

KIF350 1 Bacheloroppgave

Kandidat 54

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 13:53
Vurderingsform	KIF350	Opprettet av	Hilde Lyster
Starttidspunkt:	11.05.2016 08:45	Antall sider	34
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-5538248_5224938
Filtype	pdf
Filstørrelse	786.11 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:09:18



Neste side
Besvarelse
vedlagt

BACHELOROPPGAVE

Emnekode: KIF350

Navn: Maren Gjølga

Effekten av ulike stavlengder på arbeidsøkonomi og kinematikk i klassisk staketeknikk hos junior langrennsutøvere på nasjonalt nivå.

The influence of pole length on work economy and kinematics in double poling in junior cross-country skiers at a national level.

Dato:26.05.2016

Totalt antall sider: 27

SAMMENDRAG

Hensikt: I den klassiske staketeknikken i langrenn, kommer drivkraften i fremdriften gjennom stavene. Hensikten med dette studiet er å undersøke hvordan 10 cm lengre stavlengde påvirker arbeidsøkonomi og kinematikk under en submaksimal staketest enn selvvalgt stavlengde ($84\pm 2\%$ av kroppshøyde). **Metode:** 12 junior konkurransedyktige langrennsutøvere (18 ± 1 år, 69 ± 13 kg, 179 ± 10 cm, 202 ± 12 HF_{max}) deltok i studiet, en submaksimal staketest med selvvalgte stavlengder og 10 cm lengre stavelengder. Testprotokollen inkluderte 10 minutter med oppvarming, og 4 submaksimale drag på 5 minutt, for å måle oksygenforbruk, hjerterefrekvens, melkesyrekonsentrasjon i blod og RPE. Sykluslengde, syklustid og teknikk ble registrert ved å bruke video. **Resultat:** 10 cm lengre staver reduserte oksygenforbruket, hjerterefrekvensen og RPE. Utførelse av staketeknikk viste også vesentlig endret ved bruk av 10 cm lengre staver hos enkelte utøvere. Melkesyrekonsentrasjon i blod, sykluslengde og syklustid viste ingen signifikant forskjell i denne submaksimale staketesten. **Konklusjon:** Staketeknikkens submaksimale oksygenforbruk og hjerterefrekvens var redusert med 10 cm lengre stavlengder enn med selvvalgte stavlengder. Det viser at 10 cm lengre staver gir en bedre arbeidsøkonomi i staketeknikken hos en konkurransedyktig junior langrennsutøver på nasjonalt nivå.

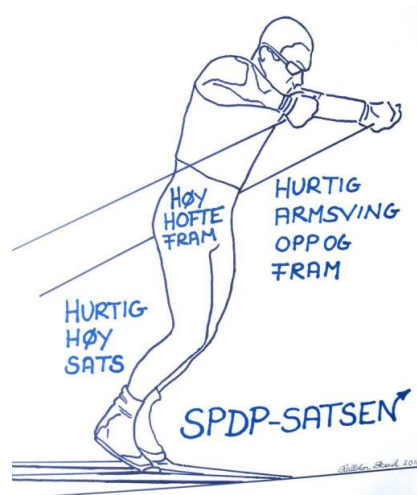
Purpose: In the double poling cross-country skiing technique, the propulsive forces are transferred solely through the poles. The aim of the present study was to investigate how pole length influences work economy and kinematics during a submaximal rolleskiing test. **Methods:** 12 junior competitive cross-country skiers (18 ± 1 years, 69 ± 13 kg, 179 ± 10 cm, 202 ± 12 HR_{max}) completed one submaximal double-poling test with 10 cm longer poles. The test protocol included a 10-minute warm-up, and four 5-min submaximal sessions for assessment of oxygen uptake, heart rate, blood lactate concentration and RPE. Cycle length, cycle rate and technique were assessed using video. **Results:** A 10 cm longer pole reduces O₂-cost, heart rate and RPE. Cycle length and cycle time did not differ between pole lengths in a submaksimal double poling test. **Conclusion:** Double poling submaksimal O₂-cost and heartrate were reduced in competitive junior-cross-country skiers using poles 10 cm longer than self-selected ones. 10 cm longer poles tended to give a junior cross-country on a national level competitor a better work economy in double poling.

INTRODUKSJON

Langrenn har de siste tiårene utviklet seg i retningen av flere fellesstarter, nye løpsdistanser, forbedret skiutstyr, forandringer i løypeprofiler og bedre preparering av løyper. Dette har bidratt til en hastighetsøkning på 5-8% i World Cup distanselangrenn (10/15 km) (Losnegard, 2013). For å prestere etter de økte kravene har staketeknikken vokst tydeligere frem samtidig som den har blitt modernisert (Holmberg m.fl., 2005). I dag er moderne staking med normal stavlengde hovedteknikken som blir brukt under klassiske skikonkurranser (Losnegard, 2013). Staking er under utvikling og brukes stadig mer i motbakker i klassisk skiteknikk, og i enkelte turrenn og sprintkonkurranser velger utøvere å gjennomføre løpene som staking uten festesmurning under skiene (Sandbakk, 2012). Staking uten festesmurning og stavlengde er et aktuelt tema, og de beste innen langløp har toppet resultatlistene med lengre stavlengde enn hva nåtidens standard sier som er ca 83% av kroppshøyde.

I en undersøkelse av Bojsen-Møller et al. (2010) ble det undersøkt hvilke muskler som i hovedsak blir brukt i dagens moderne staketeknikk med normal stavlengde. Studien viste at det var skuldermuskulaturen, musklene som går over albueleddene, magemusklene, den brede ryggmuskelen og hofteladdsbøyerene som tok opp mest glukose. Det betyr at disse musklene brukte mest energi under stakeaktiviteten.

I disse tider diskuteres det om en ny staketeknikk i utvikling, og om lengre staver fremmer denne teknikkformen. Fenomenet kalles Super Power Double Poling (SPDP) og begrepet er utviklet av Halldor Skard. Kjennetegn for denne teknikkformen er at hofteladdsbøyerne (illipsoas) brukes i større grad enn magemuskulaturen (rectus abdominis) i den konsentriske fasen av stavgaket. Magemusklene skal fortsatt være viktige stabilisatorer, men ikke jobbe konsentrisk. Satsen vil være helt avgjørende, og utøveren må satse raskt med begge bein. Stup fremover og få mest mulig kroppstygnde over stavene, mens albuen skal frem og litt ut til siden (se figur



Figur 1. Viser essensielle kjennetegn for teknikkformen SPDP.

1). Utøveren skal gå rett på skyvet der det skal ikke være noen trekkfase, og stavgaket skal i forskjell til dagens staking starte med hoftelddsbøyerne og ikke magemuskulaturen. Kroppsstammen skal være stak, ikke krummet. Ingen av de beste innen SPDP bruker magemusklene til å bøye overkroppen. (Halldor Skard;pers med).

Det viktigste i SPDP er altså hoftelddsbøyerne, og uten stor innsats fra hoftelddsbøyerne blir det bare et svakt armarbeid. Målet med teknikken er å få mer tyngde over stavene, og på den måten vinne mer terreng enn med den vanlige staketeknikken. Johan Kristian Dahl vant både Vasaloppet og Birkebeineren sesongen 2015/2016 med en teknikk som kan ligne veldig mye på SPDP.

I SPDP bør stavene være lengre enn det gjennomsnittet er i dag. Gode stavlengder er et omdiskutert tema, og det er viktig å ha en riktig tilpasset lengde relatert til teknikk i både skøyting og klassisk. Veiledende stavlengder i klassisk er 30 cm under kroppslengden, men dette er noe som må justeres for hvert enkelt individ ut ifra konkurranseterreng, individuell teknikk og kroppsdimensjoner. En kortvokst person trenger altså helt andre staver enn en høy person. Pendel på staven, vekt og stivhet må også vurderes. Alle utøver har ulik styrke og ulike armlengder, slik at det blir viktig å tilpasse dette til en enkelt utøver. Ved endring av stavlengde og stivhet i staven, bør man trene med et nytt utstyr over litt tid slik at teknikken og fysikken kan tilpasses før du avgjør hva som er mer eller mindre effektivt (Sandbakk, 2012)

Selv om effekten av stavlengde har blitt mye diskutert i mange år, har det fått lite vitenskapelig oppmerksomhet. På begynnelsen av 1900-tallet fant Hoffman m.fl.(1990) ubetydelige forskjeller mellom lang og selvvalgt stav i oksygenforbruk da de undersøkte staketeknikk, diagonalgang og staketeknikk med fraspark i motbakke. Imidlertid fant de ut at staketeknikken var 12% mer arbeidsøkonomisk enn andre skiteknikker.

Nilsson m.fl. (2003) gjorde senere en undersøkelse på stavlengde i staking innendørs på rulleski. De undersøkte om stavlengde utgjorde en forskjell i reaksjonskrafta fra underlaget. Resultatene fra forsøket viste seg å være at staking med lange staver ga lengre staketid med høyere anterior-posterior reaksjonskraft. Videre gjorde Hansen & Losnegard (2010) en studie der de sammenlignet selvvalgt stavlengde mot 7,5 høyere eller kortere

staver i en 80 m tempoetappe på snø med staketeknikk. De fant at de lengste stavene var raskere enn de selvvalgte og kortere staver.

I disse tider har Losnegard m.fl. (2016) undersøkt om 7,5 cm lengre stavlengde påvirket prestasjon, oksygenforbruk og kinematikk i staking hos mannlige erfarne løpere. Resultatet av studiet var at med 7,5 cm lengre staver ble utøverens 1000-meter tid forbedret, og arbeidsøkonomi ved at de fant redusert oksygenforbruk hos utøveren på et submaksimalt arbeid.

Staketeknikken har vist å være mer arbeidsøkonomisk enn diagonal teknikk på flatt til slakt terreng (Hoffman & Clifford, 1992, Hoffman m.fl., 1990). Den økte snitthastigheten på distansene i langrenn de siste 30 årene har gjort staking til en mye mere benyttet skiteknikk, på grunn av at det er vist å være en mer arbeidsøkonomisk skiteknikk i høyere hastighet enn de andre klassiskteknikkene (Hoffmann et al. 1994). Langrennsløpere på et høyere nivå, vist ved tidligere studier, tenderer mot å bruke lengre sykluslengder med samme syklusfrekvens. Denne forskjell i sykluslengde er foreslått å være relatert til utøverens muskulære styrke og arbeidsøkonomi (Lindinger m.fl., 2009). Holmberg et al., Stöggle et al. (2011) fant ut at de beste løperne skaper en lengre sykluslengde med en større eksentrisk innledning og en kortere, men større kraftimpuls enn tidligere. Utviklingen i staking har gått mot kortere bakdrag av armene og mer arbeid foran kroppen og på høyere frekvens (Sandbakk, 2012).

Arbeidsøkonomi sier noe om hvor mye oksygen som kreves på en bestemt hastighet, og blir definert som oksygenopptaket som kreves ved en gitt submaksimal arbeidsintensitet, hastighet eller angitt distanse og kan beskrives som $\dot{V}O_2 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ eller $\text{mL} \times \text{m}^{-1}$ (Bassett & Howley, 2000). Oksygenopptaket stabiliseres (steady-state) etter ca 3 min på submaksimale belastninger hos normale individer (Rønnestad & Mujika, 2013). Under submaksimale belastninger er forholdet mellom oksygenopptak og belastning lineær.

For en langrennsutøver er det viktig at man effektivt omsetter energien til fart i skiløypa. Biomekaniske, fysiologiske, metabolske og antropometriske egenskaper er faktorer som påvirker arbeidsøkonomien i løping (Saunders m.fl, 2004). I langrenn vil tilsvarende faktorer som ved løp påvirke arbeidsøkonomien, men også ytre faktorer (snøforhold, vind, temperatur) og utstyr (ski, smørning, sko, staver) kan ha en avgjørende betydning for arbeidsøkonomien.

Kroppens effektivitet vil si hvor mange prosent av energien som gir fremdrift. Den resterende energien går med til å holde kroppsfunksjonene i gang, eller forsvinner som en energilekkasje

på grunn av en lite hensiktsmessig teknikk. En utøvers aerobe kapasitet må effektivt kunne utnyttes i ulike typer terreng og teknikker (Sandbakk, 2012). Utnyttelse av metabolsk energi er en kapasitet som kan videreutvikles også etter at utviklingen av andre kapasiteter som for eksempel maksimalt oksygenopptak har flatet ut. Siden langrenn består av et stort antall delteknikker, har effektiviseringen av disse teknikkene et spesielt stort utviklingspotensial sammenlignet med mange andre idretter. Det hjelper ikke å ha stor aerob kapasitet om den ikke kan omsettes i fremdrift (Sandbakk, 2012).

Arbeidsøkonomien forteller oss hvor effektivt den enkelte utøveren arbeider med forskjellige belastninger, og en forbedring av arbeidsøkonomien vil kunne medføre at utøveren kan holde en høyere hastighet på den samme energiomsetningen eller oksygenopptaket (Larsen, 2003). Dette belyses i en studie av Larsen (2003) hvor det ble studert hvorfor kenyanske løpere ofte presterer bedre enn ikke-afrikanske utøvere i langdistanseløping. Resultater fra dette arbeidet viste at det ikke var relativt store forskjeller i VO_{2maks} og utnyttingsgrad mellom kenyanske løpere og ikke-afrikanske løpere. Dette antyder at arbeidsøkonomi kan være en veldig avgjørende faktor for prestasjonen, og spesielt i en aerob utholdenhetsidrett som langdistanseløping. I dette studiet av Larsen (2003) ble det hevdet at kroppsfasongen (antrometrisk variabel) var hovedfaktoren til at arbeidsøkonomien var bedre hos en kenyanske løperne enn de ikke-afrikanske løperne.

Det kan ta lang tid å få en god arbeidsøkonomi. Dette ser en ved studier som viste at eldre utøvere kan ofte ha bedre arbeidsøkonomi enn yngre utøvere, og trente utøvere kan ofte ha en bedre arbeidsøkonomi enn utrente utøvere (Krahenbuhl & Williams, 1992).

Scrimgeour m.fl. (1986) viste i en studie på løping at den totale varigheten på treningen i aktivitetsformen som benyttes i konkurranse er den enkeltfaktoren som påvirket arbeidsøkonomien mest positivt. Dette kan antyde at det er viktig med mye idrettsspesifikk trening over tid for å forbedre arbeidsøkonomien. Det er store krav til aerob kapasitet i langrenn, men en utøver oppnår lite om teknikken er lite effektiv. Det ligger tusenvis av timer, i lek og trening, bak en god og effektiv langrennsteknikk, helt fra barneår. Det er en fordel å være ”født med ski på beina” for å lykkes i skisporet. Iallfall om det fører til en effektiv eller arbeidsøkonomisk teknikk (Sandbakk, 2012).

Testing av arbeidsøkonomi gjøres ved en indirekte metode der man registrerer

oksygenopptaket ved submaksimale belastninger (Hallén, 2002a). Når arbeidsøkonomi beregnes ut fra VO_2 -målinger bør belastninger som benyttes ved målinger av arbeidsøkonomi kun foregå ved en belastning hvor det totale energibehovet er nesten helt eller "helt" aerobt. Dette vil si at kun submaksimale belastninger opp mot anaerob terskel kan benyttes. I mange idretter og distanser vil det altså være vanskelig for ikke si umulig å måle arbeidsøkonomi under aktuell konkurransehastighet.

Som nevnt innledningsvis er stavlengde og prestasjon i langrenn et aktuelt tema. Ved beskrivelsen av den nye teknikkformen Super Power Double Poling bør lengre staver bli brukt, og om lengre staver vil framprovosere SPDP uten noen form for instruksjoner er interessant å undersøke. 7,5 cm lengre stavlengder har vist et lavere oksygenforbruk enn normal stavlengde som brukes i moderne staking, derfor ville det vært interessant å undersøke om også 10 cm lengre staver, vil gi samme effekt på arbeidsøkonomi. Dette fører til problemstillingen:

Vil 10 cm lengre staver i forhold til en junior langrennsutøvers selvvalgte staver endre en utøverens arbeidsøkonomi, kinematikk og teknikkutførelse i klassisk staketeknikk i langrenn?

METODE

Overordnet design

Hensikten med dette forsøket var å undersøke effekten av stavlengde på arbeidsøkonomi og kinematikk i langrenn. I testen ble det brukt utøverens selvvalgte stavlengder, og 10 cm lengre stavlengder. Den selvvalgte stavlengden blir definert som ca $83 \pm 2\%$ av utøverens kroppshøyde, og var normallengden som utøveren var godt kjent med. Hjerterefrekvens, melkesyrekonentrasjon i blod, oksygenforbruk og subjektiv anstrengelse ble målt under submaksimalt stakearbeid på rullskimølle. Det ble filmet under testen for at det skulle være mulig å analysere utøverens kinematikk. Sykluslengde, syklustid og teknikk, både med selvvalgte og lange stavlengder (+10cm) ble vurdert ved bruk av film som hjelpemiddel. Studiet vil også belyse om 10 cm lengre staver endrer teknikkutførelse og videre fremmer SPDP uten form for instruksjoner eller innlæring i forkant.

Krysset design ble brukt for å hindre læringseffekt slik at validiteten ble høyst mulig. De første 6 utøverne gikk første draget med selvvalgte stavlengder, så gikk de to drag med 10 cm

lengre staver, og til slutt et drag med sine selvvalgte stavlengder igjen. De 6 siste gikk med motsatt rekkefølge, de startet med lang stav, så to drag selvvalgt stav, og til slutt lang stav.

En merknad er at forsøkspersonene hadde ikke trent på 10 cm lengre staver i forkant av forsøket, dette for å undersøke om 10 cm i stavlengdeforskjell har en akutt effekt på arbeidsøkonomi og kinematikk.

Forsøkspersoner

Forsøkspersonene (FP) i denne studien var 12 godt trente junior-langrennsløpere (Tabell 1). Kravet for å delta i forsøket var at de aktivt gikk norgescup, deltok i NM og kretsrenn, samt at de var friske og skadefrie ved testdag. Et informasjonsskriv ble utlevert i forkant og FP gav skriftlig samtykke ved å delta, samt at de hadde mulighet til å trekke seg når som helst uten begrunnelse. Hvis FP ikke var fylt 18 år, ble foresatte bedt om å underskrive.

Alle FP var kjent med å gå på rulleskimølle og behersket klassisk staketeknikk godt.

Forsøkspersonene ble bedt om å spise senest 2 timer før testen, og forberede seg på samme måte som om de skulle gjennomført en intensiv treningsøkt eller konkurranse.

Tabell 1. Karakteristikk av forsøkspersonene

VARIABLER	GJENNOMSNITT OG STANDARDAVVIK
Alder (år)	18 ± 1
Vekt (kg)	69 ± 13
Høyde (cm)	179 ± 10
Maks hjertefrekvens	202 ± 12

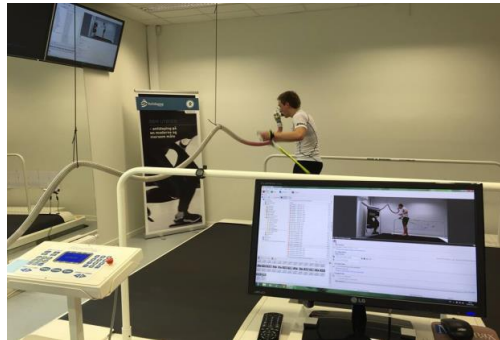
Instrumenter og utstyr

Testingen foregikk på en Rodby RL3500e rulleskimølle (Sverige) med 250 cm bredde og 350 cm lengde. Den var både kalibrert for hastighet og stigning. Alle FP brukte samme klassiske rulleski (PRO-SKI Classic C2, 2000g per par, Sverige), for å ekskludere variasjon i rullefriksjon (2.hjul). FP brukte egne private klassisksko, med Salomon SNS binding (Frankrike) eller rottefella NNN (Norge). Skistavene som ble benyttet var av merket Oneway (Finland) i tilpasset lengde med spesiallagde pigger (1x1,5 stålbørster) for å unngå at rulleskimølla ble skadet og at stavene fikk tilstrekkelig med friksjon under testen.

Jager oksygenopptaks målet (Jager Oxycon pro, Tyskland), som samler opp utåndingsluften til et miksekammer der innhold av O₂ og CO₂ blir analysert, ble benyttet for å finne oksygenforbruk under hvert submaksimale drag. Forsøkspersonene benyttet neseklype for å sikre at all luft gikk gjennom munnstykket.

Melkesyrekonsentrasjon i blod og ble målt med Lactate Pro LT-1710 (Tyskland). Hjerterefrekvens ble målt med pulsklokken Polar rcx3 (Finland) med tilhørende pulsbelte. Kroppsvekten ble målt med en elektronisk vekt fra EKS, og høyde ble målt med kroppshøydemåler fra laboratoriet.

For måling av subjektiv opplevelse av belastning ble Borg Skalaen brukt, anstrengelsesskala fra 6-20, Gunnar Borg (Borg, 1982). Siste 30 sek drag ble tatt opp på film, der sykluslengde og syklustid samt teknikkvalg ble analysert i analyseprogrammet Dart-Fish (Sveits) på pc i etterkant av testen.

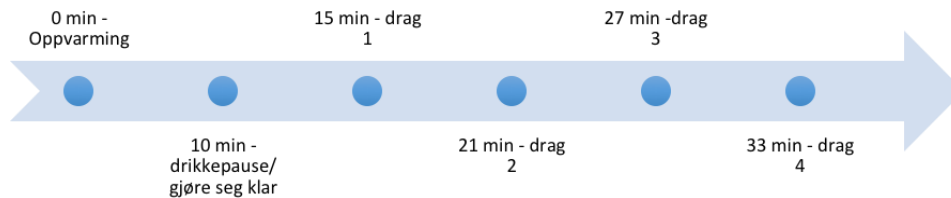


I forkant av testen ble det på motsatt vegg til der kamera var plassert hengt opp vannrette arkoppslag. På hvert arkoppslag ble det markert loddrette hakk for hver 20 cm, slik at det skulle være mulig å måle sykluslengde og syklustid i etterkant. I de siste 30 sekunder av hvert submaksimale drag fikk FP instruksjoner om å flytte seg nær sidekant mot arkoppslagene for å gi et helbilde av FP på filmen i de siste 30 sek av hvert submaksimale drag. For å undersøke om SPDP ble framprovosert uten noen form for instruksjoner ble video fra hvert drag analysert. Videre ble tatt et skjermbilde av video ved stavedsett og ved endt stavgang under hvert submaksimale drag. Selvvalgte stav og lang stav (+10 cm) ble sammenlignet opp mot hverandre for å vurdere en forskjell.

Testprosedyre

Hele testen varte i underkant av 40 minutt per FP der oppvarming, 5 min pause etter oppvarming, og fire submaksimale drag med pause, er medregnet (Figur 2).

Forsøkspersonene utførte 10 minutt oppvarming før 4 drag á 5 minutt. Stigningen på mølla var konstant 3% gjennom hele testen. Hastigheten på de 4 dragene var individuell for hver FP.



Figur 2. Tidsdesign over testprotokoll med 4*5 min submaksimal staketest der selvvalgt og lang stav (+10cm) ble brukt.

Oppvarming:

Oppvarmingen ble gjennomført ved 10 minutter på rullskimølle med en hastighet som tilsvarte 60-75% av makspuls. Gjennomsnittshastighet i oppvarming var 10,75 km/t, der høyeste hastighet var 12 og laveste 9. I de siste 3 minuttene av oppvarmingen ble det gjennomført 2 stigningsløp. Stigningsløpene varte i 30 sekund og FP ble presset opp mot sin maksfart. Ved endt oppvarming fikk FP 5 minutt pause, der de skulle gjøre seg klare til start. Under hele oppvarmingen ble hjerterefrekvens målt, og etter endt oppvarming ble FPs subjektive anstrengelse (RPE) referert. Under oppvarming ble utøverens selvvalgte stavlengder brukt for å gi en akutt effekt på de to submaksimale dragene der 10 cm lengre stavelengder ble benyttet.

Test:

Hver FP hadde samme hastighet under alle fire submaksimale 5-minutters drag, og hadde en intensitet som tilsvarte I-sone 3 (80% av makspuls). For å sette en individuell hastighet til hver FP ble hjerterefrekvens brukt som hjelpemiddel. Hver enkelt FPs makspuls multiplisert med 0,8 for å finne gunstig hjerterefrekvens for I-sone 3. Gjennomsnittshastigheten på dragene var $12,6 \pm 3$ km/t, der høyeste hastighet var 15 og laveste 10.

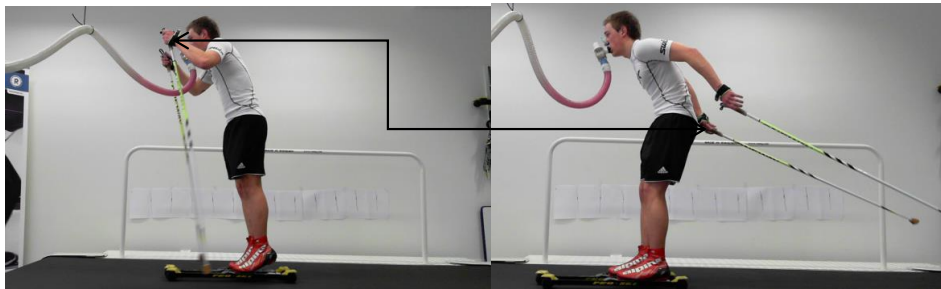
De første 6 FP gikk første submaksimale drag med selvvalgt stavlengde, deretter to submaksimale drag med 10 cm lengre stavelengder, og selvvalgt stavlengde i det siste

submaksimale drag (SLLS). De 6 siste FP fikk motsatt rekkefølge og begynte med lang stav (LSSL).

Forsøkspersonene gikk med oksygenmaske i hvert submaksimale drag slik at oksygenforbruket ble målt underveis. Etter ca 3 minutter skal utøverne normalt ha oppnådd ”steady state”, det vil si når oksygenopptaket har stabilisert seg. For å finne oksygenopptaket for hver FP under hvert submaksimale drag ble gjennomsnittet av oksygenforbruket (ml/min) i de to siste min delt på kroppsvekt (kg).

De siste 30 sekundene i hvert submaksimale drag ble filmet, og når det gjensto 10 sekund av hvert submaksimale drag ble hjertefrekvens notert. Hver FP gjennomførte 4 submaksimale drag på 5 minutter, der pausen varierte litt for hvert drag, grunnet problemer med laktatmåling. Pausen mellom submaksimale drag varte i gjennomsnitt 1,5 min, der ble det gjennomført målinger av laktat og RPE.

Sykluslengde ble definert som stavnedssett til der stavgaket avsluttes (svart pil viser). Dette ble målt i cm, og gjennomsnittet av alle sykluslengder i 15 sekunder ble notert. Syklustid ble målt ved å dele antallet sykluslengder på 15 sek.



Figur 3. Viser definisjon av sykluslengde.

Statistisk analyse

Alle data ble sjekket for normalitet, lagt inn på data og analysert i Microsoft Office Excel 2011 (Microsoft, Washington, USA).

Resultater fra hjertefrekvens, melkesyrekonentrasjon i blod, oksygenforbruk, RPE samt sykluslengde og syklustid, for selvvalgt og lang stav ble lagt inn i Excel. Gjennomsnittet og standardavvik for alle avhengige variabler for selvvalgt og lang stav er referert.

For å undersøke om 10 cm lengre staver utgjorde en signifikant forskjell på oksygenopptak, hjertefrekvens, melkesyrekonsentrasjon i blod, RPE, sykluslengde og syklustid ble en students tosidig parret t-test med lik varians benyttet. En t-test gir en P-verdi som sier om det er en signifikant forskjell mellom selvvalgt og lang stav. Signifikansnivået ble satt til $P < 0,05$.

RESULTATER

Resultatet i dette studiet omhandler fysiologiske, perseptuelle og kinematiske forhold under en submaksimal staketest for junior-langrennsutøvere. Resultatene viser selvvalgt stavlengde opp mot en 10 cm lengre stavelengde.

Oppvarming

Forsøkspersonene hadde en gjennomsnittspuls på 156 ± 7 slag/min og lå på 75% av HF_{max} under oppvarming. Forsøkspersonenes subjektive angstrengelse (RPE) var gjennomsnitt på 10 ± 2 , som i følge Borg-skala (Borg, 1982) ligger mellom ganske lett og meget lett.

Fysiologiske og perseptuelle variabler

Hjertefrekvens, oksygenforbruk og RPE i en staketest på 4*5 submaksimale drag på rulleski er presentert i figur 4-6, der selvvalgt og 10 cm lengre stavlengder ble benyttet.

Melkesyrekonsentrasjon i blod er presentert med tekst.

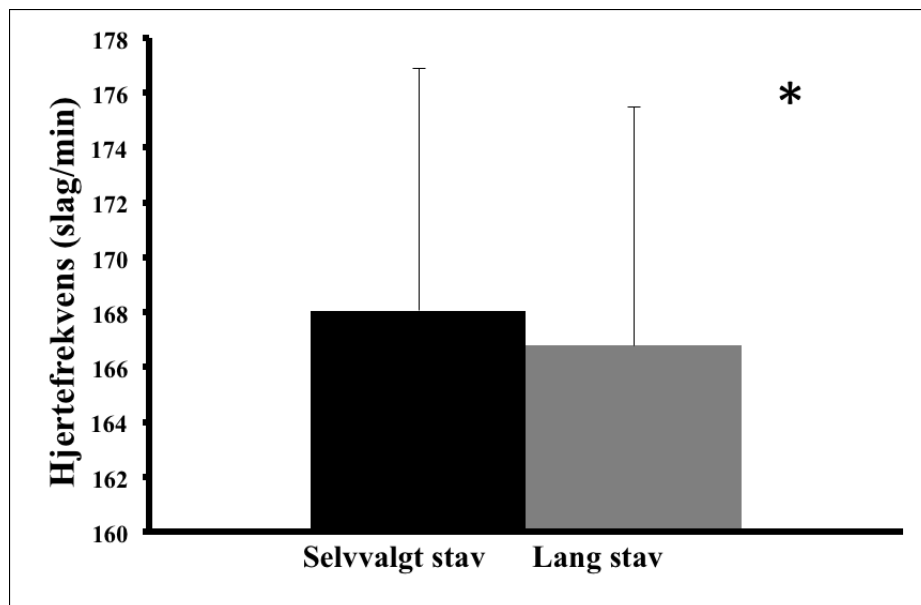


Fig 3. Hjertefrekvens (slag/min) under en submaksimal staketest på rulleski. I-sone 3 med 10 cm i stavlengdeforskjell. N=12. * Forskjell mellom stavlengdene $P < 0,05$.

Figur 3 viser forskjell i hjertefrekvens fra selvvalgt stav og lang stav(+10 cm). Ved selvvalgt stav viste gjennomsnittlig HF 168 ± 8 slag/min. Ved lang stav viste gjennomsnittlig HF 167 ± 8 slag/min. Testresultatene viste en signifikant lavere hjertefrekvens ($P=0,2$) ved bruk av lengre staver på 1 slag/min. Det gir en forskjell på $1,1 \pm 0,9\%$ lavere HF ved bruk av 10 cm lengre stavlengder.

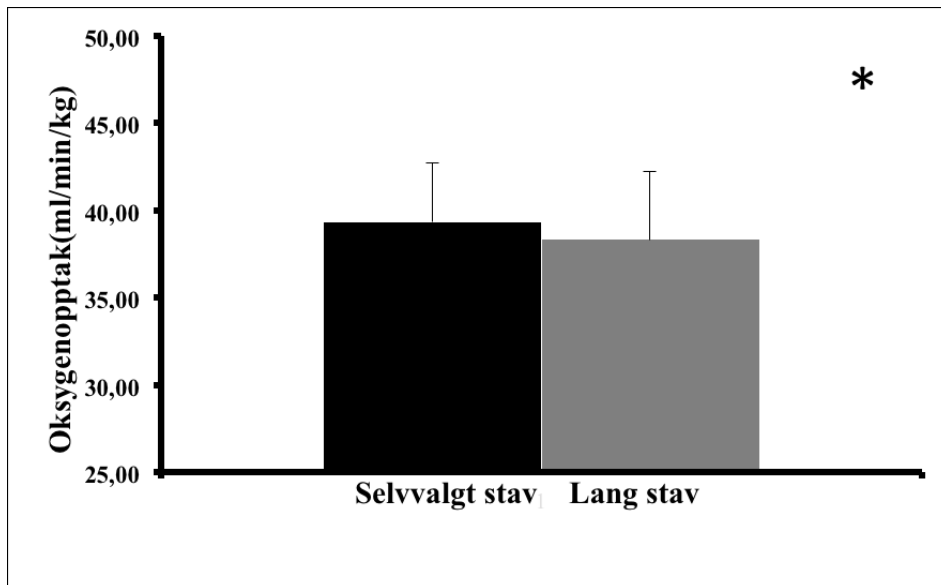
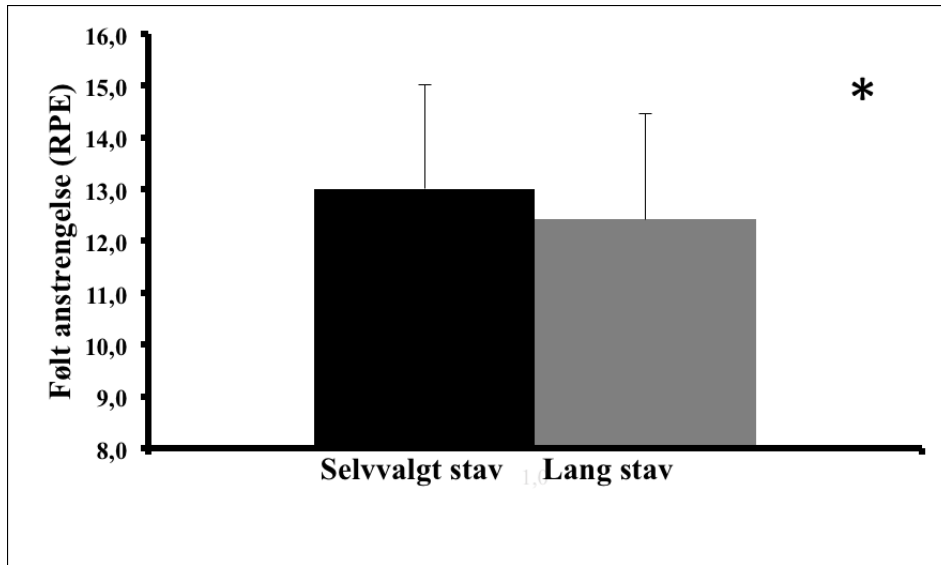


Fig 4. Oksygenopptak (ml/min/kg) under en submaksimal staketest på rulleski. I-sone 3 med 10 cm stavlengdeforskjell. n=12. *Forskjell mellom stavlengdene $P < 0,05$.

Figur 4 viser forskjellen i VO_2 fra selvvalgt stav til lang stav (+10 cm). Ved selvvalgt stav viste VO_2 et gjennomsnitt på $39 \pm 3,4$ ml/min/kg, mens ved lang stav viste VO_2 et gjennomsnitt på $38 \pm 3,9$ ml/min/kg. Testresultatene viste en signifikant forskjell ($P=0,02$) ved bruk av 10 cm lengre stavlengde på 1 ml/min/kg. Det gir en forskjell på $2,5 \pm 2,6\%$ lavere VO_2 ved bruk av 10 cm lengre stavlengder.



*Fig 5. RPE under en submaksimal staketest på rulleski. I sone 3 med 10 cm stavlengdeforskjell. Borg skala 6-20. n=12. *Forskjell mellom stavlengdene $P < 0,05$.*

Figur 5 viser forskjell i subjektive anstrengelse (RPE) fra selvvalgt stav til lang stav (+10 cm). Gjennomsnittet for selvvalgt stav var 13, som vil si ”litt anstrengende” på Borg-skala. Gjennomsnittet for lang stav var 12, som ligger mellom ”litt anstrengende” og ”ganske lett” på Borg-skala. Testresultatene viste en signifikant forskjell ($P=0,016$), og at FPs subjektive anstrengelse var $4,6 \pm 5\%$ lavere med 10 cm lengre staver i en submaksimal staketest.

Videre viste det ingen signifikant forskjell på forsøkspersonenes melkesyrekonentrasjon i blod ($P=0,8$) med samme gjennomsnittsverdi på stavlengdene. Selvvalgt stav viste $3,8 \pm 0,9$ mmol/Li gjennomsnitt, og 10 cm lengre stavlang viste $3,8 \pm 1,2$ mmol/L i gjennomsnitt.

KINEMATIKK

Sykluslengde og syklustid i en staketest på 4*5 submaksimale drag på rulleski er presentert i tabell 2-3 der selvvalgt stavlengde og 10 cm lengre stavlengder ble brukt. Teknikkutførelse på selvvalgt og lang stav (+10 cm) under submaksimal test med rulleski vil bli vist i figur 6a-7ab.

Sykluslengde

Sykluslengde viste ingen signifikant forskjell ($P=0,56$) fra selvvalgt stav til 10 cm lengre stavlengde. Gjennomsnittet i sykluslengde på selvvalgt stav var $93,5\pm 13$ cm, mens gjennomsnittslengde for lang (+10cm) stav er $91,3\pm 14$ cm. Det viste ingen signifikant forskjell ($P=0,56$), og blir fremstilt i tabell 2.

Tabell 2. Sykluslengde i cm under en submaksimal staketest på rulleski med 10 cm i stavlengdeforskjell. I-sone 3 i selvvalgt og lang stav. $n=12$.

Sykluslengde (cm)	Gj snitt	Lengste syklus	Korteste syklus
Selvvalgt stav	$93,5\pm 13$	120	70
Lang stav	$91,3\pm 14$	120	60

Syklustid

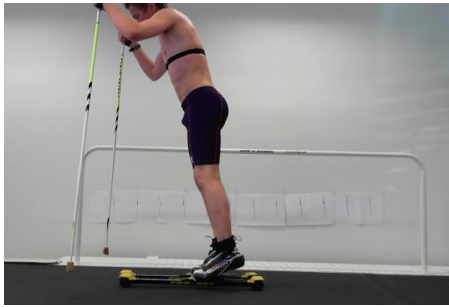
Syklustid viste ingen signifikant forskjell ($P=0,69$) fra selvvalgt stav til 10 cm lengre stavlengde. Gjennomsnittet i syklustid for selvvalgt stav var $0,8\pm 0,099$ sek, og gjennomsnittstid for lang stav(+10cm) er $0,8\pm 0,109$ sek. Viste ingen signifikant forskjell ($P=0,69$), og blir fremstilt i tabell 3.

Tabell 3. Syklustid i sekund under en submaksimal staketest på rulleski med 10 cm i stavlengdeforskjell (for selvvalgt stav opp mot lang stav. I-sone 3 i selvvalgt og lang stav. $n=12$.

Syklustid (s)	Gj snitt	Høyeste	Laveste
Selvvalgt stav	$0,8 \pm 0,099$	0,93	0,60
Lang stav	$0,8 \pm 0,109$	0,93	0,60

Super Power Double Poling (SPDP)

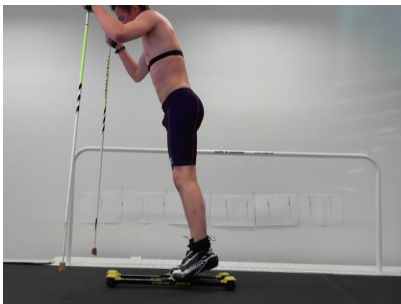
Ved å sammenligne fig 6ab og fig 7ab kan man se en betydelig forskjell i teknisk utførelse. Utøverer kommer seg mer over staverne, samt at kroppsstammen blir mindre krummet under figur 7ab.



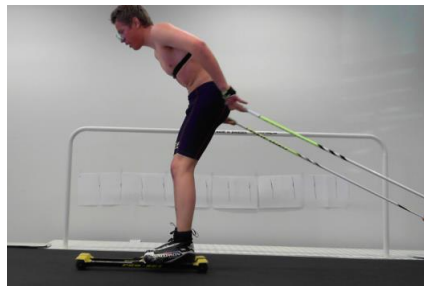
Figur 6a. Teknikkutførelse ved stavnedssett i en submaksimal staketest med utøverens selvvalgte staver.



Figur 6b. Teknikkutførelse ved endt stavtak i en submaksimal staketest med utøverens selvvalgte staver.



Figur 7a. Teknikkutførelse ved stavnedssett i en submaksimal staketest med utøverens lange staver (+10 cm)



Figur 7b. Teknikkutførelse ved endt stavtak i en submaksimal staketest med utøverens lange staver (+10 cm)

DISKUSJON

Hensikten med studiet var å undersøke om stavlengde utgjorde en forskjell i arbeidsøkonomi og kinematikk under en submaksimal staketest på rulleski, med selvvalgte stavlengder og 10 cm lengre staver. Hovedfunnene var at med 10 cm lengre staver hadde FP redusert oksygenforbruk og hjerterefrekvens, samt utøverens subjektive anstrengelse (RPE) var redusert. Figur 7ab viser tydelig at teknikken hos avbildet utøver korrelerte med teknikken som beskrives i SPDP. Melkesyrekonsentrasjon i blod, sykluslengde og syklustid utgjorde ingen signifikant forskjell på selvvalgte stavlengder og 10 cm lengre stavlengder.

Det første studiet som har funnet at lengre staver på virker arbeidsøkonomi positivt har nylig blitt publisert (Losnegard m.fl, 2016), og denne studien kan bekrefte deres funn. I deres studie ble det brukt 7,5 cm lengre staver, og dette kan bekrefte at også 10 cm lengre staver gir en bedre arbeidsøkonomi hos en godt trent langrennsutøver enn selvvalgte staver under en submaksimal staketest på rulleski.

Forsøkspersonene hadde lavere oksygenforbruk med 10 cm lengre stavlengde, og dette utgjorde at FP bruke $2,5 \pm 2,6\%$ mindre energi. Hele 10 av 12 (84%) av FP fikk redusert oksygenforbruk med 10 cm lavere staver under en submaksimal staketest på rulleski. Hva som er årsaken til at to av FP ikke fikk en bedret arbeidsøkonomi med 10 cm lengre stavlengder kan ha en sammenheng med at det var to av de yngste utøverne. Om erfaring, muskelstyrke eller aerob kapasitet er en årsak på at resultatene uteble kan ikke studiet fastslå, men kan være interessant i videre forskning på stavlengder. En interessant faktor ut fra resultat er at utøveren som ikke hadde brukt staketeknikken på rulleski denne vårsesongen, fikk størst utslag fra selvvalgt til lang stav (+10 cm). Testresultatene viste at utøveren brukte 4 ml/min mindre VO_2 med 10 cm lengre stavlengde enn med selvvalgt stavlengde. Årsaken til dette kan være at utøveren ikke hadde tilvent seg den selvvalgte stavlengden på rulleski denne vårsesongen, og dermed startet på et annet grunnlag enn de andre FP.

Det var ingen signifikant forskjell på stavlengdene på sykluslengde og syklustid under dette studiet, og kan ikke henvises til at dette var en årsak til mindre oksygenforbruk med 10 cm lengre stavlengder. Det som kan forklare redusert oksygenforbruk er at Losnegard m.fl (2016) viste at forsøkspersonene kunne opprettholde en høyere vertikal COM (center of mass) posisjon under hele stavtaket og at deres vertikale COM forflytning var mindre med 7,5 cm lengre stavlengder. På grunn av at overkroppen er beregnet for å representere 67% av

kroppsmassen til elite langrennsløpere (Robertson m.fl, 2004), har arbeid mest sannsynlig blitt utført av musklene i underekstremiteten for å forlenge overkroppen til en oppreist posisjon under forflytningsfasen. Aktiviseringen av flere muskelgrupper var mest trolig større med 7,5 lengre staver. Losnegard m.fl (2016) skriver videre at funnet fra studien kan antyde at mindre opp-og-ned vertikal bevegelse av COM i løpet av syklusen er gunstig for å redusere VO_2 , og kanskje til og med prestasjonen i staking. Det kan med forsiktighet også være årsaken til at oksygenforbruket også var lavere med 10 cm lengre staver i dette studiet. Dette indikerer at mindre opp-og-ned vertikal forflytning av kroppsmassen i løpet av stakesyklusen kan være gunstig for å redusere oksygenkostnaden og forbedring av prestasjonen i staking.

I studien til Losnegard m.fl. (2016) viste det at oksygenforbruket mellom stavlengdene ikke ble påvirket av hastigheten de brukte under studien. Likevel kan oksygenopptaket med ulike stavlengder reagere forskjellig på staking i oppoverbakke kontra flatt terreng. I studien av Hoffman m.fl (1990) fant de ingen signifikant effekt på oksygenopptaket mellom selvvalgte staver og lange stavlengder (+7,5 cm) med 1% stigning, mens Losnegard m.fl. (2016) fant redusert oksygenforbruk med lengre staver på 2,5% stigning. I min studiet ble det også funnet redusert oksygenforbruk med lengre staver (+10 cm) på 3% stigning. Derfor kan det være en forskjell mellom stavlengder og innflytelse på resultatene i ulike hellinger og ytre forhold.

Hjertefrekvens utgjorde en veldig liten forskjell, og det var kun 1 slag/min mellom stavlengdene i gjennomsnitt. Likevel utgjorde dette en signifikant forskjell ($P=002$), og testresultatene viste at FP hadde $1,1 \pm 0,9\%$ lavere HF med 10 cm lengre staver. Studiet til Losnegard m.fl. (2016) viste ingen forskjell i HF med 7,5 cm lengre staver, og årsaken til at det ble funnet i dette studiet kan være at jeg brukte 3% stigning og ikke 2,5% som ble brukt i deres studie. En annen faktor kan være at i dette studiet var stavlengdeforskjellen 10 cm, og ikke 7,5 cm i stavlengdeforskjell som de brukte. Det kan også ha en sammenheng at dette studiet brukte flere FP, og enkelte FP kan gi store utslag. Jeg brukte 12 forsøkspersoner, mens Losnegard m.fl. (2016) brukte 8 forsøkspersoner.

En høyere hjertefrekvens kan skyldes høyere perifer motstand som et resultat av høyere kraftbruk. Hvis funnet til Losnegard m.fl (2016) med at mindre forflytning under syklusen gjorde at oksygenforbruket blir mindre, også stemmer i min oppgave, vil det være tyngre for utøveren å stake med selvvalgte staver. Forskjell i HF kan da forklares med avklemming av kapillærene, økt perifer motstand, som igjen får konsekvens av redusert slagvolum (Shepard,

1977, Sutton, 1992, Åstrand, m.fl 2003). For å kompensere med dette må HF øke. Dette støttes også av forsøkspersonenes subjektive anstrengelse (RPE) og VO_2 som var høyere med selvvalgt stav. Oksygenforbruket og hjertefrekvens går også ofte lineært. På grunn av at FP viste å ha lavere oksygenforbruk med 10 cm lengre staver, vil det være logisk at hjertefrekvensen reduseres.

RPE vist en signifikant forskjell på selvvalgt og 10 cm lengre stavlengde, der FPs subjektive anstrengelse var $4,6 \pm 5\%$ lavere med 10 cm lengre stavlengder enn de selvvalgte stavlengdene. Forsøkspersonene ble i tillegg bedt om å svare på spørsmål der de skulle beskrive hvilken stavlengde de foretrakk under den submaksimale staketesten og hvorfor. Flertallet svarte at 10 cm lengre staver var de som følte best å gå med, på grunn av at de følte de fikk mer kraft i hvert stavgang på grunn av at det var enklere å legge kroppsvekt over stavene.

Studiet viste ingen signifikant forskjell ($P=0,8$) på selvvalgt og 10 cm lengre stavlengder på melkesyrekonentrasjon i blod. Lang og selvvalgt stavlengde hadde lik produksjon og eliminering av melkesyre, der gjennomsnittet viste 3,8 mmol/L. Dette kan brukes som et argument på at FP gjennomsnittlig lå i I-sone 3, og kan bekrefte at dette ble gjennomført som en submaksimal staketest.

I denne studien var syklustid ($P=0,69$) og sykluslengde ($P=0,56$) upåvirket av 10 cm i stavlengdeforskjell under en submaksimal staketest på rullski. For at funnet på sykluslengde og syklustid skulle blitt mer valid under dette studiet burde det blitt brukt akselerometer i stavene, og ikke bare måleark på veggen, som er en svakhet i studiet. Likevel var det tydelig at det ikke var forskjell på syklustid og sykluslengde ved 10 cm lengre stavlengder.

Hansen & Losnegard (2010) fant at 7,5 cm lengre staver ikke påvirket syklustiden og sykluslengden i en 80-meter test på snø. De viser videre i sin diskusjon at lengre staver kan påvirke syklustiden under mindre intensiv og tregere staking i en submaksimal test. Dette studiet med 10 cm lengre staver, samt Losnegard m.fl (2016) sitt studie med 7,5 cm lengre staver, kan avkrefte dette utsagnet. Syklustid ga ingen signifikant forskjell med lengre staver under begge studier.

Sykluslengde viste heller ingen signifikant forskjell med 10 cm i stavlengdeforskjell, og støttes også av andre studier (Hansen & Losnegard, 2010, Losnegard m.fl, 2016).

Tempoetappen på 80 m (Hansen & Losnegard,2010) ble utført på snø, mens dette studiet ble utført rullskimølle. Man bør være forsiktig med å sammenligne sykluslengder målt på rullskimølle kontra på snø, på grunn av varierende snøforhold som kan føre til forskjeller i sykluslengden. Likevel har ingen av studiene fått en signifikant forskjell med lengre stavlengder på sykluslengde og syklustid verken med en submaksimal staketest med rullleski eller i en tempoetappe ute i skiløypa, både med 7,5 cm stavlengder og 10 cm lengre stavlengder. Losnegard m.fl (2016) testet eliteutøvere, mens dette studiet testet junior-løpere, dermed kan det med forsiktighet at det tyder på at lengre staver ikke påvirker sykluslengde og syklustid under submaksimalt arbeid på rullleski, uansett aldersgruppe hos konkurransedyktige langrennsutøvere.

Resultatet fra figur 7ab viser en teknikk som korrelerer med den nye teknikkformen SPDP. Figur 7ab viser at med 10 cm lengre staver kommer utøveren høyere opp over staven ved kraftutvikling, samt at overkroppen var stabil uten krumming i magemuskulatur. Forskjellen mellom de to stavelengdene er relativt tydelig, og det kan antyde at lengre staver fremprovoserer SPDP uten noen form for instruksjoner på forkant hos enkelte. Det som er verdt å merke seg at utøverne dette vist tydelig på, var utøverne med den lengste sykluslengde og laveste syklustid av alle FP. Hver av disse utøverne hadde også lik sykluslengde og syklustid både med selvvalgt stavlengde og lang stavlengde under alle fire submaksimale drag. Utøverne dette gjaldt var de med høyest hastighet (15 km/t) under alle fire submaksimale drag, og var de eldste som deltok (19 år). Om erfaring, aerob kapasitet og muskelstyrke kan være en av årsakene til dette funnet er vanskelig å utdype, men dette kan anbefales å bruke i videre forskning på SPDP.

Dette studiet valgte kun å se om det utgjorde en forskjell ved å analysere filmen og skjermbildene, og sammenligne selvvalgt stavlengde med 10 cm lengre staver uten form for instruksjoner i forkant. For at studiet skulle vært mer valid og fastslå om lengre staver fremmer SPDP, burde muskelaktiviteten (EMG) blitt målt under dragene, og sett om hofteladdsbøyerne mer aktivisert enn magemuskulaturen. På grunn av at hofteladdsbøyerne ligger såpass dypt vil videoanalyse som gir biomekaniske svar som vinker, tyngdepunkt etc blitt anbefalt å brukt sammen med EMG under den submaksimale staketesten.

Den som vinner et skirenn, er ikke den med størst oksygenopptak, men den med mest effektiv arbeidsøkonomi, altså med god nok O_2 , i kombinasjon med best mulig teknikk, den teknikken som gir høyest mulig fart med minst mulig krefters arbeid. Om det skal fastslås at SPDP er en

teknikk som kan gi bedre arbeidsøkonomi må forskes videre på, og denne studien er ikke valid nok til å fastslå noe om det. Det studiet kan fastslå er at 10 cm lengre staver gir en bedre arbeidsøkonomi hos junior-langrennsløpere ved en submaksimal staketest på rulleski.

PRAKTISK ANVENDELSE

I studiet ble det undersøkt effekten av 10 cm lengre stavlenger enn selvvalgte stavlengder på arbeidsøkonomi og kinematikk for junior langrennsutøvere under et submaksimalt stakearbeid på rulleskimølle. Forsøkspersonene fikk bedre arbeidsøkonomi med 10 cm lengre staver enn de selvvalgte stavlengdene. Derfor anbefaler jeg konkurransedyktige langrennsutøvere å vurdere om lengre staver kan være gunstig for deres prestasjon. Det har også blitt påpekt i studiet at når stavlengder skal endres bør man trene med nytt utstyr over tid slik at teknikken og fysikken kan tilpasses. Studiet har vist at 10 cm lengre stavlengder resulterte i lavere oksygenforbruk og hjerterefrekvens sammenlignet med de selvvalgte stavene, sannsynligvis på grunn av redusert vertikal forflytning av kroppsmassen som ble vist i Losnegard m.fl (2016) sin studie.

Det er viktig å merke seg at denne studiens hovedmål var å undersøke om stavlengde påvirket arbeidsøkonomi og kinematikk på rulleski, hensikten var ikke å fastslå den optimale stavlengden. Likevel, som tidligere antydte, er det rimelig å anta at lengre stavlengder er gunstig med tanke på ytelse i staking.

Det er viktig å merke seg at resultatene bare har henvist til staking, og ikke andre skiteknikker. For eksempel har staking og diagonalgang to totalt forskjellige utgangsposisjoner. Stavnedisettet i diagonalgang er med bøyde hofter, knær og ankler, og gir dermed i forhold til skulderhøye en relativt lengre stav, enn i staking der beina er mer strake/rette i stavnedsettet. Dermed vil det være rimelig å anta at funnet om 10 cm lengre staver kun vil gjenspeile seg i staking og ikke diagonalgang.

Det har nå blitt vist at både 7,5 cm og 10 cm lengre stavlengder enn selvvalgt stavlengder forbedrer arbeidsøkonomi i staking på rulleski. Med dette mener jeg at det bør forskes videre på stavlengde. Studiet undersøkte kun hvordan 10 cm lengre staver har en effekt på rulleskiprestasjon, og framtidig forskning kan undersøke om resultatene kan gjenspeile seg i

en testprotokoll på snø. Under en testprotokoll på snø vil kanskje syklustid og sykluslengde også gi en signifikant forskjell med lengre stavlengder ved submaksimale belastninger.

Det har tidligere blitt påpekt at når en utøver skal endre stavlengde bør det trenes mye på den nye stavlengden for å kunne si om dette gir en positiv effekt eller ikke. Forsøkspersonene hadde ikke utprøvd 10 cm i stavlengdeforskjell på staketeknikken, og det kan være mulig at løperne ville fått en enda bedre arbeidsøkonomi med 10 cm lengre staver hvis de hadde fått beskjed om å trene på stavlengden en periode før testdag. Dette kan også benyttes i videre forskning på SPDP, ved å gi instruksjoner på forkant om hvordan teknikken skal utføres, og se om SPDP er en mer arbeidsøkonomisk teknikkform enn dagens utførelse av staketeknikken.

En negativ konsekvens av lengre staver kan være muskulære belastningsskader. Rotatur-cuff er stabiliseringsmuskulatur i skulderen og utgjør skulderens rotatormansjett. Rotatur-cuff består av fire muskler i skulderen (supraspinatus, infraspinatus, teres minor og subscapularis) og sener som konvergerer mellom armen og skulderbein. Under abduksjon av skulderledd kan supraspinatussennen komme i klem under acromion, og forårsake smerte, svakhet og tap av bevegeligheten i skulderen (Fysionett, 2014). Når stavene blir lengre vil utøveren bli nødt til, slik vi så i resultatene på SPDP, å heve skuldrene enda høyere for å komme over og legge kraft på staven. Dette kan da føre til at supraspinatussennen kommer i klem og føre til smerter under en abduksjon av skulderleddet. Dette er en muskulær belastningsskade som kan forekomme når utøveren har trent mye på lengre staver.

Det kan virke som det er mer skånsomt for ryggen med lengre staver, på grunn av at man klarer å bevare en høyere posisjon igjennom stavgaket og ikke detter for dypt ned i avslutningen. Men for å klare å bevare en høy og stabil posisjon bør utøveren være sterk nok i stabiliseringsmuskulatur i mage for å unngå en svai i korsryggen som er lite gunstig. Dette gjenspeiler seg også i SPDP, der det beskrives at hofteladdsbøyeren er den framdriftsskapende muskelen, mens magemuskulaturen er en viktig stabilisator for å motvirke svai i ryggen. Magemuskulaturen bør være en sterk stabilisator for å bevare en strak og stabil kroppsstamme. Derfor kan en svak magemuskulatur være en risiko, og noe utøveren kanskje bør ha hensyn til når han/hun skal vurdere lengre stavlengder.

KONKLUSJON

Staketeknikkens submaksimale oksygenforbruk og hjerterefrekvens var redusert 10 cm lengre stavlengder enn de selvvalgte stavlengdene, som vil si stavlengdene utøverne normalt var kjent med. Dette studiet viser at 10 cm lengre staver gir en bedre arbeidsøkonomi i staketeknikken hos en junior langrennsutøver på nasjonalt nivå. Utførelse av staketeknikk fra selvvalgt til 10 cm lengre stavlengde ga en betydelig forskjell som korrelerte med Super Power Double Poling. Syklustid og sykluslengde viste ingen signifikant forskjell under dette studiet på en submaksimal staketest med 10 cm i stavlengdeforskjell.

ANNERKJENNELSE

Jeg vil gjerne få takke Nord Universitet for dekking av økonomiske kostnader til min studie, og mine veiledere Erna Von Heimburg og Tore Kristian Aune for all veiledning det siste halvåret. Jeg vil også takke forsøkspersonene for deres deltagelse i dette studiet, som ikke ville vært gjennomførbart uten deres innsats. En stor takk går til Oddbjørn Floan ved idrettens testsenter i Nord-Trøndelag for all hjelp under datainnsamlingen til studiet. Jeg vil også rette en siste takk til medstudent Martine Aalberg for samarbeid under datainnsamling og utforming av min bacheloroppgave.

REFERANSELISTE

Bassett, D. R., Jr., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70-84.

Bojsen-Møller J., Losnegard T., Kempainen J., Viljanen T., Kalliokoski K. & Hallén, J. (2010). Muscle use during double poling evaluated by positron emission tomography. *J Appl Physiol*. 109:1895-1903. doi:10.1152/jappphysiol.00671.2010

Borg, G., (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 14. No. 5, pp. 377-381.

Fysionett. (2014). *Supraspinatusruptur* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.fysionett.no/supraspinatusruptur/> [Lest 24.05.2016].

Hallén, J. (2002a). Fysiologisk adaptasjon til utholdenhetstrening. *Artikkelsamling IBI 313 Fysiologisk adaptasjon til utholdenhetstrening*. Oslo: Norges idrettshøgskole.

Hansen, E.A., & Losnegard, T. (2010) Pole length affects cross-country skiers' performance in an 80-m double poling trial performed on snow from standing start. *Sports Eng*. 2010;12:171-178.

Holmberg, H. C., Lindinger, S., Stoggl, T., Eitzlmair, E., & Muller, E. (2005). Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(5), 807-818.

Holmberg H C., Stöggl T (2011) Force interaction and 3D pole movement in double poling. *Scand J Med Sci Sports*. 21:e393-e404. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01324.x

Hoffman M.,D., Clifford, P.S., Foley, P.J., Brice, A.G. (1990) Physiological responses to different roller skiing techniques. *Med Sci Sports Exerc*. 1990; 22:391-396.

Hoffman M D, Clifford P S, Wattson P B, Droblish K M, Gibbons T P, Newbury V a, Sulentic JE, Mittelstadt S W, O'Hagan KP (1994) Physiological comparison of uphill roller skiing: diagonal stride versus double pole. *Med Sci Sports Exercise* [26(10):1284-1289]

- Hoffmann M.D., Clifford P, S. (1991) Physiological aspects of competitive cross- country skiing. *J of Sport Sciences* p 3-27
- Krahenbuhl, G.S., & Williams, T.J. (1992). Running economy; changes with age during childhood and adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 24, 462-466.
- Larsen, H.B. (2003). Kenyan dominance in distance running. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A. Molecular & Integrative Physiology*, 136, 161- 170.
- Lindinger, S. J., Stöggle, T., Muller, E., & Holmberg, H. C. (2009). Control of speed during the double poling technique performed by elite cross-country skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 210-220. doi: 10.1249/MSS.0b013e318184f436
- Losnegard, T., Myklebust, H., Skattebo, H., Stadheim, H. K, Sandbakk, Ø. & Hallén, J. (2016). The influence of pole length on performance, O₂-cost and kinematics in double poling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Nilsson J., Jakobsen V., Tveit P., Eikrehagen O. (2003). Pole length and ground reaction forces during maximal double poling in skiing. *Sports Biomech*. 2003;2:227-236.
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2013). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance, *A review.pdf*. *Scand J Med Sci Sports*. doi: 10.1111/sms.12104
- Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2012) *Den norske langrennsboka*, Oslo: Aschehoug.
- Saunders, P.U., Pyne, D.B., Telford, R.D. & Hawley, J.A. (2004). Reliability and variability of running economy in elite distance runners. *Medicine of Science in Sports and Exercise* 36, 1972-1976.
- Scrimgeour A.G., Noakes T.D., Adams, B. & Myburgh K. (1986). The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55, 202-209.
- Shephard R J (1977). *Endurance fitness, 2 nd*. University of Toronto Press, Toronto
- Skard, H. (2016). *Super Power Double Poling* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://www.facebook.com/halldor.skard?fref=ts>> [Lest 13.05.2016].

Sutton J. R. (1992). Limitations to maximal oxygen uptake. *Sports Med* 13: 127-133

Opplasting av samtykkeskjema

Opplasting samtykkeskjema

Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.

BESVARELSE

Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5538248_5224941
Filtype	pdf
Filstørrelse	74.123 KB
Opplastingstid	26.05.2016 10:56:59



Neste side
Besvarelse
vedlagt



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

Forfatter(e): Maren Gjølga

Norsk tittel: Effekten av ulike stavlengder på arbeidsøkonomi og kinematikk i klassisk staketeknikk hos junior langrennsutøvere på nasjonalt nivå.

Engelsk tittel: The influence of pole length on work economy and kinematics in double poling in junior cross-country skiers at a national level.

Studieprogram: Idrettsvitenskap

Emnekode og navn: KIF 350 Bacheloroppgave



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: 26.05.2016

Maren Gjølga
underskrift

underskrift

underskrift

underskrift

