk en tendens til økt VO_{2maks} ($p=0,089$), mens 4x5-gruppen ikke fikk noen forandring fra pre- til posttest. 30/15-gruppen fikk en tendens til positiv prosentvis forandring i relativ W_{maks} sammenlignet med 4x5-gruppen ($p=0,086$; ES: 0,74). 30/15-gruppen fikk en signifikant økt distanse tilbakelagt ved prestasjonstesten på is ($p=0,003$), mens 4x5-gruppen ikke fikk noen signifikant forandring. Ved prestasjonstesten på is var det en signifikant større prosentvis økning hos 30/15-gruppen sammenlignet med 4x5-gruppen og 30/15- fikk en stor positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen ($p=0,019$; ES: 1,71). Det var ingen forskjell mellom gruppernes prosentvise forandring i 35 m sprinttid på is, fra pre til post.

Konklusjon: 30/15-intervaller i ni uker førte til en tendens til bedret maksimalt oksygenopptak, dog uten signifikante gruppeforskjeller. I midlertidig bedret 30/15-intervaller utholdenhetsprestasjonen på is sammenlignet med 4x5-intervaller.

Styrkeprosjektet. Metode: Seksten mannlige ishockeyspillere på høyt nasjonalt nivå for sin aldersklasse gjennomførte prosjektet. FP ble stratifisert etter alder og deretter tilfeldig randomisert i en gruppe som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; n=9, 17,2 ± 1,0 år, 78,3 ± 7,3 kg, 182 ± 3 cm) og en gruppe som trente tung styrketrening kombinert med stabiliseringsøvelser (ST; n=7, 17,1 ± 0,7 år, 83,7 ± 7,8 kg, 184 ± 5,0 cm). Intervensjonen hadde en varighet på åtte uker hvor begge gruppene utførte tung styrketrening (4-10 RM) av underekstremiteten to ganger i uken. Fra og med uke tre ble submaksimal styrketrening av hele kroppen utført én gang i uken. Den plyometriske treningen bestod av tre horisontale hoppøvelser i forkant av hver styrketreningsøkt av underekstremiteten og hver submaksimale styrketreningsøkt av hele kroppen. ST trente stabiliseringsøvelser etter styrketreningsøktene på underekstremiteten og de submaksimale styrketreningsøktene for å oppnå lik total treningstid som PLY+ST. FP testet 1 RM i knebøy, stille lengdehopp, trippelhopp, 10 m sprint på is, VO_{2maks}, ishockeysimulert prestasjon på sykkel, målte kroppssammensetning med DXA og utførte kostholdsregistrering.

Resultater: Begge gruppene hadde samme prosentvise forbedring av 1 RM i knebøy fra pre- til posttest. PLY+ST fikk en tendens til bedre prosentvis forandring i stille lengdehopp sammenlignet med ST (p=0,059). I trippelhopp var det ingen forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring, men det var kun PLY+ST som fikk en signifikant bedret hopplengde (p=0,032). PLY+ST reduserte tiden på 10 m sprint på is signifikant (p=0,025), mens ST ikke fikk noen forandring. Det var en signifikant forskjell på gruppenes prosentvise forandring i sprinttiden fra pre til post (p=0,021), og PLY+ST fikk en moderat positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: 0,86). Begge gruppene fikk samme signifikante reduksjoner i VO_{2maks}.

Konklusjon: Både plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening og tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening ga lik økning i underekstremitetsstyrke. Plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening i åtte uker forbedret sprintprestasjon på is, mens tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening ikke ledet til noen forandring.

Forord

Denne masteroppgaven ble utført i samarbeid med Norges idrettshøgskole, Høgskolen i Lillehammer, Norges toppidrettsgymnas (NTG) på Lillehammer og Lillehammer ishockey fra våren til høsten 2013.

Det har vært en erfaringsrik prosess, med tanke på planlegging og gjennomføring av et forskningsprosjekt. Hele sommeren 2013 ble brukt på gjennomføring av de to prosjektene. Det var derfor deilig med en måned forsinket sommerferie i surfeparadiset Bali med mine gode venner Glenn Nytveit og Cathrine Hansen etter at prosjektene var ferdig.

Takk til Truls for veiledning ved Norges idrettshøgskole. Spesielt stor takk til Bent R. Rønnestad ved Høgskolen i Lillehammer for grundig og god veiledning fra planleggingsfasen og frem til en ferdig skrevet masteroppgave. Uten din motivering, gode veiledning og tro på meg ville denne oppgaven aldri blitt skrevet ferdig.

Stor takk til Torstein Dæhlin og Simen Haugerud for deres hjelp med prosjektet. Uten dere ville gjennomføringen av prosjektet aldri vært mulig. Takk for mange gode diskusjoner rundt bordet under våre mange «tacorama-kvelder», i sommersolen i Lillehammer og ikke minst i testlabben på Høgskolen i Lillehammer.

Takk til trenerne ved NTG Lillehammer som lot oss ta ansvaret for barmarkstreningen, for å gjennomføre prosjektet. Og takk til alle ishockeyspillerne på NTG og Lillehammer ishockey som var en del av prosjektet.

Takk til mamma og pappa som har huset meg gjennom masterårene på Norges idrettshøgskole. Mamma, uten dine middager ville jeg vært sulten store deler av årene på masterstudiet. Pappa, takk for hjelp med korrekturlesing.

Takk til Thomas for turene på snowboard, surfing og kanoturer i Nordmarka. Turer hjelper alltid på skrivemotivasjonen!

Oslo – mai 2015
Ole Christian Haugen

Innhold

Sammendrag	3
Forord	5
Innhold	6
1. Innledning	8
2. Teori	11
2.1 Fysiske krav til ishockeyspillere	11
2.2 Viktigheten av treningsperioden mellom to konkurransesesonger	12
2.3 Utholdenhet i ishockey	13
2.3.1 Treningsmetoder for å bedre VO _{2maks}	13
2.3.2 Overføringsverdi av økt VO _{2maks} til utholdenhetsprestasjon på is	16
2.4 Hurtighet i ishockey	16
2.4.1 Variabler som viser sammenheng med sprintprestasjon på is	17
2.4.2 Viktigheten av maksimal muskelstyrke for sprintprestasjon	17
2.4.3 Effekten av plyometrisk trening på hurtig kraftutvikling	18
2.4.4 Effekten av plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening	19
2.4.5 Skøyteknikk er avgjørende for sprintprestasjon	20
3. Metode	21
3.1 Eksperimentelt design	21
3.2 Forsøkspersoner	23
3.2.1 FP i utholdenhetsprosjekt	23
3.2.2 FP i styrkeprosjekt	24
3.3 Tester	25
3.3.1 Subjektiv vurdering av utmattelse	25
3.3.2 Maksimalt oksygenopptak	26
3.3.3 Prestasjonstest på is.....	27
3.3.4 Prestasjonstest på sykkel	28
3.3.5 1 RM knebøy	29
3.3.6 Horisontal spenst.....	29
3.3.7 Hurtighet på is.....	30
3.3.8 DXA	30
3.3.9 Registrering av kosthold	31
3.4 Utholdenhetsintervensjon	32
3.4.1 30/15-intervallene	32
3.4.2 4x5-intervallene	34
3.5 Styrkeintervensjon	36
3.5.1 Felles trening for PLY+ST og ST	36

3.5.2	Gjennomføring av plyometriske øvelser	39
3.5.3	Gjennomføring av stabiliseringsøvelser	40
3.5.4	Treningsdagbøker	42
3.6	Statistisk analyse	43
4.	Resultater	44
4.1	Utholdenhetsintervensjon	44
4.1.1	Utholdenhetsstester	44
4.1.2	Hurtighetstest	47
4.2	Styrkeintervensjon	48
4.2.1	Styrke-, spenst- og hurtighetstester	48
4.2.2	Utholdenhetsstester	51
5.	Diskusjon	53
5.1	Utholdenhetsstudien	53
5.1.1	Intervallenes belastning	53
5.1.2	VO _{2maks}	54
5.1.3	W _{maks} (fra VO _{2maks} -testen)	55
5.1.4	Utholdenhetsprestasjon på is	56
5.1.5	Sprintprestasjon på is	58
5.1.6	Konklusjon	59
5.2	Styrkestudien	59
5.2.1	Antropometrisk data	59
5.2.2	Relativ 1 RM i knebøy	60
5.2.3	Horisontale hopptester	62
5.2.4	Sprintprestasjon på is	64
5.2.5	Utholdenhetsstester	67
5.2.6	Konklusjon	68
	Referanser	69
	Tabelloversikt	82
	Figuroversikt	84
	Forkortelser	86
	Vedlegg	

1. Innledning

Konkurransesesongen i ishockey er både lang og fysisk krevende. Ishockeyspillerne kan ha kamper eller treninger hver dag i en periode på opptil fem til seks måneder (Green et al. 2010). I konkurransesesongen brukes mye tid på teknikk og taktikk og kampenes intensitet krever at spillerne får nok restitusjon (Quinney et al. 2008). Lite fokus og tid til trening for å bedre den fysiske kapasiteten kan muligens føre til et redusert muskeltverrsnitt, redusert styrke og eksplosivitet i underekstremitetene og ingen bedring av det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}) (henholdsvis Green et al. 2010; Webster, 2014; Game & Bell, 2006). Studiene som finner forbedret skøytesprinttid (Farlinger & Fowles, 2008; Lee, Lee & Yoo, 2014) og styrke i hofteadduktoren (Tyler et al., 2002) etter treningsintervensjoner i perioden mellom konkurransesesonger viser viktigheten av denne treningsperioden for ishockeyspilleres fysikk. Forberedelsesperioden mellom konkurransesesonger er kort, og de fleste lag i Norge har liten tilgang på is i denne perioden. Det er derfor sentralt å studere ulike treningsmetoder, uten bruk av is, for å optimalisere treningsutbytte og se nærmere på hva som i størst grad bedrer de fysiske parameterne som er viktig i ishockey.

Det er vist at den anaerobe utholdenheten bedres gjennom en konkurransesesong hos to juniorlag i ishockey (Green & Houston, 1975). Det er derimot ikke vist forandring i absolutt eller relativ VO_{2maks} gjennom en konkurransesesong hos universitetsspillere i Canada (Game & Bell, 2006). Funnene i studiene kan tyde på at ishockeyspillere bør prioritere å bedre VO_{2maks} i treningen mellom to konkurransesesonger. Det er blitt vist at trening av 4x4-intervaller hvor arbeidsperiodene hadde en intensitet tilsvarende 90-95 % av maksimal hjertefrekvens bedret VO_{2maks} etter åtte uker hos fotballspillere på høyt juniornivå (Helgerud, Engen, Wisløff & Hoff, 2001). Siden fotballspillere og ishockeyspillere på høyt juniornivå i Norge har lignende VO_{2maks} (Hoff, Kemi & Helgerud, 2005) kan det tenkes at 4x4-intervaller også vil kunne bedre ishockeyspilleres VO_{2maks} . Det er videre vist at godt utholdenhetstrener burde trene på intensiteter tilsvarende 90-100 % av VO_{2maks} (Billat et al., 2000; Laursen og Jenkins, 2002). Rønnestad og Hansen (2013) viste at kortere intensive intervaller med 30 sekunders arbeidsperioder, med en intensitet tilsvarende den minimale treningsintensiteten som gir VO_{2maks} ved en gradert VO_{2maks} -test, ga lengre tid over 90 % av VO_{2peak} sammenlignet med lengre arbeidsintervaller. Intervallformen med 30 sekunders høyintensive

arbeidsperioder med 15 sekunders pause med 50 % av intensiteten i arbeidsperioden (30/15-intervaller) har videre blitt vist at er mer effektiv for å øke VO_{2maks} hos godt trente syklister sammenlignet med 4x5-intervaller (Rønnestad et al., 2015a). Det er derfor også tenkelig at 30/15-intervaller kan være en mer effektiv intervallform for å øke ishockeyspilleres VO_{2maks} sammenlignet med 4x5-intervaller. Hensikten med den første delen av vår studie var å sammenligne effekten av å trene 30/15-intervaller opp imot 4x5-intervaller på ishockeyspilleres VO_{2maks} og utholdenhetsprestasjon på is.

For å kunne prestere på et høyt nivå i ishockey kreves det en rask akselerasjon av en relativt stor og tung kroppsmasse samt god evne til gjennomføre repeterte sprinter med høy effekt (Price, 2003). Ishockeyspillere bør derfor ha et stort fokus på å bedre sprintprestasjonen på is i treningsperioden mellom to konkurransesesonger. Det er blitt vist en sammenheng mellom sprintprestasjon på is og variabler som løpesprintprestasjon, stille lengdehopp og vertikal hopphøyde (Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007). Det kan derfor antas at en stor del av treningen mellom to konkurransesesonger burde fokusere på å bedre disse variablene for å påvirke sprintprestasjon på is. Flere studier har sett sterk sammenheng mellom løpshurtighet og underekstremitetsstyrke (Comfort, Bullock & Pearson, 2012; McBride et al., 2009; Reguena et al., 2011; Wisløff et al., 2004)). Dette kan indikere viktigheten av å trene tung styrketrening av underekstremitetene for å forbedre hurtigheten på is. Tidligere studier har videre vist at plyometrisk trening, som er trening som involverer en eksentrisk muskelaksjon med høy intensitet rett før en rask og kraftfull konsentrisk kontraksjon, bedrer den vertikale hopphøyden og løpesprintprestasjon (Markovic, 2007; Saéz de Villarreal, Requena & Cronin, 2012). Det å kombinere plyometrisk trening og tung styrketrening har vist seg å gi større effekt på evnen til hurtig kraftutvikling, vertikal hopphøyde, sammenlignet med bare styrketrening og plyometrisk trening alene (Adams, O`shea, O`shea & Climstein, 1992). Videre er det blitt vist at plyometriske øvelser kombinert med tung styrketrening og istrening forbedret sprintprestasjonen på is, mens istrening alene ikke førte til noen forandring (Lee, Lee & Yoo, 2014). Dette gir grunn til å tro at plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening vil bedre sprintprestasjonen på is. Hensikten med den andre delen av vår studie var å sammenligne effekten av å trene plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening av underekstremitetene opp imot å trene tung styrketrening av underekstremitetene kombinert med stabiliseringstrening på ishockeyspilleres sprintprestasjon på is.

Studien har følgende problemstillinger:

- *Er det forskjell i effekt mellom korte høyintensitetsintervaller eller lengre intervaller med lavere intensitet på ishockeyspilleres utholdenhetsprestasjon på is?*
- *Hvilken effekt har plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening sammenlignet med tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening på ishockeyspilleres sprintprestasjon på is?*

Studien har følgende hypoteser:

30/15-intervaller gir en signifikant bedre effekt på ishockeyspillere:

- *VO_{2maks} sammenlignet med 4x5-intervaller.*
- *Utholdenhetsprestasjon på is sammenlignet med 4x5-intervaller.*

Plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening gir en signifikant bedre effekt på sprintprestasjon på is sammenlignet med tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening.

2. Teori

2.1 *Fysiske krav til ishockeyspillere*

Ishockey er en kontaktsport som både er taktisk, teknisk og fysisk krevende. Hvor mye hver enkelt egenskap gjenspeiler en spillers suksess og hvilke parameter som er viktigst for å prestere, er ikke entydig. Flere studier har studert dette på ulike måter, men uten noen klare funn (Burr et al., 2008; Green, Pivarnik, Carrier & Womack, 2006; Peyer, Pivarnik, Eisenmann & Vorkapich, 2011). For å spille ishockey på et høyt nivå trenger spillerne en sterk fysikk hvor anaerob sprintkapasitet, aerob utholdenhetskapasitet, muskelstyrke og effekt, akselerasjon og hurtighet blir vurdert som de viktigste variablene (Cox, Miles, Verde & Rhodes, 1995; Glaister, 2005; Lau, Berg, Latin & Noble, 2001).

I en studie fikk fysiske trenere hos samtlige 30 lag i «National Hockey League» (NHL) tilsendt en spørreundersøkelse, hvor de fikk svar av 23 av de 30. I følge studien blir spilleres fysiske kapasitet testet hyppig, og 16 av 23 fysiske trenere oppga at de utførte tester i førsesongen (Ebben, Carrol & Simenz, 2004). Samtlige 23 oppga at de målte styrke hos sine spillere i løpet av en sesong. Fire av trenerne testet knebøy hos sine spillere, mens ti trenere testet benkpress. Det virket å være stor enighet om at kroppssammensetning er viktig, da 20 trenere oppga at de testet dette. Nitten av trenerne målte spillernes evne til hurtig kraftutvikling, hvor ti av dem brukte vertikal hopphøyde som mål og syv brukte stille lengdehopp. Nitten av trenerne testet spillernes anaerobe kapasitet, mens 18 oppga at de testet spillernes aerobe utholdenhet. Åtte av de 23 trenerne testet spillernes akselerasjon og alle testet dette med ulike metoder. Syv av trenerne testet spillernes hurtighet. Studien indikerer at det er et stort mangfold i variabler som er viktige for å prestere på et høyt nivå i ishockey. Det ser derfor ut til at man bør ha et relativt bredt testbatteri, både når fysiske trenere tester lagets spillere før, i og etter konkurranseperioden og når effekten av ulike treningsintervensjoner skal studeres i ishockey. I midlertidig viste Vescovi, Murray, Fiala og VanHeest (2006) at ingen av de fysiske parameterne som ble målt utenfor isen kunne predikere når spillere ble valgt til å spille i NHL. Spillerne ble testet i maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), Wingate, vertikal hopphøyde med og uten svikt, og stille lengdehopp. VO_{2maks} var trolig lite nøyaktig, da testen ble utført som en indirekte aerob måling på sykkel, hvor effekt (W) og lengden FP syklet på testen var hovedmålene. Dette viser viktigheten av å

inkludere tester på is i et testbatteri. Når NHL-speidere ble spurt om hva de mener er det viktigste hos en spiller, oppgir de fleste ferdighet på skøyter (Montgomery, 2000). Ferdighet på skøyter beskrives ikke ytterligere og kan da være speidernes subjektive vurdering av hva ferdighet på skøyter innebærer.

2.2 Viktigheten av treningsperioden mellom to konkurransesesonger

Konkurransesesongen i ishockey er både lang og fysisk krevende. Ishockeyspillerne kan ha kamper eller treninger hver dag i en periode på opptil fem til seks måneder (Green et al., 2010). Kampoppsettet i «Get-ligaen», i Norge, og i «National Hockey League» (NHL), i USA/Canada, viser at sesongene kan vare opptil, henholdsvis syv og ni måneder (Norges ishockeyforbund, u.d.; National hockey league, 2015). I konkurransesesongen brukes mye tid på teknikk og taktikk og kampenes intensitet krever at spillerne bruker mye tid på restitusjon (Quinney et al., 2008). Lite fokus og tid til trening for å bedre den fysiske kapasiteten kan muligens føre til et redusert muskeltverrsnitt (Green et al., 2010). Dette støttes av en studie som viste at selv med én til to styrketreningsøkter i uken gjennom konkurranseperioden, ble styrke i underekstremitetene, hopp høyde og hopp lengde redusert hos mannlige ishockeyspillere på høyeste universitetsnivå i USA (Webster, 2014). Det er også vist at VO_{2maks} ikke bedres i løpet av en ishockeysesong (Game og Bell, 2006). Studiene som finner forbedret skøytesprinttid (Farlinger & Fowles, 2008; Lee, Lee & Yoo, 2014) og styrke i hofteadduktoren (Tyler et al., 2002) i perioden mellom to konkurransesesonger viser viktigheten av treningen i denne perioden. Det er i løpet av denne perioden spillerne har mulighet til å utvikle sin fysiske kapasitet. Det er også viktig at denne positive utviklingen er større enn den negative utviklingen som forekommer i løpet av konkurranseperioden, om ishockeyspillere skal få en positiv utvikling i sin fysiske kapasitet over tid. Dette er spesielt viktig for juniorspillere og yngre profesjonelle, da de er svakere i underekstremiteten, har lavere vertikal hopp høyde og er tregere på 10 m løpesprint sammenlignet med eldre profesjonelle spillere (Hoff et al., 2005).

2.3 Utholdenhet i ishockey

En ishockeykamp består av tre omganger med 20 minutters varighet. Mellom omgangene er det en 15 minutters inaktiv pause. En utespiller er typisk på isen mellom 15 til 20 minutter i løpet av en kamp, mens de beste kan være på isen opp imot 35 minutter om nødvendig (Montgomery, 2000). Arbeidsperiodene på isen er intensive og varer ca. 30-60 sekunder (Burr et al., 2008; Cox et al., 1995). I starten av en kamp har spillerne inaktive pauser på ca. 120-240 sekunder mellom arbeidsperiodene (Cox et al., 1995; Montgomery 1988). Det anaerobe arbeidet i de sprintbaserte/eksplosive arbeidsperiodene og den relativt korte restitusjonsperioden mellom arbeidsperiodene krever at spillerne har en sammensatt utholdenhetskapasitet (Burr et al., 2008). Alle er, imidlertid, ikke enig i at aerob kapasitet er viktig for utholdenheten på is (Carey et al., 2007; Hoff et al., 2005). Carey et al (2007) fant ingen sammenheng mellom VO_{2maks} og tre repeterte sprinttester på skøyter og konkluderte med at VO_{2maks} kun begrenser restitusjon til et visst nivå, et nivå de fleste spillerne i ishockey allerede er på. Flere studier tyder derimot på at aerob kapasitet er viktig for en ishockeyspiller (Cox et al., 1995; Ebben et al., 2004; Green et al., 2006). Green et al. (2006) fant en signifikant sammenheng mellom VO_{2maks} og nettosummen av målsjanser laget deres hadde for og imot mens spilleren var på banen, noe som *kan* være et godt estimat på hvor god en spiller er. Det er vist at den anaerobe utholdenheten bedres gjennom en konkurransesesong hos to juniorlag i ishockey (Green & Houston, 1975). Det er derimot ikke vist forandring i absolutt eller relativ VO_{2maks} gjennom en konkurransesesong hos universitetsspillere i Canada (Game & Bell, 2006). Funnene i studiene kan tyde på at ishockeyspillere bør prioritere å bedre VO_{2maks} i treningen mellom to konkurransesesonger og eventuelt gjøre justeringer av treningen i konkurransesesongen. Siden treningsperioden mellom to konkurransesesonger ikke kan gjennomføres på is, i alle fall Norge, vil det være naturlig å studere hvilke metoder som gir størst økning av VO_{2maks} hos ishockeyspillere uten bruk av is.

2.3.1 Treningsmetoder for å bedre VO_{2maks}

Det er blitt vist at 4x4-intervaller to ganger i uken i åtte uker, hvor arbeidsperiodene hadde en intensitet tilsvarende 90-95 % av maksimal hjerterefrekvens (HF_{maks}), ledet til en økning i VO_{2maks} med 11 % (Helgerud et al., 2001). Studien ble gjennomført på fotballspillere på høyt juniornivå med en VO_{2maks} ved oppstart på $58,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, noe som er lignende ishockeyspillere på høyt juniornivå som er blitt vist å ha 58,5

mL*kg⁻¹*min⁻¹ (Hoff et al., 2005). Det er også blitt vist at 4x5-intervaller, med en intensitet tilsvarende 87-97 % av den høyeste hjertefrekvensen som er blitt funnet ved en gradert VO_{2maks}-test hos utøveren (HF_{peak}) under arbeidsperiodene, gjennomført en gang annen hver uke i seks uker ikke ga noen nedgang i VO_{2maks} hos fotballspillere (Slettaløkken & Rønnestad, 2014). Det kan derfor tenkes at en slik intervallform \geq to ganger i uken i \geq åtte uker vil bedre VO_{2maks} også hos ishockeyspillere. Videre er det vist at godt utholdenhetstrening burde trene på intensiteter tilsvarende 90-100 % av VO_{2maks} for å få en best mulig økning i VO_{2maks} (Billat et al., 2000; Laursen & Jenkins, 2002). Laursen og Jenkins (2002) foreslår at det vil kunne føre til et økt slagvolum, noe som kan være årsaken til økt O₂-leveranse, som igjen fører til en økt VO_{2maks}. Dette vil kunne komme av at slagvolum kan øke ved en høyere venstreventrikulær kraft eller gjennom en økning i hjertets fyllingstrykk, som videre øker det endediastoliske volumet og da slagvolumet (Rowel, 1993). Det er og spekulert i om tiden en utøver ligger på en intensitet tilsvarende VO_{2maks} er viktig for utbyttet av treningen, da lengre varighet vil utfordre det aerobe systemet over lengre tid (Thevent, Tardieu-Berger, Berthoin & Prioux, 2007). For å kunne opprettholde en intensitet tilsvarende eller i nærheten av VO_{2maks}, er den minimale treningsintensiteten som gir VO_{2maks} ved en gradert VO_{2maks}-test (MAP) essensiell (Laursen & Jenkins, 2002; Midgley & McNaughton, 2006).

Tiden en utøver klarer å arbeide på MAP er høyst individuell (Billat et al., 1994). Det er derfor spekulert i om prosent varighet av denne tiden er et godt referansepunkt for å fastslå intervallenes varighet for ulike utøvere. Millet et al. (2003) viste at intervaller med varighet på 50 % av tiden en utøver klarer å arbeide på MAP var gunstig for å kunne arbeide på \geq 90 % av VO_{2maks} over lengre tid. Denne studien viste også at korte intensive intervaller i form av 60 sekunder arbeid på MAP med 30 sekunders aktive pauser på 50 % av MAP (60/30) ga tilsvarende varighet ved \geq 90 % av VO_{2maks}. Funnene til Millet et al. (2003) indikerer at intervaller som er individuelt tilpasset i forhold arbeidsperiodenes tid ikke er mer effektivt enn en standardisert intervallform, som 60/30-intervaller. Rønnestad og Hansen (2013) viste at intervaller med 30 sekunders arbeidsperioder på MAP med 15 sekunders aktive pauser på 50 % av MAP mellom arbeidsperiodene ga signifikant lengre tid \geq 90 % av VO_{2peak} og lengre tid \geq 90 % av HF_{peak}, sammenlignet med intervaller der arbeidsperiodene på MAP var på ~ 3 og ~ 5 minutter og de aktive pausene var på 50 % av MAP. Midgley og McNaughton

(2006) mener at arbeidsperioder mellom 15 og 30 sekunder er gunstig for økning i VO_{2maks} , da opphopning av laktat ikke vil være stor, samtidig som det er lang nok tid til å påvirke det kardiovaskulære systemet. Rozenek et al. (2007) støtter bruken av 2:1 som forholdet mellom arbeid og aktiv pause, som blir foreslått at gir størst bedringer i det aerobe og anaerobe systemet. Videre støttes dette av Millet et al. (2003), som viste at intervaller i form av 30 sekunders arbeidsperioder på MAP med 30 sekunders aktive pauser ikke ga like lang tid $\geq 90\%$ av VO_{2maks} som 60/30-intervaller.

Det vil være tenkelig at intervallformen Rønnestad og Hansen (2013) fant å være mest effektiv for å oppnå størst tid $\geq 90\%$ av HF_{peak} , 30 sekunders arbeidsperioder på MAP med 15 sekunders aktiv pause på 50% av MAP (30/15-intervaller), vil være intervallformen som er mest effektiv før å øke en utøvers VO_{2maks} . Det vil da og være grunn til å tro at også ishockeyspillere, som regnes som relativt godt utholdenhetstrente utøvere (Hoff et al., 2005), vil få størst effekt av denne intervallformen sammenlignet med lengre intervallformer. Teorien støttes av Rønnestad et al. (2015a) som sammenlignet trening av 30/15- med 4x5-intervaller, to økter i uken i ti uker, på godt trente syklister ($VO_{2maks} \sim 66 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Trening av 30/15-intervaller økte VO_{2maks} signifikant, mens 4x5-intervaller ikke førte til noen forandring. Den store effekten 30/15-intervallene ga sammenlignet med 4x5-intervaller, støtter tankene om at repeterte kortere intervaller vil være mer effektivt for en bedring av VO_{2maks} . Studien til Rønnestad et al. (2015a) viste og at 30/15-intervaller ga en moderat positiv effekt på gjennomsnittlig effekt (W) under korte og lange prestasjonstester på sykkel, sammenlignet med 4x5-intervaller. Intervallformen 30/15 krever utstyr som kan kontrollere MAP. At et ishockeylag har utstyr til å måle dette er uvisst, men er lite trolig. Andre intervallformer som kontrolleres ved $\%$ av HF_{maks} vil være en enklere løsning hos store lag. Helgerud et al. (2001) gjennomførte intervaller som bestod av fire ganger 4 minutter på $90\text{--}95\%$ av HF_{maks} med aktiv pause på 3 minutter med intensitet tilsvarende 70% av HF_{maks} mellom hver arbeidsperiode. Om intervallformene gir lik effekt på ishockeyspillere, vil det trolig ikke være nødvendig å utføre en intervallform hvor intensiteten kontrolleres av MAP. Ved å gjøre om arbeid-pauseforholdet til 2:1, slik Rozenek et al. (2007) foreslår som mest effektivt, vil det bli 4 minutters arbeid og 2 minutters aktiv pause mellom arbeidsperiodene. Rønnestad et al. (2015a) gjennomførte en lignende utholdenhetsprotokoll i sin studie med 4x5-intervaller med 2,5 minutters

aktiv pause mellom arbeidsperiodene. Videre viste Rønnestad et al. (2015a) at 4x5-intervaller og 30/15-intervaller ga lik følelse av utmattelse hos syklister.

2.3.2 Overføringsverdi av økt VO_{2maks} til utholdenhetsprestasjon på is

En økt VO_{2maks} på sykkel vil mest sannsynlig lede til en bedret utholdenhetsprestasjon på is med tanke på funnene til Leone, Léger, Larivière og Comtois (2007). En studie som viste signifikant sammenheng mellom VO_{2maks} og nedgang i tid gjennom seks repeterte sprinter på is, hos polske ishockeyspillere på et nasjonalt nivå, kan også være med på støtte tanken om at det er en sammenheng mellom VO_{2maks} og utholdenhetsprestasjon på is (Stanula et al., 2014). Carey et al. (2007) fant ingen sammenheng mellom VO_{2maks} og nedgang i sprinttid ved repeterte maksimale sprinter hos kvinnelige ishockeyspillere og konkluderer med at VO_{2maks} ikke er avgjørende for prestasjon på is. Sprintene hadde derimot en varighet på kun ~18,5 – 20,5 sekunder, og pausene mellom hver sprint var på 30 sekunder. Testen som ble brukt i studien til Carey et al. (2007) måler ikke ishockeyspesifikk utholdenhet, da arbeidsperiodene på is og pausene mellom arbeidsperiodene er lenger i kampsituasjon (Cox et al., 1995; Montgomery, 1988). Et innbytt i ishockey består ofte av fem til syv korte sprinter på to til 3,5 sekunder. I tiden som går mellom hver sprint er en viktig faktor det å gjenopprette adenosintrifosfat- (ATP) og kreatinfosfokinase- (CP) konsentrasjon i muskulaturen gjennom den aerobe energiomsetningen (Montgomery, 2000). Om tiden mellom sprintene er lang nok vil det kunne minimalisere den anaerobe glykolysen samtidig som en får maksimalt utbytte av den aerobe bidraget (Green, 1987). Noe som igjen støtter viktigheten av VO_{2maks} for utholdenhetsprestasjonen på is. Om en økt VO_{2maks} ikke leder til bedret utholdenhetsprestasjon på is, kan det tenkes at repeterte kortintervaller med høy intensitet, eksempelvis 30/15-intervaller, fortsatt gir bedre effekt på utholdenheten på is sammenlignet med lengre intervaller. Dette støttes av Laursen og Jenkins (2002), som i sin studie foreslår at høyintensive intervaller, som 30/15-intervaller, kan lede til en bedring i skjelettmuskulaturens evne til å bufre H^+ -ioner og opp- og nedregulering av kationpumpene.

2.4 Hurtighet i ishockey

Ferdigheter på skøyter er en viktig variabel for å oppnå suksess i ishockey (Cox et al., 1995; Ebben et al., 2004; Hoff et al., 2005; Mascaro, Seaver & Swanson, 1992; Montgomery, 1988). For å kunne prestere på et høyt nivå i ishockey kreves det en rask

akselerasjon av en relativt stor og tung kroppsmasse samt god evne til å gjennomføre repeterte sprinter med høy effekt (Price, 2003). Maksfart ses på som en viktig ferdighet (Glaister, 2005; Lau et al., 2001), men det er vist at store deler av tiden spilleren er på is ikke foregår i maksfart (Bracko et al., 1998). Store deler av perioden mellom to konkurransesesonger burde derfor inngå til å bedre spillernes hurtighet og spesielt akselerasjon på is.

2.4.1 Variabler som viser sammenheng med sprintprestasjon på is

Det finnes flere studier som viser korrelasjoner mellom ulike tester utenfor isen og prestasjonen ved ulike hurtighetstester på skøyter. Behm et al. (2005) fant i en studie gjort på 30 ishockeyspillere på juniornivå, at det var en signifikant sammenheng mellom hurtighet på is og 36,9 m sprinttid (løp) ($r = 0,51$). Studien fant derimot ingen sammenheng mellom hurtigheten på is og vertikal hopphøyde uten svikt. I studien til Behm et al. (2005) ble hurtighet på is målt som maksfart. Dette ble gjort ved at spillerne oppnådde maksimal fart før tidtaket startet. Farlinger et al. (2007) tok høyde for akselerasjonsfasen ved mål av hurtighet på is som ble utført som 35 m sprint med stillestående start i en studie på 36 ishockeyspillere fra 15 - 22 år. Sprinttiden på is viste seg da å ha sammenheng med 30 m løpesprint ($r = 0,78$), stille lengdehopp ($r = -0,74$), tre kontinuerlig lengdehopp med to bein og stillestående start (trippelhopp) ($r = -0,78$) og vertikal spenst med svikt og armsving ($r = -0,71$). Ut ifra funnene til Farlinger et al. (2007) kan det antas at en stor del av barmarkstreningen til ishockeyspillere burde fokusere på å bedre den fysiske kapasiteten, som er grunnlaget for god prestasjon i sprint (løp), horisontal og vertikal spenst, for videre å kunne påvirke sprintprestasjon på is.

2.4.2 Viktigheten av maksimal muskelstyrke for sprintprestasjon

Muskelstyrke og evnen til å utrette en stor kraft på kort tid i underekstremiteter ses på som viktige kapasiteter hos ishockeyspillere uavhengig av om det har innvirkning på hurtigheten på is (Cox et al., 1995; Glaister, 2005; Hoff et al., 2005; Lau et al., 2001; Montgomery, 2000). Det er blitt vist at en konkurransesesong kan føre til en nedgang i muskeltverrsnitt (Green et al., 2010). Det vil derfor være viktig at ishockeyspillere får en like stor og helst større økning i muskeltverrsnitt i treningsperioden mellom to konkurransesesonger sammenlignet med nedgangen i konkurransesesongen. Flere studier har sett en sterk sammenheng mellom løpshurtighet og underekstremitetsstyrke

(Comfort et al., 2012; McBride et al., 2009; Reguena et al., 2011; Wisløff et al., 2004). Dette kan indikere viktigheten av å vektlegge tung styrketrening for underekstremitetene for å forbedre hurtigheten på is. Pottleiger, Smith, Maier og Foster (2010) og Behm et al. (2005) fant derimot ingen sammenheng mellom hurtigheten på is og underekstremitetsstyrke, målt som både 1 RM i beinpress og maksimal isometrisk kraftutvikling (MVC). Hastigheten på stigningen til kraften i starten av en muskelaksjon (RFD) kan brukes som mål på eksplosiv styrke i muskulaturen. Det er blitt vist at 80 % av RFD målt ved en isometrisk kneekstensjon bestemmes av den maksimale styrken i m. quadriceps ved tidsintervaller mellom 150-250 millisekunder (Andersen & Aagaard, 2006). Siden et skyv på skøyter varer mellom ca. 300-400 millisekunder (Stidwill, 2009), er det enda en grunn til å tro at maksimal styrke kan være en avgjørende faktor for ishockeyspilleres hurtighet på is.

2.4.3 Effekten av plyometrisk trening på hurtig kraftutvikling

En meta-analyse utført av Cormie, McGuigan og Newton (2011) viste at både plyometrisk trening, ballistisk trening (øvelser med ytre motstand hvor personen som løfter akselerer gjennom hele bevegelsen) og tung styrketrening med maksimal mobilisering er effektive treningsformer for å bedre evnen til hurtig kraftutvikling. Det kan derfor tenkes at disse tre treningsformene er effektive for å bedre hurtigheten på is. Plyometrisk trening er trening som involverer en eksentrisk muskelaksjon med høy intensitet rett før en rask og kraftfull konsentrisk kontraksjon (Malisoux, Francaux, Nielens & Theisen, 2006). Malisoux et al. (2006) så en signifikant bedring i vertikal hopphøyde, med og uten svikt, og sprinthastighet (løp) etter åtte uker, tre økter i uken, med plyometrisk trening. Meta-analyser utført av Markovic (2007) og Saéz de Villarreal et al. (2012) viste at plyometrisk trening \geq åtte uker bedret den vertikale hopphøyden og sprintprestasjonen i løping. Dette gir grunn til å tro at plyometrisk trening vil bedre ishockeyspilleres hurtighet på is. Videre er det vist at plyometrisk trening ikke gir like stor økning i muskelstyrke som tradisjonell styrketrening (Markovic, 2007; Malisoux et al., 2006). Det er da tenkelig at en kombinasjon av plyometrisk trening og tradisjonell styrketrening vil gi en bedre effekt for hurtigheten på is enn en av treningsformene alene.

2.4.4 Effekten av plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening

Flere studier har sett på effekten av å trene plyometrisk og tradisjonell styrketrening opp mot kun styrketrening, og resultatene har vært sprikende. Adams et al. (1992) viste at styrketrente menn fikk større positiv effekt på evnen til hurtig kraftutvikling, vertikal hopphøyde, ved kombinasjon av plyometrisk trening og styrketrening enn hva som ble funnet ved både styrketrening og plyometrisk trening alene. Toumi, Best, Martin og Pouramat (2004) fant derimot ingen forskjell mellom plyometrisk trening kombinert med styrketrening og styrketrening alene på vertikale hopp uten svikt. Begge treningsmetodene ledet til en signifikant bedring i hopphøyde uten svikt. Det var derimot kun gruppen som kombinerte plyometrisk- og styrketrening som fikk en signifikant bedring i den vertikale hopphøyden med svikt. At gruppen fikk en signifikant økning i CMJ mente forfatterne kunne skyldes en forandring i strekkrefleksen, eller at muskelens kapasitet til å lagre og bruke elastisk energi ble bedret i større grad av den kombinerte treningen. Studien ble utført på håndballspillere, som trente normale håndballtreninger tre ganger i uken ved siden av de fire øktene i intervensjonen. Rønnestad, Kvamme, Sunde og Raastad (2008) fant ingen tilleggseffekt av å legge til plyometrisk trening til tung styrketrening sammenlignet med tung styrketrening alene hos fotballspillere på elitenivå. En forklaring på dette kan være at innslaget av plyometriske muskelaksjoner under lagtreningene og i kampsituasjon er så stort at det i seg selv er tilstrekkelig med plyometriske muskelaksjoner for spillerne. Og da at den ekstra plyometriske treningen den ene gruppen gjennomførte ikke var tilstrekkelig for å få tilleggseffekt (Rønnestad et al., 2008). Om dette er tilfellet kan det tenkes at effekten av å legge til plyometrisk trening til tung styrketrening vil gi liten eller ingen effekt på sprinthastigheten og hopphøyden i idretter hvor innslaget av plyometriske muskelaksjoner allerede er stort i trening og kamp. Det er derimot blitt vist at plyometriske øvelser kombinert med tunge styrketreningsøvelser på underekstremitetene 70-95 % av 1RM tre dager i uken i tolv uker, i tillegg til istrening, forbedret skøytehastigheten på fire ulike tester på is (Lee, Lee & Yoo, 2014). Dette gir grunn til å tro at plyometrisk trening og vekttrening kan ha positiv effekt på skøytesprint, da kontrollgruppen i studien som kun gjennomførte istreningene, ikke viste fremgang på noen av testene. Det kan tenkes at det er langt færre plyometriske muskelaksjoner i ishockey enn i fotball. Grunnen til dette kan være at det er liten involvering av ankelleddet ved skøyteskjær sammenlignet med et løpssteg og et hopp

med svikt (Hunter, Marshall & McNair, 2005; McErlain-Naylor, King & Pain, 2014; Upjohn, Turcotte, Pearsall & Loh, 2008).

2.4.5 Skøyteknikk er avgjørende for sprintprestasjon

Et skyv på skøyter er en meget teknisk bevegelse over flere ledd (Stidwill, 2009) og er vanskelig å etterligne ved barmarkstrening. Det er derfor svært tenkelig at skøyteteknikken spiller en avgjørende rolle for spillernes hurtighet på is. Denne antydningen støttes av flere biomekaniske studier som sammenlignet raske og trege spillere (Stidwill, 2009; Upjohn et al., 2008). Det er derfor ikke gitt at en forbedring i sprint (løp) og spenst vil forbedre ishockeyspilleres hurtighet på skøyter. Lee, Lee og Yoo (2014) sin studie viser, derimot, trolig at en bedret fysisk kapasitet som er grunnlag for god prestasjon i løpesprint, horisontal og vertikal spenst, vil bedre sprintprestasjon også på is. Studien viste at istrening alene ikke ga noen fremgang i sprintprestasjon på is, men at tung styrketrening kombinert med plyometrisk trening i tillegg til istrening ga fremgang i sprintprestasjon. Videre viste Farlinger og Fowles (2008) at plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening bedret 30 løpesprint, trippelhopp og sprintprestasjon på is, noe som igjen støtter tanken om at en bedret fysisk kapasitet som er grunnlag for god prestasjon i løpesprint, horisontal og vertikal spenst vil bedre sprintprestasjon også på is.

3. Metode

3.1 Eksperimentelt design

For å kunne gi svar på hypotesene ble to uavhengige prosjekter gjennomført, et utholdenhetsprosjekt og et styrkeprosjekt. Utholdenhetsprosjektet ble designet for å sammenligne effekten av multiple kortintervaller opp imot lengre intervaller på sykkel. Intervensjonen varte i ni uker og bestod av tre intervalløkter og to økter med styrketrening i uken. Styrketrening av både over- og underekstremitet ble inkludert i intervensjonen for å hindre redusert styrke og muskelmasse hos forsøkspersonene (FP). Gruppene trente lik styrketrening gjennom hele utholdenhetsprosjektet. Styrketreningen ble gjennomført med submaksimale belastninger, tilsvarende 85 % av RM, da dette ville kunne redusere restitusjonstiden etter treningsøktene sammenlignet med om øktene ble utført på RM motstand. Styrketreningen fulgte en lineær periodisering. Øvelsene, antall sett og repetisjoner står oppført i *vedlegg I*. Styrkeprosjektet ble designet for å sammenligne effekten av horisontal plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (4-10 RM) opp mot tung styrketrening kombinert med stabiliseringsøvelser for kjernemuskulaturen. Intervensjonen gikk over åtte uker og bestod av to styrketreningsøkter av underekstremiteten, to styrketreningsøkter av overekstremiteten, én økt med utholdenhets trening, og én submaksimal helkroppsokt (uke 3-8). Utholdenhets treningen var lik for begge gruppene og bestod av fire drag med 5 minutters arbeidsperioder på sykkel, som tilsvarte de lengre intervallene som ble utført i utholdenhetsprosjektet. Forskjellen mellom gruppens trening var kun at den ene gruppen utførte plyometriske øvelser i forkant av styrketreningen på tre av øktene og den andre gruppen utførte stabiliseringsøvelser i etterkant av de samme styrketreningsøktene. Det eksperimentelle designet og testene som ble gjennomført pre- og postintervensjon i prosjektene er beskrevet i *tabell 3.1*. Testbatteriet hadde en varighet på én uke i begge prosjektene. FP ble delt i inn i to testgrupper, etter hvilket aldersbestemte lag de tilhørte, for å gjøre gjennomføringen av testbatteriet mulig. Rekkefølgen og dagen de ulike testene ble gjennomført er beskrevet i *tabell 3.2*. Testene ble gjennomført til samme tidspunkt for hver FP ved pre- og posttest i både utholdenhets- og styrkeprosjektet.

Tabell 3.1: Eksperimentelt design av den totale studien, både utholdenhets- og styrkeprosjektet.

Utholdenhetsintervensjon																						
x x x x x x x x x x																						
Styrkeintervensjon																						
x x x x x x x x																						
Restitusjon fra trening																						
x x																						
Tester																						
VO _{2maks}	x				x				x													
Prestasjonstest på is	x				x																	
Prestasjonstest på sykkel	x				x				x													
35 m sprint på is	x				x																	
10 m sprint på is					x				x													
Stille lengdehopp					x				x													
Trippelhopp					x				x													
1 RM knebøy					x				x													
DXA					x				x													
Kostholdsregistrering																						
x																						
R						R																
Uke	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

x = illustrerer til hvilken tid intervensjonene, restitusjon fra intervensjon, testene som ble utført og kostholdet som ble registrert.

R = Randomisering av FP inn i to grupper.

VO_{2maks} = maksimalt oksygenopptak

RM = repetisjon maksimum

Tabell 3.2: Testbatteri til utholdenhets- og styrkeprosjektet.

Testgruppe	Utholdenhetsprosjekt							Styrkeprosjekt									
	1	2	1	2	1+2	1+2	1+2	1	2	1	2	1+2	1+2	1+2			
Prestasjonstest på sykkel	x	x						x	x								
VO _{2maks}			x	x						x	x						
Stille lengdehopp													x				
Trippelhopp													x				
35 m sprint på is						x											
10 m sprint på is													x				
1 RM knebøy														x			
Prestasjonstest på is							x							x			
DXA								x	x	x	x	x	x				
Dag	1	2	3	4	5	6	7	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7

x = illustrerer til hvilken dag hver testgruppe utførte testene.

VO_{2maks} = maksimalt oksygenopptak

RM = repetisjon maksimum

DXA = «dual energy x-ray absorptiometry»

FP ble bedt om å avstå fra all form for trening, med unntak av teknikktraining med ishockeykølle, i tidsrommet tre dager før første testdag. Dette ble kontrollert ved å sende tekstmelding til samtlige FP tre dager før test og ved å spørre ved første testdag om de hadde avstått fra trening i tidsrommet. FP ble i hvert prosjekt bedt om å innta den samme kosten til den samme tiden ved hver posttest som ved pretest. Dette ble sikret ved at FP ble bedt om å innta næring 2 timer før starten av hver test. Ved pretest skrev hver FP ned sitt siste måltid og til hvilken tid måltidet ble konsumert. Før hver test ved posttest ble FP tilsendt tekstmelding hvor det stod oppført kosten som skulle konsumeres og til hvilken tid den skulle inntas. At det ble gjort tilsvarende ved post som ved pre ble bekreftet ved testoppmøte.

3.2 Forsøkspersoner

Kun utespillere ble inkludert i prosjektene, da det er vist at keepere har en annen fysikk (Burr et al., 2008; Quinney et al., 2008) og andre ferdighetskrav enn utespillere (Green et al., 2006; Peyer et al., 2011). FP i prosjektene ble stratifisert etter alder. Stratifisering ble gjennomført før hvert av de to delprosjektene for deretter å tilfeldig trekke til de respektive gruppene. I utholdenhetsprosjektet ble FP randomisert fordelt til en gruppe som utførte tre serier med 13 korte høyintensive 30 sekunders arbeidsperioder med 15 sekunders aktiv pause mellom hver arbeidsperiode (30/15-gruppen). Den andre gruppen utførte fire drag med arbeidsperioder på 5 minutter med aktive pauser på 2,5 minutter (4x5-gruppen). I styrkeprosjektet ble FP randomisert fordelt til en gruppe som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og en gruppe som kombinerte tung styrketrening med stabiliseringsøvelser (ST).

3.2.1 FP i utholdenhetsprosjekt

Tjue mannlige ishockeyspillere på et høyt nasjonalt nivå¹ for sin aldersklasse deltok i utholdenhetsprosjektet. Fem FP ble ekskludert fra prosjektet grunnet skader og langvarig sykdom som oppstod uavhengig av prosjektet. Av de fem tilhørte to 30/15-gruppen (to FP fra U20-serien) og tre 4x5-gruppen (én FP fra aldersbestemt landslag og U20-serien, én FP fra U20-serien og én FP fra eliteserien). Av FP som gjennomførte prosjektet var det ingen forskjell i alder mellom gruppene før intervensjonsstart (tabell 3.3). 30/15-gruppen hadde derimot en tendens til lavere høyde ($p=0,100$) og mindre

¹ Høyt nasjonalt nivå defineres som et lag som er blant de ti beste i landet, for den bestemte alderen.

kroppsmasse ($p=0,081$) sammenlignet med 4x5-gruppen. Fordelingen av FP, etter aldersbestemt spillnivå, i de to gruppene som gjennomførte intervensjonen står oppført i *tabell 3.4*.

Tabell 3.3: Gjennomsnittlig alder, høyde og kroppsmasse for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5), før utholdenhetsintervensjonen startet. Verdiene står oppført \pm standardavvik.

	30/15		4x5
Alder	17,0 \pm 0,9		17,1 \pm 0,9
Høyde (cm)	182 \pm 3	£	185 \pm 3
Kroppsmasse (kg)	77,7 \pm 6,6	£	84,7 \pm 9,0

£ Tendens til forskjell mellom gruppenes verdier før intervensjonsstart ($p < 0,1$).

Tabell 3.4: Oversikt over fordelingen av FP i gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5), i forhold til hvilket aldersbestemt lag FP spilte på. Antall FP som spilte på landslagsnivå i sin aldersklasse står oppført på siste linje i tabellen.

	30/15	4x5
U18	1	0
U20	6	6
Eliteserien	1	0
1. divisjon	0	1
Totalt (n)	8	7
<i>Aldersbestemt landslag</i>	0	2

3.2.2 FP i styrkeprosjekt

Sytten mannlige ishockeyspillere på et høyt nasjonalt nivå for sin aldersklasse deltok i styrkeprosjektet. Én FP ble ekskludert fra studien grunnet skade som oppstod uavhengig av studien. Den ekskluderte FP var i ST og var eliteseriespiller. Av FP som gjennomførte prosjektet var det ingen forskjell mellom gruppenes antropometri før intervensjonsstart, med unntak av en signifikant lavere fettfrimasse i underekstremiteten og totalt i hele kroppen i PLY+ST (henholdsvis $p=0,014$ og $p=0,021$) (tabell 3.5). Fordelingen av FP, etter aldersbestemt spillnivå, i de to gruppene som gjennomførte intervensjonen står oppført i *tabell 3.6*.

Tabell 3.5: Gjennomsnittlig alder, høyde, kroppsmasse og kroppssammensetning for gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST), før styrkeintervensjonen startet. Verdiene står oppført \pm standardavvik.

	PLY + ST	ST
Alder	17,2 \pm 1,0	17,1 \pm 0,7
Høyde (cm)	182 \pm 3	184 \pm 5
Kroppsmasse (kg)	78,3 \pm 7,3	83,7 \pm 7,8
Fettprosent (vev %)	16,2 \pm 4,6	15,7 \pm 6,3
FFM underekstremiteter (g)	21 494 \pm 1 368	23 686 \pm 1 747
FFM total (g)	62 427 \pm 4 296	67 020 \pm 2 047

^ Signifikant forskjell mellom gruppenes verdier før intervensjonsstart ($p < 0,05$).

FFM = fettfri masse

Tabell 3.6: Oversikt over fordelingen av FP i gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST), i forhold til hvilket aldersbestemt lag FP spilte på. Antall FP som spilte på landslagsnivå i sin aldersklasse står oppført på siste linje i tabellen.

	PLY+ST	ST
U18	0	1
U20	8	6
Eliteserien	1	0
Totalt (n)	9	7
<i>Aldersbestemt landslag</i>	2	2

FP ble informert om at det var frivillig å delta i studiene og at de kunne trekke seg til enhver tid. Beskrivelse av studiene ble utlevert og FP skrev under sin samtykke på å være med studiene. Dersom FP var under 18 år da studien startet, ble foresatte informert om studien og ble bedt om å skrive under for deres samtykke (vedlegg II).

3.3 Tester

3.3.1 Subjektiv vurdering av utmattelse

To ulike subjektive vurderingsskalaer ble benyttet under testene og intervensjonene. Subjektiv opplevelse av anstrengelse, «ratings of perceived exertion», (RPE) er en subjektiv vurderingsskala fra seks til 20 av anstrengelse i hele kroppen (tabell 3.7). Subjektiv følelse i beina (SB) er en subjektiv vurderingsskala fra én til ni av hvordan beina føles (tabell 3.7). Skalaene ble nøye forklart før pretestene startet.

Tabell 3.7: Beskrivelse av «ratings av perceived exertion» (RPE), som er en subjektiv vurderingsskala av anstrengelse i hele kroppen, og subjektiv følelse i beina (SB), som er en subjektiv vurderingsskala av følelsen i beina.

RPE		SB	
20	Maksimalt anstrengende	9	veldig, veldig tung
19	Svært anstrengende	8	velding tung
18		7	tung
17	Meget anstrengende	6	litt tung
16		5	normal
15	Anstrengende	4	litt lett
14		3	lett
13	Litt anstrengende	2	veldig lett
12		1	veldig, veldig lett
11	Ganske lett		
10			
9	Meget lett		
8			
7			
6	Hvile		

3.3.2 Maksimalt oksygenopptak

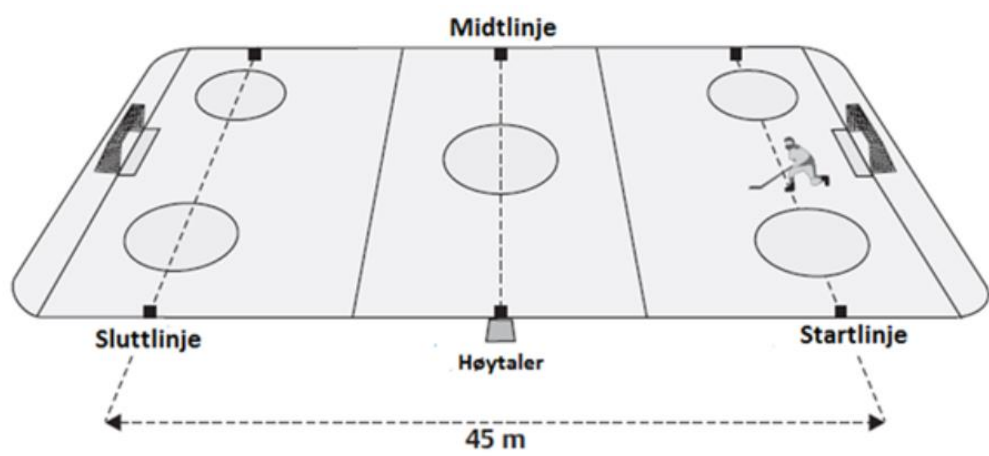
VO_{2maks} ble utført som en test til utmattelse med gradvis økende belastning på en Lode Excalibur Sport-sykkelergometer (Lode B.V. (Groningen, Nederland)). Sko med pedalfeste ble brukt. Oksygenopptaket ble direkte målt med Jaeger Oxycon pro (VIASYS healthcare GmbH (Hoechberg, Tyskland)) med et miksekammer. Setehøyde og lengden FP satt unna styret ble registrert ved pretest og brukt i posttest. Timinutters oppvarming med selvbestemt intensitet basert på RPE ble utført på ergometersykkel (Classic (BodyBike, Frederikshavn, Danmark)) for at testingen skulle kunne gjennomføres mer effektivt. Oppvarmingsprotokollen ble utført som følgende: 5 minutter med gradvis økende intensitet opp til 12 på RPE, 30 sekunder med tyngre belastning resulterende i 14-15 på RPE, 1 minutt med lett belastning, 30 sekunder med tyngre belastning resulterende i 15-16 på RPE og til slutt 3 minutter med lett belastning.

Startbelastningen ble satt til W*3 av FP sin kroppsvekt og rundet ned til nærmeste 50W. Belastningen økte med 25 W for hvert minutt, frem til FP var utmattet. En testleder motiverte FP gjennom hele testen. Motivasjonsuttalelsene var like for hver FP. RPE ble registrert rett etter avsluttet test. Laktatprøve (Biosen C_line, EKF diagnostics (London, England)) av blodet ble tatt ett minutt etter avsluttet test. Den høyeste O₂-verdien som

ble målt over ett minutt ble regnet som VO_{2maks} . Gjennomsnittseffekten fra det siste minuttet ble brukt som mål på prestasjon (W_{maks}).

3.3.3 Prestasjonstest på is

Durocher, Guisfredi, Leetun og Carter (2010) viste at ishockeyspillere har høyere VO_{2maks} og hjerterefrekvens på is enn på sykkel. En test ved navn «skating multistage aerobic test» (SMAT), designet og beskrevet av Leone et al. (2007), ble derfor brukt for å måle utholdenhetsprestasjon på is. Baneoppsettet illustreres i figur 3.1. Fullt ishockeyutstyr samt kølle ble brukt under testen. Oppvarmingen før testen bestod av 5 minutter rolig skøytegang med en intensitet tilsvarende RPE på 12-14, 2 minutter med uttøying og tilslutt 2,5 minutter med skøytegang som tilsvarte arbeidsperiode én og to i testen. Testen var intervallbasert med 60 sekunders arbeidsperioder og 30 sekunder pause mellom hver arbeidsperiode. Hastigheten FP gikk med ble styrt av forhåndsprogrammerte lydsignaler. FP gikk fra startlinjen ved første lydsignal, krysset midtlinjen ved andre lydsignal for så å stoppe på sluttlinjen og gå tilbake ved tredje lydsignal. Slik fortsatte FP til siste lydsignal kom fra høyttaler. Etter siste lydsignal gikk/skled FP bort til nærmeste endelinje og ventet. Et signal ble gitt da det var 5 sekunder til start av neste arbeidsperiode. Antall lydsignaler, antall meter gått og hastighet per arbeidsperiode er nærmere beskrevet i Leone et al. (2007). FP ble regnet som ferdig med testen om de ikke var kommet til linjen innen lydsignalet tre ganger. Antall fullførte arbeidsperioder og antall linjer passert i den ufullførte arbeidsperioden ble notert og brukt til videre dataanalyse. Leone et al. (2007) viste at SMAT var reproducerbar, med en intraclass $R=0,92$.

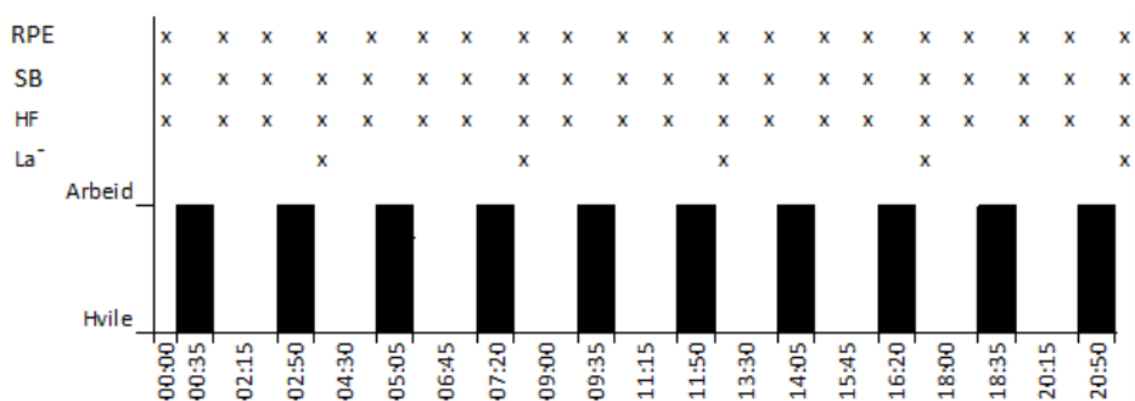


Figur 3.1: Baneoppsettet under prestasjonstesten på is (Leone et al., 2007). Distansen mellom start- og sluttlinjen er 45 m. En høyttaler var plassert på midtlinjen slik at FP til enhver tid kunne høre lydsignalene, som ble spilt av.

3.3.4 Prestasjonstest på sykkel

En prestasjonstest på samme ergometersykkel som ble benyttet under $VO_{2\text{maks}}$ -testen, designet av Buck (2013), ble brukt for å simulere en intensiv intervallbasert ishockeyperiode. Testprotokollen er illustrert i figur 3.2. Testprotokollen bestod av ti arbeidsperioder med varighet på 35 sekunder med 100 sekunders passiv hvile mellom arbeidsperiodene. Før hver arbeidsperiode fikk FP tråkke på lett belastning, 100 W uten å overstige 60 RPM². I forkant av testen ble FP veid. Vekten ble brukt for å bestemme belastningen under arbeidsperiodene. En metode som også blir brukt ved Wingatetester³ ble brukt slik at effekten (W) var avhengig av tråkkfrekvensen. Målet med testen var å oppnå høyest mulig gjennomsnittseffekt (W_{gjenn}) gjennom de ti arbeidsperiodene. Dette ble presisert for FP for å hindre utmattelse før de siste arbeidsperiodene. Oppvarmingen ble utført på en ergometersykkel og bestod av 5 minutter med gradvis økende intensitet opp til 12 på RPE, 30 sekunder med høyere intensitet resulterende i 15-16 på RPE, 1 minutt med lett belastning, 30 sekunder med høyere intensitet resulterende i 16-17 på RPE og tilslutt 3 minutter med lett belastning.

Det var kun resultatene ved pre- og posttest i styrkeprosjektet som ble benyttet til videre analyse, da det var problemer med testutstyr og FP ikke forstod hvordan energien skulle disponeres gjennom testen ved pretest i utholdenhetsintervensjonen. Pretest i utholdenhetsintervensjonen ble da brukt som tilvenning til pretest i styrkeprosjektet.



Figur 3.2: Illustrasjon av prestasjonstesten på sykkel. Arbeidsperiodene er illustrert som svarte søyler.

x = illustrerer tidspunkt ved registreringer og målinger

RPE = subjektiv følelse av utmattelse i hele kroppen

SB = subjektiv følelse i beina

HF = hjerterefreknens

La⁻ = Laktat

² RPM = runder per minutt med pedalen på en sykkel

³ Test hvor anaerob kapasitet måles ved å oppnå størst mulig effekt (W) på 30 sekunder (Ozkaya, Colakoglu, Kuzucu & Yildiztepe, 2012).

3.3.5 1 RM knebøy

1 RM i knebøy ble brukt som et mål på styrken i underekstremiteten, da knebøy er en valid øvelse for å måle dynamisk underekstremitetsstyrke så lenge knebøydybden er standardisert (Raastad et al., 2010). Testen ble utført med vektstang og vektskiver fra Casal Sweden (Casal Sports Products (Norrköping, Sverige)). Godkjent knebøydybde ble standardisert ved at hoftelrådet var lavere enn kneleddet, som illustrert i *figur 3.3*. For å sikre lik vinkel i kneleddet ved pre- og posttest ble det plassert en plaststang bak FP ved hvert knebøyløft. Stangen ble plassert slik at distale del av m. gluteus maximus var i kontakt med stangen. Høyden på stangen ble funnet i forkant av pretest ved at hver FP gjennomførte en knebøy, uten ekstern vekt, til godkjent dybde. Stangen ble plassert under distale del av m. gluteus maximus, og høyden ble registrert. Oppvarmingen bestod av 10x50 %, 5x70 % og 3x85 % av 1 RM med 2 minutters pause mellom hver serie. Det var deretter 3 minutters pause før første maksimale løft. Det ble gitt maksimalt fem forsøk med 3 minutters pause mellom hvert forsøk. Tyngste godkjente løft ble brukt til videre analyse.



Figur 3.3: Viser standardisert dybde i knebøy.

3.3.6 Horisontal spenst

Tilvenning til de horisontale spensttestene ble utført to dager før de reelle testene, etter at $VO_{2\text{maks}}$ -testen var gjennomført. Oppvarmingen bestod av 5 minutter sykling på ergometersykkle med gradvis økende intensitet fra ni til ti på RPE, det første minuttet, opp til 12-14 det siste minuttet, 3 minutter rolig jogging, tre submaksimale vertikale spensthopp og tre submaksimale horisontale stille lengdehopp. Pause på 30 sekunder ble gitt mellom hvert hopp under oppvarmingen. Horisontal spenst ble målt ved to ulike tester, først stille lengdehopp og deretter tre kontinuerlige hopp med to bein og stillestående start (trippelhopp). Testene ble inkludert, da det er vist at de har signifikant sammenheng med sprintprestasjon på is (Farlinger et al., 2007). Testene ble gjennomført på tartandekke. En allerede markert strek ble brukt som startstrek. Et 10 m langt målebånd, plassert parallelt med hoppretningen med 90° vinkel til startstreken, ble

brukt for å måle hopplengden. Hopplengdene ble målt manuelt ved å plassere en stokk bak helen til FP sin bakerste fot ved landing. Kun hopp med landinger hvor FP klarte å bli stående ble registrert. FP startet testene med tærne bak startstreken for så å hoppe med maksimal innsats horisontalt. Stille lengdehopp bestod av et maksimalt horisontalt hopp med selvvalgt dybde og hastighet i svikten. Trippelhopp bestod av tre kontinuerlige maksimale horisontale hopp uten stopp mellom hoppene. Dybden og hastigheten på overgangsfasen fra landing til hopp var individuelt bestemt, men testansvarlig oppfordret til en rask overgangsfase. Testene ble gjennomført med naturlig armbevegelse. Det ble gitt fem forsøk per test med 2 minutters pause mellom forsøkene. Farlinger et al. (2007) viste at det var en intraclass $R=0,99$ for stille lengdetesten, og en intraclass $R=0,98$ for trippelhopp.

3.3.7 Hurtighet på is

Hurtigheten på is ble i utholdenhetsprosjektet målt ved en 35 m maksimal sprint med stillestående start. Før test gjennomførte FP oppvarming som bestod av 5 minutter med rolig skøytegang rundt banen og tre stigningsdrag fra omtrent 40-90 % av maksimal sprinthastighet fra mållinjen til motsatt mållinje. Pauser på 1 minutt ble gitt mellom stigningsdragene. Testen ble utført med fullt kamputstyr inkludert kølle, siden det da blir mer reelt til en kampsituasjon (Montgomery, 1982). Tidtaking ble gjort ved å plassere par med fotoceller (TC-timer, Browner timing system (Draper, UT, USA)) på null og 35 m i en rett linje fra mållinje til motsatt blålinje. To kjebler ble plassert 15 cm bak første par med fotoceller og ble brukt som startstrek. FP startet med fremste skøyte på linje med kjeblene, 90° vinkel til retningen som ble sprintet, og køllebladet plassert på isen. FP startet når de selv ønsket. Det ble gitt fem forsøk med 3 minutters pause mellom hvert forsøk. Beste registrerte 35 m ble brukt i videre analyse. FP ble motivert til å gi maksimal innsats fra start til slutt av en testleder. Testbanen ble flyttet for hver nye gruppe som testet slik at alle FP fikk likt utgangspunkt med ubrukt is. Hurtigheten på is ble målt ved 10 m skøytesprint i styrkeprosjektet og ble gjennomført likt som 35 m skøytesprint, i utholdenhetsprosjektet, ved å plassere et par med fotoceller 10 m fra første par med fotoceller. Den beste 10 meter tiden ble brukt til videre dataanalyse.

3.3.8 DXA

Kroppsmasse, prosent fett i vev, fettfri masse og beinmineraltetthet ble målt ved «dual energy x-ray absorptiometry» (DXA) (Lunar Prodigy Advance 2007, GE

healthcare(Madison, WI, USA)). DXA måler kroppssammensetningen ved å dele kroppen inn i tre komponenter; beinvev, fettvev og fett- og beinfritt vev (Plank, 2005). Det er tidligere vist at DXA er en presis målemetode, med en variasjonskoeffisient på 1 % og 2-3 % ved mål av, henholdsvis beinmineraltettheten og fettvevet (de Lorenzo et al., 1998). Dette støttes av studier som viste at metoden kan måle små forandringer i kroppssammensetningen (Houtkooper et al., 2000; Lands et al., 1996). DXA-målingen ble standardisert ved at FP ikke skulle drive fysisk aktivitet i tidsrommet 24 timer før måling, i likhet med en tidligere studie som gjennomførte DXA-målinger på idrettsutøvere (Andreoli et al., 2001). FP fikk ikke innta næring i tidsrommet 3 timer før måling. Alle målinger ble utført ved revmatismesykehuset i Lillehammer i henhold til deres metoder.

3.3.9 Registrering av kosthold

Registrering av kosthold er viktig for å hindre støy i resultatene, da et ulikt inntak av næring kan gi ulik adaptasjon til trening (Wienert, 2009). For å kontrollere for at næringsinntaket var likt i begge gruppene ble næringsinntaket registrert over tre kontinuerlige ukedager (mandag, tirsdag og onsdag) og en helgedag (søndag). FP fikk utdelt vekt og et registreringshefte. Hver ingrediens i et måltid ble individuelt veid og notert. I registreringsheftet ble hver ingrediens, produsenten av ingrediensen og vekten på ingrediensen som ble inntatt notert. Tiden og dagen næringen ble konsumert ble notert i heftet for å kunne skille inntaket de ulike dagene. Alt av mat og drikk som ble inntatt, med unntak av vann, ble veid og skrevet ned. Utregning av det totale energiinntaket (kcal), proteininntaket (g), karbohydratinntaket (g) og fettinntaket (g) ble gjort i «mat på data» (Mat på data (5.0)). Fem personer fra hver gruppe gjennomførte registreringen av kostholdet.

3.4 Utholdenhetsintervensjon

Intervensjonen ble designet for å sammenligne effekten av å trene korte høyintensitetsintervaller (30/15-intervaller) opp mot lengre og mindre intensive intervaller (4x5-intervaller). Begge intervallformene ble utført på sykkel.

Intervensjonsperioden varte i ni uker. Hver uke bestod av tre intervalløkter og to submaksimale styrkeøkter (tabell 3.8). 30/15-gruppen trente kun 30/15-intervaller og 4x5-gruppen trente kun 4x5-intervaller som utholdenhetstrening. FP oppga at de kun utførte aktivitet med fokus på teknikk med ishockeykølle ved siden av den oppsatte treningen i perioden. Om annen mer fysisk krevende trening ble utført, skjedde det i skoletiden. Majoriteten av FP (samtlige FP U18 og U20) var fra NTG og utførte all annen trening i fellesskap. Denne eksterne aktiviteten ville derfor ikke føre til noen forskjell i treningsmengde mellom gruppene og vil således være irrelevant for eventuelle gruppeforskjeller.

Tabell 3.8: Distribusjonen av økter fra uke 1-9 i utholdenhetsintervensjonen.

Uke	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
1 til 9	Intervall	Styrketrening	Intervall	Styrketrening	Intervall	Pause	Pause

3.4.1 30/15-intervallene

30/15-intervallenes protokoll står beskrevet i *tabell 3.9*. Hoveddelen bestod av tre serier med 13 arbeidsperioder på 30 sekunder. Mellom hver arbeidsperiode var det aktive pauser på 15 sekunder. Etter 13 arbeidsperioder og tolv aktive pauser, med en total varighet på 9,5 minutter, var det 3 minutter aktiv pause før neste serie med arbeidsperioder. Intensiteten i de korte pausene på 15 sekunder, mellom hver 30 sekunders arbeidsperiode, og pausen på 3 minutter tilsvarte 50 % av intensiteten som ble trent på under arbeidsperiodene (arbeidsintensitet). Den totale tiden syklet ved 100 % av arbeidsintensiteten var 19,5 minutter. Arbeidsintensiteten ble ved første økt satt til 100 % av MAP og ble deretter justert ned eller opp ut ifra FP sin RPE og SB, samt prosjektleder sin evaluering av FP sin grad av utmattelse. Oppvarmingen før hoveddelen hadde en total varighet på 15 minutter. De første 5 minuttene ble syklet på en intensitet tilsvarende 50 % av arbeidsintensiteten etterfulgt av et stigningsdrag på 7 minutter opp til en intensitet tilsvarende 80 % av arbeidsintensiteten. De siste 3 minuttene av oppvarmingen tilsvarte en intensitet på 50 %. Nedsykling etter økten

bestod av 10 minutter på en intensitet tilsvarende 50 % arbeidsintensiteten med mulighet for å justere ned W etter eget ønske.

Øktene ble gjennomført på sykkelruller (CompuTrainer (RacerMate Inc., Seattle, WA, USA)) (figur 3.4). Sykkelrullene var koblet til en datamaskin med programvaren MultiRider (RacerMate Inc., Seattle, WA, USA). Intervalløkten ble programmert i MultiRider som styrte effekten i sykkelrullene gjennom økten. FP sin individuelle arbeidsintensitet ble programmert før hver økt. FP brukte sine private sykler i intervalltreningen. Setehøyden som ble registrert ved VO_{2maks} -testen, ble brukt under hele intervensjonen. Glatte dekk uten mønster ble benyttet på bakhjulet av syklene. Bakhjulet ble montert til en sykkelrulle. Forhjulet ble plassert på en støtte for å hindre bevegelse i styret og for at sykkelen skulle stå rett (figur 3.4). En projektor var koblet til datamaskinen med MultiRider. Et stort lerret var plassert foran FP under hver økt. Dette gjorde at FP til enhver tid kunne følge tidsforløpet. En prosjektansvarlig var til enhver tid til stede for å lede økten, fortelle når FP skulle starte å sykle, hvor mange intervaller fullført og for å motivere FP. Under hver økt ble sykkelrullene kalibrert ett minutt etter starten av oppvarmingen og akutt etter stigningsdraget i oppvarmingen, i samsvar med produsentens instruksjer. Kalibreringstallet skulle ligge mellom to og fire for å hindre at hjulet glapp eller at trykket skulle bli for stort.



Figur 3.4: Oppsett av sykkel montert på sykkelrulle, som ble benyttet ved 30/15-intervallene.

Treningsdagbok ble brukt for oppnå maksimal progresjon, ved å få størst mulig økning i effekt (W) gjennom hele intervensjonen. *Vedlegg III* illustrerer dagbokens oppsett. Før hver økt ble effekten (W) som FP skulle sykle på notert. SB ble notert før oppvarming og akutt etter siste serie med arbeid. SB akutt etter økt ble brukt for å få FP sin subjektive vurdering av følelsen i beina fra den effekten som ble benyttet. FP ble bedt om å oppgi RPE etter hver serie. Dette ble brukt for å vurdere seriens belastning. Ved en lav vurdering på RPE ble effekten økt ved neste serie. Dersom vurdering av RPE var opp imot maks ved første

og/eller andre serie ble effekten senket slik at FP klarte å fullføre økten. Effekten som ble syklet på i siste intervall av hver serie ble notert.

3.4.2 4x5-intervallene

4x5-intervallenes protokoll står beskrevet i *tabell 3.9*. Intensiteten i økten ble styrt av HF. HF ble målt med pulsklokke (Polar S610i, Polar electro (Kempele, Finland)). Oppvarmingen før hoveddelen hadde en total varighet på 15 minutter. Oppvarmingen startet med 2,5 minutter rolig sykling med en stigning opp til 70 % av HF_{maks} . Deretter ble det syklet 2,5 minutter med lik HF for så å utføre to drag på 2,5 minutter med en intensitet tilsvarende 80-85 % av HF_{maks} . Mellom dragene og etter siste drag i oppvarmingen var det 2,5 minutter aktive pauser på 70 % av HF_{maks} . Hoveddelen bestod av fire drag med en varighet på 5 minutter, hvor intensiteten de første tre intervallene tilsvarte 90–95 % av HF_{maks} . Siste intervall ble gjennomført til utmattelse. Aktive pauser på 2,5 minutter ble gitt mellom hver intervall, hvor arbeidsintensiteten tilsvarte 50 % av intensiteten i arbeidsperioden. HF_{maks} ble estimert til å være lik høyeste målte HF under VO_{2maks} -testen. En mer nøyaktig estimering ble utført den første uken. Dersom HF etter fjerde intervall under øktene var høyere enn den tidligere estimerte HF_{maks} , ble denne registrert som HF_{maks} de resterende åtte ukene av intervansjonen. Intervallene ble utført på ergometersykkel (Merida Trainer (Merida, Yualin, Taiwan)). Setehøyden tilsvarte høyden som ble registrert ved VO_{2maks} -testen og ble brukt gjennom hele intervansjon. FP ble oppfordret til å bruke sko med pedalfeste, men kun fire av FP tok det i bruk. Treningsdagbok ble brukt for å kontrollere intensiteten i hver økt. *Vedlegg IV* illustrer dagbokens oppsett. SB ble registrert før starten av oppvarmingen og akutt etter siste intervall i hver økt. HF og RPE ble registrert akutt etter hver arbeidsperiode. HF ble målt for å kontrollere at FP syklet på riktig intensitet. Om pulsen var under 90 % av HF_{maks} , ble FP oppfordret til å øke intensiteten.

Tabell 3.9: Beskrivelse av 30/15- og 4x5-intervallene.

	30/15	4x5
Arbeidsperiodenes varighet (s)	30	300
Pausenes varighet per serie (s)	15	0
Antall intervaller per serie	13	1
Total arbeidsperiode per serie (s)	$13 \times 30 \text{ s} = 390$	$1 \times 300 \text{ s} = 300$
Total pasue per serie (s)	$12 \times 15 \text{ s} = 180$	0
Antall serier	3	4
Tid mellom seriene (s)	180	150
Totalt arbeid mellom seriene (s)	$3 \times 390 = 1170$	$4 \times 300 = 1200$
Total pausetid mellom seriene (s)	$(3 \times 180 \text{ s}) + (2 \times 180 \text{ s}) = 900$	$3 \times 150 = 450$
Intensitet under pausene	50 % av arbeidsintensitet	50 % av arbeidsintensitet
Total varighet på økten (ekskudert oppvarming og nedtrapping) (s)	$1170 + 900 = 2070$	$1200 + 450 = 1650$

Det var ingen forskjell mellom 30/15- og 4x5-gruppen sin deltagelse på intervalløkter eller på antall styrkeøkter (henholdsvis $p=0,507$ og $p=0,794$) i løpet av intervensjonsperioden (tabell 3.10).

Tabell 3.10: Oppmøte på utholdenhetstreningene, styrketreningene og totalt. Gruppens gjennomsnittlige oppmøte er vist \pm standardavvik.

		30/15	4x5
Totalt treningsoppmøte	(Ant.)	38 \pm 3	38 \pm 2
Utholdenhetstreningsoppmøte	(Ant.)	22 \pm 2	22 \pm 1
Styrketreningsoppmøte	(Ant.)	16 \pm 1	16 \pm 1

Ant. = Antall økter

30/15-gruppen økte effekten som ble tråkket både i serie én og serie tre (henholdsvis 5 \pm 6 %, $p=0,039$ og 13 \pm 12 %, $p=0,017$) fra siste intervalløkt i uke to til siste intervalløkt i uke ni (tabell 3.11). Uke to ble benyttet, da hver FP sin individuelle tråkkeffekt ikke var tilpasset før uke to.

Tabell 3.11: Gjennomsnittlig effekt som ble tråkket ved serie én og tre i siste intervalløkt i uke to til siste intervalløkt i uke 9 for 30/15-gruppen.

	Serie 1		Serie 3	
Siste økt i	<i>Uke 2</i>	<i>Uke 9</i>	<i>Uke 2</i>	<i>Uke 9</i>
Effekt (W)	277 \pm 24	292 \pm 37 *	278 \pm 24	315 \pm 56 *

*Signifikant forandring fra uke to til uke ni ($p<0,05$).

4x5-gruppen hadde gjennomsnittlig 91 \pm 1 % og 94 \pm 2 % av HF_{maks} etter, henholdsvis, drag to og fire gjennom hele intervensjonsperioden (Tabell 3.12).

Tabell 3.12 Gjennomsnittlig % av HF_{maks} etter drag to og fire under 4x5-intervallene gjennom hele intervensjonsperioden for 4x5-gruppen.

	Drag 2	Drag 4
% av HF_{maks}	91 \pm 1	94 \pm 2

HF_{maks} = maksimal hjerterefrekvens

3.5 Styrkeintervensjon

Studien ble designet for å sammenligne effekten av å trene horisontale plyometriske øvelser i forkant av styrketrening på bein opp mot kun tung styrketrening på bein. FP ble derfor stratifisert inn i PLY+ST, som utførte horisontale plyometriske øvelser i forkant av hver tunge styrketreningsøkt av underekstremiteten og i forkant av hver submaksimale styrketreningsøkt og ST som utførte stabiliseringsøvelser for kjernemuskulaturen etter øktene hvor PLY+ST utførte plyometriske øvelser. Stabiliseringsøvelser ble lagt til i treningen til ST for å oppnå lik treningstid som PLY+ST. FP oppga at de kun utførte aktivitet med fokus på teknikk med ishockeykølle ved siden av den oppsatte treningen i perioden. Om annen mer fysisk krevende trening ble utført skjedde det i skoletiden. FP som spilte på U18- U20-nivå, var på treningsleir i en uke etter uke seks i intervensjonsperioden. Uke syv i intervensjonsperioden ble derfor fremskjøvet en uke. Majoriteten av FP (samtlige FP U18 og U20) var fra NTG og utførte all annen trening i fellesskap. Denne aktiviteten ville derfor ikke føre til noen forskjell i treningsmengde mellom gruppene og vil således være irrelevant for eventuelle gruppeforskjeller. Den ene FP i PLY+ST som spilte på eliteserienivå fulgte ikke intervensjonsprogrammet i dette tidsrommet, men trente økter etter eget ønske.

3.5.1 Felles trening for PLY+ST og ST

Intervensjonen ble delt i tre, uke én til to, uke tre til fem og uke seks til åtte.

Treningsøktene som ble utført i de ulike delene er beskrevet i *tabell 3.13*. Antall intervalløkter på sykkel ble redusert fra to til én etter uke to og erstattet med en submaksimal styrketreningsøkt på hele kroppen på 85 % av RM.

Tabell 3.13: Distribusjonen av de ulike treningsprogrammene hver en uke, i de ulike delene av intervensjonen.

Del	Uke	Man(HR)	Tir(HR)	Ons	Tor(LR)	Fre(LR)	Lør	Søn
1	1 til 2	Overkropp	Underekstremiteter	Intervall	Overkropp	Underekstremiteter	Intervall	Pause
2	3 til 5	Underekstremiteter	Overkropp	Helkropp	Underekstremiteter	Overkropp	Intervall	Pause
3	6 til 8	Underekstremiteter	Overkropp	Helkropp	Underekstremiteter	Overkropp	Intervall	Pause

HR = Høyrepetsjonsprogram

LR = Lavrepetsjonsprogram

Øvelsene i styrketreningen ble utført til utmattelse og ble oppgitt i RM. Antall kilo FP skulle løfte ved de ulike beinøvelsene ble estimert ut ifra deres individuelle resultat i 1 RM i knebøy. Styrketreningen fulgte en lineær periodisering med en reduisering i RM og økning i serier for hver del. Periodisering av treningen ble gjort, da det er vist å gi en

bedre effekt på muskelstyrken og muskelmassen sammenlignet med trening med samme RM og serier over lengre tid (Baker, Wilson & Corlyon, 1994; Stone et al., 2000). Innad i periodene var det en daglig variasjon i antall RM og serier. Hver uke bestod av én økt med høyere antall RM og færre serier og én økt med lavere antall RM og flere serier. Dette ble gjort siden det er vist at trening med daglig variasjon i antall RM og serier gir en større bedring i maksimal muskelstyrke enn trening uten daglig variasjon (Hartmann, Bob, Wirth & Schmidtbleicher, 2009; Monteiro et al., 2009; Prestes et al., 2009; Rhea, Ball, Phillips & Burkett, 2002; Simao et al., 2012). Styrketreningsøktene på underekstremitetene og overekstremitetene står beskrevet med øvelse, antall serier og RM per øvelse og pause mellom seriene i *tabell 3.14*. Beskrivelser av hver øvelse som ble utdelt til FP står oppført i *vedlegg V*. Samtlige øvelser ble utført med maksimal mobilisering i konsentrisk fase for å få maksimal effekt av treningen (Requena et al., 2011).

Oppvarmingen før styrkeøvelsene bestod av 5 minutter rolig sykling og to eller tre submaksimale serier i den første øvelsen en muskelgruppe ble trent. Den første submaksimale serien ble utført med tolv repetisjoner med vekt tilsvarende 50 % av vekten som skulle brukes i treningen. Den andre submaksimale serien ble utført med ti repetisjoner på 75 %. Den tredje submaksimale serien ble utført med åtte repetisjoner på 85 % av det som skulle løftes. Ved økter med ti og åtte RM ble kun de to første submaksimale seriene utført. Ved økter med seks og fire RM ble samtlige submaksimale oppvarmingsserier utført. Treningsøktene for underekstremiteter og helkropp ble innledet av plyometriske øvelser for PLY+ST (*tabell 3.15a*) og avsluttet med stabiliseringsøvelser for ST (*tabell 3.15b*).

Tabell 3.14: Distribusjon av serier og RM eller repetisjoner gjennom de ulike delene av intervensjonen for a. høyrepetisjonsprogrammet for overekstremiteten. b. lavrepetisjonsprogrammet for overekstremiteten. c. høyrepetisjonsprogrammet for underekstremiteten. d. lavrepetisjonsprogrammet for underekstremiteten. e. submaksimale programmet for hele kroppen.

a.	Del 1	Del 2	Del 3
Øvelser	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>
Benkpress	3x10	3x8	3x6
Decline benkpress	3x10	3x8	3x6
Stående skulderpress (dumbell)	3x10	3x8	3x6
Sidehev skulder (dumbell)		2x10	3x6
Dips	3x10	3x8	3x6
Pull-ups (middels brede)	3x10	3x8	3x6
Stående roing (supinert grep)	3x10	3x8	3x6
Bicepscurl	3x10	3x8	3x6

b.	Del 1	Del 2	Del 3
Øvelser	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>
Benkpress	3x6	3x5	4x4
Decline benkpress (dumbell)	3x6	3x5	3x4
Stående skulderpress	3x6	3x5	4x4
Sidehev skulder (dumbell)		2x8	3x4
Dips	3x6	3x5	3x4
Pull-ups (brede)	3x6	3x5	4x4
Stående roing (pronert grep)	3x6	3x5	4x4
Bicepscurl (dumbell)	3x6	3x5	3x4

e.	Del 2	Del 3
Øvelser	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>
Utfall	2x10	2x8
Sidebøy	2x10	2x8
Strakmark	2x10	2x8
Decline benkpress	2x10	2x8
Skulderpress	2x10	2x8
Pull-ups	2x10	2x8
Stående roing (supinert grep)	2x10	2x8

RM = repetisjon av maksimum
rep = repetisjoner

c.	Del 1	Del 2	Del 3
Øvelser	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>
Frivending	3x6	3x6	4x4
Utfall	3x10	3x8	3x6
Parallell knebøy	3x10	3x8	3x6
90° sidebøy	3x10	2x10	3x6
Strakmark	3x10	3x8	3x6
Nordic hamstring			3x6
Stående legghev	3x10	3x8	3x6

d.	Del 1	Del 2	Del 3
Øvelser	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>	<i>Serier x RM</i>
Frivending	4x4	4x3	5x2
Utfall	4x6	4x5	4x4
Parallell knebøy	3x6	3x5	3x4
90° sidebøy	4x6	3x5	4x4
Strakmark	4x6	4x5	4x4
Nordic hamstring	3x6	3x5	3x4
Stående legghev	3x6	3x5	3x4

Tabell 3.15: Distribusjon av serier og repetisjoner gjennom de ulike delene av intervensjonen for a. PLY+ST sine plyometriske øvelser som innledet øktene av underekstremiteter og helkropp. b. ST sine stabiliseringsøvelser som avsluttet øktene av underekstremiteter og helkropp.

a.	Del 1		Del 2		Del 3		
	Økt 1 og 2	Økt 1	Økt 2	Økt 3	Økt 1	Økt 2	Økt 3
Øvelser	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>
Skøyteløperen	2x5	3x5	2x5	3x5	3x7	2x7	3x7
Kontinuerlige lengdehopp	2x5	3x5	2x5	4x3	3x5	2x5	3x5
Sidehopp	2x5	3x5		3x5	3x5		3x5

b.	Del 1		Del 2		Del 3		
	Økt 1 og 2	Økt 1	Økt 2	Økt 3	Økt 1	Økt 2	Økt 3
Øvelser	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>	<i>Serier x rep</i>
Planken	3 x 60 sek	3 x 90 sek	2 x 90 sek	3 x 90 sek	3 x 90 sek	2 x 90 sek	3 x 90 sek
Sideplanken (hver side)	3 x 30 sek	3 x 45 sek	2 x 60 sek	3 x 45 sek	3 x 45 sek	2 x 90 sek	3 x 45 sek
Slynge - strekk og crunch	3 x 45 sek	2 x 90 sek		4 x 90 sek	4 x 90 sek		4 x 90 sek

rep = repetisjoner

3.5.2 Gjennomføring av plyometriske øvelser

Som plyometrisk trening ble tre horisontale hoppøvelser med et og to bein benyttet, gjennom hele perioden. Samtlige plyometriske øvelser ble utført med maksimal muskelaksjon i konsentrisk fase. Kontakttiden med bakken skulle være kort. Dette gjorde at øvelsene ble gjennomført med kontinuerlig bevegelse gjennom alle hoppene. En prosjektansvarlig var tilstede på hver plyometriske økt for kontrollere for at FP hoppet med riktig teknikk og utførte øvelsene med maksimal innsats. Den første plyometriske øvelsen, skøyte løperen, imiterte skyvet ishockeyspillere gjør på skøyter (figur 3.5). FP startet oppreist med kun høyre bein i kontakt med bakken. Deretter, med svikt, hoppet FP med omtrent 45° vinkel frem og til venstre og landet på venstre bein (andre og tredje bilde i figur 3.5). Landingen skulle skje med bøy i kne og hofte (fjerde bilde i figur 3.5) for så å akutt hoppe videre med 45° vinkel frem og til høyre. FP fortsatte slik med antall hopp som står beskrevet i *tabell 3.15a*.



Figur 3.5: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen skøyte løperen.

Den andre øvelsen i programmet var kontinuerlige lengdehopp (figur 3.6). FP startet oppreist med valgfri bredde mellom beina. Deretter ble det hoppet maksimalt horisontalt med svikt. Knevinkelen ved svikten var individuell. FP stoppet ikke ved landing, men hoppet akutt videre fra landingens svikt slik at hoppene ble gjennomført i en kontinuerlig rytme. Armbruk var tillatt i øvelsen for å gi en naturlig hoppbevegelse. Antall hopp står oppført i *tabell 3.15a*.



Figur 3.6: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen kontinuerlige lengdehopp.

Den tredje øvelsen i programmet var sidehopp (figur 3.7). FP startet oppreist med kun høyre bein i kontakt med bakken. Deretter hoppet FP, med svikt, maksimalt til venstre side for så å lande på venstre bein. FP landet med svikt for så å hoppe maksimalt til høyre side. Antall repetisjoner som ble hoppet på hvert bein, står beskrevet i *tabell 3.15a*.



Figur 3.7: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen sidehopp.

3.5.3 Gjennomføring av stabiliseringsøvelser

Som stabiliseringstrening ble tre øvelser med fokus å stabilisere kjernemuskulaturen benyttet gjennom hele intervensjonen. En prosjektansvarlig var til stede under hver gjennomføring for å kontrollere at FP utførte øvelsene med riktig teknikk og med maksimal innsats. Den første øvelsen var planken (figur 3.8). Øvelsen ble utført statisk med kun albuer og tær i kontakt med bakken. Albueene var plassert rett under skuldrene, med hendene i kontakt med hverandre.

Kroppen, fra skulder til tå, skulle til enhver tid være tilnærmet vannrett. FP ble bedt om å forsøke å trekke albueene mot tærne og tærne mot albueene, samtidig som de ble bedt om å aktivere m. gluteus maximus. Tiden øvelsen ble holdt står beskrevet i *tabell 3.15b*.



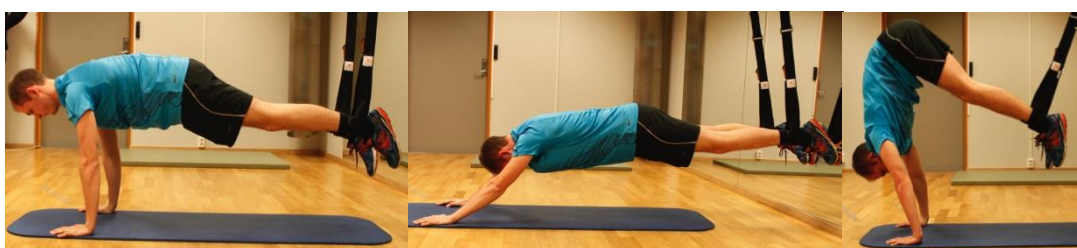
Figur 3.8: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen planken.

Den andre øvelsen var sideplanke (figur 3.9). Øvelsen ble utført statisk og dynamisk. Den ble utført med kroppen sidestilt med kun en albue og en fot i kontakt med bakken. Albuen var plassert rett under tilsvarende skulder. I øvelsenes startposisjon (bildet til venstre i figur 3.9) skulle kroppen være rett fra nederste skulderledd til fot. M. gluteus maximus skulle til en hver tid være aktivert og trukket inn mot den anteriore del av kroppen. Startposisjonen ble holdt de første og siste 10 sekundene av øvelsen, uavhengig av totaltiden til øvelsen. Etter de første 10 sekundene ble øvelsen utført dynamisk. FP startet med å senke hoftepartiet til bakken (bilde i midten i figur 3.9) for så å løfte hoftepartiet opp og forbi startposisjonen (bilde til høyre i figur 3.9). Den dynamiske delen av øvelsen ble repetert til det var 10 sekunder igjen av øvelsenes totaltid. Øvelsen ble utført på begge sider uten pause mellom sidebyttet. Varigheten og antall repetisjoner per side står beskrevet i *tabell 3.15b*.



Figur 3.9: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen sideplanken.

Tredje stabiliseringsøvelse var slynge-strekk og crunch (figur 3.10). Øvelsen ble utført dynamisk med hendene i kontakt med bakken og beina plassert i slynger. Slyngene var satt opp i knehøyde. I øvelsenes startposisjon (bilde til venstre i figur 3.10) var kroppen vannrett og armene i en 90° vinkel i forhold til kroppen. FP skulle fra startposisjonen føre kroppen kontrollert bakover (bilde til midten i figur 3.10) uten å svaie ryggen. Deretter ble kroppen ført tilbake til startposisjon, for så å bøye hoftelrådet slik at overkroppen var omtrent vertikal (bilde til høyre i figur 3.10). Bevegelsene ble utført kontinuerlig i kronologisk rekkefølge. Varigheten på øvelsen står beskrevet i *tabell 3.15b*.



Figur 3.10: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen slynge-strekk og crunch.

3.5.4 Treningsdagbøker

Hver FP fikk utlevert treningsdagbok før første treningsøkt i intervensjonen. Prosjektansvarlig forklarte hva som skulle noteres og hvordan dagboken skulle brukes. I dagboken stod det hvilke øvelser som skulle utføres, hvor mange serier, antall RM og pause mellom seriene. FP fylte selv inn antall kg som ble løftet på de ulike øvelsene og en vurdering av hvor tung øvelsen var (tung, middels eller lett). Dagboken ble benyttet for å oppnå maksimal individuell progresjon for hver FP og for å kontrollere for antall økter som ble gjennomført. Før og etter intervalløktene på sykkel ble SB notert. SB ble brukt for å studere ulikhetene mellom belastningene i treningen til PLY+ST og ST. Dagbokens oppsett for PLY+ST og ST sin styrketrening står oppført i henholdsvis *vedlegg VI* og *VII*. Felles informasjon som stod oppført i dagboken vises i *vedlegg VIII*. Informasjon til PLY+ST vises i *vedlegg IX*, og informasjon til ST vises i *vedlegg X*. Det var ingen forskjell i antall gjennomførte styrketreningsøkter av bein i uke én og to ($p=0,401$), uke tre til fem ($p=0,459$), uke seks til åtte ($p=0,532$) og totalt ($p=0,689$) mellom gruppene (tabell 3.16). Det var heller ingen forskjell i antall gjennomførte submaksimale styrketreningsøkter ($p=0,780$) og utholdenhetsøkter ($p=0,230$). ST tenderte til å føle seg bedre i beina enn PLY+ST før intervalløktene på sykkel, da PLY+ST viste en tendens til å være høyere SB sammenlignet med ST ($p=0,089$) (tabell 3.16).

Tabell 3.16: Gjennomsnittlig oppmøte på de ulike øktene i styrkeintervensjonen og subjektiv beinfølelse før og akutt etter intervalløktene i slutten av hver treningsuke for PLY+ST og ST.

		PLY+ST	ST
Totalt treningsoppmøte	(Ant.)	39 ± 5	38 ± 4
Styrketreningsoppmøte	(Ant.)	31 ± 4	31 ± 3
Utholdenhetsreningsoppmøte	(Ant.)	8 ± 2	7 ± 1
SB_{gjenn} før	(Skår)	4 ± 0	\$ 3 ± 1
SB_{gjenn} etter	(Skår)	9 ± 0	9 ± 0

Ant. = Antall

SB_{gjenn} = gjennomsnittlig subjektiv følelse i beina

3.6 Statistisk analyse

Alle verdier som er oppgitt i tekst, figurer og tabeller er gjennomsnitt \pm standardavvik (STD). All statistisk analyse ble gjort i dataprogrammet Excel 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). For å undersøke om testresultatene var forandret fra pre- til posttest ble parede Students t-tester benyttet. Uparede Students t-tester ble benyttet for å studere om det var en forskjell gruppenes prosentvise forandring fra pre til post. Analysene som resulterte i $p < 0,05$ ble vurdert som signifikante. P-verdier mellom $> 0,05$ og $< 0,1$ ble vurdert som tendenser. For å undersøke om 30/15-gruppen fikk større effekt av intervensjonen enn 4x5-gruppen i utholdenhetsprosjektet, og om PLY+ST fikk større effekt av intervensjonen enn ST i styrkeintervensjonen, ble et regneark med navn «pre-post parallel groups trial» benyttet (Hopkins, 2006). I regnearket ble det skilt mellom intervensjons- og kontrollgruppe. 30/15-gruppen og PLY+ST ble brukt som intervensjonsgrupper ved analysering. Effekten ble oppgitt ved et tall fra null og oppover. Kriteriet for å tolke størrelsen av effekten står oppgitt i *tabell 3.17* (Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin, 2009).

Tabell 3.17: *Tolkningen av størrelsen på intervensjonens effekt for 30/15-gruppen i utholdenhetsintervensjon og PLY+ST i styrkeintervensjon.*

Effekt:	
Ubetydelig	< 0,2
Liten	0,2 - 0,6
Moderat	0,6 - 1,2
Stor	1,2 - 2,0
Meget stor	2,0 - 4,0
Ekstremt stor	> 4,0

4. Resultater

4.1 Utholdenhetsintervensjon

Verken 30/15- eller 4x5-gruppen fikk noen forandring i kroppsmasse fra pre- til posttest (henholdsvis $p=0,645$ og $p=0,435$). RPE-vurderingene viste at 30/15-gruppen opplevde en gjennomsnittlig større anstrengelse av hele kroppen under intervalløktene sammenlignet med 4x5-gruppen ($p=0,017$) (tabell 4.1). SB-vurderingene viste at 30/15-gruppen opplevde at følelsen i beina var verre både før og etter intervalløktene sammenlignet med 4x5-gruppen (henholdsvis $p=0,007$ og $p=0,000$) (tabell 4.1).

Tabell 4.1: Oversikt over gjennomsnittlig vurdering av anstrengelse i hele kroppen (RPE) under og gjennomsnittlig subjektiv følelse i beina (SB) før og etter intervalløktene for gruppen som gjennomførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som trente 4x5-intervaller (4x5).

		30/15	4x5
RPE	(Skår)	$19,8 \pm 0,1$ ^	$19,6 \pm 0,2$
SB _{før}	(Skår)	$3,7 \pm 0,2$ ^	$3,2 \pm 0,5$
SB _{etter}	(Skår)	$9,0 \pm 0,1$ ^	$8,6 \pm 0,2$

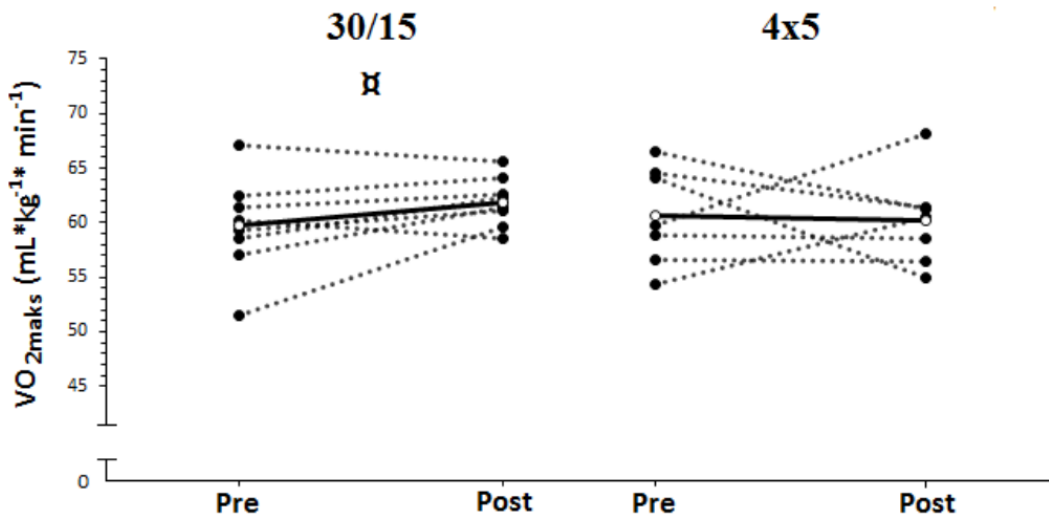
^Signifikant høyere hos 30/15-gruppen sammenlignet med 4x5-gruppen ($p<0,05$).

RPE = «Rate of perceived exertion», subjektiv vurdering av anstrengelse i hele kroppen.

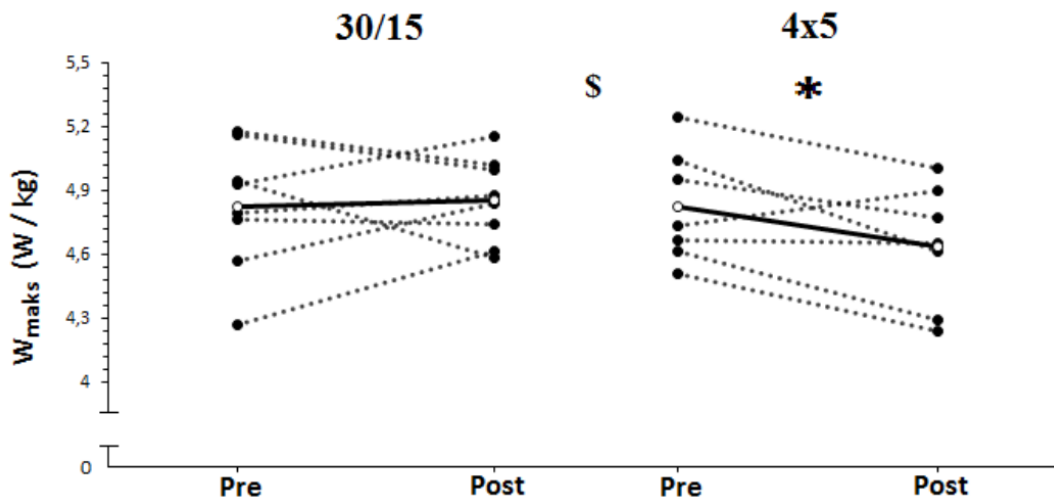
SB = subjektiv følelse i beina

4.1.1 Utholdenhetstester

30/15-gruppen fikk en tendens til økt relativ $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) fra pre- til posttest (4 ± 5 %; $p=0,089$) (figur 4.1). 4x5-gruppen fikk derimot ingen forandring (-1 ± 10 %; $p=0,850$). Det var ingen forskjell mellom gruppene i deres prosentvise forandring fra pre til post ($P = 0,260$), men 30/15-gruppen fikk en liten effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen (ES: 0,59). 30/15-gruppen fikk ingen forandring i relativ W_{maks} (W/kg kroppsvekt) fra pre- til posttest (1 ± 5 %; $p=0,770$), mens 4x5-gruppen fikk en signifikant reduksjon (4 ± 4 %; $p=0,049$) (figur 4.2). Det var en tendens ($p=0,086$) til forskjell mellom gruppene prosentvise forandring fra pre til post og 30/15-gruppen fikk en moderat effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen (ES: 0,74).



Figur 4.1: VO_{2maks} (mL*kg⁻¹*min⁻¹) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. ^αTendens til forandring fra pre til post innad i gruppen (p<0,1).



Figur 4.2: Relativ W_{maks} (W/kg) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen (p<0,05). ^STendens til forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post (p<0,1).

Etter VO_{2maks}-testen fikk 30/15-gruppen en tendens til økt RPE og en signifikant økt La⁻, men ingen forandring i HF_{maks} fra pre- til posttest (tabell 4.2). 4x5-gruppen fikk en signifikant økt RPE, ingen forandring i La⁻, men en signifikant redusert HF_{maks} fra pre til post.

Tabell 4.2: Målinger på grad av utmattelse etter VO_{2maks} –test før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5). Gruppenes gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.

		30/15		4x5	
		Pre	Post	Pre	Post
RPE	(Skår)	19 ± 1	20 ± 1 [‡]	19 ± 1	20 ± 0 *
La ⁻	(mmol / L)	12,3 ± 1,7	13,5 ± 2,0 *	12,9 ± 2,2	13,3 ± 1,3
HF _{maks}	(SPM)	194 ± 3	195 ± 5	196 ± 7	193 ± 8 *

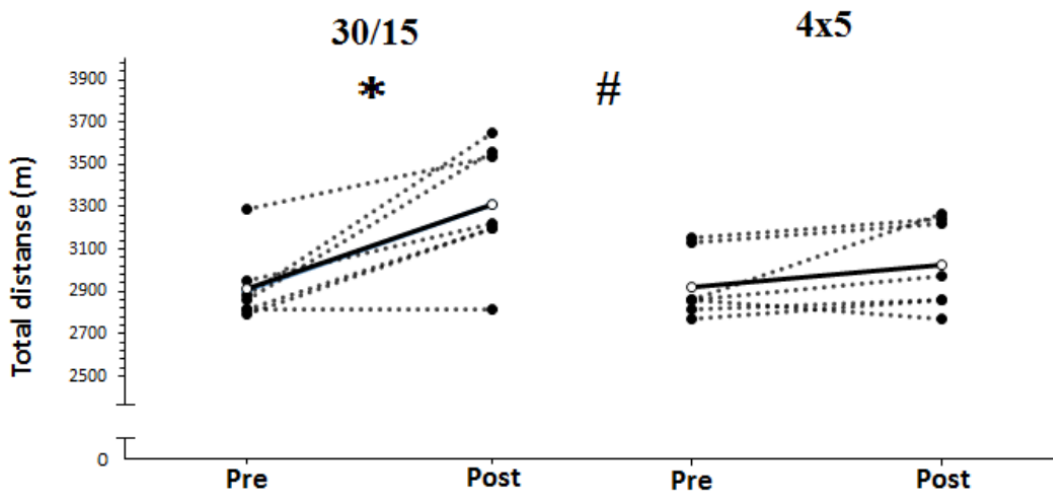
*Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). [‡]Tendens til forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,1$).

RPE = «Rate of perceived exertion», subjektiv vurdering av anstrengelse i hele kroppen

La⁻ = Laktat

HF_{maks} = Maksimal hjertefrekvens og SPM = Slag per minutt

30/15-gruppen fikk en signifikant økning i totalt tilbakelagt distanse under prestasjonstesten på is, fra pre- til posttest (14 ± 9 %; $p=0,003$) (figur 4.3). 4x5-gruppen fikk ingen forandring fra pre til post (4 ± 5 %; $p=0,107$). Det var en signifikant større prosentvis økning hos 30/15-gruppen enn hos 4x5-gruppen fra pre til post ($P = 0,019$) og 30/15-gruppen fikk en stor positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen (ES: 1,71).



Figur 4.3: Total distanse (m) tilbakelagt under prestasjonstesten på is før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). #Signifikant forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,05$).

4.1.2 Hurtighetstest

30/15-gruppen brukte 1 ± 1 % lengre tid på 35 sprint på is ($p=0,023$), mens det var en ikke-signifikant økning på 1 ± 2 % hos 4x5-gruppen ($p=0,274$) fra pre- til posttest (tabell 4.3). Det var ingen forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post ($p=0,792$), og 30/15-gruppen fikk ubetydelig effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen (ES: 0,06).

Tabell 4.3: 35 m skøytesprinttid på is (sekunder) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av tabellen) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av tabellen). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført \pm standardavvik.

	30/15		4x5	
	Pre	Post	Pre	Post
35 m (sekunder)	$4,95 \pm 0,17$	$4,99 \pm 0,19$ *	$5,02 \pm 0,17$	$5,06 \pm 0,11$

*Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$).

4.2 Styrkeintervensjon

Registreringen av næringsinntak viste ingen forskjell mellom gruppene gjennomsnittlig energiinntak- ($p=0,989$), energiprosent protein- ($p=0,916$), energiprosent fett- ($p=0,980$) eller energiprosent karbohydrat ($p=0,927$) i ukedagene. PLY+ST hadde derimot et signifikant høyere daglig proteininntak i forhold til kroppsvekt sammenlignet med ST (tabell 4.5).

Tabell 4.4: Gjennomsnittlig energiinntak og fordeling av energiprosent ved kostholdsregistreringen, for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST). Gruppene gjennomsnittsverdi står oppført \pm standardavvik.

	PLY+ST	ST
Gjennomsnittlig energiinntak (MJ)	13,21 \pm 2,57	11,23 \pm 4,01
Energiprosent fett (E%)	15,7 \pm 2,0	16,6 \pm 3,0
Energiprosent karbohydrat (E%)	54,4 \pm 2,3	52,6 \pm 4,0
Energiprosent protein (E%)	22,7 \pm 2,4	25,3 \pm 3,2
Proteininntak ($g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$)	1,9 \pm 0,2	# 1,5 \pm 2,0

#Signifikant forskjell mellom gruppene inntak ($p < 0,05$).

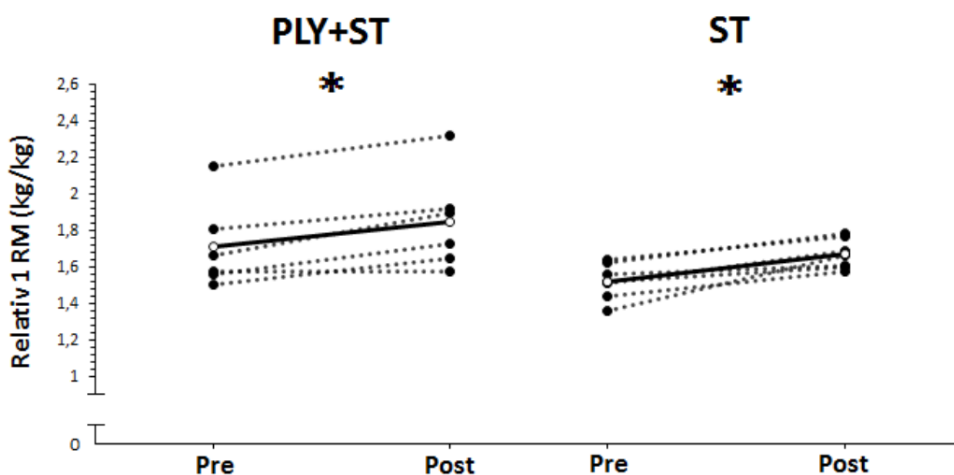
MJ = Megajoule

E% = Energiprosent

Kroppsmassen økte signifikant for både PLY+ST og ST fra pre- til posttest (henholdsvis 4 ± 2 %; $p=0,0004$ og 3 ± 2 %; $p=0,023$). Effektstørrelsen var ubetydelig for PLY+ST sin prosentvise forandring fra pre til post sammenlignet med ST (ES: 0,14). Fettprosenten var uforandret fra pre til post i både PLY+ST ($p=0,206$) og ST ($p=0,342$). Både PLY+ST og ST fikk en signifikant økt fettfri masse i underekstremiteten fra pre til post (henholdsvis 3 ± 2 %; $p=0,001$ og 3 ± 2 %; $p=0,018$). Effektstørrelsen var ubetydelig for PLY+ST sin prosentvise forandring sammenlignet med ST (ES: 0,06).

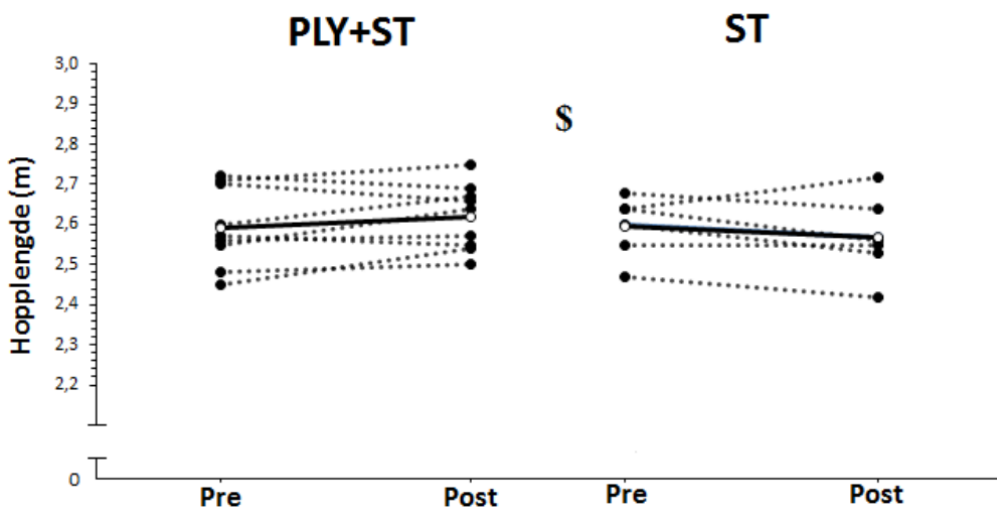
4.2.1 Styrke-, spenst- og hurtighetstester

Både PLY+ST og ST fikk signifikant økning i relativ 1RM i knebøy fra pre- til posttest (henholdsvis 8 ± 5 %; $p=0,009$ og 10 ± 6 %; $p=0,010$) (figur 4.4). Det var ingen forskjell mellom gruppene prosentvise forandring fra pre til post ($p=0,498$) og PLY+ST fikk ubetydelig effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: -0,16).



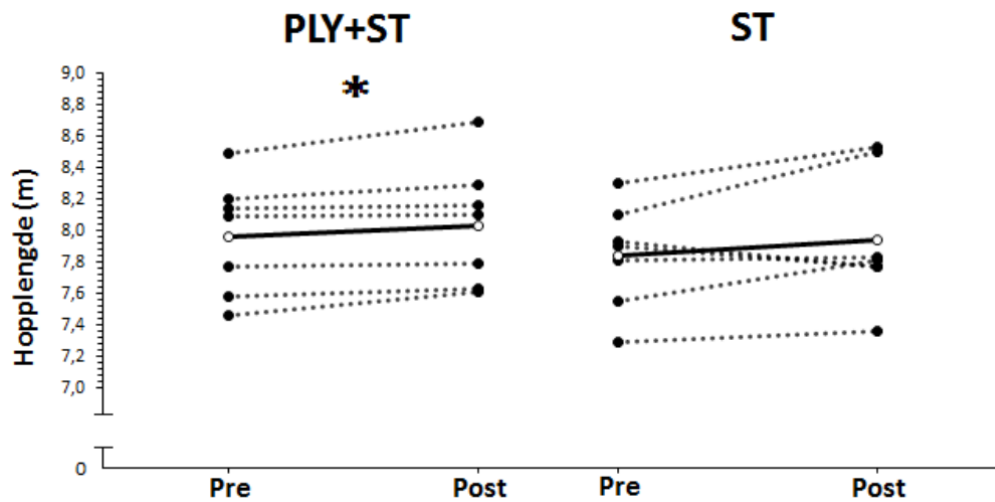
Figur 4.4: Relativ 1RM i knebøy (kg løftet / kg kroppsvekt) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$).

Verken PLY+ST eller ST fikk signifikant forandring i stille lengdehopp fra pre- til posttest (henholdsvis $p=0,166$ og $p=0,232$) (figur 4.5). PLY+ST fikk derimot en tendens til større prosentvise forandring sammenlignet med ST fra pre til post ($p=0,059$) og PLY+ST fikk en moderat positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: 0,60).



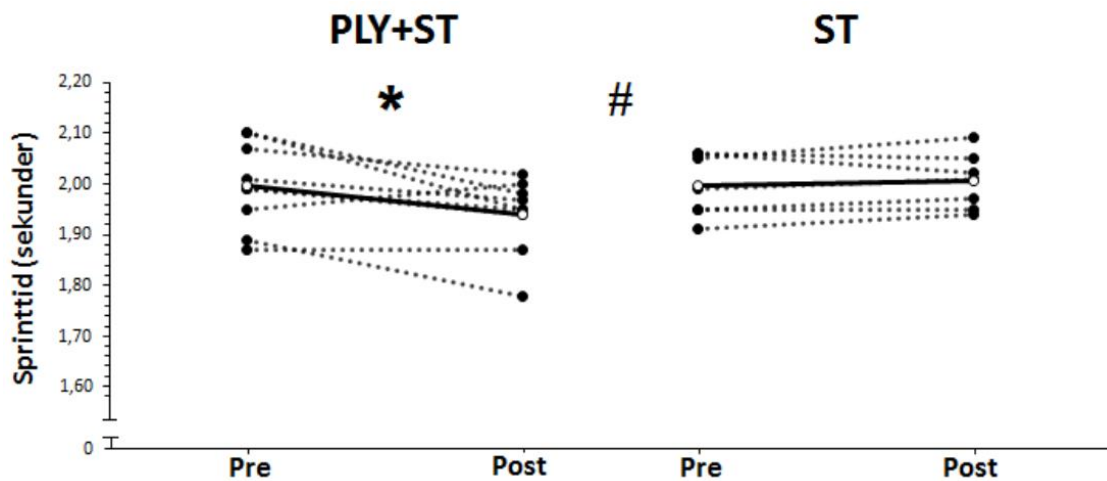
Figur 4.5: Stille lengdehopp (målt i m) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. ^STendens til forandring mellom gruppene prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,1$).

PLY+ST fikk en signifikant bedring i trippelhopp fra pre- til posttest ($1 \pm 1 \%$; $p=0,032$) (figur 4.6). ST fikk ingen signifikant forandring ($1 \pm 3 \%$; $p=0,238$). Det var ingen forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post ($p=0,772$) og PLY+ST fikk ubetydelig effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: $-0,06$).



Figur 4.6: Trippelhopp med to bein og stillestående start (målt i m) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p<0,05$).

PLY+ST reduserte sprinttiden på 10 m is med $2,8 \pm 3,1 \%$ fra pre- til posttest ($p=0,025$), mens ST ikke fikk signifikant forandring i tiden ($p=0,439$) (figur 4.7). PLY+ST fikk en signifikant større prosentvis bedring fra pre- til post sammenlignet med ST ($p=0,021$). PLY+ST fikk en moderat positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: $0,86$).



Figur 4.7: 10 m skøytesprinttid på is (sekunder) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). #Signifikant forskjell mellom gruppene prosentvis forandring fra pre til post ($p < 0,05$).

4.2.2 Utholdenhetstester

Både PLY+ST og ST fikk signifikant tilbakegang i VO_{2maks} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) (henholdsvis $-5 \pm 6\%$ og $-4 \pm 5\%$) (tabell 4.5). PLY+ST fikk ubetydelig effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: -0,15). PLY+ST fikk en tendens til reduksjon i relativ W_{maks} på VO_{2maks} -testen fra pre- til posttest ($-4 \pm 6\%$). ST fikk derimot ingen signifikant forandring ($-2 \pm 6\%$). PLY+ST fikk en liten negativ effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES: -0,33). RPE og La^- var lik innad i gruppene ved pre og post, mens HF_{maks} var signifikant redusert fra pre til post i begge gruppene ved VO_{2maks} -testen.

Tabell 4.5: VO_{2maks} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), W_{maks} , W_{maks} (W/kg) og mål på grad av utmattelse før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST). Gruppenes gjennomsnittsverdi står oppført \pm standardavvik.

	PLY+ST		ST	
	Pre	Post	Pre	Post
VO_{2maks} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	62,4 \pm 4,2	59,0 \pm 2,4 *	59,6 \pm 3,1	57,0 \pm 2,5 *
W_{maks} (W)	384,4 \pm 30,4	373,4 \pm 33,7 [†]	387,5 \pm 23,9	391,1 \pm 30,4
W_{maks} (W / kg)	5,1 \pm 0,3	4,8 \pm 0,3 [†]	4,9 \pm 0,3	4,8 \pm 0,4
RPE (Skår)	20 \pm 0	20 \pm 0	20 \pm 0	20 \pm 1
La^- (mmol / L)	14,1 \pm 1,8	13,8 \pm 1,0	12,5 \pm 1,0	12,7 \pm 1,5
HF_{maks} (SPM)	197 \pm 7	190 \pm 7 *	191 \pm 7	188 \pm 6 *

*Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). [†]Tendens til forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,1$)

RPE = «Rate of perceived exertion», subjektiv følelse av utmattelse i hele kroppen

La^- = Laktat

HF_{maks} = Maksimal hjertefrekvens og SPM = Slag per minutt

PLY+ST fikk en signifikant økning i absolutt gjennomsnittlig W_{gjenn} ved prestasjonstesten på sykkel (8 ± 5 %; $p=0,025$) (tabell 4.6). ST fikk derimot ingen endring i gjennomsnittlig W_{gjenn} (4 ± 5 %). Det var ingen forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post, men PLY+ST fikk en moderat effekt av intervensjonen sammenlignet med ST (ES=0,89). Verken PLY+ST eller ST fikk en endring i den relative gjennomsnittlige W (henholdsvis 4 ± 7 % og 2 ± 5 %).

Tabell 4.6: Gjennomsnitt W , relativ gjennomsnitt W (W/kg) og mål på grad av utmattelse fra kapasitetstesten på sykkel før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST). Gruppenes gjennomsnittsverdi står oppført \pm standardavvik.

	PLY+ST		ST	
	Pre	Post	Pre	Post
W_{gjenn} (W)	524,4 \pm 58,3	568,1 \pm 75,9 *	604,3 \pm 67,7	623,4 \pm 53,3
W_{gjenn} (W / kg)	6,8 \pm 0,3	7,1 \pm 0,4	7,2 \pm 0,6	7,3 \pm 0,3
SB (Skår)	8,8 \pm 0,4	9,0 \pm 0,0	8,8 \pm 0,4	9,0 \pm 0,0
RPE (Skår)	20 \pm 1	20 \pm 0	20 \pm 1	20 \pm 0
La^- (mmol / L)	15,8 \pm 6,5	16,8 \pm 2,1	15,8 \pm 4,3	16,8 \pm 1,9

*Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$).

W_{gjenn} = gjennomsnittlig effekt (W).

SB = Subjektiv følelse i beina

RPE = Rate of perceived exertion

La^- = Laktat

5. Diskusjon

Diskusjonen i denne oppgaven deles i to, utholdenhetsstudien og styrkestudien, ettersom det ble utført to uavhengige studier.

5.1 Utholdenhetsstudien

Hovedfunn én i denne studien var at 30/15-intervaller ga en tendens til økt relativ VO_{2maks} , og dermed en liten positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-intervaller, som ikke fikk en forandret VO_{2maks} . Hovedfunn to var at 30/15-intervaller ga en signifikant bedret utholdenhetsprestasjon på is med en stor positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-intervaller, som ikke fikk en forandring.

5.1.1 Intervallenes belastning

Høyere følelse av anstrengelse i 30/15-gruppen oppgitt etter intervalløktene, sammenlignet med 4x5-gruppen, tilsier at 30/15-intervaller var en mer anstrengende intervallform. Dette ble derimot ikke funnet i studien til Rønnestad et al. (2015a) som ikke fant forskjell i RPE mellom gruppene som trente 30/15- og 4x5-intervaller verken under eller etter treningsøktene. Videre ble det i studien til Rønnestad et al. (2015a) funnet en signifikant høyere wattbelastning under arbeidsperiodene i 30/15-sammenlignet med 4x5-intervallene. Funnene indikerer at 30/15-intervaller gir en høyere arbeidsbelastning, tross ingen forskjell i Laktat eller RPE, hos godt trente syklister. En forklaring på at det var en forskjell mellom gruppene i vår studie og ikke i studien til Rønnestad et al. (2015a) kan være at FP i studien til Rønnestad et al. (2015a) var syklister på konkurransenivå og da var mer vant til anstrengende aerobt arbeid som gjorde at deres subjektive vurderinger ble mer presise, sammenlignet med vurderingene til FP i vår studie. FP i vår studie hadde RPE-vurderinger som var mer enn én skår høyere enn FP i studien til Rønnestad et al. (2015a). Standardavviket til RPE-vurderingen hos FP i vår studie var lavere enn det som ble vist av Rønnestad et al. (2015a), noe som kan tilsi at ishockeyspillere har mindre erfaring med en slik anstrengelse og valgte maksimal skår etter nesten samtlige intervalløkter.

Tyngre følelse i beina ble oppgitt av 30/15-gruppen både før og etter intervalløktene, sammenlignet med 4x5-gruppen. Dette tilsier at 30/15-intervaller krever en lenger restitusjon og er mer belastende på muskulaturen. I studien til Rønnestad et al. (2015a)

var det derimot ingen forskjell i laktat (mmol/L) under eller etter intervalløktene i gruppene som utførte 30/15- og 4x5-intervaller. At det ikke var noen forskjell mellom gruppene tyder da på at den muskulære belastningen var lik hos begge gruppene. Om det var slik i denne studien er derimot uvisst da, laktat ikke ble målt i løpet av eller etter intervalløktene. Sammenligning av gruppenes prosent av HF_{maks} kunne gitt svar på om 30/15-intervallene ble syklet nærmere HF_{maks} , sammenlignet med 4x5-intervallene. Uheldigvis ble HF kun målt under 4x5-intervallene.

5.1.2 VO_{2maks}

Det at 30/15-intervaller ga en tendens til økt relativ VO_{2maks} , mens 4x5 ikke fikk noen forandring, kan sammenlignes med funnene til Rønnestad et al. (2015a), som også viste at 30/15-intervaller ga en økning i relativ VO_{2maks} , men at 4x5-intervaller ikke ga noen forandring. Rønnestad et al. (2015a) viste derimot at 30/15-intervaller førte til en signifikant større prosentvis bedring av VO_{2maks} sammenlignet med 4x5-intervaller, noe denne studien ikke gjorde. Flere studier finner heller ingen forskjeller mellom lengre og kortere høyintensitetsintervaller (Laursen et al., 2002; Laursen et al., 2005; Helgerud et al., 2007). Metodiske ulikheter gjør derimot at studiene ikke kan sammenlignes med denne studien. Både Laursen et al. (2002) og Laursen et al. (2005) gjennomførte en intervensjon på kun fire uker, noe som kan være for liten tid for å skille mellom de ulike intervallformene. Helgerud et al. (2007) sin form for korte høyintensitetsintervaller bestod av 15 sekunders arbeidsperioder med 15 sekunders aktive pauser mellom arbeidsperiodene. Det har blitt vist at tiden en arbeider over 90 % av VO_{2maks} er større under en kortintervalløkt når varigheten er 30 sekunder, som i vår studie og studien til Rønnestad et al. (2015a) sammenlignet med kortere arbeidsperioder (Rozenek et al., 2007; Wakefield og Glaister, 2009). Selv om det ikke ble vist en signifikant forskjell mellom gruppens VO_{2maks} etter 30/15 og 4x5-intervaller i vår studie ble det vist en liten, opp mot moderat, positiv effekt av å trene 30/15- sammenlignet med 4x5-intervaller på VO_{2maks} . Dette kan tolkes som at 30/15-intervaller er en mer effektivt intervallform for å bedre VO_{2maks} hos ishockeyspillere enn 4x5-intervaller.

Rønnestad et al. (2015a) fant en signifikant og større økning hos gruppen som trente 30/15-intervaller enn det som ble funnet i denne studien. FP i studien til Rønnestad et al. (2015a) hadde høyere VO_{2maks} ved pretest enn FP i vår studie. At Rønnestad et al. (2015a) viste en større økning enn denne studien er spesielt, da bedre trente normalt

trenger mer treningsstimuli for å få en adaptasjon sammenlignet med en som er mindre trent (Laursen og Jenkins, 2002). Intervensjonen i studien til Rønnestad et al. (2015a) hadde en varighet på ti uker sammenlignet med ni i vår studie. Om én uke med trening er avgjørende er usikkert. Laursen et al., (2002) fikk en økning etter kun fire uker, men FP i studien hadde i forkant av intervensjonen kun trent med lav intensitet. En mulighet er derfor at de hadde et kunstig høyt forbedringspotensial sammenlignet med ishockeyspillerne i vår studie, som kom fra konkurransesesong med høy intensitet i kampene og treningene. Det at 4x5-intervaller ikke førte til noen bedring i VO_{2maks} står i kontrast til studier som gjennomførte lignende eller lik intervallform på moderat trente ($VO_{2maks} \sim 55-60$ mL/kg/min) (Helgerud et al., 2007) og moderat og godt trente fotballspillere ($VO_{2maks} \sim 58$ og >60 mL/kg/min) (Helgerud et al., 2001; Slettaløkken & Rønnestad, 2014). I studiene som er nevnt, brukte alle løping som treningsform, mens det i vår studie ble brukt sykling. Studien til Rønnestad et al. (2015a), hvor treningen ble gjennomført på sykkel, fant derimot heller ingen bedring i VO_{2maks} hos gruppen som gjennomførte 4x5-intervaller. Om ishockeyspillerne i denne studien ville fått en større økning i VO_{2maks} om treningen ble utført som løping er uvisst, men det at treningen og testingen ble utført på sykkel burde gitt like resultater som i studiene nevnt tidligere. FP i vår studie hadde en lignende VO_{2maks} som NHL-spillere (Cox et al., 1995; Montgomery et al., 2000) og spillere på eliteserie og juniornivå i Norge (Hoff et al., 2005), men høyere enn universitetsspillerne i studien til Game og Bell (2006). Det kan da tenkes at en lik adaptasjon til intervallformene vil forekomme hos ishockeyspillere også i de beste ligaene i verden.

5.1.3 W_{maks} (fra VO_{2maks} -testen)

Gruppenes W_{maks} -resultater ser ut til å ha en sammenheng med VO_{2maks} . 30/15-intervaller ga ingen forandring, mens 4x5-intervaller ga en signifikant redusert W_{maks} . Det er en kjent sammenheng mellom VO_{2maks} og W_{maks} (Rønnestad, Hansen & Raastad, 2010). Det at W_{maks} økte mindre og sank mer enn VO_{2maks} kan da også skyldes arbeidsøkonomi, anaerob kapasitet og nevro-muskulære egenskaper, som også har vist en sammenheng med W_{maks} (Jones & Carter, 2000). At det skyldes arbeidsøkonomi er lite trolig da begge gruppene gjennomførte like mange utholdenhetsøkter på sykkel. Om sykling på en «normal» sykkel på rulle gir arbeidsøkonomiske fordeler sammenlignet med sykling på ergometersykkel er usikkert, men lite trolig. At det kan skyldes den anaerobe kapasiteten er en mulighet. Laursen et al. (2005) viste at ulike

høyintensitetsintervaller økte syklistenes evne til å tolerere laktat. Ut ifra disse funnene skulle man tro at gruppene fikk en økt W_{maks} , noe de ikke gjorde. Om 30/15-gruppen sin økning i La^- fra pre- til posttest viste at deres laktatoleranse hadde blitt høyere, måtte en av de andre faktorene som påvirker W_{maks} blitt redusert. Det er godt kjent at anaerob kapasitet påvirkes av muskelstørrelsen og muskelens evne til å utrette kraft (Brechue & Abe, 2002; Fukunaga et al., 2001). Rønnestad et al. (2015b) viste at syklister som utførte styrketrening fikk en økt styrke i underekstremitetene og en bedring i W_{maks} , mens syklister som ikke trente styrke ikke fikk en forandring W_{maks} eller styrke. Det er derfor sannsynlig at en av grunnene til bedringen i W_{maks} kom av den økte styrken. Det kan tenkes at to submaksimale styrkeøkter i uken ikke var nok stimuli for å opprettholde muskelstyrken hos verken 30/15- eller 4x5-gruppen. At det derimot var en større nedgang i muskelstyrke i gruppen som trente 30/15-intervaller er lite trolig, da de syklet på høyere intensitet enn 4x5-gruppen. Gruppene i vår studie målte derimot ikke styrken i underekstremitetene før og etter intervensjon, noe som gjør det uvisst om dette kan ha vært grunnen.

30/15-gruppen hadde en tendens til en positiv prosentvis økning i W_{maks} sammenlignet med 4x5-gruppen, noe som trolig skyldes reduksjonen i W_{maks} hos gruppen som gjennomførte 4x5-intervaller. Det var da også en moderat positiv effekt i fordel 30/15-gruppen, noe som tilsier at det var en sammenheng mellom VO_{2maks} -resultatene og W_{maks} og at gruppene trolig ikke hadde noen andre forskjeller som ledet til de ulike resultatene i W_{maks} .

5.1.4 Utholdenhetsprestasjon på is

Det var en signifikant forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post, og 30/15-gruppen fikk en stor positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med 4x5-gruppen. Det kan se ut til at forskjellen har en viss sammenheng med VO_{2maks} og W_{maks} hvor 30/15-gruppen hadde en, henholdsvis nesten moderat og moderat positiv effekt sammenlignet med 4x5-gruppen. Dette stemmer overens med funnet til Leone et al. (2007), som viste at SMAT var en presis metode for å måle VO_{2maks} ($r=0,97$). Leone et al. (2007) laget en likning som ble benyttet for å finne en ishockeyspillers VO_{2maks} ut ifra lengden spilleren gikk på SMAT. Da antall meter i vår studie ble satt inn etter pretest for alle FP sammenlagt, var det ingen forskjell mellom likningens estimering og VO_{2maks} målt på sykkel ($p=0,56$). Da det ble gjort etter posttest for alle FP sammenlagt,

var det derimot en signifikant høyere estimering av VO_{2maks} fra SMAT-resultater sammenlignet med VO_{2maks} målt på sykkel ($p=0,025$). Da gruppene ble skilt var det derimot kun 30/15-gruppen som fikk en signifikant høyere estimering av VO_{2maks} fra SMAT-resultater ($p=0,042$), sammenlignet med 4x5-gruppen ($p=0,32$). Utrengningene ved hjelp av ligningen til Leone et al. (2007) tyder på at 30/15-intervaller leder til positive adaptasjon av mer enn bare VO_{2maks} , og at det er en mer effektiv treningsform for å bedre utholdenhetsprestasjonen på is sammenlignet med 4x5-intervaller. At den anaerobe kapasiteten ble bedret som følge av 30/15-intervaller er som nevnt tidligere sannsynlig (Laursen et al., 2005). Målingene av La^- ved VO_{2maks} -testen kan tolkes som at 30/15-gruppen eventuelt fikk en økning i maksimal kapasitet til å produsere laktat. Dette kan trolig komme av høyere eksponering av laktat under 30/15-intervallene, sammenlignet med 4x5-intervallene. Dette kan støtte at 30/15-gruppen oppga at de hadde tyngre bein etter intervalløktene. Høyre eksponering av laktat kan muligens føre til økt mitokondrie biogenese og økt uttrykk av laktattransportører (Brooks, 2009). Det er derimot usikkert om det i seg selv gir en stor effekt på is. 4x5-gruppen fikk ingen forandring i VO_{2maks} , noe som trolig var en av årsakene til forskjellen mellom gruppene i utholdenhetsprestasjon. Det kan tenkes at en liten bedring i VO_{2maks} gir en stor effekt på utholdenhetsprestasjonen på is. Tanken er derimot ikke i samsvar med Leone et al. (2007), da det verken var sammenheng mellom 30/15- eller 4x5-gruppens prosentvise forandringer i VO_{2maks} og i lengde tilbakelagt på SMAT (henholdsvis $r=0,20$; $p=0,635$ og $r=0,59$; $p=0,163$).

Carey et al. (2007) fant ingen sammenheng mellom VO_{2maks} og nedgang i sprinttid ved repeterte maksimale sprinter. De kvinnelige ishockeyspillerne utførte maksimale sprinter rundt banen og hadde 30 sekunders pause mellom hver sprint. Tretti sekunders pauser ble også benyttet ved SMAT i vår studie. Det kan tenkes at slutten av SMAT har en så høy intensitet at den anaerobe kapasiteten var avgjørende. Avsluttende HF ble forsøkt målt, men målingene var ikke valide, da ishockeyutstyret skapte stort målestøy. Laktat ble heller ikke målt, noe som gjør det usikkert om FP som utførte 30/15-intervaller avsluttet testen med høyere laktat sammenlignet med FP som utførte 4x5-intervaller. Om testen som ble utført i vår studie eller testen som ble utført i testen til Carey et al. (2007) er effektiv for å måle utholdenhetsprestasjonen til en ishockeyspiller er usikkert, da en ishockeyspiller trenger både aerob og anaerob utholdenhet (Burr et al., 2008). Testen til Carey et al. (2007) var en meget anaerobsesifikk test som bestod av

fem sprinter på ~18,5 – 20,5 sekunder. Om denne testen da måler ishockeyspesifikk utholdenhet er lite trolig, da arbeidsperiodene i en ishockeykamp varer omtrent 30-60 sekunder (Burr et al., 2008; Cox et al., 1995) og pausene er på 120-240 sekunder mellom arbeidsperiodene (Cox et al., 1995; Montgomery 1988). Adaptasjonene til gruppen som trente 30/15-intervaller ga en 14 % forbedring på utholdenhetsprestasjonen på is uten å ha gått på is på ti uker. Det er da tenkelig at noen ytterligere adaptasjoner enn dem som er spekulert i tidligere har oppstått som følge av 30/15-intervaller.

5.1.5 Sprintprestasjon på is

Det ble vist at 30/15-gruppen fikk en signifikant økt sprinttid på is, mens 4x5-gruppen ikke fikk noen forandring. Det var derimot ingen forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring i sprinthastighet på is. Det er blitt vist at styrketrening med mindre enn 60 % av 1RM, der bevegelsene blir gjort rolig og kontrollert, gir liten effekt på maksimal muskelstyrke (Wernbom, Augustsson & Thomeè, 2007). Siden det da også er vist at løpshurtighet har stor sammenheng med underekstremitetsstyrke (Comfort et al., 2012; McBride et al., 2009; Reguena et al., 2011; Wisløff et al., 2004) og løpesprint er sett på som en av de bedre målevariablene for å estimere skøytesprint (Farlinger et al., 2007), kan det tenkes at to submaksimale styrketreningsøkter i uken ikke er nok for å opprettholde hurtigheten på is. Det er godt kjent at man bør utføre øvelser under trening som ligner, både i utførelse og hastighet, på bevegelser som benyttes i konkurransesituasjon for å oppnå bedring i denne bevegelsen (Blazevich, Gill, Bronks & Newton, 2003; Millet et al., 2002; Pereira & Gomes, 2003). En forklaring kan være at FP ikke utførte øvelser med samme hastighet eller samme bevegelse som i et skøyteskyv, noe som vil kunne gjøre overføringsverdien til treningen mindre sammenlignet med trening som er mer spesifikt rettet mot et skøyteskyv i høy hastighet. En annen forklaring kan være at FP ikke trente på is i løpet av intervensjonsperioden. At sprintteknikken på skøyter ble dårligere etter ni uker uten istrening kan derfor være en forklaring på redusert sprintprestasjon.

Svakheten til studien var at det manglet et mål på anaerob kapasitet. Dette ville kunne bekreftet eller avkreftet at 30/15-gruppen fikk bedre anaerob kapasitet som følge av 30/15-intervallene, selv om studier tilsier at de gjør det (Laursen et al., 2005; Rønnestad et al., 2015a).

5.1.6 Konklusjon

30/15-intervaller i ni uker førte til en tendens til bedret maksimalt oksygenopptak, dog uten signifikante gruppeforskjeller. I midlertidig bedret 30/15-intervaller utholdenhetsprestasjonen på is sammenlignet med 4x5-intervaller.

5.2 Styrkestudien

Hovedfunn én i denne studien var at PLY+ST fikk en tendens til større prosentvis økning i stille hopplengde, sammenlignet med ST. Hovedfunn to var at PLY+ST fikk en signifikant økt hopplengde i trippelhopp, mens ST ikke fikk noen forandring. Hovedfunn tre var at PLY+ST fikk en signifikant forbedret sprinttid ved 10 m skøytesprint og en moderat positiv effekt av intervensjonen, sammenlignet med ST, som ikke fikk noen forandring.

5.2.1 Antropometrisk data

At både PLY+ST og ST fikk en signifikant økt kroppsmasse skyldtes en økt fettfri masse i underekstremiteten og totalt. Dette er forventet etter åtte uker med tung styrketrening hos godt trente (Alcaraz, Perez-Gomez, Chavarrias & Blazevich, 2011; Häkkinen, Alèn & Komi, 1985; Kraemer & Ratamess, 2004; Kraemer et al., 2002; Shoenfeld et al., 2015). Shoenfeld et al. (2015) viste økt muskeltykkelse på ~9 % i m. quadriceps etter tre økter med helkroppstrening 8-12 RM i åtte uker. I vår studie fikk FP, ved å slå sammen gruppene, ~3 % økning i fettfri masse i underekstremitetene. Shoenfeld et al. (2015) målte rett på muskelbukene, mens det i vår studie ble målt fettfri masse. Forandringen i fettfri masse vil bli mindre sammenlignet med muskulaturen alene, da deler av den fettfrie massen som ikke er muskulatur, ikke vil øke i løpet av en styrkeintervensjon. Dette kan være en forklaring på den store forskjellen mellom funnene. Videre viste Alcaraz et al. (2011) en ~2 % økt fettfri masse i hele kroppen etter tradisjonell tung styrketrening i åtte uker med trening tre ganger i uken med tre beinøvelser og tre overkroppsøvelser. Dette ligner funnene i vår studie, selv om FP i studien til Alcaraz et al. (2011) hadde mindre treningsvolum sammenlignet med FP i vår studie. Det kan tenkes at FP i vår studie hadde et bedre treningsgrunnlag før intervensjonsstart, og da trengte mer trening for å oppnå samme adaptasjon. Tanken støttes av en studie som viste at godt trente kroppsbyggere og styrkeløftere ikke

forandret tverrsnittet av m. quadriceps etter 21 uker med tung styrketrening (Ahtianen et al. 2003).

Den ekstra plyometriske treningen PLY+ST utførte ga ingen større økning i fettfrimasse sammenlignet med ST. Malisoux et al. (2006) viste stor økning i tverrsnittsarealet i type I, type IIa og type IIx i vastus lateralis etter åtte uker med plyometrisk trening. FP i studien til Malisoux et al. (2006) var derimot ikke godt trente og trente kun plyometriske øvelser. Personer som ikke er godt trente har bedre forutsetninger for større muskulære adaptasjoner til trening sammenlignet med bedre trente (Kraemer et al., 2002; Rhea, Alvar, Burkett & Ball, 2003), noe som kan være grunnen til at Malisoux et al. (2006) viste den økningen. Andelen plyometrisk trening PLY+ST gjennomførte var heller ikke stor sammenlignet med Malisoux et al. (2006). En studie hvor FP gjennomførte plyometrisk trening og styrketrening i seks uker, som hadde et lignende plyometrisk treningsvolum som vår studie, fant 4 % økning av fettfrimasse i underekstremiteten etter perioden med trening (Perez-Gomez et al., 2008). Studien ble, likt som i studien til Malisoux et al. (2006) utført på utrente, noe som gjør at sammenligning av adaptasjon blir vanskelig. MacDonald, Lamont og Garner (2012) sammenlignet plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening med plyometrisk trening alene, og tung styrketrening alene og fant heller ingen forskjell mellom gruppenes forandring i omkrets rundt m. quadriceps. FP i studien var moderat trente, men kan fortsatt være med å støtte funnene i vår studie.

5.2.2 Relativ 1 RM i knebøy

Det at både PLY+ST og ST fikk en signifikant bedring i den relative 1 RM i knebøy var forventet ut ifra tidligere forskning, som har vist at åtte uker med tung styrketrening ga en økt styrke i underekstremitetene hos godt trente menn (Rønnestad et al., 2008; Shoenfeld et al., 2015; Toumi et al., 2004) og moderat trente menn (Cormie, McGuigan & Newton, 2010; McDonald et al., 2012; Saéz de Villarreal, Requena, Izquierdo & Gonzalez-Badillo, 2013). I vår studie fikk PLY+ST og ST ~8 og 10 % økt relativ 1RM i knebøy. Shoenfeld et al. (2015) fant en ~20 % økning i 1RM i knebøy etter 8 uker med tung styrketrening hos menn som hadde trent styrketrening > tre år. Rønnestad et al. (2008) fant en 25 % økning i 1 RM hos fotballspillere som trente to styrkeøkter i uken i syv uker. Toumi et al. (2004) fant en økning som var mer lik funnene i vår studie, ~15 % på håndballspillere på seniornivå. Selv om FP i studien til Shoenfeld et al. (2015)

oppgått at de hadde trent styrke over lang tid, kan manglende kvalitet i styrketreningen ha gitt en kunstig høy adaptasjon i forhold til treningsstatus (Kraemer & Ratamess, 2004). Både Rønnestad et al. (2008) og Toumi et al. (2004) utførte færre styrketreningsøvelser enn det FP i vår studie gjorde, samtidig som de fikk høyere forbedring. Det kan tenkes at fotball- og håndballspillere ikke har prioritert styrketrening i særlig grad og da får en større adaptasjon til treningen. Imidlertid var fotballspillerne i studien til Rønnestad et al. (2008) ikke vant til 1 RM tester i knebøy. At en læringseffekt kan ha oppstått er derfor ikke utenkelig. FP i vår studie var unge, men hadde trent mye styrketrening av underekstremitetene tidligere, noe som kan støtte at de fikk mindre adaptasjon av treningen (Kraemer et al., 2002). En annen mulighet er at FP kunne fått en større forbedring i muskelstyrke om en lavere RM hadde blitt gjennomført tidligere i perioden, da noen studier indikerer at 1-6 RM er det mest effektive for å øke den maksimale dynamiske styrken (Campos et al., 2002; Saéz de Villarreal et al., 2013). At det ikke var noen forskjell mellom PLY+ST og ST sin prosentvise forandring støttes av tidligere studier som har sammenlignet plyometrisk trening kombinert med styrketrening opp imot styrketrening alene på fotballspillere (Rønnestad et al., 2008), håndballspillere (Toumi et al., 2004) og moderat trente (MacDonald et al., 2012; Saéz de Villarreal et al., 2013).

Det er stor grunn til å tro at antall styrkeøvelser på underekstremiteten i vår studie var tilstrekkelig for adaptasjonen av den maksimale dynamiske muskelaksjonen i 1RM i knebøy, og at de plyometriske øvelsene i forkant av styrketreningen ikke førte til en ekstra adaptasjon på styrken. PLY+ST viste en tendens til tyngre subjektiv følelse i beina i etterkant av treningsukene sammenlignet med ST. Dette kan tyde på at de plyometriske øvelsene ga en økt treningsbelastning, og at dette var grunnen til at PLY+ST fikk en tregere restitusjon. Dette støttes av studie som viste at muskelfunksjonen var redusert etter eksplosiv trening (Linnamo, Hakkinen & Komi, 1998). I midlertidig så det ikke ut til at det var manglende restitusjon ved posttest, siden FP i PLY+ST fikk en like stor økning i styrke som ST. Noe lignende ble vist i en studie som sammenlignet to ulike treningsmetoder på sykkel, hvor den ene gruppen som trente mer intensivt oppga at beina var tyngre sammenlignet med gruppen som trente mindre intensivt, i perioder av intervansjonen (Rønnestad et al., 2014). Gruppen i studien til Rønnestad et al. (2014) som oppga at beina var tyngre, fikk derimot, større adaptasjoner sammenlignet med den andre gruppen. Dette kan tyde på at et større og mer konsentrert

stimuli i disse periodene leder til tyngre følelse i beina, men at tilpasningene ble bedre i studien til Rønnestad et al. (2014) og like som i vår studie.

5.2.3 Horisontale hopptester

Det at verken PLY+ST eller ST fikk noen bedring i stille lengdehopp er spesielt, da flere studier som har utført tung styrketrening alene og styrketrening i kombinasjon med plyometrisk trening har vist bedret hopp-prestasjon i begge gruppene (Rønnestad et al., 2008; Toumi et al., 2004; Saéz de Villarreal et al., 2011). Flere studier har brukt vertikal hoppøyde som mål på maksimal kraftutvikling i underekstremitetene (Harrison & Bourke, 2009; Markovic, 2007; Spinks et al., 2007). Sammenligninger har vist at personer med høy styrke har større evne til å utrette stor kraft på kort tid enn personer som var svakere (Baker & Newton, 2008; Cormie, McBride & McCaulley, 2009; McBride, Triplett-McBride, Davie & Newton, 1999; Stone et al., 2003). I tillegg er det vist at tung styrketrening med utrente og moderat trente personer økte 1 RM, samt evne til hurtig kraftutvikling (RFD) (Cormie et al., 2010; McBride, Triplett-McBride, Davie & Newton, 2002; Moss et al., 1997). At FP i vår studie ikke fikk noen forbedringer i stille hoppplengde kan derfor virke spesielt. Økt styrke leder derimot ikke alltid til en bedring i muskelens evne til hurtig kraftutvikling hos trente personer (Kotzamanidis et al., 2005; Rønnestad, 2004). Det er vist at maksimal muskelstyrke er en avgjørende faktor for den maksimale kraftutviklingen, men at denne påvirkningen blir mindre desto bedre trent en person er (Kraemer & Newton, 2000). Det kan da tenkes at FP i vår studie var for godt trente for å oppnå adaptasjoner som påvirket stille hoppplengde, noe som derimot er lite sannsynlig da Rønnestad et al. (2008) og Toumi et al. (2004) viste positiv økning på fotball- og håndballspillere.

Stille lengdehopp ble i vår studie utført med svikt. Rønnestad et al. (2008) fant kun en forbedring av vertikal hoppøyde uten svikt og foreslår at forsinkelsestid kan være en årsak til at det ikke ble funnet forbedring i vertikal hoppøyde med svikt.

Forsinkelsestid blir beskrevet av Rønnestad et al. (2008) som den tiden en utøver lærer å bruke sin økte styrke i ulike idrettslige ferdigheter. Forslaget til Rønnestad et al. (2008) støttes av en studie som ikke fant noen forbedring akutt etter en plyometrisk treningsperiode, men som fant en forbedring i vertikal hoppøyde med svikt etter en hvileperiode etter intervensjonens slutt hos fysisk aktive menn i universitetsalder (Luebbers et al., 2003). Dette støttes også av Lockie et al. (2012), som viste at det ikke

var noen forandring i vertikal hopp høyde med svikt etter plyometrisk trening eller tung styrketrening i seks uker hos godt trente utøvere. Toumi et al. (2004) fant en positiv økning i hopp høyde i både gruppen som kombinerte plyometrisk trening med tung styrketrening og gruppen som utførte styrketrening alene. Ved hopp høyde med svikt fant Toumi et al. (2004), imidlertid, kun signifikant bedring hos gruppen som kombinerte plyometrisk trening med tung styrketrening. Dette samsvarer til dels med funnene i vår studie, hvor PLY+ST fikk en tendens til høyere prosentvis forandring i stille lengde og en moderat positiv effekt sammenlignet med ST. Dette støttes delvis av Saéz de Villarreal, Kellis, Kraemer og Izquierdo (2009) og Markovic (2007), som i sine meta-analyser på plyometrisk trening sin effekt på vertikal hopp høyde viste at plyometrisk trening leder til økt hopp-prestasjon uavhengig av treningsstatus. De fleste studiene som var inkludert i studiene til Saéz de Villarreal et al. (2009) og Markovic (2007) brukte vertikal hopp høyde og utrente til moderat trente og ikke horisontal hopp lengde og godt trente utøvere som i vår studie. Faktorene som bestemmer effekten (W) en muskel klarer å utrette, kan deles i to, hvor den ene er evnen til hurtig og maksimal aktivering av muskelmassen som skal utføre arbeidet, og den andre er muskelens maksimale evne til kraftproduksjon (Cormie et al., 2011). Forandringen av kraftproduksjon var lik for PLY+ST og ST, noe som ble vist i 1 RM i knebøy. Det ser da ut ifra Cormie et al. (2011) sin studie ut til å være musklene i underekstremiteten sin evne til hurtig og maksimal aktivering som førte til at PLY+ST tenderte til en bedring sammenlignet med ST. Videre bestemmes forkortningshastigheten til skjelettmuskulaturen blant annet av fasikkellengden (antall sarkomerer i serie), noe som er vist i studier gjort på kattemuskelatur (Bodine et al., 1982; Spector et al., 1980). Det kan derfor tenkes at endringer i muskelarkitektur til fordel for PLY+ST som følge av de plyometriske øvelsene, kan ha forekommet.

Trippelhoppresultatene i denne studien viste at PLY+ST fikk en signifikant forbedring av intervensjonen, noe ST ikke gjorde. Jeg har kun funnet én studie som har brukt tre kontinuerlige hopp med samlede bein og stillestående start (trippelhopp) som test etter en plyometrisk- eller styrkeintervensjon. Denne studien viste en bedring i trippelhopp etter åtte uker med plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (Farlinger & Fowles, 2008). Noen studier har benyttet tester hvor det har blitt hoppet horisontalt med annethvert bein (Rønnestad et al., 2008; Spurrs, Murphy & Watsford, 2003). Spurrs et al. (2003) viste at aktive langdistanseløpere bedret lengden ved fem kontinuerlige hopp

på annethvert bein etter plyometrisk trening i tillegg til løpstrening i seks uker. Lignende viste Rønnestad et al. (2008) bedring i fire kontinuerlige hopp med annethvert bein etter syv uker med kombinert plyometrisk trening og tung styrketrening samt tung styrketrening alene. Om kontinuerlige hopp med annethvert bein kan sammenlignes med kontinuerlige hopp med samlede bein er derimot uvisst, da jeg ikke har sett studier som har sett på sammenhengen mellom de to variablene. Farlinger et al. (2007) målte trippelhopp i en studie som sammenlignet tester utenfor is med hurtighet på is. Studien oppga at testen ble inkludert da den målte repetert horisontal kraftutvikling i underekstremiteten og at den utnytter strekk-forkortningssyklusen. Det skal nevnes at ST fikk større prosentvis fremgang enn PLY+ST, men at variasjonen i gruppen var meget stor. Dette er noe spesielt, da PLY+ST utførte en plyometrisk øvelse som var liknende trippelhopp i intervensjonen, og det er kjent at trening av øvelser som er like eller liknende den reelle øvelsen som skal testes gir ytterligere fysiske adaptasjoner (Blazevich et al., 2003; Millet et al., 2002; Pereira & Gomes, 2003). Forskjellen på testen og treningen i vår studie var kun at flere hopp ble utført under treningen i intervensjonen sammenlignet med testen. Markovic og Mikulic (2010) foreslår i sin oversiktsartikkel at den relative effekten av plyometrisk trening trolig er større i raske strekk-forkortningssykluser som i fallhopp, sammenlignet med trege strekk-forkortningssykluser som i vertikale hopp med svikt. Dette kommer av at plyometrisk trening bedrer evnen til å bruke nevrale, kjemo-mekaniske og elastiske fordeler i strekk forkortningssyklusen (Wilson et al., 1993). Siden hopp to og tre i trippelhopptesten er raske, ville det være tenkelig at PLY+ST da skulle få en større bedring i trippelhopp sammenlignet med stille lengde, noe de gjorde. At det ikke var noen signifikant forskjell mellom PLY+ST og ST sin prosentvise forandring er derimot spesielt. Med tanke på studien til Wilson et al., (1993) ville det være tenkelig at PLY+ST skulle få en større bedring i hopplengde som følge av den plyometriske treningen som ble utført, noe som ikke hendte.

5.2.4 Sprintprestasjon på is

Det at PLY+ST fikk en signifikant bedring i 10 m skøytesprint og en moderat positiv effekt av intervensjonen sammenlignet med ST, kan støttes av funnene til Farlinger og Fowles (2008) og Lee, Lee og Yoo (2014). Farlinger og Fowles (2008) fant en signifikant bedret skøytesprint (35 meter) etter seks og tolv uker med tung styrketrening kombinert med plyometrisk trening to ganger i uken. Lee, Lee og Yoo (2014) viste at

kombinert plyometrisk trening og tung styrketrening i tolv uker bedret skøytesprint på flere ulike prestasjonstester på skøyter. Farlinger og Fowles (2008) utførte studien på yngre menn med alder på ~16 år, noe som er liknende vår studie hvor FP var ~17 år. Dette er, så langt jeg kjenner til, de to eneste studiene som har studert ulike treningsmetoder for å bedre skøytesprintprestasjon. Flere studier har tidligere forsøkt å finne tester utenfor is som har en sammenheng og som kan forutsi hurtighet på is (henholdsvis Behm et al 2005; Farlinger et al., 2007; Potteiger et al., 2010 og Krause et al., 2012; Runner et al., 2015). Studiene har brukt maksfart fra blå- til blålinje på en ishockeybane (Behm et al., 2005) og sprint med stillestående start med lengder på 35 m (Farlinger et al., 2007), 54 m (Potteiger et al., 2010), 34,5 m (Krause et al., 2012), 27,4 m (Runner et al., 2015). Hvilke tester utenfor is som da har sammenheng eller kan forutsi 10 meter skøytesprinttid er usikkert.

Et skyv på skøyter varer mellom 300 til 400 millisekunder (Stidwill, 2009). Kontaktid i skøyteskjæret og skyvfasen vil naturligvis ikke være lik ved 10 m sprint og de resterende 25 m ved 35 m sprint. Tiden skøyten er i kontakt med isen vil være kortere i akselerasjonsfasen enn i fasen hvor man er i maksfart og har lengre skjær (Bracko, 2004). En bedring i evnen til hurtig kraftutvikling vil da kunne være en faktor som påvirker PLT+ST sin positive bedring i skøytesprintprestasjon på 10 m. Underekstremitetsstyrke har vist seg å være betydningsfullt for sprintprestasjon og akselerasjon ved løp (Comfort et al., 2012; Delecluse, 1997; McBride et al., 2009). Det kan da tenkes at dette påvirker hurtigheten på 10 m is for PLY+ST. Det var derimot ingen forskjell mellom gruppenes forandring i styrken i underekstremiteten, noe som tyder på at andre faktorer også har spilt en rolle. Resultatene fra stille lengdehopp kan være en forklaring på at PLY+ST fikk en bedring i sprinttiden på 10 meter. En bedring i hopplengden og sprinttiden på is indikerer at PLY+ST har fått en hurtigere kraftutvikling som følge av intervensjonen. Flere studier har vist sammenheng mellom løpesprint og skøytesprint (>25 meter) (Farlinger et al., 2007, Krause et al., 2012). Krause et al (2012) gjorde så utregninger som viste at løpesprint kunne forutsi skøytesprint. Det kan da være tenkelig at adaptasjoner av plyometrisk trening som påvirker løpesprint også påvirker skøytesprint. Runner et al. (2015) fant derimot ikke at løpesprint kunne forutsi skøytesprint. En forklaring på de ulike funnene kan være aldersforskjellen på FP i studiene. Runner et al. (2015) undersøkte universitetsspillere og Krause et al. (2012) undersøkte spillere på videregående skole. Det er vist at de tre

viktigste ytre faktorene som påvirker utøverens evne til å akselerere egen kroppsmasse er reaksjonskrefter fra underlaget, kroppsvekt og luftmotstand (Comfort et al., 2012; Hunter et al., 2005). Vekt vil derfor spille en rolle. Det ble derimot ikke funnet noen forskjell mellom PLY+ST og ST sine forandringer i vekt. Det kan derfor ikke forklare forskjellen. Det har tidligere blitt vist at 100 m-løpere har lengre fasikkellengder i muskulaturen i underekstremitetene sammenlignet med langdistanseløpere (Abe, Kumagi & Brechue, 2000). Videre er det blitt vist en sterk sammenheng mellom sprinttid og fasikkellengde hos 100 m-løpere (Kumagi et al., 1985). Det kan derfor igjen tenkes at endringer i muskelarkitektur til fordel for PLY+ST, som følge av de plyometriske øvelsene, kan ha forekommet.

Behm et al. (2005) foreslår at ishockeyspilleres balanse og stabilitet på skøyter kan være avgjørende for hvordan underekstremitetsstyrken blir utnyttet i skøytesprint. Det kan tenkes at PLY+ST fikk en bedre balanse og stabilitet etter å ha utført skøytehopp og sidehopp i åtte uker. Videre kan det tenkes at stabiliseringsøvelsene ST utførte også kan ha bedret deres stabilitet. Reed, Ford, Myer og Hewet (2012) konkluderer med at en sterk kjernemuskulatur er viktig for utøvere, men at studier som undersøker trening av kjernemuskulatur kun har denne treningen som en tilleggsdel av et annet treningsprogram. Dette gjør det vanskelig å se effektene av treningen av kjernemuskulaturen i seg selv. Det er videre liten grunn til å tro at en sterkere kjernemuskulatur vil bedre sprinttiden noe ytterligere, da Rønnestad et al. (2008) ikke fant noen fordeler av å utføre stabiliseringstrening for kjernemuskulaturen på løpesprint hos fotballspillere. I tillegg har Krause et al. (2012) tidligere vist at balanse ikke kan forutsi skøytesprinttiden hos ishockeyspillere på videregående skolenivå. Krause et al. (2012) brukte som nevnt tidligere 34,5 m sprinttid som mål på skøytesprint, og det kan da ikke brukes som direkte sammenlikning. Det ville derimot være spesielt om balanse var viktigere på 10 meter sammenlignet med 34,5 meter skøytesprint, da skøyteskjæret er lengre ved lengre sprintdistanser (Bracko, 2004) og balanse naturligvis er viktigere ved et lengre skjær. FP som ble brukt i vår studie var på høyeste nivå for sin aldersgruppe. Det vil derfor være tenkelig at de da hadde meget god balanse og stabilitet på skøyter før intervensjonen startet. Det at de derimot ikke var mye på skøyter i løpet av intervensjonsperioden kunne vært avgjørende. I midlertidig var det ikke noe forskjell i tid på is mellom gruppene, noe som gjør at gruppeforskjell kan utelukkes.

5.2.5 Utholdenhetstester

Både PLY+ST og ST fikk en signifikant nedgang i relativ VO_{2maks} . Det er tidligere blitt vist at tung styrketrening ikke gir positiv, men heller ikke negativ effekt på VO_{2maks} (Aagaard et al., 2011; Rønnestad et al., 2010; Sunde et al., 2010). Det ser da ut til at én intervalløkt i uken, i form av 4x5 minutter, ikke er tilstrekkelig for å opprettholde relativ VO_{2maks} hos godt trente ishockeyspillere. I midlertidig ble det ingen signifikante endringer i absolutte verdier på VO_{2maks} , slik at den relative reduksjonen sannsynligvis skyldes den økte muskelmassen. I tillegg var effektstørrelsen på forskjellen mellom gruppene ubetydelig noe som tilsier at ingen av treningsmetodene ga noen praktisk effekt på VO_{2maks} . PLY+ST fikk en tendens til nedgang i relativ W_{maks} og en liten negativ praktisk effekt sammenlignet med ST som ikke fikk en signifikant forandring. Rønnestad, Hansen, Hollan og Ellefsen (2015b) fant økt W_{maks} som følge av økt styrke etter en periode med tung styrketrening på syklist. Det kunne da tenkes at PLY+ST fikk mindre styrkefremgang enn ST. Slik var det derimot ikke. W_{maks} påvirkes av VO_{2maks} , arbeidsøkonomi, anaerob kapasitet og nevro-muskulære egenskaper (Jones & Carter, 2000). Om plyometrisk trening kan ha en negativ effekt eller at stabiliseringstrening kan ha en positiv effekt på noen av de bestemmende faktorene er lite forståelig. Arbeidsøkonomien burde vært lik, da begge gruppene utførte like mange sykkeløkter i løpet av perioden. Den anaerobe kapasiteten skulle det også tenkes at var lik, grunnet lik mengde tung styrketrening og samme fremgang i 1 RM og muskelmasse i underekstremitetene. Det kunne blitt spekulert i at PLY+ST skulle fått en positiv effekt på den anaerobe kapasiteten da deres treningsbelastning var større enn ST sin. Markovic og Mikulic (2010) viser at plyometrisk trening kan føre til nevralt adaptasjoner, men om disse adaptasjonene kan virke negativt på W_{maks} er lite trolig.

På den repeterte 35 sekunder sykkel-sprinttesten (prestasjonstesten på sykkel) fikk PLY+ST en signifikant bedring i absolutt W_{mean} , mens ST ikke fikk noen forandring. Dette kan skyldes adaptasjonene PLY+ST fikk av den plyometriske treningen. Det er vist at plyometrisk trening gir positive endringer i muskelens evne til hurtig kraftutvikling, muskelaktiveringsmønster og muskelsenestivhet (Burgess et al., 2007; Chimera, Swanik, Swanik & Straub, 2004; Matavulj et al., 2001; Wu et al., 2009). Den maksimale kraften som blir utgjort i en Wingate-test til utmattelse, oppstår ofte under de første fem sekundene av testen. Derfor er denne kraften hovedsakelig avhengig av størrelsen på muskelmassen og den maksimale muskelstyrken til muskelen som arbeider

(Izquierdo et al., 2004). Siden gruppene fikk en lik økning i fettfrimasse i underekstremitetene og muskelstyrke i knebøy, er trolig ikke dette grunnen til at PLY+ST fikk en bedring, mens ST ikke fikk dette. Testen i vår studie inneholdt derimot 10 repeterte sprinter. At andre faktorer spiller inn er derfor tenkelig. At PLY+ST fikk en økt effekt kan tolkes som at den anaerobe kapasiteten ble bedret sammenlignet med ST. Studien til Rønnestad et al. (2015b) viste at styrketrening på syklist medfører tidligere maksimalt dreiemoment i pedaltråkket. Videre ble det vist at tidligere maksimalt dreiemoment korrelerte med bedre sykkelprestasjon. Om den plyometriske trening PLY+ST utførte bedret evnen til hurtig kraftutvikling, som er blitt spekulert tidligere i diskusjonen, kan det tenkes at FP i PLY+ST oppnådde maksimalt dreiemoment tidligere i tråkket og dermed lenger avslappingsfase i tråkket. Denne spekulasjonens støttes av Aagard et al. (2011) som viste at en bedret MVC og bedret evne til hurtig kraftutvikling ledet til bedret sykkelprestasjon hos yngre syklist på elitenivå. Rønnestad et al. (2015b) foreslår at en lenger avslappingsfase vil kunne gi en bedre blodgjennomstrømming i underekstremitetene. Dette kan tenkes å være en faktor som utgjorde forskjellen mellom PLY+ST og ST sin forandring fra pre- til posttest på 10x35 sekunder sprinter på sykkel.

En stor svakhet med studien var at FP var på treningsleir mellom uke seks og syv under intervensjonen noe som kan skape mye støy i deres treningsstimuli til adaptasjonen. I midlertidig var begge gruppene på samme treningsleir, slik at dette trolig ikke bidro til forskjellene mellom gruppene. Studien mangler et valid mål på hurtig kraftutvikling (RFD) og muskelarkitektur, som kunne blitt brukt for å konkludere eller utelukke at det var grunnen til at PLY+ST gikk raskere på 10 m skøytesprint enn ST. Studien mangler også et mål på anaerob kapasitet, noe som kunne gitt svar på om PLY+ST fikk en bedret anaerob kapasitet eller om det var andre faktorer som ga utslag på den repeterte 35 sekunder sykkelssprinttesten.

5.2.6 Konklusjon

Både plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening og tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening ga lik økning i underekstremitetsstyrke. Plyometrisk trening i forkant av tung styrketrening i åtte uker forbedret sprintprestasjon på is, mens tung styrketrening kombinert med stabiliseringstrening ikke ledet til noen forandring.

Referanser

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J. L., Crameri, R., Magnusson, S. P. & Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 298–307.
- Abe, T., Kumagai, K., & Brechue, W. F. (2000). Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1125-1129.
- Adams, K., O'shea, J. P., O'shea, K. L. & Climstein, M. (1992). The effect of six week of squat, plyometric and squat-plyometric training in power production. *Journal of applied sport science and research*. 6(1), 36-41.
- Andreoli, A., Monteleone, M., van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U. & de Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 33(4), 507-511.
- Alcaraz, P. E., Perez-Gomez, J., Chavarrias, M. & Blazeovich, A. J. (2011). Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2519-2527.
- Andersen, L. L. & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 46–52.
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A. A., Alen, M., Kraemer, W. J. & Häkkinen, A. K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 555-563.
- Baker, D. G. & Newton, R.U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 153-158.
- Behm, D.G., Wahl, M.J., Button, D.C., Power, K.E., & Anderson, K.G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 326–331.
- Billat, V. L, Renoux, J. C., Pinoteau, J., Petit, B. & Koralsztein J. P. (1994). Reproducibility of running time to exhaustion at VO₂max in subelite runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 254-257.

- Billat, V. L., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle, A., Lafitte, L., Chassaing, P. & Koralsztejn, J. P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 188-196
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R. & Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 2013–2022.
- Bodine, S. C., Roy, R. R., Meadows, D. A., Zernicke, R. F., Sacks, R. D., Fournier, M. & Edgerton, V. R. (1982). Architectural, histochemical, and contractile characteristics of a unique biarticular muscle: the cat semitendinosus. *Journal of Neurophysiology*, 48(1), 192–201.
- Bracko, M. R. (2004). Biomechanics powers ice hockey performance. *Sports Medicine, Biomechanics*, 47-53.
- Bracko, M. R., Fellingham, G.W., Hall, L. T., Fisher, A. G. & Cryer, W. (1998). Performance skating characteristics of professional ice hockey forwards. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 8, 251-236.
- Brechue, W. F. & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 86(4), 327-336.
- Brooks, G. A. (2009). Cell-cell and intracellular lactate shuttles. *Journal of Physiology*, 587, 5591-6000.
- Buck, D. (2013). *A descriptive study on strength, vertical jump and endurance during a season of ice hockey*. Upublisert masteroppgave i samarbeid med Høgskolen i Lillehammer.
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P. & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. Isometric training influences on tendon properties and muscle output. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 986-989.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N. & McGuire, E. J. (2008). Relationship of Physical Fitness Test Results and Hockey Playing Potential in Elite-Level Ice Hockey Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1535-1543.
- Carey, D. G., Drake, M. M., Pliego, G. J. & Raymond, R.L. (2007). Do hockey players need aerobic fitness? Relation between VO₂max and fatigue during high intensity intermittent ice-skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(3), 963-966.

- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K.,... Staron R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regiments: specificity of repetition maximum zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 60-60.
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B. & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of athletic training*, 39(1), 24-31.
- Comfort, P., Bullock, N. & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10- and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *Journal of strength and conditioning research*, 26(4), 937-940.
- Cormie, P., McBride, J. M. & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 177-186.
- Cormie, P., McGuigan, M. R. & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(8), 1582-1598.
- Cormie, P., McGuigan, M. R. & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Journal of sports and medicine*. 41(2), 125-146.
- Cox, M. H., Miles, D. S., Verde, T. J. & Rhodes, E. C. (1995) Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 19, 184–201.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance: current findings and implications for training. *Sports Medicine*, 24(3), 147-156.
- Durocher, J. J., Guisfredi, A. J., Leetun, D. T. & Carter, J. R. (2010). Comparison of on ice and off-ice graded exercise testing in collegiate hockey players. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 35(1), 35-39.
- Ebben, W. P., Carroll, R. M. & Simenz, C. J. (2004). Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 889-897.
- Farlinger, C. M., Kruisselbrink, L. D. & Fowles, J.R. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 915-922.
- Farlinger, C. M. & Fowles, J. R. (2008). The effect of sequence of skating-specific training on skating performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 185-198.

- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y. & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172(4), 249-255.
- Game, A. B. & Bell, G. J. (2006). The effect of a competitive season and environmental factors on pulmonary function and aerobic power in varsity hockey players. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 31(2), 95-100.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35, 757-777.
- Green, H. J. & Houston, M. E. (1975). Effect of a season of ice hockey on energy capacities and associated functions. *Medicine and Science in Sports*, 7, 299-303.
- Green, H. J. (1987). Bioenergetics of ice hockey: considerations for fatigue. *Journal of Sports Science*, 19, 184-201.
- Green, H. J., Batada, A., Cole, B., Burnett, M. E., Kollias, H., McKay, S.,... Tupling, S. (2010). Cellular responses in skeletal muscle to a season of ice hockey. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 35(5), 657-670.
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P. & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a national collegiate athletic association division I hockey team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 43-46.
- Häkkinen, K., Alén, M. & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation- time, electromyographic and muscle fiber characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125(4), 573-585.
- Harrison, A. J. & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23, 275-283.
- Hartmann, H., Bob, A., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. (2009). Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1921-1932.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1925-1931.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P.,... Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals improves VO₂max more than Moderate Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665-671.

- Hoff, J., Kemi, O.J. & Helgerud, J. (2005). Strength and Endurance between Elite and Junior Elite Ice Hockey Players. The importance of Allometric Scaling. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 537–541.
- Hopkins, W. G. (2006). Regneark for å analysere «pre-post parallel groups trial». Hentet 20.11.2013 fra: <http://www.sportsci.org/>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M. & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 3-13.
- Houtkooper, L. B., Going, S. B., Sproul, J., Blew, R. M. & Lohman, T. G. (2000). Comparison of methods for assessing body-composition changes over 1 y in postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 401-406.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N. & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, 21, 31-43.
- Izquierdo, M., Ibanez, J., Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Ruesta, M. & Gorostiaga, E. M. (2004). Maximal strength and power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. *Journal of Sports Science*, 22(5), 465-478.
- Jones, A. M. & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29, 373-386.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaikovou, G. & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 369-375.
- Kraemer, W. J. & Newton, R. U. (2000). Training for muscular power. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11(2), 341-68.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., Fleck, S. J., Franklin, B., Fry A. C.,... Triplett-Mcbride, T. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 362-380.
- Kraemer, W. J. & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 674-688.

- Krause, D. A., Smith, A. M., Holmes L. C., Klebe, C. R., Lee, J. B., Lundquist, K. M., Eischen, J. J. & Holman, J. H. (2012). Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *Journal of strength and conditioning research*, 26(5), 1423-1430.
- Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (1985). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100m sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 811-816.
- Lands, L. C., Hornby, L., Hohenkerk, J. M. & Glorieux, F. H. (1996). Accuracy of measurements of small changes in soft-tissue mass by dual-energy x-ray absorptiometry. *Clinical and Investigative Medicine*, 19(4), 279-285.
- Lau, S., Berg, K., Latin, R. W. & Noble, J. (2001). Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 367-371.
- Laursen, P. B. & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimizing training programs and maximizing performance in highly trained endurance athletes. *Sports medicine*, 32, 53-72.
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S. & Jenkins, D. G. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(11), 1801-1807.
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S. & Jenkins, D. G. (2005). Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 527-533.
- Lee, C., Lee, S. & Yoo, J. (2014). The effect of a complex training program on skating abilities in ice hockey players. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(4), 533-537.
- Leone, M., Léger, L., Larivière, G. & Comtois, A. (2007). An on-ice aerobic maximal multistage shuttle skate test for elite adolescent hockey players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 823-828.
- Linnamo, V., Hakkinen, K. & Komi, P. V. (1998). Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 176-181.
- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Schultz, A. B., Knight, T. J. & Janse de Jonge, X. A. K. (2012). The effects of different speed training protocols on sprint acceleration kinematics and muscle strength and power in field sport athletes. *Journal of Sport and Conditioning Research*, 26(6), 1539-1550.

- de Lorenzo, A. Sorge, S. P., Iacopino, L., Andreoli, A. de Luca, P. P. & Sasso, G. F. (1998). Fat-free mass by bioelectrical impedance vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Applied Radiation and Isotopes*, 49(5-6), 739-741.
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J. & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 704–709.
- MacDonald, C. J., Lamont, H. S. & Garner, J. C. (2012). A comparison of the effects of 6 week of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 422-431.
- Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H. & Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 100, 771-779.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 349–355.
- Mascaro, T., Seaver, B. L. & Swanson, L. (1992). Prediction of skating speed with off ice testing professional hockey players. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 15, 92-98.
- Mat på data (5.0) [Programvare]. Hentet 21.mai 2013 fra http://matportalen.no/verktoy/mat_pa_data
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J. & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 159-164.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, N. T., Davie, A., & Newton, R. U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 58-66.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M. & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1633-1636.
- McErlain-Naylor, S., King, M. & Pain, M. T. (2014). Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *Journal of sports sciences*, 32(19), 1805-1812.

- Midgley, A. W. & McNaughton, L. R. (2006). Time at or near VO_{2max} during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimization of training protocols to elicit the longest time at or near VO_{2max} . *Journal of sports medicine and physiology in fitness*, 46, 1-14.
- Millet, G. P., Candau, R. B., Barbier, B., Bussco, T., Rouillon, J. D. & Chatard, J. C. (2002). Modeling the transfer of training effects on performance in elite triathletes. *International Journal of Sports and Medicine*, 23, 55–63.
- Millet, G. P., Candau, R., Fattori, P., Bignet, F. & Varray, A. (2003). VO_2 responses to different intermittent runs at velocity associated with VO_{2max} . *Canadian journal of applied physiology*, 28, 410-423.
- Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A., Monteiro, G. A., Piçarro, I. C. & Ugrinowitsch, C. (2009). Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1321-1326.
- Montgomery, D. L. (1982). The effect of added weight on ice hockey performance. *Physician and Sportsmedicine*, 10, 91-99.
- Montgomery, D. L. (1988). Physiology of Ice Hockey. *Sports Medicine*, 5, 99-126.
- Montgomery, D. L. (2000). Physiology of ice hockey. W. E. Garrett Jr. & D. T. Kirkendall (Red.), *Exercise and sport science* (815–828). Philadelphia, Penn: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K. & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology*, 75(3), 193-199.
- National hockey league. (2015). <http://www.nhl.com/ice/schedulebyseason.htm?navid=nav-sch-sea#> (Lest 12.01.2015)
- Norges ishockeyforbund, u.d. Get-ligaen. <http://getligaen.stats.pointstreak.com/leagueschedule.html> (Lest 12.01.2015)
- Ozkaya, O., Colakoglu, M., Kuzucu, E. O. & Yildiztepe, E. (2012). Mechanically braked elliptical Wingate test: modification considerations, load optimization, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(5), 1313-1323.
- Pereira, M. I. & Gomes, P. S. (2003). Movement velocity in resistance training. *Sports Medicine*, 33, 427–438.

- Perez-Gomez, J., Olmedillas, H., Delgado-Guerra, S., Ara, I., Vicente-Rodriguez, G., Ortiz, R. A., Chavarren, J. & Calbet, J. A. (2008). Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, 33(3), 501-510.
- Peyer, K.L., Pivarnik, J.M., Eisenmann, J.C. & Vorkapich, M. (2011). Physiological Characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I Ice Hockey Players and Their Relation to Game Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1183-1192.
- Plank, L. D. (2005). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8, 305-309.
- Potteiger, J. A., Smith, D. L., Maier, M. L. & Foster, T. S. (2010). Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 24(7), 1755-1762.
- Prestes, J., Frollini, A. B., de Lima, C., Donatto, F. F., Foschini, D., Marqueti, R. C., Figueira Jr, A. & Fleck, S. J. (2009). Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2437-2442.
- Price, M. (2003) Simulated skating to enhance skating performance and leg power in elite hockey players. *Undergraduate thesis, Acadia University – Refferert av: Farlinger, Kruisselbrink & Fowles (2007).*
- Quinney, H. A., Dewart, R., Game, A., Snydmiller, G., Warburton, D. & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied Physiology of Nutrition and Metabolism*, 33(4), 753-760.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R. & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning
- Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D. & Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated “Core stability” training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports Medicine*, 42(8), 697-706.
- Requena, B., García, I., Requena, F., Saéz de Villarreal, E. & Cronin, J. B. (2011). Relationship between traditional and ballistic squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. *Journal of strength and conditioning research*, 25(8), 2193-2204.
- Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T. & Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 250-255.

- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N. & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose-response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 456-464.
- Rozenek, R., Funato, K., Kubo, J., Hoshikawa, M. & Matsuo, A. (2007). Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO_{2max} . *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 188-192.
- Rowel, A. L. (1993) *Human cardiovascular control*. New York, Oxford University Press
- Runner, A. R., Lehnhard, R., Butterfield, S., Tu, S., O'Neill, T. & Lehnhard, R. (2015). Predictors of speed using off-ice measures of college hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Published ahead of print
- Rønnestad, B. R. (2004) Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 839-845.
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A. & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 773-780.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A. & Raastad, T. (2010). Effect of heavy strength training in thigh muscle cross sectional area performance determinants and performance in well trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 965-975.
- Rønnestad, B. R. & Hansen, J. (2013). Optimizing interval training at power output associated with peak oxygen uptake in well-trained cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub ahead of print.
- Rønnestad, B. R., Ellefsen, S., Nygaard, H., Zacharoff, E. E. Vikmoen, O., Hansen, J. & Hallén, J. (2014). Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24, 327-335.
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Vegge, G., Tønnesen, E. & Slettaløkken, G. (2015a). Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists – An effort-matched approach. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 143-151.
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Hollan, I. & Ellefsen, S. (2015b). Strength training improves performance and pedaling characteristics in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine in Science and Sport*, 25, 89-98.

- Saéz de Villarreal, E. S., Kellis, E., Kraemer, W. J. & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- Saéz de Villarreal, E., Izquierdo, M. & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *Journal of Strength and Conditioning research*, 25(12), 3274-3281.
- Saéz de Villarreal, E., Requena, B. & Cronin, J. B. (2012). The effect of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 575-584.
- Saéz de Villarreal, E., Requena, B., Izquierdo, M. & Gonzalez-Badillo, J. J. (2013). Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 146-150.
- Shoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreas, B. & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low- versus high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained med. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publisert før utgivelse*.
- Simao, R., Spinetti, J., de Salles, B. F., Matta, T., Fernandes, L., Fleck, S. J., Rhea, M. R. & Strom-Olsen, H. E. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1389-1395.
- Slettaløkken, G. & Rønnestad, B. R. (2014). High-intensity interval training every second week maintains VO₂max in soccer players during off-season. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1946-1951.
- Spector, S. A., Gardiner, P. F., Zernicke, R. F., Roy, R. R. & Edgerton, V. R. (1980). Muscle architecture and the force velocity characteristics of the cat soleus and medial gastrocnemius: implications for motor control. *Journal of Neurophysiology*, 44(5), 951-960.
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L. & Lockie, R. G. (2007). Effects of resisted sprint training on acceleration performance & kinematics in Soccer, Rugby Union and Australian Football players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 21, 77-85.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J. & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 1-7.

- Stanula, A., Rocziok, R., Maszczyk, A., Pietraszewski, P. & Zajac, A. (2014). The role of aerobic capacity in high-intensity intermittent efforts in ice-hockey. *Biology of Sport*, 31, 193-199.
- Stidwill, T. J. L. (2009). *Comparison of forward hockey skating kinetics and kinematics on ice and on a synthetic surface by means of a customized force measurement system and electrogoniometry*. Masteroppgave ved McGill University, Montreal, Quebec, Canada.
- Stone, M. H., Potteiger, J. A., Pierce, K. C., Proulx, C. M., O`Bryant, H. S., Johnson, R. L. & Stone, M. E. (2000) Comparison of the effects of three different weight training programs on the one repetition maximum squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 332-337.
- Stone, M. H., O`Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianesi, R., Lehmkuhl, M. & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 140-147.
- Sunde, A., Storen, O., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J. & Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2157–2165.
- Thevenet, D., Tardieu-Berger, M., Berthoin, S. & Prioux, J. (2007). Influence of recovery mode (passive vs. active) on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young and endurance-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 133-142.
- Toumi, H., Best, T. M., Martin, A. & Pouramat, G. (2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight+jump) training. *Medicine and science in sport and exercise*, 36(9), 1580-1588.
- Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J., Donellan, S. & McHugh, M. P. (2002). The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 680-683.
- Upjohn, T., Turcotte, R., Pearsall, D. J. & Loh, J. (2008). Three-dimensional kinematics of the lower limbs during forward ice hockey skating. *Sports Biomechanics*, 7(2), 206–221.
- Vescovi, J. D., Murray, T. M., Fiala, K. A. & VanHeest, J. L. (2006). Off-ice performance and draft status of elite ice hockey players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 207-221.
- Wakefield, B. R. & Glaister, M. (2009). Influence of work-interval intensity and duration on time spent at high percentage of VO₂max during intermittent supramaximal exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2548-2554.

- Wisløff, 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. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.
- Webster, E. T. (2014). *The effect of a division I men's ice hockey season on strength and power*. Masteroppgave ved University of Connecticut, Connecticut, USA.
- Weinert, J. D. (2009). Nutrition and muscle protein synthesis: a descriptive review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53(3), 186-193.
- Wernbom, M., Augustsson, J. & Thomeé, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225-264.
- Wu, Y. K., Lien, Y. H., Lin, K. H., Shih, T. T. F., Wang, T. G. & Wang, H. K. (2009). Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 20(1), 80-86.

Tabelloversikt

Tabell 3.1: Eksperimentelt design av den totale studien, både utholdenhets- og styrkeprosjektet.....	22
Tabell 3.2: Testbatteriene til utholdenhets- og styrkeprosjektet.....	22
Tabell 3.3: Gjennomsnittlig alder, høyde og kroppsmasse for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5), før utholdenhetsintervensjonen startet. Verdiene står oppført ± standardavvik.....	24
Tabell 3.4: Oversikt over fordelingen av FP i gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5), i forhold til hvilket aldersbestemt lag FP spilte på. Antall FP som spilte på landslagsnivå i sin aldersklasse står oppført på siste linje i tabellen.	24
Tabell 3.5: Gjennomsnittlig alder, høyde, kroppsmasse og kroppssammensetning for gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST), før styrkeintervensjonen startet. Verdiene står oppført ± standardavvik.	25
Tabell 3.6: Oversikt over fordelingen av FP i gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST), i forhold til hvilket aldersbestemt lag FP spilte på. Antall FP som spilte på landslagsnivå i sin aldersklasse står oppført på siste linje i tabellen.	25
Tabell 3.7: Beskrivelse av «ratings av perceived exertion» (RPE), som er en subjektiv vurderingsskala av anstrengelse i hele kroppen, og subjektiv følelse i beina (SB), som er en subjektiv vurderingsskala av følelsen i beina.	26
Tabell 3.8: Distribusjonen av økter fra uke 1-9 i utholdenhetsintervensjonen.....	32
Tabell 3.9: Beskrivelse av 30/15- og 4x5-intervallene.....	34
Tabell 3.10: Oppmøte på utholdenhets- og styrketreningene, og totalt. Gruppens gjennomsnittlige oppmøte er vist ± standardavvik.....	35
Tabell 3.11: Gjennomsnittlig effekt som ble tråkket ved serie én og tre i siste intervalløkt i uke to til siste intervalløkt i uke 9 for 30/15-gruppen.....	35
Tabell 3.12 Gjennomsnittlig % av HF _{maks} etter drag to og fire under 4x5-intervallene gjennom hele intervensjonsperioden for 4x5-gruppen.	35
Tabell 3.13: Distribusjonen av de ulike treningsprogrammene hver en uke, i de ulike delene av intervensjonen.	36
Tabell 3.14: Distribusjon av serier og RM eller repetisjoner gjennom de ulike delene av intervensjonen for a. høyrepetisjonsprogrammet for overekstremiteten. b. lavrepetisjonsprogrammet for overekstremiteten. c. høyrepetisjonsprogrammet for underekstremiteten. d. lavrepetisjonsprogrammet for underekstremiteten. e. submaksimale programmet for hele kroppen.	38

Tabell 3.15: Distribusjon av serier og repetisjoner gjennom de ulike delene av intervensjonen for a. PLY+ST sine plyometriske øvelser som innledet øktene av underekstremiteter og helkropp. b. ST sine stabiliseringsøvelser som avsluttet øktene av underekstremiteter og helkropp.	38
Tabell 3.16: Gjennomsnittlig oppmøte på de ulike øktene i styrkeintervensjonen og subjektiv beinfølelse før og akutt etter intervalløktene i slutten av hver treningsuke for PLY+ST og ST.	42
Tabell 3.17: Tolkningen av størrelsen på intervensjonens effekt for 30/15-gruppen i utholdenhetsintervensjon og PLY+ST i styrkeintervensjon.	43
Tabell 4.1: Oversikt over gjennomsnittlig vurdering av anstrengelse i hele kroppen (RPE) under og gjennomsnittlig subjektiv følelse i beina (SB) før og etter intervalløktene for gruppen som gjennomførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som trente 4x5-intervaller (4x5).	44
Tabell 4.2: Målinger på grad av utmattelse etter VO ₂ maks –test før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.	46
Tabell 4.3: 35 m skøytesprinttid på is (sekunder) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av tabellen) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av tabellen). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.	47
Tabell 4.4: Gjennomsnittlig energiinntak og fordeling av energiprosent ved kostholdsregistreringen, for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.	48
Tabell 4.5: VO ₂ maks (mL*kg ⁻¹ *min ⁻¹), Wmaks, Wmaks (W/kg) og mål på grad av utmattelse før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.	52
Tabell 4.6: Gjennomsnitts W, relativ gjennomsnitts W (W/kg) og mål på grad av utmattelse fra kapasitetstesten på sykkel før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening (PLY+ST) og gruppen som utførte tung styrketrening alene (ST). Gruppens gjennomsnittsverdi står oppført ± standardavvik.	52

Figuroversikt

Figur 3.1: Baneoppsettet under prestasjonstesten på is (Leone et al., 2007). Distansen mellom start- og sluttlinjen er 45 m. En høyttaler var plassert på midtlinjen slik at FP til enhver tid kunne høre lydsignalene, som ble spilt av.....	27
Figur 3.2: Illustrasjon av prestasjonstesten på sykkel. Arbeidsperiodene er illustrert som svarte søyler.	28
Figur 3.3: Viser standardisert dybde i knebøy.....	29
Figur 3.4: Oppsett av sykkel montert på sykkelrulle, som ble benyttet ved 30/15-intervallene.	33
Figur 3.5: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen skøyteløperen.....	39
Figur 3.6: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen kontinuerlige lengdehopp.	39
Figur 3.7: Viser utførelsen av den første repetisjonen i den plyometriske øvelsen sidehopp.....	40
Figur 3.8: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen planken.	40
Figur 3.9: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen sideplanken.	41
Figur 3.10: Viser utførelsen av stabiliseringsøvelsen slynge-strekk og crunch.	41
Figur 4.1: VO_{2maks} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. [‡] Tendens til forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,1$).....	45
Figur 4.2: Relativ W_{maks} (W/kg) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). [§] Tendens til forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,1$).....	45
Figur 4.3: Total distanse (m) tilbakelagt under prestasjonstesten på is før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte 30/15-intervaller (30/15; venstre del av figuren) og gruppen som utførte 4x5-intervaller (4x5; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). [#] Signifikant forskjell mellom gruppenes prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,05$).	47

Figur 4.4: Relativ 1RM i knebøy (kg løftet / kg kroppsvekt) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$)..... 49

Figur 4.5: Stille lengdehopp (målt i m) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. [§]Tendens til forandring mellom gruppene prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,1$). 49

Figur 4.6: Trippelhopp med to bein og stillestående start (målt i m) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$)..... 50

Figur 4.7: 10 m skøytesprinttid på is (sekunder) før (pre) og etter intervensjonsperioden (post) for gruppen som utførte plyometrisk kombinert med tung styrketrening (PLY+ST; venstre del av figuren) og gruppen som utførte tung styrketrening (ST; høyre del av figuren). Prikkete linje illustrerer individuelle testresultat. Svart hel linje illustrerer hver gruppes gjennomsnittlige forandring fra pre til post. *Signifikant forandring fra pre til post innad i gruppen ($p < 0,05$). #Signifikant forskjell mellom gruppene prosentvise forandring fra pre til post ($p < 0,05$). 51

Forkortelser

Forkortelse	Betegnelse
VO ₂ maks	Det maksimal oksygenopptaket
W	Effekt (watt) (joule / sek)
MAP	Maksimal aerobe kraft
SB	Subjektiv følelse i beina
RPE	Subjektiv følelse av utmattelse i hele kroppen
1 RM	En repetisjon maksimum
PLY+ST	Plyometrisk trening kombinert med tung styrketrening
ST	Tung styrketrening

Vedlegg

- I** Styrketrening i utholdenhetsprosjekt
- II** Skriv til foresatte
- III** Treningsdagboken til 30/15-gruppen
- IV** Treningsdagboken til 4x5-gruppen
- V** Beskrivelse av styrketreningsøvelser i styrkeintervensjon
- VI** Treningsdagboken til PLY+ST
- VII** Treningsdagboken til ST
- VIII** Felles informasjon i treningsdagboken
- IX** PLY+ST informasjon i treningsdagboken
- X** ST informasjon i treningsdagboken

Vedlegg I

Oppsett av styrketreningen som ble utført av både 30/15- og 4x5-gruppen i utholdenhetsprosjektet.

Økt 1	Uke 1-5	Uke 6-9	Økt 2	Uke 1-5	Uke 6-9
Øvelser	<i>Set x rep</i>	<i>Set x rep</i>	Øvelser	<i>Set x rep</i>	<i>Set x rep</i>
Frivending	3x6	4x4	Frivending	3x6	4x4
Utfall	2x12	3x10	Knebøy	2x12	3x10
Sidebøy	2x12	2x10	Sidebøy	2x12	2x10
Strakmark	2x12	3x10	Strakmark	2x12	3x10
Benkpress	2x12	3x10	Decline benkp	2x12	3x10
Skulderpress	2x12	3x10	Skulderpress	2x12	3x10
Pull-ups	2x12	3x10	Pull-ups	2x12	3x10
Stående roing	2x12	3x10	Stående roing	2x12	3x10

Vedlegg II

Kjære foresatt,

Din sønn har frivillig blitt med i vårt forskningsprosjekt som er designet for å sammenligne effekten av ulik trening på prestasjon både på og av is. Resultatene vil mest sannsynlig kunne være med på å optimalisere treningen under «off-season» slik at spillerne er best mulig rustet fysisk før en ny sesong starter.

Før prosjektet startet leste din sønn et skriv om prosjektet og skrev under på at han hadde lest skrive og ville være med på studie. I senere tid har vi blitt informert om at forsøkspersoner/spillere som er under 18 da forskningsprosjektet starter trenger samtykke fra foresatte. Det er kun enkelte tidsskrift/journaler som krever dette, men for å være på den sikre siden gjør vi dette.

Grunnet dette ønsker vi at du leser dette skrivet, gir din samtykke på at din sønn er med i prosjektet.

På forhånd takk,

Bent Rønnestad - Førsteamunensis på seksjon for idrett ved Høgskolen i Lillehammer

Ole Christian Haugen - Masterstudent på seksjon for fysisk prestasjonsevne ved Norges idrettshøgskole

Vedlegg IV

Oppsett av én uke i treningsdagboken for utholdenhetstreningen til 4x5-gruppen utholdenhetsprosjektet.

Mandag	SB									SB
	før økt:	1. drag		2. drag		3. drag		4. drag		etter økt:
		HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	
Onsdag	SB									SB
	før økt:	1. drag		2. drag		3. drag		4. drag		etter økt:
		HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	
Fredag	SB									SB
	før økt:	1. drag		2. drag		3. drag		4. drag		etter økt:
		HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	HF	RPE	

. Vedlegg V

Underekstremitetsøvelser:

Frivending: *Startposisjon:* Start med stangen over forfoten, og føttene plassert mellom hoftebredde og skulderbredde fra hverandre. La tærne peke skrått utover, og trykket/vekten skal være jevnt fordelt under hele fotbladet. Grip stangen litt bredere enn skulderbredde, og benytt luket grep eller låsegrep. Senk hoftene og spenn ryggen i en nøytral/naturlig rett posisjon. **SKULDERNE SKAL VÆRE LITT I FORKANT AV STANGEN!** *Løftet:* Start løftet med å rolig trykke bena ned mot underlaget i en bevegelse hvor du åpner kneleddet og hofteløddet samtidig. **HOFTEN OG STANGEN SKAL BEVEGE SEG SAMTIDIG.** Når stangen passerer knærne skal du gjøre en kraftfull trippeløkstensjon (hofte, knær og ankler strekkes samtidig). Det er viktig at bena er fullt utstrakt før skuldrene løftes og armene bøyes. Albue skal peke mot ørene. Løftet avsluttes med at stangen «fanges» over skuldrene. Det er viktig at albue løftes foran kroppen for å få en god base å hvile vekten på. Knærne skal bøyes når stangen «fanges». **VIKTIG! STANGEN MÅ ALDRI HVILE OVER HALSEN!** Husk at det skal skje en akselerasjon fra startposisjon til hofte, kneledd og ankelledd er fullt utstrakt.

Utfall: Ta et kontrollert steg frem og bøy sakte fremre kne til bakerste kne treffer bakken. Fremste kne skal være stabilt under hele løftet. Dytt bestemt og eksplosivt tilbake til utgangsposisjon.

Knebøy: Plasser føttene ca. skulderbredde. Tærne skal peke ut til siden (som en and). **DU SKAL HA NATURLIG SVAI RYGG GJENNOM HELE LØFTET.** Gå kontrollert så langt ned du klarer med fokus på å ha naturlig svai i ryggen. Jobb med dybden!

Sidebøy: Ta et langt steg ut til siden. Vær stabil i overkroppen. Kneledd skal være ca. 90°. Dytt bestemt og eksplosivt tilbake til utgangsposisjon.

Strak markløft: Liten knekk i knær. Svai rygg gjennom hele løftet. Bukk frem til det strekker i bakside av låret. Løft bestemt opp og stram rumpa på toppen.

Nordic hamstring: Få hjelp til å holde føttene plantet på bakken. Sitt på knær med leggen i bakken og ryggen rett. Len sakte og kontrollert frem så langt du klarer og dytt deg tilbake.

Legghev: Stå med vekt på ryggen eller foran deg. Hev hæl så langt du kan opp fra bakken.

Overekstremitetssøvelser:

Benkpress: Slipp stangen sakt og kontrollert ned. Fullt stopp på brystet. Bestemt press rett opp fra brystet.

Declinepress: Plasser ca. 5-6 20 kg vektskiver foran på benken slik at rumpa er høyere enn hodet når du ligger på benken.

Skulderpress: Stram magen for å unngå svai i ryggen. Press bestemt rett opp mot taket.

Sidehev skulder: Hold manualer i hendene. Løft armene rett ut til siden til skulderleddet er ca. 90°. Hold igjen sakte og kontrollert ned.

Dips: Slipp sakte og kontrollert ned til det er 90-100° i albueleddet. Dytt bestemt helt opp slik at armene er helt rette. Ved få repetisjoner SKAL ekstra vekt brukes.

Pull ups: Start helt nede med skuldrene i ørehøyde. Dra skuldrene ned ved å bruke sidemuskulatur i rygg. Haka skal være over stang uten å løfte haka. Ved få repetisjoner SKAL ekstra vekt brukes.

Stående roing: Liten knekk i kneleddet. Tipp frem med svai rygg. Løft vekten rett opp til magen og slipp kontrollert HELT ned. Se for deg at du skal mose en nøtt med skulderbladene.

Biceps-curl: Hold albuen på samme sted og før armen/armene opp mot skulder.

Vedlegg VIII

Kontakt:

Prosjektleder: Ole Christian Haugen

Tlf: 41393192

Prosjekthjelpere:

Navn: Torstein Eriksen Dæhlin

Tlf: 41235038

Navn: Simen Haugerud

Tlf: 93840016

SB (subjektiv beinfølelse)

- Dette er en skala fra 1-9 som beskriver DIN vurdering av følelsen i beina

1. veldig, veldig lett
2. veldig lett
3. lett
4. litt lett
5. normal
6. litt tung
7. tung
8. veldig tung
9. veldig, veldig tung

RPE

- Dette er en skala av din egen følelse i hele kroppen

6.

7. SVÆRT LETT

8.

9. MEGET LETT

10.

11. GANSKE LETT

12.

13. LITT ANSTRENGENDE

14.

15. ANSTRENGENDE

16.

17. MEGET ANSTRENGENDE

18.

19. SVÆRT ANSTRENGENDE

20. MAKSIMALT ANSTRENGENDE

VIKTIG!

- Du SKAL gjennomføre alle øktene så sant du ikke er syk eller skadet
- Følg dagboken øvelse for øvelse og noter under og etter økt.
- Du kan IKKE trene noe annen form for styrke eller utholdenhet under perioden.
- Du kan IKKE trene andre øvelser som spenst, hurtighet og core om det ikke står på din plan.

- Vi vet ikke hva som gir best effekt på hurtigheten skøyter, dette er grunnen til at vi utfører denne studien. Det er derfor utrolig viktig at dere følger planen dere får utdelt og trener det dere skal. Utføres styrketreningen som den skal vil det gi stor effekt i seg selv!!!

- Du kan trene ishockey spesifikk trening og teknikk trening med pukk, ball osv så mye du ønsker. Du kan og skal og trene felles is økter med laget i august.

Oppvarming:

- Generell oppvarming:
 - 10 min rolig sykling
 - 5-10 min rolig jogg
 - 5-10 min rolig roing

- Øvelsesspesifikk oppvarming:
 - Øvelsesspesifikk oppvarming SKAL gjennomføres før øvelser som bruker muskelgrupper som ikke er brukt tidligere i økten.
 - Varm opp med 1-2 sett med 40-70 % av vekten som skal løftes.
 - Oppvarmingssett skal utføres like godt teknisk som de reelle settene.

Vedlegg IX

Plyometriske øvelser:

- Øvelsene skal gjennomføres maksimalt. Det vil si 120 %!
- Hopp så langt du ABSOLUTT klarer.
- Ikke stopp mellom hopp.
- Konsentrisk (oppoverfase/fraskyv) fase skal utføres MAKSIMALT.

Øvelsene:

1. Skøyteløperen
 - Hopp MAKSIMALT frem og til siden som om du skyver fra på skøyter med annethvert ben. Hender skal være festet til hofte.
2. Steghopp
 - Start på to ben. Hopp MAKSIMALT med begge ben frem, land på et ben og hopp videre til neste ben UTEN stopp.
3. Sidehopp
 - Øvelsen utføres med sidehopp med annethvert ben. Hopp litt frem for hver gang. Len kroppen nedover som om du skulle skyvet fra på skøyter. Hopp så langt du kan til siden for så å lande på motsatt bein og hopp til siden igjen. Kjør antall repetisjoner som står på plan.

Vedlegg X

Stabiliseringsøvelser:

- Øvelsene skal gjennomføres stabilt og kontrollert!
- Magemuskulatur skal strammes gjennom hele øvelsen.

Øvelsene:

4. Planken

- Stå på albuer og tær. Vær helt rett i kroppen. Stram magen og rumpa gjennom hele øvelsen. Se for deg at du skal trekke bein og albuer mot hverandre.

5. Sideplanken

- Stå på en albue og foten på samme side. Stram magen slik at kroppen er rett og hofta ikke faller ned. Etter 10 sekunder slipper du hofta ned til bakken og fører den opp til utgangsposisjon ved å stramme sidemuskulatur. Gjør dette til det er 10 sekunder igjen av øvelsen og stå da stabilt til tiden er ferdig. Tilfør vekt på hofta om det blir for lett.

6. Slynge-strekk og crunch

- Med slynger: Plasser slyngene mellom knær og hofta. Sett føttene i slyngene. Armene plasseres slik at kroppen er strak og rett. Stå på hender med strake albueledd gjennom hele øvelsen. Stram magen og før beina bakover så langt du klarer uten å få svai i ryggen. Før deretter bein tilbake og før knær til bryst. For å gjøre øvelsen tyngre kan man føre føtter mot brystet og rumpe opp i været.
- Med treningsball: Plasser leggene på ballen. Armene plasseres slik at kroppen er strak og rett. Stå på hender med strake albueledd gjennom hele øvelsen. Stram magen og før bein bakover så langt du klarer uten å få svai i ryggen. Før bein tilbake. Før rumpa opp i været og føtter så nærme brystet som mulig

