

Effekten av treningsintensitet på hastighet og pulsprofiler, effekt av arbeid og kinematikk i skøyteteknikk i langrenn.

Av Pål Haugnes

Bakgrunn: Langrennsløpere konkurrerer i variert terreng og på svært varierende hastigheter, noe som gjør at langrenn er både fysisk og teknisk krevende (Smith 1992; Andersson et al 2010). Varigheten på konkurransene varierer fra noen minutter til flere timer, avhengig av distansen, og terrenget består av omtrent en tredjedel oppoverbakke, en tredel flat og en tredjedel utfor (Sandbakk og Holmberg 2014; Hoffman og Clifford 1992). For å kunne opprettholde en høy hastighet må skiløpere skifte og tilpasse delteknikk kontinuerlig i henhold til løypeprofilen (Bilodeau et al 1992; Nilsson et al 2004), og den største individuelle forskjellen i prestasjon er sett i oppoverbakker hvor det er en økning i arbeidsintensitet (Welde et al 2003; Sandbakk og Holmberg 2014; Norman og Komi 1987; Mognoni et al 2001). I nedoverbakker ser man derimot at arbeidsintensiteten synker og at man bruker dette terrenget for hvile (Sandbakk et al. 2011). Skiløpere trener hovedsakelig utholdenhet med ski, rulleski og løping i variert terreng. Dette gjøres etter en ”polarisert” utholdenhetstreningsmodell hvor lav intensitet trening (LIT) er den største komponenten. I tillegg trenes det lav til moderat volum av moderat- (MIT) og høy intensitet trening (HIT) (Seiler og Kjerland 2006; Gaskill et al 1999; Rusko 1987). I langrennskurranser så ser man at arbeidsintensiteten fluktuerer, men i hvilken grad dette er gjeldende under ski-spesifikk trening på de ulike treningsintensitetene er til nå ikke kjent.

Selv om tidligere studier har undersøkt kinematikk i felt under simulerte konkurranser på snø (Sandbakk et al 2011; Andersson et al 2010), eksperiment på snø (Bilodeau et al 1992; Vahasoyrinki et al 2008), og under konkurranser (Bilodeau et al 1996; Smith og Heagy 1994), så har metodene vært tidkrevende ved å bruke videoanalyse, EMG, og kraftceller. Mikrosensorteknologi har derimot potensial for å måle kinematikk, kinetikk, hastighet og posisjon i sanntid uten bruk av ressurskrevende metoder, og blir brukt i f.eks. sykling (Paton og Hopkins 2001), svømming (Fulton et al 2009; Dadashi et al 2013), og i falldeteksjon hos eldre personer (Allen et al 2006). Til tross for sitt store potensial og at flere studier de siste årene har klart å klassifisere bevegelsesmønstre i langrenn (Holst og Jonasson 2013; Marsland et al. 2012; Marsland et al. 2015; Myklebust et al. 2011; Myklebust et al. 2014; Sakurai et al 2014; Stöggl et al 2014) så har enda ikke enda ikke mikrosensorteknologi blitt brukt til analyse av trening og konkurranser i langrenn (Marsland et al. 2015).

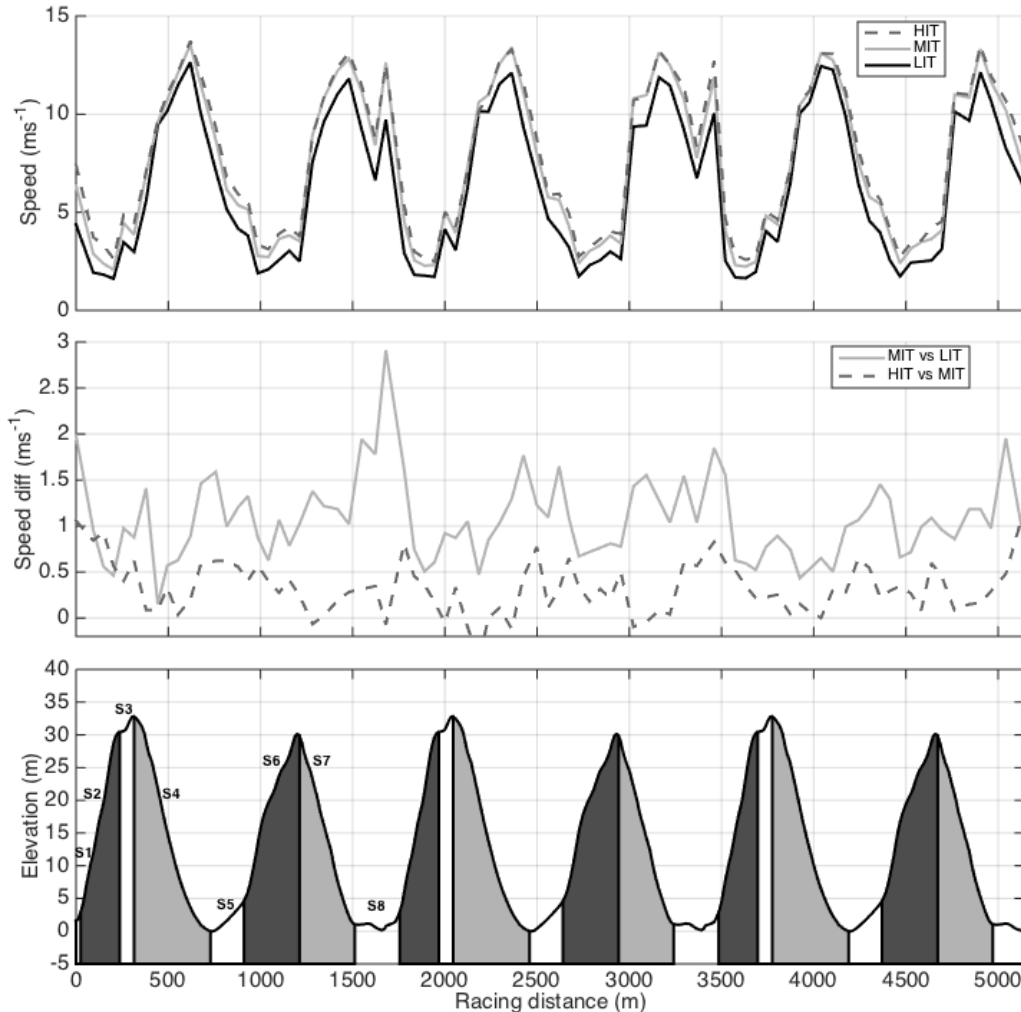
Formål: Hovedformålet med denne studien var derfor å undersøke hastighet, puls, effekt av arbeid og kinematikk (sykluslengde og syklusfrekvens).

Metoder: Syv mannlige elite junior langrennsløpere (alder: 18.3 ± 0.5 år, høyde: 180 ± 6 cm, kroppsvekt: 76.8 ± 6.4 kg, peak oksygenopptak 67.2 ± 5.6 ml·kg⁻¹·min⁻¹, peak HF 193 ± 11 slag min⁻¹) ble først testet for maksimalt oksygenopptak ved bruk av skøyteknikk med rulleski på tredemølle i et laboratorium. To 20-maksimal hastighetstester på flatt og i bratt terreng ble utført i felt på en egen dag. Deretter gjennomførte skiløperne hovedforsøket som bestod av å gå tre 5-km runder med skøyteknikk i en konkurranseløype på snø ved lav (LIT), moderat (MIT) og høy intensitet (HIT) ved bruk av pulsmåler og en tregthet målenhet (IMU) som var koblet til et globalt satellittnavigasjonssystem (GNSS).



Figur 1 Data overføres via Bluetooth i sanntid fra Apertus IMU til en mobiltelefon som mottar og lagrer de innsamlede data for videre etterbehandling

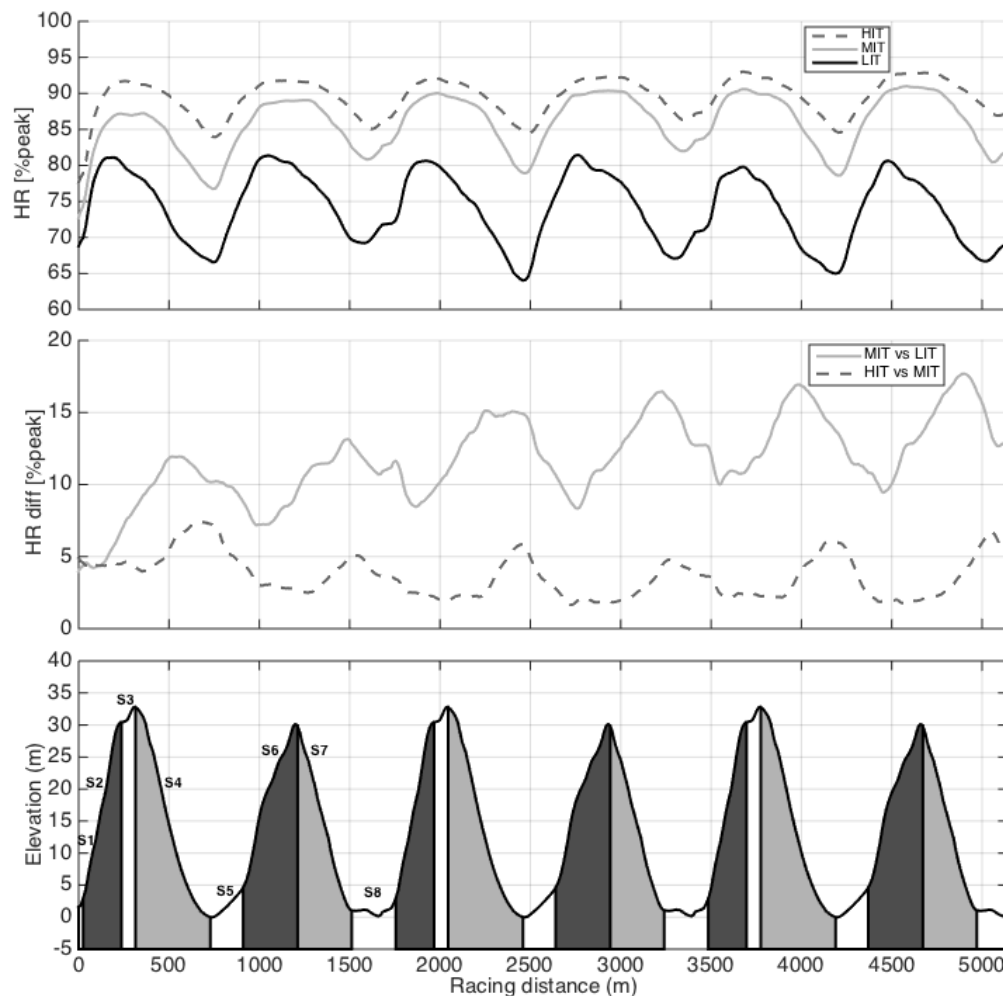
Resultater: Hovedfunnene i studien var som følger: 1) Økning av treningsintensitet økte den gjennomsnittlige hastigheten, hjerteraten og effekten av arbeid ($P < 0.05$), og forskjellene var større mellom MIT vs. LIT enn MIT vs. HIT. 2) Man så en forskyvning av den forsinkede pulsresponsen og effekten var større ved høyere treningsintensitet noe som begrenset muligheten for hvile mer ved høyere intensitet. 3) Mer enn halvparten av tiden ble brukt i motbakke på alle intensiteter og motbakke hadde mest å si for prestasjon under HIT. 4) $G2-V_{max}$ korrelerte sterkt med fart i motbakke under HIT ($r = 0.78$, $P < 0.05$). Gjennomsnittshastigheten (m·s⁻¹) og forskjellen mellom de ulike treningsintensitetene gjennom hele løypa er illustrert i Fig.2. Gjennomsnittshastigheten økte ved høyere intensitet $F(1.164, 6.985) = 129.712$, $P < 0.001$, $\epsilon = .582$.



Figur 2 Gjennomsnittsfart i de ulike terrenntyper og forskjell i gjennomsnittsfart mellom de ulike treningsintensiteter for syv mannlige elite juniorløpere i langrenn med skøyteknikk ved lav- (LIT), moderat- (MIT), og høyintensitetstrening (HIT)

En detaljert pulsprofil av $\%HF_{\text{peak}}$ og forskjell mellom de respektive treningsintensitetene gjennom løypa er illustrert i Fig.3. Skiløperne hadde en relativt høyere puls med høyere intensitet $F(1.009, 5.046) = 27.547, P < 0.05, \epsilon = .505$. Skiløpernes gjennomsnitt HF og peak HF var 151 ± 19 og 188 ± 19 , 172 ± 11 og 193 ± 11 , 178 ± 9 og 195 ± 9 slag min^{-1} , noe som tilsvarer 77 og 96% av HF_{peak} , 87 og 98% HF_{peak} , 90 and 99% og HF_{peak} , for LIT, MIT, og HIT. Arbeid mot gravitasjon, friksjon og luftmotstand ble estimert i motbakke (S2) og på flatt (S) under runde 3 ved LIT, MIT og HIT. Effekten av arbeid økte ved høyere intensitet i motbakke $F(3, 18) = 242.793, P < 0.001$, og i flatt terreng $F(1.288, 7.729) = 21.627, P < 0.001$. Videre så man at sykluslengde økte ved høyere intensitet i motbakke $F(3, 9) = 79.825, P < 0.001$ og at syklusfrekvens økte ved høyere intensitet i motbakke $F(3, 9) = 36.577, P < 0.001$. Skiløperne hadde 14.3% og 8.3% høyere syklusfrekvens under MIT vs. LIT og HIT vs. MIT i

motbakke ($P < 0.05$). I flatt terreng hadde de 13.5% og 8.3% høyere syklusfrekvens under MIT vs. LIT og HIT vs. MIT ($P < 0.05$).



Figur 3 Gjennomsnittspuls [%peak] i de ulike terrenntyper og forskjell i gjennomsnittspuls [%peak] mellom de ulike treningsintensiteter for seks mannlige elite juniorløpere i langrenn med skøyteknikk ved lav- (LIT), moderat- (MIT) og høyintensitetstrening (HIT)

Diskusjon: Resultatene i denne studien viser at ski-spesifikk trening i variert terreng i form av fart, ytre arbeid, indre intensitet og kinematikk er tydelig intervallbasert og bekrefter det man har sett i langrennskonkurranser. Man ser at selv om man holder seg innenfor grenseverdiene for de ulike intensitetssonene i gjennomsnitt for økta så overstiger man grenseverdiene vesentlig i motbakker under alle treningsintensitetene på grunn av arbeid mot tyngdekraften, noe som gjør langrennstrening unikt. Et videre arbeid av denne studien må se på teknikkfordistribusjon og forskjeller innad hver delteknikk under ulike treningsintensiteter i variert terreng i felt på ski og rulleski, noe som vil øke vår forståelse av teknikktraining i langrenn.