

KIF350 1 Bacheloroppgave

Kandidat 28

Oppgaver	Oppgavetype	Vurdering	Status
i Informasjon	Dokument	Automatisk poengsum	Lever
1 Opplasting av bacheloroppgave	Filoplasting	Manuell poengsum	Lever
2 Opplasting av samtykkeskjema	Filoplasting	Manuell poengsum	Lever

KIF350 1 Bacheloroppgave

Emnekode	KIF350	PDF opprettet	01.09.2016 12:21
Vurderingsform	KIF350	Opprettet av	Hilde Lyster
Starttidspunkt:	11.05.2016 08:45	Antall sider	29
Sluttidspunkt:	26.05.2016 13:45	Oppgaver inkludert	Ja
Sensurfrist	Ikke satt	Skriv ut automatisk rettede	Ja

Seksjon 1



Informasjon

Eksamensinformasjon:

[Eksamensinformasjon for innlevering](#)

Forside:

[Framsidedmal Bachelor-mal med Nord logo](#)

Samtykkeskjema:

[Samtykke til Nord universitets' bruk av prosjekt, kandidat bachelor og masteroppgaver](#)

Opplasting av bacheloroppgave

Opplasting bacheloroppgave

Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.

BESVARELSE

Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5913875_5224938
Filtype	pdf
Filstørrelse	746.207 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:29:11



Neste side
Besvarelse
vedlagt

BACHELOROPPGAVE

Emnekode: KIF350

Navn: Merete Myrseth

Maksimal styrke sin effekt på evnen til å stige i motbakke hos langrennsløpere.

Contribution of the maximal strength to uphill double-poling performance in elite level cross-country skiers

Dato: 26.05.16

Totalt antall sider: 21

Maksimal styrke sin effekt på evnen til å stake i motbakke hos langrennsløpere

MERETE MYRSETH

Nord Universitet Idrettsutdanningen i Meråker N-7530 Meråker Norge

SAMMENDRAG

Hensikt: Denne undersøkelsen vil finne ut om maksimal styrke er en begrensning for å stake i motbakke (10 km/t) ved helningsgrad 10% og brattere hos mannlige langrennsløpere med FIS-poeng mellom 7-140. **Metode:** 10 godt trente mannlige langrennsløpere i alderen 20-28 år deltok frivillig i undersøkelsen. Det ble gjennomført to tester med 20 min mellomrom, som ble utført i mai 2016. Det ble målt 1 RM i styrkeøvelsene Chins, Dips, Situps, Knebøy og Benkpress, i styrkerommet ved Meråker vgs. Staketesten ble utført på rulleskimølle på testlaben ved Meråker vgs., ved en konstant fart ($v=10$ km/t), og startet på 10 % stigning. Stigningen økte med 1% hvert min. Det ble målt puls og O_2 for hver helningsgrad. Laktat ble målt direkte etter test. **Resultat:** Det var ikke noen korrelasjon (A Chins $r=0,405$, B Dips $r=0,142$, C Situps $r=0,524$, D knebøy $r=0,082$, og E Benkpress $r=0,046$) mellom hvor sterk FP var og hvor lenge og bratt FP klarte å stake på staketesten. Høye målinger av O_2 , puls og laktat viser at FP's aerobe og anaerobe kapasitet blir en begrensning. **Konklusjon:** Maksimal styrke er ikke en avgjørende faktor for å evnen til å stake i motbakke. Begrensningene for å stake i motbakke ligger i aerob og anaerob kapasitet, samt teknikk.

Nøkkelord: Langrenn, Staking i motbakke, Maksimal styrke

TEORI KAPITTEL

Introduksjon

I klassisk langrenn er staking i stadig utvikling, noe som har fått større betydning for resultatet enn tidligere (Torvik, 2015). Dette har ført til større fokus på overkroppsarbeid i langrenn (Sandbakk & Tønnesen, 2012). Eliteløpere har tradisjonelt sett vært preget av en høy

aerob utholdenhet (Rusko, 1987; Holmberg et al., 2007; Holmberg 2015), men siden århundreskiftet har det i tillegg blitt lagt mer vekt på styrke og kraft. Dette har sammen med andre forhold som bedre løypepreparering, skismøring, kortere runder og lettere løyper, resultert i høyere konkurransehastighet og forbedring av teknikken i stor fart (Stöggli & Müller,

2009). Introduksjonen av sprint og fellesstart i langrenn har økt viktigheten av muskelstyrke og evnene til utførelse av effektiv teknikk (Stöggl et al., 2007). Konsekvensen er at maks styrketrening har fått økt oppmerksomhet hos trenere og forskere (Stöggl et al 2007). Forskning har også aktualisert staking som en fremtidig prediktor for prestasjon i langrenn, for eksempel fant Losnegard et al., (2011) høye ($r \geq 0,7$) til nesten perfekte ($r \geq 0,9$) korrelasjoner mellom styrke og prestasjon i staking (varighet 10 sek- 5 min). Forklaringsmodellen i studien til Losnegard var overkroppens evne til maksimal styrke og effektoverføring til underlaget på rulleski.

Staking motbakke

Staking brukes i hovedsak i flatt terreng der farten er høy (Nymoen et al., 2010; Pellegrini, 2013), men Torvik (2015) hevder at staking blir benyttet også i motbakke. Indikatorer på dette er at flere verdenscuprenn er vunnet ved kun staking (Alex Poltaraninen under Tour de Ski i 2014, Martin Sundby under 15 km i NM 1016) samt at dette er vanlig i sprintkonkurranser i klassisk. Alle Skiclassic langløp i sesongen 2014/15 og 2015/16 ble vunnet med blanke ski (Jørgen Aukland i Vasaloppet 2013, John Kristian

Dahl i Vasaloppet 2014/16, Petter Eliassen i Vasaloppet 2015, Petter Eliassen i Birkebeinerrennet 2015 og John Kristian Dahl i Birkebeinerrennet i 2016). Grunnen til at det stakes mer enn før er at konkurransehastigheten er blitt betydelig større enn tidligere på grunn av forbedring av løyper, utstyr og teknikk (Sandbakk & Tønnesen, 2012). Torvik (2015) antar at staking er i ferd med å utkonkurrere diagonalgang. Diagonalgang blir vanskeligere jo brattere bakken blir, mens staking ser ut til å bare bli mer effektivt (Torvik, 2015). Dette forklarer Torvik (2015) ved at i bratte bakker blir angrepsvinkelen for kraften i staven mer langs bakken, og mindre av kraften virker rett opp. Siden normalkrafta alltid virker vinkelrett ned mot underlaget og gravitasjonskrafta virker inn mot jordas indre (Whired, 2007), vil det bli vanskeligere å få festet skia mot underlaget jo brattere bakken blir (Torvik, 2015). Noen få glipptak er nok til å tape sekunder. Stavene derimot glipper ikke (Torvik, 2015). Det er kraftoverføringen gjennom stavene som står for fremdriften i staking (Lindinger et al., 2009). Ved optimalt feste har diagonalgang en gunstig energikostnad (Torvik, 2015). Det skaper jevn konstant hastighet og god fremdrift i alle teknikkens faser. I staking trengs det tid til reposisjonering etter et stavtak. Armene og kroppen må fram igjen, og da taper man

hastighet (Torvik, 2015). Moderne staketeknikk har redusert reposisjoneringstiden (Torvik, 2015). Aktivt bruk av overkroppen, avslutter stavtaket ved hofta, holder vinkel i albueleddet i avslutning av stavtaket, unngår å ende bakpå og gå for dypt med overkroppen, holde lav leggvinkel gjennom hele syklusen slik at utøveren går direkte frem i neste stavtak, er viktige faktorer for ny staketeknikk (Holmberg et al., 2005; Holmberg et al., 2006). Men på den andre siden viser det seg at ved å øke brattheten på motbakken fra 2,1 % til 5,1 % øker kraftbehovet med 50-60% (Millet et al., 1998). Millet et al., (1998) fant også ut at ved økende helningsgrad på motbakke ble tiden til reposisjonering kortere og frekvensen økte. Stöggl et al., (2011) konkluderte med at den tekniske moderniseringen har vist seg å være bedre enn den konvensjonelle skiteknikken for å oppnå høyere fart, og kjennetegnes av større kraft i armer og bein, kortere bakkekontakt med lenger utvinning, og en lengere sykluslengde enn den tradisjonelle skiteknikken. Studier har vist at tiden som en har til rådighet for å skape kraft i stavtaket/frasparket er mellom 0,18-0,26 sek (Nilsson, et al., 2004, Lindinger et al., 2009b; Stöggl & Müller, 2009). Derfor anbefaler Stöggl & Müller (2009) å forbedre spesifikt maksimal og eksplosiv styrke for øke kraftimpulsen i stavtaket.

Styrke

Kravet til styrke er blitt større enn det var tidligere på grunn av en gjennomsnittlig høyere konkurransehastighet (Sandbakk & Holmberg, 2014). Flere har antydnet at langrensløperens styrkekapasitet, det vil si eksplosiv og maksimal styrke, er en viktig prestasjonsbestemmende faktor (Ng et al., 1988; Hoff et al., 1999; Nilsson et al., 2004a; Mikkola et al., 2007). Ng et al., (1988), analyserte forholdet mellom generell styrke og langrennsprestasjon, og kom fram til at overkroppsstyrken var relatert til prestasjonen i en 10 km klassisk distanse. Likevel har noen studier kommet fram til at styrketrening ikke har noen effekt på prestasjon (Rønnestad et al., 2012; Skattebo, 2014). Artiklene til Rønnestad og Skattebo må vurderes i lys av at dette var henholdsvis kombinertløpere (Rønnestad et al., 2012) og jenter i en veldig belastet treningsperiode (Skattebo et al., 2014). Flere studier (Hickson et al., 1988; Hoff et al., 1999, 2002; Bishop et al., 1999; Bell et al., 2000; og Millet et al., 2002) viste hvordan utholdenhetstrening kunne påvirke effekten av styrketrening negativt. Andre studier viser at styrketrening har en viss effekt (Østeras et al., 2002; Mikkola et al., 2007; Losnegard et al., 2011). Losnegard et al., (2011) undersøkte kombinasjonen

mellom utholdenhetstrening og styrketrening, og kom fram til at styrketrening påvirket prestasjonen positivt i staking og skøyting på rulleski. VO_{2maks} ble forbedret i både staking og skøyting selv ved hard styrketrening. Rønnestad et al., 2012 viste at styrketrening ikke hadde noen effekt på en 7,5 km lang skøytedistanse hos kombinertløpere. Østeras et al., (2002), samt Hoff (1999), fant ut at tid til utmattelse økte ved styrketrening, men studier som innbefatter tid til utmattelse er kritisert metodisk da motivasjon spiller en stor rolle. I studiet til Mikkola et al., (2007) viste det seg at styrketrening forbedret tiden på en 30 m staketest, og reduserte O_2 -kostnaden i staking. Merkelig nok ble tiden på 2 km staketest ikke forbedret, men dette kan forklares av den store variansen innad i gruppa.

Teknikk

Ettersom hastigheten har økt har det blitt beskrevet en ny klassisk staketeknikk (Holmberg et al., 2005; Holmberg et al., 2006). Holmberg et al., (2005) fant ut at ved 85% av maksimal hastighet i staking, var det naturlig nok stor aktivering av overkroppsmuskulatur og store vinkelendringer i overkroppen. Det ble også funnet stor aktivering i underkroppsmuskulatur, store

vinkelendringer i kne- og hoftledd, og høye plantarkrefter gjennom føttene (Holmberg et al., 2005). Bojsen-Møller et al., (2010) fant ut at underkroppsmuskulatur ble aktivert i økende grad ved økende belastning, men at overkroppsmuskulaturen bidro desidert mest til kraftproduksjon i staking. I et stavtak er det muskler rundt albueleddet, skuldre, buk, og hofteflexorer som er mest aktive (Bojsen-Møller et al., 2010). I følge Stöggl & Holmberg (2016) er stavkraften 18% mer effektiv for fremdrift i staking motbakke enn ved staking i slakt terreng. I motbakkestaking er det spissere vinkel i albueledd, kne- og ankelledd, mindre fleksjon i skuldervinkel, og en høyere posisjon av brystkasse og hofte, enn ved staking i slakt terreng (Stöggl & Holmberg, 2016).

I staking er blodgjennomstrømmingen til beina dårligere enn ved diagonal (Calbet et al., 2004). For å oppnå en god blodgjennomstrømning er det viktig med dynamiske bevegelser slik at muskulaturen får avlastning (Rusko, 2003). En effektiv teknikk er en av de viktigste faktorene i langrenn (Nymoene et al., 2010). I staking er det viktig med et naturlig fall i kroppen. Stavisetet må komme i gang da utøveren er i høyeste posisjon (Nymoene et al., 2010). Aktivt buktrykk gjennom hele

stavgang-syklusen gjør at trykket blir størst mulig og kan skape mer kraft. Aktiv søk fram med stavene bidrar til en god armpendel som er med på å holde frekvensen oppe (Rusko, 2003). Sandbakk (2011) sier at det som skiller de beste fra de nest beste, er timing. De beste klarer å sette inn "riktig" kraft til "rett" tid (Sandbakk, 2011). I tidligere analyser som har testet staking spesifikt, er det blitt demonstrert at kraftparametere, som toppkraft i stavgang, rate of force development (RFD), og time to peak force (TPF), under stavgang, er relatert til arbeidsøkonomi, maksfart, og gjennomsnittsfart under 10 km distanse (Holmberg, 2005; Holmberg et al., 2005). Stöggl et al., (2011) reiste spørsmål om hvor stor betydning styrke og evnen til å generere kraft raskt hadde å si, og fant ut at forholdet mellom styrke og maksfart var avhengig av teknikk.

Utholdenhet

Langrenn er en typisk utholdenhetsidrett. Aerob kapasitet er en avgjørende fysisk faktor for prestasjon (Frøyd et al., 2005). Fysiologiske faktorer som regnes som begrensninger i langrenn er maksimalt oksygenopptak ($\dot{V}O_{2maks}$), utnyttelsesgrad av $\dot{V}O_{2maks}$, arbeidsøkonomi og anaerob kapasitet (Rusko, 2003). Sandbakk & Tønnesen (2012) hevder at 75% av

energien frigjøres ved hjelp av aerobe energiprosesser i konkurranse. $\dot{V}O_{2maks}$ varierer i forhold til ulik bruk av teknikk (Rusko, 2003). Langrennsløpere kan måle forskjellig $\dot{V}O_2$ -verdier i staking kontra andre teknikker, og $\dot{V}O_{2maks}$ kan utvikles spesifikt (Sandbakk & Tønnesen, 2012). Elitelangrennsløpere kan oppnå mer enn 90% av sin $\dot{V}O_{2maks}$ i staking (Sandbakk & Tønnesen, 2012). Overkroppen har bedre evne til anaerob metabolisme enn beina (Åstrand et al., 2003). Det er fordi fordelingen av muskelfibertyper er forskjellig i bein og overkropp. Det er større andel av muskelfibertype 2 i overkroppen enn i beina (Terzis et al., 2005). Calbet et al., (2004) viste at O_2 -leveransen i staking var lik til overkropp og bein. Smith et al., (1996) hevder at triceps brachii er en viktig bidragsyter for å skape stor kraftutvikling i staking. Hos langrennsløpere er det muskelfibre type IIA som dominerer i muskelen triceps brachii (Mygind, 1995). Åstrand et al., (2003) viser at muskelfibertype 1 gir bedre betingelser for aerob energiomsetning enn muskelfibertype 2.

Flere forskere har studert den fysiologiske responsen på forskjellige bevegelsesformer (Bilodeau et al., 1991; Larson, 2006). Det er også blitt gjort flere studier som har sett på sammenhengen mellom styrketrening

og fysiologisk effekt i staking (Mikkola et al., 2007; Losnegard et al., 2011) og padling (Losnegard et al., 2011, Rønnestad et al., 2012). En rekke forskere har undersøkt en fysiologisk effekt av forskjellig helningsvinkel i motbakke i skøyting (Boulay et al., 1994; Hoffman et al., 1998; Millet et al., 1998; Kvamme et al., 2004), men det er gjort lite forskning på sammenhengen mellom styrke og staking motbakke. Det vil derfor være interessant å finne ut om utøverens maksimale styrke er en avgjørende faktor for evnen å stake i motbakke.

PROBLEMSTILLING:

Er langrennsløperens maksimale styrke en avgjørende faktor til evnen å stake i motbakke?

METODE

Eksperiment design

Denne studien ble gjennomført i to deler med en maksimal styrke test av spesifikk langrenns muskulatur som ble korrelert med en prestasjonstest i staking, i motbakke på rulleskimølle. I denne studien deltok 10 frivillig mannlige forsøkspersoner. Testen ble gjennomført i etterkant av sesong. Forsøkspersonene var

godt trent med FIS-poeng mellom 6-140 (internasjonalt rankingliste oppdatert 27.04.16).

Forsøkspersoner (FP)

FP i denne undersøkelsen var 10 godt trente mannlige langrennsløpere i en alder av 23 år $\pm 2,3$ med en spredning på 20-28 år. FP hadde gjennomsnittlig FIS poeng på $86 \pm 36,4$ SD og en spredning i FIS-poeng 6,92-139,19. Utøverne var i gjennomsnitt 186 cm $\pm 2,6$ SD, veide 79,7 kg $\pm 6,5$ SD, hadde en maksimal HF på 196/min $\pm 7,1$ SD, og et oksygenopptak på $74,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 3,3$ SD. Alle FP var kjent med å stake i motbakke på 3D rulleskimølle. FP som ble brukt hadde vært med på tilsvarende tester før.

Antall FP (n)	10	
	m	\pm SD
Alder (år)	23	$\pm 2,3$
Vekt (kg)	79,7	$\pm 6,5$
Høyde (cm)	186	$\pm 2,6$
$\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	73,6	$\pm 4,1$
FIS-poeng (distanse)	86	$\pm 36,4$

Tabell 1: Viser de demografiske variablene for FP, antall alder (år), vekt (kg), høyde (cm), $O_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) og FIS-poeng i distanse hos FP. Verdier er oppgitt som gjennomsnitt (m) og standardavvik (SD).

Alle FP ble skriftlig informert om forsknings design i god tid før forsøket. Alle ble muntlig intervjuet samme dag som forsøket gikk for å forsikre seg om at FP var motivert, godt ernært og friske før start. FP ble instruert om at de måtte forberede seg som om de skulle ha en hardøkt eller konkurrere. Alle FP gav sitt samtykke til deltagelse og bekreftet at de var kjent med at forsøket kunne medføre ubehag og utmattelse. De fikk informasjon om at de kunne avbryte deltagelsen når de selv måtte ønske uten at dette måtte begrunnes, noe som er i henhold til Helsinki deklarasjon (2008) som omhandler vitenskapelige forsøk med mennesker som subjekter. Forsøket ble godkjent av veileder ved Nord Universitet.

Utstyr og instrumenter som blir brukt

Første test ble utført i styrkerommet ved Meråker vgs. FP sin maksstyrke ble målt i 4 spesifikke styrkeøvelser og 1 generell styrkeøvelse. Styrkeøvelsene som ble brukt er chins, dips, situps og knebøy, med apparater (se prosedyre illustrasjons forklaring med bilde). Benkpress ble brukt for å måle generell styrke. Det ble brukt vekter for å måle 1RM. Andre test ble utført i testlaben på Meråker VGS, på en 3D-mølleRodby RL 3500 E (Sverige). FP benyttet rulleski fra Swenor (Norge) med rullemotstand 2, og bindingssystem NNN

(Norge) eller SNS (Frankrike). Det ble brukt FP's egne skisko. Alle FP brukte skistaver CT1 fra Swix (Norge), der stavlengden var lik klassiskstavene til FP. Skistavene har pigger (1 x 1,5 cm stålbørster) som er spesiallagd for rulleskimølle, som hindrer at stavene glipper samt at rulleskimølla blir ødelagt. For å måle $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ble det brukt en oksygenopptaksmåler, Jager, Oxycon pro (modell Tyskland). Laktatmålingene ble gjort med en laktatmåler av typen lactate pro (Tyskland). Puls klokke Polar RS 800 CX med pulsbelte Polar Wearlink (Finland) ble brukt for å måle hjertefrekvens. Data ble samlet inn og organisert i Excel (2010, Microsoft Corporation, California).

Prosedyre

Eksperimentet ble designet slik at halvparten av FP gjennomførte maksimalstyrketesten først, og deretter staketesten med 20 min aktiv pause i mellom. Andre halvpart av FP gjennomførte testingen i motsatt rekkefølge. Dette fordi resultatet ikke skulle bli påvirket av hverandre. Det ble gjennomført en standard oppvarming bestående av 15 min løp på mølle ved 60-75 % av maksimal hjertefrekvens. FP gjennomførte følgende 5 spesifikke styrkeøvelser;

Illustrasjon 1: Viser styrkeøvelsen Chins med vekter festet i belte rundt livet.



Øvelsen utføres ved at FP henger med strake armer og løfter seg opp med haka over stanga (diameter på 20mm).

Øvelsen blir gjort kontrollert uten kipp. Kontrollør stoppet eventuell pendling før testen ble satt i gang. Vekteskiver blir tauet fast i belte rundt livet. Vektskivene pluss kroppsvekten ble registrert som belastning.

Illustrasjon 2: Viser styrkeøvelsen Dips med vekter festet i belte rundt livet.



Øvelsen utføres ved at FP holder seg oppe i luften med strake armer og senker seg ned til 90 grader i albueleddet for så å løfte seg

opp igjen. Vekteskiver blir tauet fast i belte rundt livet. Apparatet er ved navn gym80 og kommer fra Tyskland. Vekteskiver pluss kroppsvekten ble registrert som belastning.

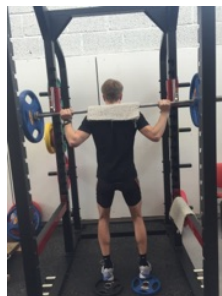
Illustrasjon 3: Viser styrkeøvelsen Situps med vekt bak nakken.



Øvelsen utføres ved at FP ligger på rygg med føttene oppå en benk slik at det er 90 grader i kneleddet. Rumpa skal inntil benken og leggene

skal ligge på benken under hele syklusen. Øvelsen godkjennes av kontrollør når albueene berører knærne. FP holder manual bak nakken. Vekten på manualen pluss halvert kroppsvekt blir registrert som belastning.

Illustrasjon 4: Viser styrkeøvelsen Knebøy med vekter oppå nakken.



Øvelsen utføres ved at FP har vekta liggende på nakke og skuldre, og står med hælne på to 2,5kg vekter for å få vinkel i ankelleddet som

gjør øvelsen mer skånsom mot ryggen. Utøveren senker seg ned til 90 grader i kneleddet og løfter seg deretter opp igjen. To kontrollører står på hver side av vektstanga for å sikre. Vektstangen er fra Casall Sweeden og veier 20 kg. Vektstang

pluss vektskiver blir registrert som belastning.

Illustrasjon 4: Viser styrkeøvelsen Benkpress med vektstang og vekter holdende over seg.



Øvelsen utføres ved at FP holder vektstanga med strake armer og senker den til den berører brystkassa. Deretter løftes stanga opp igjen. Kontrollører sikrer på hver side av vektstangen. FP ligger på en benk på 30 cm høyde. Vektstanga er fra Casall Sweeden og veier 20 kg. Vektstang samt vektskiver blir registrert som belastning.

Staketesten ble utført på rulleskismølla i testlaben på Meråker vgs. 20 min etter styrketesten. Tiden ble brukt til aktiv rolig restitusjon samt at FP fikk stake 5 min på rullerki i slak motbakke ved 7% helningsgrad før ”teststart”. Testen startet ved en helningsgrad på 10% og økte med

1% stigning per 1 min. FP benyttet kun staking. Farta var tilnærmet konkurransehastighet, og stabil på 10 km/t. Testen avsluttet da FP ikke klarte å holde seg foran et markert punkt på mølla (mellom 14-16% stigning). Det ble målt O_2 under hele testen. Puls ble registrert hvert minutt (hver økning av helningsgrad) samt slutt puls ved maksimal utmattelse. Laktat ble målt direkte etter FP ikke greide mer.

Statistikk

Data ble samlet inn og organisert i Excel (2010, Microsoft Corporation, versjon 14.5.6, California). Data er fremstilt som gjennomsnitt \pm (m) og standard avvik \pm (SD). Data ble behandlet med vanlige statistiske metoder og kontrollert for normalitet. En Persons produk korrelasjons test ble kjørt på data for å fastsette om det var statistiske sammenhenger i data mellom maks styrke og stakeprestasjon. Korrelasjoner over $r \geq 0,70$ ble definert som at data var statistisk signifikant ved $p \leq 0,05$ (Calkins, 2005). Resultatene ble så videre analysert og diskutert i diskusjonskapitlet.

RESULTAT

Resultatene i denne artikkelen beskriver forholdet mellom langrennsløperens styrke og evne til å stake i motbakke. Data i figur 1 er ikke statistisk signifikant ($P>0,5$) og viser ingen sammenheng mellom styrke og evne til å stake i motbakke (A Chins $r=0,405$, B Dips $r=0,142$, C Situps $r=0,524$, D knebøy $r=0,082$, og E Benkpress $r=0,046$).

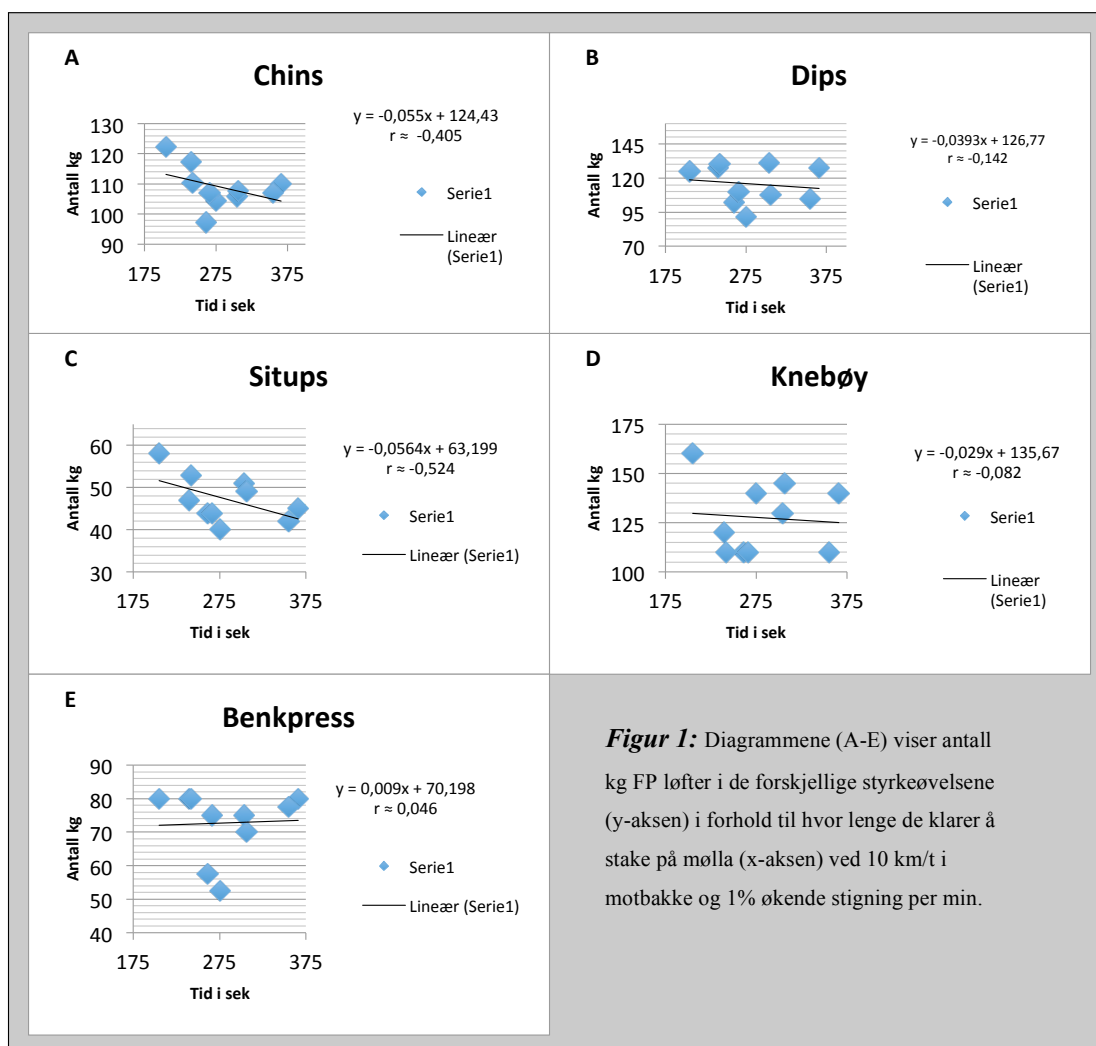
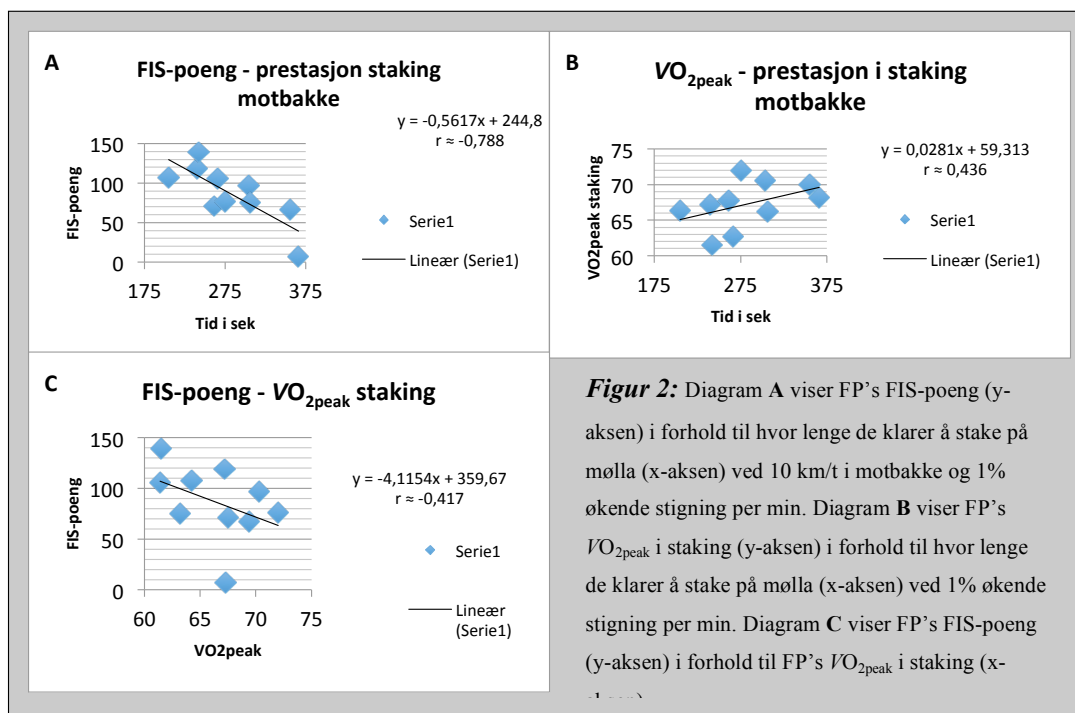


Diagram B og D viser ingen korrelasjon ($r=-0,142$ og $r=-0,082$) mellom hvor sterk FP er i styrkeøvelsene Dips og Knebøy, og hvor lenge de klarer å stake i motbakke ved 1% økende helningsgrad per min, og en konstant fart på 10 km/t. I diagram A, styrkeøvelsen Chins, viser data en negativ korrelasjon ($r=-0,405$) mellom styrken i denne øvelsen og hvor lenge FP staker på staketesten. Diagram C viser også en negativ korrelasjon ($r=-0,524$) mellom antall kilo FP løfter i styrkeøvelsen Situps, og prestasjon på staketesten. Ingen av disse diagrammene viser en statistisk signifikant forskjell.

Den generelle styrken til FP ble analysert og sammenlignet med prestasjon på staketesten (diagram E). Vekten som FP løftet i denne styrkeøvelsen ble vurdert som FP's generelle styrkenivå da dette var en øvelse skiløpere ikke trente regelmessig. Det var ikke noe korrelasjon ($r=0,046$) mellom den generelle styrken og evnen til å stake i motbakke.



Resultatene i figur 2 viser sammenhengen mellom FP's FIS-poeng, VO_{2peak} i staking, og hvor lenge FP klarer å stake på rullskimølla ved 10 km/t i motbakke ved 1% økende stigning per

min. I diagram A viser data en høy korrelasjon ($r=-0,788$) mellom FP's FIS-poeng og prestasjon på staketesten. Denne korrelasjonen var også statistisk signifikant ($P<0,05$). Jo lavere FIS-poeng, jo lengre klarer FP å stake på rulleskimølla ved 10 km/t i motbakke ved 1% økende stigning per min. I snitt så staker en FP med 40 FIS-poeng, gjennomsnittlig 160 sek (2 min og 40 sek) lengere og klarer å stake på 2% brattere stigning på staketesten, enn en FP med 130 FIS-poeng på denne staketesten. Sammenligner man FP's FIS-poeng opp i mot styrken til FP, får man ingen korrelasjon.

I diagram B viser data korrelasjon ($r=0,436$) men ingen signifikant forskjell ($P>0,05$) mellom FP's $\dot{V}O_{2peak}$ i staking og prestasjon på staketesten. Likevel kan man lese ut i fra data at hvis FP øker sin $\dot{V}O_{2peak}$ i staking i motbakke med $5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, så staker FP i gjennomsnitt 160 sek (2 min og 40 sek) lengere på staketesten og 2% brattere i stigning.

I diagram C viser data negativ korrelasjon ($r=-0,417$) mellom FP's FIS-poeng og $\dot{V}O_{2peak}$ i staking. Lave FIS-poeng hos FP samsvarer med hvor høy $\dot{V}O_{2peak}$ FP har i staking. Ved en differanse på 45 FIS-poeng hos FP, så skiller det i gjennomsnitt ca. 10 i $\dot{V}O_{2peak}$ staking hos FP. Men det er heller ikke her noen signifikant forskjell ($P>0,05$).

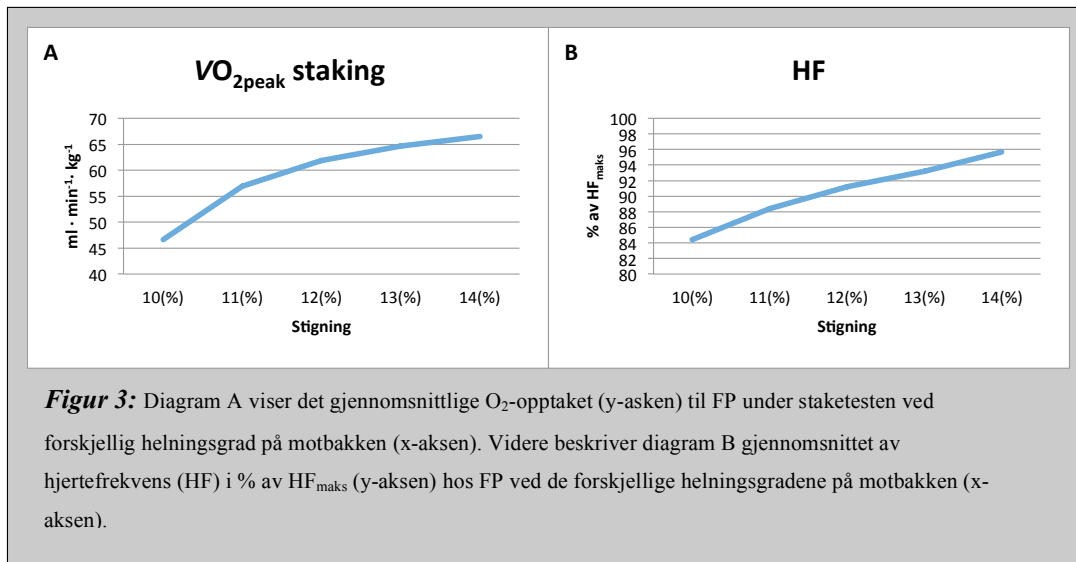


Diagram A i figur 3 forteller at FP målte i gjennomsnitt $46,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ved 10% stigning. Noe som tilsvarer 63,2% av FP's $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ (målt i løping). Ved 14% stigning økes gjennomsnittet av O_2 -målingene til $66,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Det er en differanse på $20,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Da er FP oppe i 89,3% av sin $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. Ved stigning på 10% til 11% motbakke har oksygenopptaket den bratteste kurven. Da stiger O_2 -opptaket mest, fra $46,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ til $56,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, som er en skilnad på $10,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Ved stigning på 11% til 12% motbakke stiger O_2 -opptaket med ca. $5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Mellom 12% til 13% er det en skilnad på $2,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, og mellom 13% til 14% skiller det $1,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Ut i fra diagrammet så flater oksygenopptaket ut ved 14% stigning.

Diagram B beskriver gjennomsnittlig HF i % av HF_{maks} hos FP ved økende stigning på motbakken. Ved 10% helningsgrad på motbakken ligger FP på ca. 84% av maksipuls. Grafen er relativt lineær og stiger jevnt med belastning (stigning i %). Ved 11% motbakke har pulsen steget med 4%. Ved 12% motbakke jobber FP på 91% av sin maksimale puls, noe som tilsvarer en ny økning på 3%. Ved 13% helningsgrad har HF økt med ytterligere 2%, og nye 2% ved 14% motbakke. Til sammen så øker HF med ca. 11 % ved 10% til 14% stigning på motbakken. Ved en helningsgrad på 14% jobber FP i gjennomsnitt på 96% av sin HF_{maks} .

Laktat hos FP ble målt direkte etter staketesten. FP hadde en gjennomsnittlig laktatverdi på 12,3 mmol med et standardavvik på $\pm 2,9$ SD. Det var en variasjon mellom 7,8 mmol og 16,4 mmol. Dette tilsier at FP jobbet ved stor belastning med anaerob energiomsetning. Det var ingen sammenheng mellom hvor langt de staket og laktatverdier hos FP.

Kriterier for at maksimalt oksygenopptak er nådd vil i de fleste laboratorier være at R verdien er over 1,10, utflating av oksygenopptaket tross økende belastning, hjerterefrekvens nær maksipuls og laktatverdier over 8 mmol. Derfor kan man fastslå at ved 14% stigning har FP i gjennomsnitt nådd sin $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ i staking (se figur 3A og 3B). Disse endringene av fysiologiske forhold er i samsvar med vanlig økninger under en maksimal oksygenopptakstest i løping i motbakke på 3D mølle der belastningen øker med 1 km/t (Åstrand & Rodahl 2003).

DISKUSJON

Formålet med denne studien var å finne ut om langrennsløperes maksimale styrke var en avgjørende faktor for å stake fort i motbakke ved en helningsgrad på 10% og brattere.

Mitt viktigste funn var at det ikke var noen sammenheng mellom hvor sterke FP var på utvalgte spesifikke styrkeøvelser og hvor langt FP staket på staketesten i motbakke. Alle spesifikke øvelsene hadde en negativ korrelasjon med prestasjon på staketesten. Øvelsen Benkpress, som ble betegnet som generell styrke, var den eneste øvelsen som fikk en graf som pekte i positiv retning. Selv om denne korrelegerte positivt var det såpass lite at det ikke har noen betydning. To av de spesifikke styrkeøvelsene, Dips og Knebøy, hadde så liten korrelasjon (i negativ retning) at det også her var ubetydelig. De to siste spesifikke styrkeøvelsene Chins og Situps, korrelegerte heller ikke med prestasjon på staketesten ($r=-0,405$) og ($r=-0,524$). Årsaken til at det ikke var noen sammenheng mellom styrken til FP og hvor langt FP staket på staketesten er at det stilles større krav til aerob utholdenhet i staking motbakke enn kravet til styrke. Forklaringsmodellen kan være muskelfibertype-rekrutteringsmønsteret

(Wirhed, 2007; Åstrand et al., 2003). Ved økende belastning og hastighet rekrutteres først muskelfiber type 1, så muskelfibertype 2a og til slutt fibertype 2 b. Testen var utformet slik at FP staket på en konstant hastighet som en kan forvente var vanlig fart i motbakke og varte i mellom 3,5-6 minutter. Utøverne gikk i gjennomsnitt i 4 min og 42 sek, noe som tilsvarer nesten 2 min lenger enn for eksempel en gjennomsnittlig sprintkonkurranse. En langrennsprestasjon begrenses av aerob utholdenhet (Rusko 1987; Åstrand et al., 2003; Holmberg et al., 2007; Sandbakk & Tønnesen, 2012), anaerob utholdenhet (Rusko 1987; Åstrand et al., 2003), og teknikk (Stöggl et al., 2007). Det at hellingsvinkelen økte med 1% per minutt var ventet å utfordre utøverens styrkeaspekt ved en eller annen helningsvinkel. Fiskebein starter utøveren å gå ved en plass mellom 15-18 % motbakke avhengig av føreforhold. Derfor kan det se ut som at slik denne spesifikke testen er utformet ble ikke styrkeaspektet, målt i 1 RM, utfordret. Styrketesten ble gjort som en 1RM test og derfor sannsynligvis rekrutterte fibertype 2b direkte. Hvis muskelfibertype 2b skulle bli rekruttert på staketesten, så måtte det være først mot slutten da allerede utmattelse var i ferd med å inntreffe. Dette er i henhold til fibertyperekrutteringsmodellen (Wirhed, 2007; Åstrand et al., 2003). Aerob

kapasitet en av de viktigste faktorene for å prestere i langrenn (Sandbakk & Tønnesen, 2012). Dette kan også se ut til å gjelde for motbakkestaking. Dette kan bekreftes fra undersøkelsen min ettersom målingene som ble gjort underveis i staketesten sier noe om FP's aerobe kapasitet. De høyeste O_2 -verdiene til FP ble målt til $66,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, som tilsvarer nesten 90 % av FP's $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ i løping. Dette er en så høy verdi som eliteløpere kan forvente å nå i staking (Sandbakk & Tønnesen, 2012).

Oksygenopptak på 90-99% av $\dot{V}O_{2\text{max}}$ i overkroppsarbeid er vist hos godt trente utholdenhetsutøvere i langrenn (Saltin, 1997; Wissløff & Helgerud, 1998; Rusko 2003 og også roing (Strømme et al., 1977), av flere forskere tidligere. I tillegg kom FP høyt opp i puls ved staking i denne undersøkelsen. Ved motbakke på 14% og ved en fart på 10 km/t, staket FP i gjennomsnitt på 96% av HF_{maks} . Dette viser at utøvernes aerobe kapasitet kan ha blitt en begrensning for hvor bratt og lenge FP greide å stake. Det er også veldig sannsynlig at den anaerobe utholdenheten også hadde en viktig betydning for prestasjon. FP hadde laktatverdier mellom 7,8 og 16,4, som tilsier at FP jobbet med stor anaerob energiomsetning.

Overkroppen har mer muskelfibertype 2 enn beina (Terzis et al., 2005), noe som kan ha bidratt til de høye laktatverdiene. Fibertype 2b vet vi fungerer best som en

startmotorfunksjon, og har ATP og CP til ca. 10-15 sek maksimalt arbeid, som i en spurt eller et rykk. FP kan sannsynligvis ha tømt sine energilagere ved endring av helningsvinkel og tømt CP/ATP lagrene. Oppbygging av disse energilagrene igjen avhenger av at FP setter ned farten til 60-75% av HF_{maks} (Åstrand et al., 2003). Derfor understøtter laktatverdiene i denne undersøkelsen at belastningen er for liten til å utfordre energisystemet CP/ATP som ble brukt og kraftbruken ved 1RM testen.

En annen forklaringsmodell kan være at FP er sterke nok. De senere årene har overkroppsarbeid fått et større fokus (Sandbakk & Tønnesen, 2012), og kravet til styrke er blitt større (Sandbakk & Holmberg, 2014). Noe som kan bety at FP har tatt ut denne reserven og at FP allerede er så sterk som det kreves. Når FP har nådd et styrkenivå som kreves, vil prestasjon på staketesten begrenses i større grad av aerob kapasitet. Hadde man kjørt en test med brattere helningsvinkel, for eksempel fra 13% og oppover, så hadde kanskje resultatet blitt annerledes. Et problem da ville vært at testen ikke ville blitt nok spesifikk i forhold til langrenns egenart. I et skirenn varierer terrenget svært mye, både slake og bratte motbakker. Man starter aldri rett inn i en bratt motbakke. Som regel er det en gradvis overgang fra

slake til bratte motbakker, og ofte har man god fart inn i bakken. Derfor er denne undersøkelsen relevant i forhold til dagens langrenn. Det kunne også muligens blitt et annerledes resultat hvis FP hadde vært svakere, eventuelt testet kun jenter. Det kunne vært interessant og sett om maksimal styrke korrelerer bedre med denne staketesten hos jenter enn hos gutter.

En tredje forklaring på at det ikke var noen korrelasjon mellom FP's maksimale styrke og prestasjon på staketesten kan være at staketeknikken hos FP var en større begrensning enn FP's styrke. God teknisk staking gjør at kraftbruken kan reduseres (Rusko, 2003; Stöggl 2011). De som kom lengst av FP på staketesten hadde kanskje en mer effektiv teknikk enn de som kom kortest. Høy frekvens, lav syklus lengde, en høy posisjon på starten av bevegelsen, høy posisjon av hofta, unngå å dra gjennom og bak kroppen med armene, og god bruk av kroppstyngde, bidrar til en bedre staketeknikk (Holmberg et al., 2014, Holmberg et al, 2015). Fordi at blodgjennomstrømningen til beina er dårligere ved staking enn ved diagonal (Calbet et al., 2004) vil det være lettere å stivne i beina for FP. Hvis FP ikke greier å opprettholde en god teknikk med dynamiske bevegelser vil FP hindre en god blodgjennomstrømning (Rusko, 2003).

Blodsirkulasjonen vil bli avklemt og muskulaturen vil stivne raskere. Siden FP var godt trente utøvere med FIS-poeng mellom 6,92-139,19 er det sannsynlig at det var stor forskjell på teknikk. Og at de beste stakerene greide å opprettholde teknikken lengere når de begynte å bli sliten. Det kan også være at en arbeidsøkonomisk teknikk ikke er bearbeidet i like stor grad ved staking i bratt motbakke som ved staking i slak motbakke. I følge Nymoen et al., (2010) kreves det mange tusen timer med trening for å utvikle en hensiktsmessig teknikk. Det er sannsynlighet at FP ikke har trent like mye staking i bratt terreng som i slak terreng. De har nok heller trent mer på å opprettholde en effektiv teknikk i diagonal ved disse helningsgradene.

Et annet funn jeg la merke til var at FIS-poeng korrelerte veldig godt ($r=0,788$) med hvor lenge FP staket på staketesten (se figur 2a). Det vil si at de beste langrensløperne også er best i å stake motbakke. Forskning (Bildou 1996; Stöggl 2006) har vist at staking i motbakke korrelerer godt med prestasjon både i klassisk og skate, sprint og distanse.

Man ville kanskje tro at en lett utøver kunne staket lengre (og brattere) på denne

staketesten enn en tyngre utøver på grunn av lettere kroppsvekt. For å undersøke om dette stemte, ble kroppsvekten hos FP sammenlignet med hvor langt FP klarte å stake. Her var det ingen korrelasjon ($r=0,211$). Dette viser at utøvere med mer muskelmasse heller ikke hadde en ulempe av å være sterk, mens de lette utøverne muligens profiterte på at de var lett og at disse to variablene utlignet hverandres effekter i staking i så bratt motbakke. Bergh & Forsberg (1992) viste at tunge langrennsløpere gikk fortest i alle typer terreng også motbakkene i en konkurranse, unntatt om man testet utøverne i en enkelt motbakke, der lette skiløpere hadde en fordel.

Flere forskere har kommet fram til at langrennsløperens styrkekapasitet er en viktig prestasjonsbestemmende faktor (Ng et al., 1988; Hoff et al., 1999; Nilsson et al., 2004a; Mikkola et al., 2007). Andre sier at styrketrening ikke har noen effekt på prestasjon (Rønnestad et al., 2012; Skattebo, 2014). Denne undersøkelsen viste at styrke ikke hadde betydning for stakeprestasjon i motbakke og er derfor på linje med Rønnestad og Skattebo sine studier. Dette betyr ikke at det ikke lønner seg å være sterk. En sterk muskulatur vil ha bedre forutsetning til å tåle stor treningsbelastning og unngå skader

(Gjerset et al., 2012). Vi har heller ikke informasjon om at FP var sterk nok til belastningen de var utsatt for i denne undersøkelsen. Styrke bedrer også stabiliteten og dermed de tekniske egenskapene.

KONKLUSJON

Resultatet fra denne undersøkelsen viser at det ikke var noen korrelasjon mellom hvor sterk FP var og hvor lenge og bratt FP klarte å stake på staketesten. Konklusjon i denne studien er at evnen til å stake motbakke ikke begrenses av maksimal styrke. Begrensningene for å stake i motbakke ligger i aerob og anaerob kapasitet, samt teknikk. Det kan også vurderes om det finnes en grense for hvor sterk man trenger å være for å stake motbakke.

LITTERATURLISTE

1. Bell GJ., Syrotuik D., Martin TP. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eru J Appl Physiol* 2000: 81(5) 418-427.
2. Bergh U, Forsberg A. Influence of body mass on cross-country ski racing performance. *Med. Sci. Sports Exerc* 1992.
3. Bilodeau B., Roy B., Boulay MR. A Comparison of Three Skating Techniques and the Diagonal Stride on Heart Rate Responses and Speed in Cross-Country Skiing. *Int J Sports Med* 1991: 12: 71-76.
4. Bishop D., Jenkins DG., Mackinnon LT., McEInery M., Carey MF. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sports Exerc* 1999: 31(6): 886-891.
5. Bojsen-Møller, J., Losnegard, T., Kemppainen, J., Viljanen, T., Kalliokoski, K. K., & Hallén, J. Muscle use during double poling evaluated by positron emission tomography. *J Appl Physiol* 2010: 109(6), 1895-1903.
6. Boulay MR., Rundell KW., King DL. Effect of slope variation and skating technique on velocity in cross-country skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1994: 281-287.
7. Calkins, K. G. Back to the table of Contents. 2015.
8. Frøyd C., Madsen Ø., Tønnesen E., Wisnes AR., Aasen S. *UTHOLDENHET – trening som gir resultater*. Oslo: Akilles Forlag, 2005.
9. Gjerset A., Holmstad P., Raastad T., Haugen K., Giske R. *Treningslære*. Oslo: Gyldendal, 2012.
10. Hickson RC., Dvorak AB., Gorostiaga EM., Kurowski TT., Foster C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol* 1988: 2285-2290.
11. Hoff J., Helgerud J., Wisloff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross- country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 1999: 31: 870–877.
12. Hoffman MD., Clifford PS., Snyder AC., O’hagan KP., Mittelstadt SW., Roberts MM., Drummond HA., Gaskill SE. Physiological effects og technique and rolling resistance in uphill roller skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1998: 311-317.
13. Holmberg HC. *Physiology of cross- country skiing: with special emphasis on the role of the upper body*. Stockholm: Holmbergs, 2005

14. Holmberg HC., Lindinger S., Stöggl T., Eitzlmair E., Müller E. Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 807–818.
15. Holmberg HC., Lindinger S., Stöggl T., Bjorklund G., Müller E. Contribution of the legs to double-poling performance in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1853–1860.
16. Holmberg HC., Rosdahl H., Svendenhag J. Lung function, arterial saturation and oxygen uptake in elite cross country skiers: influence of exercise mode. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17: 437– 444.
17. Holmberg HC. The Elite Cross-Country Skier provides unique insights in human exercise physiology. *Scand J Med Sci Sports* 2015; 25 (4): 100-109.
18. Kvamme B., Jakobsen V., Hetland S., Smith G. Ski skating technique and physiological responses across slopes and speeds. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95: 205-212.
19. Larson AJ., Variations in Heart Rate at Blood Lactate Threshold Due to Exercise Mode in elite Cross-Country Skiers. *J Strength Cond Res* 2006; 20(4), 855-860.
20. Lindinger SJ., Holmberg HC., Müller E., Rapp W. Changes in upper body muscle activity with increasing double poling velocities in elite cross-country skiing. *Eur J Appl Physiol* 2009.
21. Lindinger SJ., Stoöggl T., Müller E., Holmberg HC. Control of speed during the double poling technique performed by elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 2009b; 41: 210–220.
22. Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., & Raastad, T. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21(3), 389-401.
23. Millet GP., Hoffmann MD., Candau, RB., Clifford PS. Poling forces during roller skiing: effects of grade. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998; Vol. 30, No. 11, pp. 1637-1644.
24. Millet GP., Jaouren B., Borrani F., Candau R. Effects of concurrent endurance and strenght training on running economy and VO2 kinetics. *Sport Performance Santé* 2002; 1351-1359.
25. Mikkola JS., Rusko HK., Nummela AT., Paavolainen LM., Hakkinen K. Concurrent endurance and explosive type strength training increases activation and fast force

- production of leg extensor muscles in endurance athletes. *J Strength Cond Res* 2007: 21: 613–620.
26. Mygind E. Fibre characteristics and enzyme levels of arm and leg muscles in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 1995: 5: 76–80.
 27. Nilsson J, Tveit P, Eikrehagen O. Effects of speed on temporal patterns in classical style and freestyle cross- country skiing. *Sports Biomech* 2004a: 3: 85–107.
 28. Nymoen P., Myklebust M., Djupvik M., Aukland F., Amundsen K., Iversen OM., Solli M., & Sandbakk Ø. *Utviklingstrappa i langrenn*. Oslo: Olympiatoppen, 2010.
 29. Pellegrini, B., Zoppiroli, C., Bortolan, L., Holmberg, H. C., Zamparo, P., & Schena, F. Biomechanical and energetic determinants of technique selection in classical cross-country skiing. *Hum Mov Sci* 2013: 32(6), 1415-1429.
 30. Rusko H. The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers. *J Sports Sci* 1987: 5: 273–286.
 31. Rusko, H. *Cross Country Skiing*. Blackwell Science Ltd. 2003.
 32. Rønnestad, B. R., Kojedal, O., Losnegard, T., Kvamme, B., & Raastad, T. Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. *Eur J Appl Physiol* 2012: 112(6), 2341-2352.
 33. Saltin B. The physiology of competitive C.C. skiing across a four-decade perspective; with a note on training induced adaptations and role of training at medium altitude. 1997: 37:436-469
 34. Sandbakk O. & Holmberg HC. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. *Int J Sports Physiol Perform* 2014: 9(1), 117-121.
 35. Sandbakk, Ø. *Physiological and Biomechanical Aspects of Sprint Skiing*. 2011.
 36. Sandbakk Ø. & Tønnesen E. *Den norske langrennsboka*. Oslo: H. Aschehoug & Co. 2012: s.43-44.
 37. Skattebo Ø. Effekten av maksimal styrketrening på prestasjonen i langrenn. *Norges idrettshøgskole* 2014: s.1-83.
 38. Smith GA, Fewster JB, Braudt SM. Double poling kinematics and performance in cross-country skiing. *J Appl Biomech* 1996: 12: 88–103.
 39. Strømme SB., Ingjer F., Meen HD. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *J Appl Physiol* 1977: (6): 833-837
 40. Stöggl T., Lindinger T., Müller E. Analysis of a simulated sprint competition in classical cross-country skiing. *Scand J Med Sci Sports* 2006.

41. Stöggl T., Lindinger S., Müller E. Evaluation of an upper-body strength test for the cross-country skiing sprint. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:7 1160-1169.
42. Stöggl TL., Müller E. Kinematic determinants and physiological response of cross-country skiing at maximal speed. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 1476–1487.
43. Stöggl T., Müller E., Ainegren M., Holmberg HC. General strength and kinetics: fundamental to sprint faster in cross-country skiing? *Med Sci Sports Exerc* 2011; Dec;21(6):791-803.
44. Stöggl T., Holmberg HC., Double-Poling Biomechanics of Elite Cross-country Skiers: Flat versus Uphill Terrain. *Med Sci Sports Exerc* 2016.
45. Terzis G, Stattin B, Holmberg HC. Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16(2): 121-126.
46. Torvik PØ. *Klassisk langrenns framtid*. *Skisport* 2015; (3):60-63
47. Wirhed, R. *Anatomi med rörelselära och styrketräning*. Lindköping: Harpoon Publication AB. 2007.
48. Wissløff U., Helgerud J. Methods for evaluating peak oxygen uptake and anaerobic threshold in upper-body of cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:963-970.
49. Østeras, H., Helgerud, J., & Hoff, J. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. *Eur J Appl Physiol* 2002; 88(3), 255-263.
50. Åstrand, PO., Rodahl, K., Dahl., HA., Strømme, SB. *Textbook of Work Physiology*. Human Kinetic 2003.

Opplasting av samtykkeskjema

Opplasting samtykkeskjema

Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.

BESVARELSE

Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5913875_5224941
Filtype	pdf
Filstørrelse	573.876 KB
Opplastingstid	25.05.2016 19:45:55



Neste side
Besvarelse
vedlagt



SAMTYKKE TIL BRUK AV PROSJEKT, KANDIDAT-, BACHELOR- OG MASTEROPPGAVER

Forfatter(e): Merete Myrseth

Norsk tittel:

Maksimal styrke sin effekt på evnen til å stake i motbakke hos langrennsløpere

Engelsk tittel:

Contribution of the maximal strength to uphill double-poling performance in elite level cross country skiers

Studieprogram:

Bachelorfordypning, kroppsvøving, idrett og friluftsliv – 30 studiepoeng, deltid, Meråker

Emnekode og navn:

KIF350 Merete Myrseth



Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, Nords' åpne arkiv



Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: _____

Dato: 26.05.16



underskrift

underskrift

underskrift

underskrift

