Bachelorgradsoppgave

Påvirkes prestasjon og laktatproduksjon av tekniske løsninger i dobbeldans hos utøvere med relativ lik VO_{2maks}?

Mads Ek Strøm

KIF - 350

Bachelorgradsoppgave i

Kroppsøvning og idrettsfag, faglærerutdanning og bachelorgradsstudium

2013

Avd. Meråker

Lærerutdanning

Sammendrag

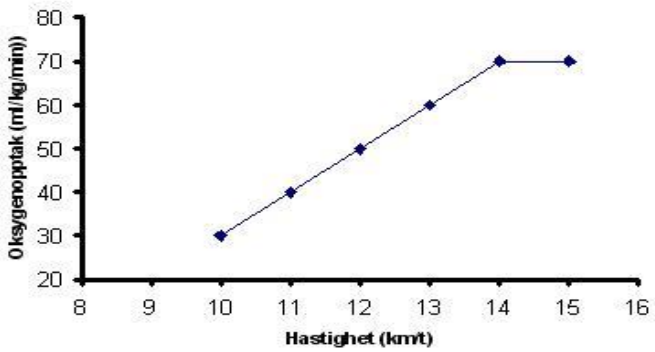
Forskjell mellom fis-poeng, laktatverdier og tekniske løsninger mellom løper med relativt lik $VO_{2maks.}$ Bacheloroppgave i idrett, Høgskolen i Nord-Trøndelag, Idrettstudiene i Meråker s 1-19. 27.5.2013. **Hensikt:** For å kunne se om det er forskjell i arbeidsøkonomi, laktatproduksjon og utnyttingsgrad mellom løpere med relativt lik VO_{2maks} i løping. **Teori:** Arbeidsøkonomien er et mål på hvor mye energien utøver forbruker ved en bestemt fart på en bestemt tilbakelagt distanse. **Metode:** 6studenter ved HINT idrettsfag i Meråker deltok i undersøkelsen. Ferdighetsnivået var fra Verdenscup-deltakelse til nasjonal deltagelse, med andre ord godt trente utøvere. Alle utøverne ble filmet og tatt laktat på etter 5minuttersdrag på 12km/t og 8 % stigning. For så å bli analysert i Dart-Fish, for å plukke ut de tekniske forskjellene i skøyting, dobbeldans for å se hva som skiller de ulike utøverne. **Resultat:** Vinkel i hofte, frekvens og vinkel på stavisettet viste forskjeller. Det var så stor forskjell fra 1,7 i laktat til 5,2. **Konklusjon:** Forskjellene mellom de beste og nest beste var ganske klare. Helt klart at teknisk løsninger er en viktig del av treningen.

Teori:

Langrenn er en idrett som stiller store krav til god utholdenhet, og da i stor grad aerob utholdenhet (Rusko, 2003). I idretter som løping, sykling, langrenn og andre idretter der man bruker store deler av kroppen og aktiviteten varer mer enn 30 minutter vil minst 95 % av energi komme fra aerob energiomsetning (Åstrand et al. 2003). Fra starten av 2000-tallet hvor sprint og fellesstarter gjorde sitt inntog i langrennsverden har den anaerobe utholdenheten blitt stadig viktigere (Sandbakk, 2011). Hvordan skape høyest mulig fart på et oppløp eller i et rykk? I langrenn er tekniske løsninger en avgjørende betydning for resultatet. Teknikken skal repeteres tusenvis av ganger gjennom ulike løp fra sprint til 50 km. Det betyr at en liten teknisk endring, enten positivt eller negativt, kan føre til store endringer i prestasjonen og resultatet (Torvik, 2007). Den faktoren som er avgjørende for god teknikk er den framdriften utøveren har.

Utholdenhet kan sees på som gjennomsnittshastigheten en utøver har over en gitt periode. I langrenn er det den med høyeste gjennomsnittsfart som vinner. God utholdenhet er ikke bare et resultat av høy VO_{2maks}, i og med at denne gjennomsnittsfarten skal holdes enten i 2 eller 150minutter. Utholdenhet kan defineres som (VO_{2maks} + Anaerobe Terskel) /arbeidsøkonomien (Joyner et al., 1993). Utholdenhet blir i hovedsak begrenset av 3 hovedfaktorer: VO_{2maks}, anaerobe terskel (utnyttelsesgraden) og arbeidsøkonomien (Joyner et al., 2008).

VO_{2maks} defineres som et mål for kroppens maksimale evne til å ta opp og omsette per tidsenhet (Basset & Howley, 2000).



Sammenheng mellom oksygenopptak og belastning. VO_{2maks} vil ikke øke i takt med belastningen i det uendelige. Etter hvert vil VO_{2maks} flate ut.

VO_{2maks} blir begrenset av 3 forhold. Den maksimale oksygentransporten, kroppsvekt og sammensetning og skjelettmusklenes evne til å ta opp å forbruke oksygen. Oksygentransporten innefatter oksygenleveransen fra luften som pustes inn til dannelsen av ATP (adenosine Triphosphate). Hjertefrekvens, slagvolum, minuttvolum, hemoglobin nivå, blodvolum

er fysiologiske faktorer som påvirker oksygentransporten (Saltin et.al 1995, Helgerud et.al 2007).
Kroppsvekt og sammensetning. Aktiv muskelmasse, trenger en viss mengde muskelmasse å ha oksygenopptak i, fettmengde, samt skjelettmusklenes evne til å ta opp å forbruke oksygen. (Torvik, 2007).

Anaerobe terskel er den intensiteten hvor det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av laktat (Kent 2006). Laktat, eller melkesyre, er det normale endeproduktet ved en anaerob nedbryting av glukose. Med tilstrekkelig oksygen tilstede vil glukose nedbrytes til karbondioksid og vann. Laktat dannes når det ikke er tilstrekkelig med oksygen tilstede i denne nedbrytingen (Urdal et al. 2008). Dvs. AT er enten begrenset prosentvis av VO_{2maks} eller av HF_{max}. Største begrensninger av AT er VO_{2max}, muskelfibrenes rekrutteringsmønster (oksidative enzymer, kapillær - og mitokondrietetthet, muskeltypefordeling), evne til laktatfjerning og evne til fettforbrenning. (Klausen et al., 1981) Arbeidsøkonomien er et mål på hvor mye energien utøver forbruker ved en bestemt fart på en bestemt tilbakelagt distanse (Svedenhag 2000). Biomekaniske, fysiologiske og metabolske egenskaper er avgjørende faktorer for arbeidsøkonomien (anatomi, utnytte mekanikken, koordinasjon, elastisk energi og fysiologisk effektivitet) (Saunders et al., 2004). Samtidig er det andre faktorer som er avgjørende i langrenn. Ytre faktorer som vind, temperatur og utstyr er viktige og avgjørende faktorer for prestasjon/ arbeidsøkonomi i langrenn.

Arbeidsøkonomien viser energien en utøver forbruker. Derfor kan arbeidsøkonomien ofte angis som VO_2 på et bestemt arbeid, $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Costill et al. 1973). Arbeidsøkonomi er en meget viktig del av utholdenhetsprestasjonen. Selv i langrenn hvor det er stort avvik mellom konkurransetider, alt fra 2min i de korteste sprintprologene til 150minutter på 5mila i Kollen (samt de lange turrennene som Vasaloppet etc.), er arbeidsøkonomi en avgjørende del på alle distanser. Viktigheten av VO_{2maks} som prestasjonsfaktor kan variere litt på de ulike distansene (Stöggl et al., 2006). Samtidig som det kan variere i en gruppe hvor spriket i VO_{2max} er stort. Ettersom at aerob utholdenthetsprestasjoner i hovedsak begrenses av V_{O2max} og arbeidsøkonomien (Conley & Krahenbuhl 1980) betyr det at en elite utøver i langrenn har høy aerob kapasitet, over 80 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Mahood et al., 2001), men skiller seg fra andre eliteutøver ved en god arbeidsøkonomi på ski.

God arbeidsøkonomi kan gi en variasjon på 30 – 40 % av oksygenforbruk, $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, blant individer (Conley & Krahenbuhl 1980). Coyel et al. (1992) fant ut etter å ha testet syklister på en fart på 300W at over halvparten av variasjonen i oksygenforbruk og arbeidsøkonomi var knyttet opp til andel av trege muskelfibre, type 1 i vastus lateralis, «lårmuskelen». Type 1 fibre viste større mekanisk effektivitet, og det er dermed ikke overraskende at elite utholdenhetsutøvere har høyere prosentandel av type 1fibre, gitt at de er mer effektive i aerobe utholdenhet. Dette er interessant med tanke på at langrennsløpere arbeider i hovedsak aerobt og er avhengig av mange trege muskelfibre.

Teknikk er en vesentlig del av arbeidsøkonomien sammen med musklenes kontraksjonshastighet/ effektivitet, samspillet mellom musklene, samt muskelfibertype sammensetning. Teknikk kan defineres som best mulig timing mellom ulike kroppsdeler og underlaget, slik at en kan oppnå så effektive bevegelser som mulig (Holmberg et al. 2005). På grunn av at alle de ulike komponentene som skaper framdrift i skøyting (høyre og venstre bein, høyre og venstre arm og overkropp) har forskjellige oppgaver kan man ikke ha en optimal framdrift av samtlige komponenter samtidig, det betyr at de må samordnes i en fremdriftskomponent og løses via kompromisser (Sandbakk, 2010). Teknikken skal repeteres tusenvis av ganger i ulike løp fra sprint til 50km. Det betyr at en liten teknisk endring kan føre til stor endring i prestasjon og resultat. Både positivt og negativt. Stikkordet for god teknikk vil fokuset ligge på å se de store linjene og ikke detaljene. I skøyting og klassisk er det primært det samme som er gjeldene: framdrift. Det betyr at komponentene av reaksjonskraft som går i fartsretningen er avgjørende (Rusko, 2003). Newtons lover forteller at den totale kraften i hver av de tredimensjonale retningene vil bestemme utøverens akselerasjon i den retningen.

Grunnelementer i skøyting har vært essensielle siden starten. Kante skien og presse med en kraft på skien, kan man utvikle kraftkomponenter i vertikal og horisontal retning. Det gjør at en kan sette opp en formel for å se på den totale kraftkomponenten: $(F) = F_{ski} \sin \alpha \sin \beta$ (Rusko, 2003). Det betyr at man kan øke fremdriftskraften ved å kante skien mer, dvs. øke vinkelen på skien og øke vinkelen mellom ski og fartsretning i forhold til terreng.

I bevegelsesmønsteret i skøyting skiller man mellom enkelteknikkene padling, dobbeldans, enkeldans, friskøyting og

Utforstilling (Rusko, 2003). For å utføre riktig og for å forbedre teknikk er det avgjørende med basisferdigheter på ski. Balanse, fremdrift, rytme, sansing, kanting av ski, tyngdeoverføring, dynamikk, stabilitet, bevegelighet, styrke, utholdenhet og den evnen en har til å gli på ski er alle faktorer som påvirker det endelige utfallet av en prestasjon befestet til bruk av teknikk i langrenn. (Ottesen & Torvik, 2001). Alt avhenger av utøverens alder og prestasjonsnivå. For å utvikle teknikken er det viktig å trene på det i alle intensitetssoner, det betyr at riktig teknikk til rett tid og sted er essensielt for å skape kraft og fremdrift (Svartdal, 2010).

Dobbeldans defineres ved at en tar et dobbelttak, med stavene, ved hvert skøytetak (Botnan, 2001). Armene i dobbeldans jobber synkront, samtidig og parallelt. Det vil si at man har full tyngde på en og en ski og sklir på skia. Før man tar armene raskt fram og flytter tyngden over på andre siden og foretar ett nytt dobbelttak og fraspark på den andre skia. Dobbeldans-teknikken er effektiv, men den krever god styrke og utholdenhet (Botnan, 2001). Dobbeldans er den teknikken med lengst sykluslengde totalt sett. Armene derimot har en kortere syklus da de har en kraftimpuls på hvert eneste skyv og skaper mye av kraften (Rusko, 2003).

Den mest effektive teknikken i skøyting er dobbeldans (Andersen og Nymoen, 1991). Bedre skiløpere bruker dobbeldans i større grad, sammenlignet med mindre gode løpere(Sandbakk, 2011). Denne teknikken har blitt mer og mer utviklet de siste årene og tatt over for padling i flere sammenhenger (Svartdal, 2010). Da ofte i slake motbakker, generelt flatt terreng og i en spurt. En grunn til dette er at styrke, maksimal styrketrening, er blitt ett viktigere aspekt en det var tidligere, og man kan derfor gå mer på overkroppen (Losnegard, 2009). En av grunnene til at dobbeldans har blitt en så anvendt teknikk de siste årene er styrketrening. Smith fant ut at 66 % av bidraget i skøyting kommer fra overkroppen (Smith m.fl. 1989). Maksimal styrketrening kan løfte den spesifikke maksO2, på rulleski, til et

høyere nivå (Losnegard, 2009). De beste utøverne er sterkere i overkroppen, går mer arbeidsøkonomisk og raskere under anaerobe trening/konkurranse enn dårligere utøvere (Mikkola, 2010). Mikkola hevdet at eliteutøvere bør trene spesifikk styrke for overkroppen, enten på rulleski eller maksimal styrketrening, for å utvikle og perfeksjonere rykk og spurt i dobbeldans.

Bedre prestasjoner i en prolog er også linket til mer bruk av dobbeldans og lengre sykluslengder innenfor denne teknikken (Sandbakk 2011). Hillkurven viser den sammenhengen mellom forkortningshastighet/ frekvens og kraftimpuls. Lav frekvens, lengre sykluslengder, gir mer kraft, i og med Aktin og myosin får bedre tid til å ta tak i hverandre hvis de får lang arbeidsvei, og kan dermed utvikle større kraft. Der er det stor forskjell mellom de beste og de nest beste langrennsutøverene i verdenssammenheng (Sandbakk, 2011). «I forbindelse med arbeid hvor energien utelukkende blir frigjort ved hjelp av de aerobe prosessene er O2 forbruket per meter et mål på utøverens arbeidsøkonomi» (Hallèn, 2002). Det betyr at en utøver ved forbedret arbeidsøkonomi kan gå enda fortere selv ved det samme O_2-opptaket. For å utvikle god arbeidsøkonomi er det viktig å trene i den farten som er essensiell for idretten. Dvs. At man skal trene på det man vil bli god på (Scrimgeour, 1986).

Hva sier andre?

«De beste løperne har en tendens til å komme lengre for hver syklus, altså lengden de flytter tyngdepunktet for hvert steg. Dette sier noe om kraftpotensialet og effektiviteten fra frasparket til løperne» (Sandbakk, 2010)

«I forbindelse med arbeid hvor energien utelukkende blir frigjort ved hjelp av de aerobe prosessene er O2 forbruket per meter et mål på utøverens arbeidsøkonomi» (Hallèn, 2002)

«Vi vet at det er de som kommer lengst per skyv er de som går fortest» (Sandbakk, 2011)

Problemstilling:

Påvirkes prestasjon og laktatproduksjon av tekniske løsninger i dobbeldans hos utøvere med relativ lik VO_{2maks}?

Metode:

Testpersoner:

6 mannlige, godt over gjennomsnittlig trent, som konkurrerer på høyt nasjonalt nivå i langrenn var testpersoner for dette forsøket.

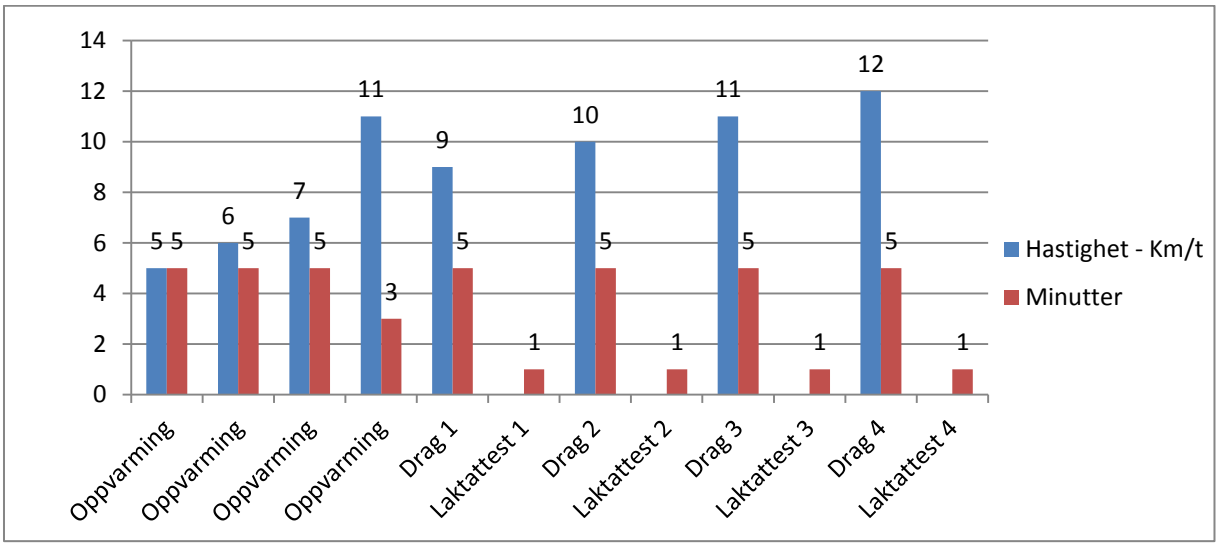
Variabler	Intervensjonsgruppe
Alder (år)	20 ± 1
Vekt (kg)	77 ± 7
Høyde (cm)	185 ± 4
Fis-poeng	83 ± 24
VO_{2max} Løp ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	77 ± 5

Utstyr:

Testingen foregikk på en RoodbyRL3500e rulleskimølle fra Sverige (Rodby Innovation AB, Hagby, Vänge, Sverige). Den var både kalibrert for hastighet og stigning. Laktatmålingen ble foretatt av en Lactate Scout +, en tyskprodusert laktatmåler (Ebendorfer Chaussee 3 D-39179 Barleben / Magdeburg, Tyskland). Pulsmålinger ble utført ved hjelp av Polar RS800CK pulsklokke (Polar, Oy, Kempele, Finland), vekten ble målt på en elektronisk vekt fra EKS. I tillegg var det standard, laboratoriets, Swenor rulleski med hjultype 2 fra Sverige for å unngå ulik rullemotstand, og Binding NNN fra Rottefella. Samt staver Swix Triac 1.0 og Fischer Carbonlite, i ulike lengder varierende mellom 160cm og 170cm med stavspisser . Alle utøverne ble sikret på rulleskimøllen med en sele rundt beina og hofter. Etter hvert drag ble utøverne spurt om følelsen og anstrengelsesgrad etter Borgskalaen, 1-20, alle resultater ble ført for hånd i et skjema, for så å bli renskrevet i Microsoft Excel. Analyse av teknikk ble gjonnomført i anylesprogrammet Dart-Fish (Rte de la Fonderie 6 CP 53 – 1705, Fribourg 5, Switzerland) på pc.

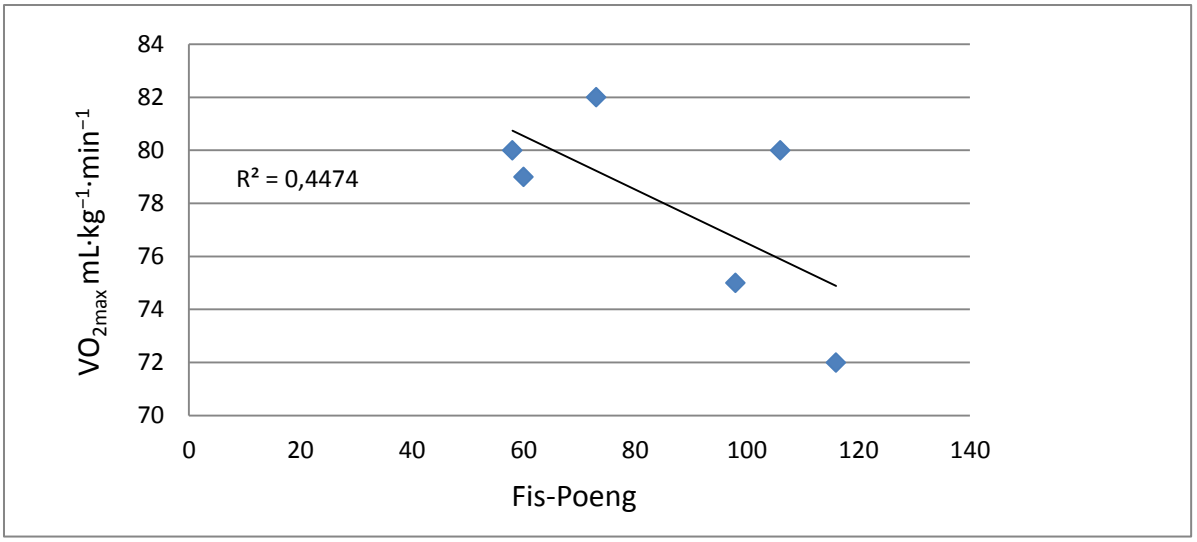
Testprosedyre:

Oppvarming før testingen ble gjennomført på rulleskimøllen i 15minutter flatt og en hastighet på 5-7km/t, før de siste 3minuttene ble gjennomført i 11km/t og 8 % stigning. Deretter ble det gjennomført 4, eller 5, drag på 5minutter på 8 % stigning med økende hastighet. Fra 9km/t til 12km/t. Evt. også 13km/t hvis utøveren ikke hadde oppnådd terskelverdien på de 4første dragene. Etter hvert enkelt drag ble det foretatt laktatprofilmålinger og måling av makspuls. På de to siste dragene av hver enkelt utøver ble det filmet 30sekunder av draget. Hvert drag varte i 5minutter og pausen på 1-3minutter da det ble gjennomført målinger av laktat, puls og borgskalaen. Under testdagen ble det også underveis beordret arbeidsoppgaver som utøverne skulle tenke på.

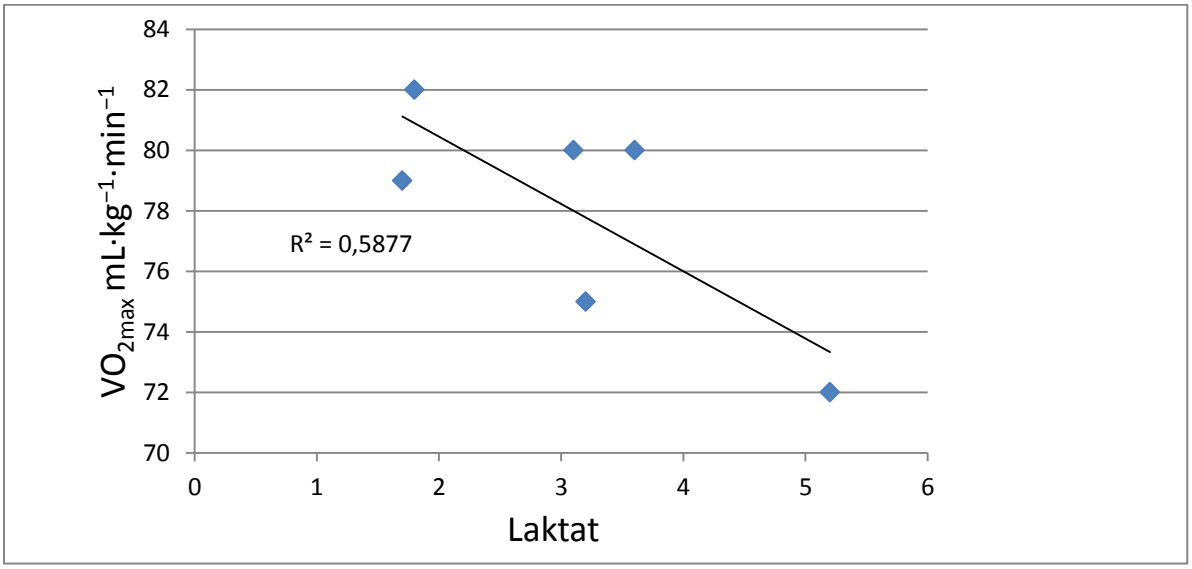


Resultater:

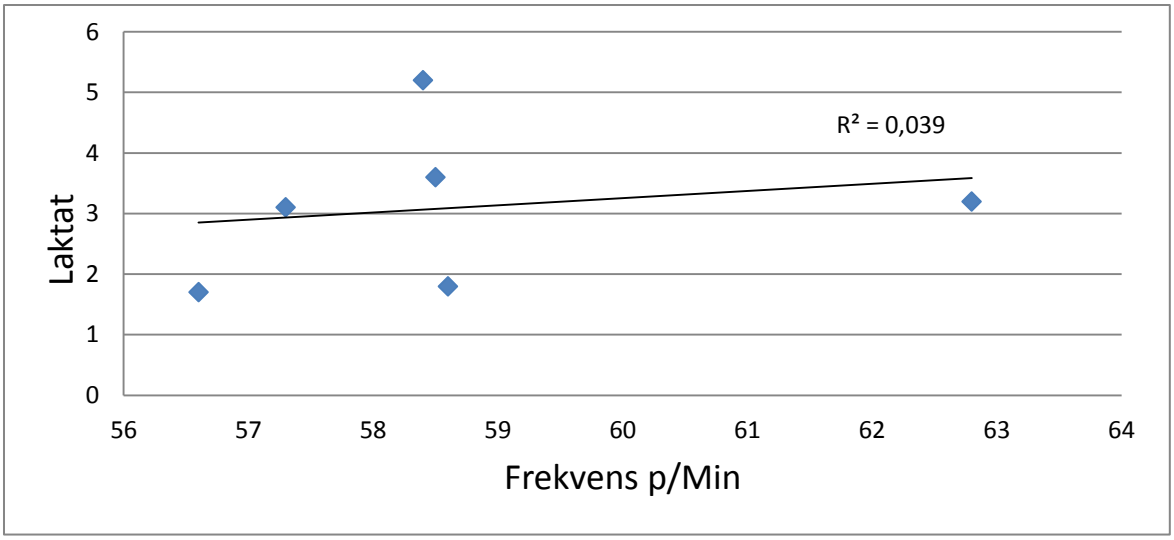
Resultatene fra denne studien skal si noe om sammenhengen mellom fis-punkt, tekniske løsninger og den laktaten forsøkspersonene har. Hvorfor er de beste best? Test resultatene er samlet fra en test på rulleskimølle på en kalkulert fart og stigning. Det maksimale oksygenopptaket er hentet fra VO_{2maks} Løp ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Resultatene er basert på trendlinje og R-kvadrert verdi som gir korrelasjonsverdien.



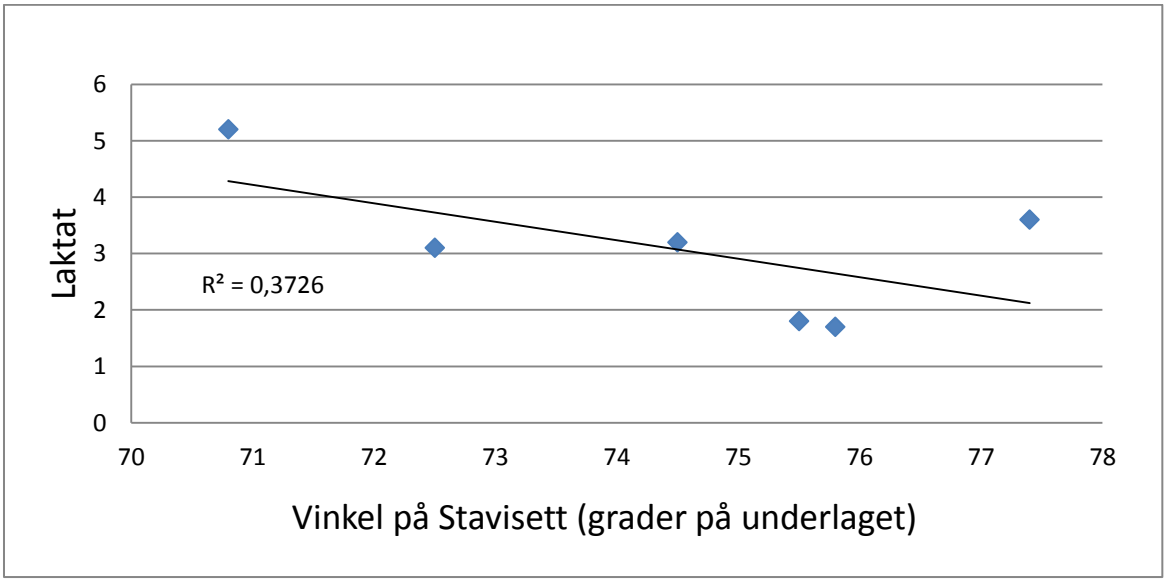
Figur 1: Viser sammenhengen mellom VO_{2max} (y-aksen) og Fis-poeng (x-aksen) ved en gitt hastighet og stigning i dobbeldans. (R^2 = 0,4474) = (R =0,6688)



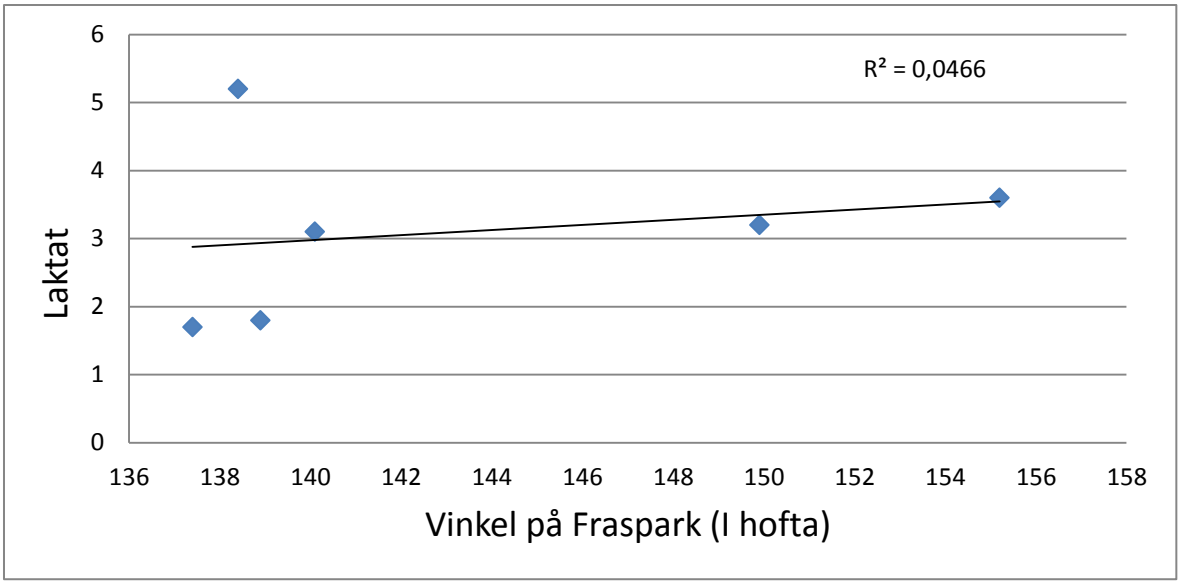
Figur 2: Viser sammenhengen mellom VO_{2maks} (y-aksen) og Laktat (x-aksen) ved en gitt hastighet og stigning i dobbeldans. (R^2 = 0,5877) = (R =0,7666)



Figur 3: Viser sammenhengen mellom Frekvens forsøkspersonene har pr/minutt (x-aksen) og den laktat (Y-aksen) FP har etter 5minutter på 12km/t. (R^2 = 0,039) = (R =0,1974)



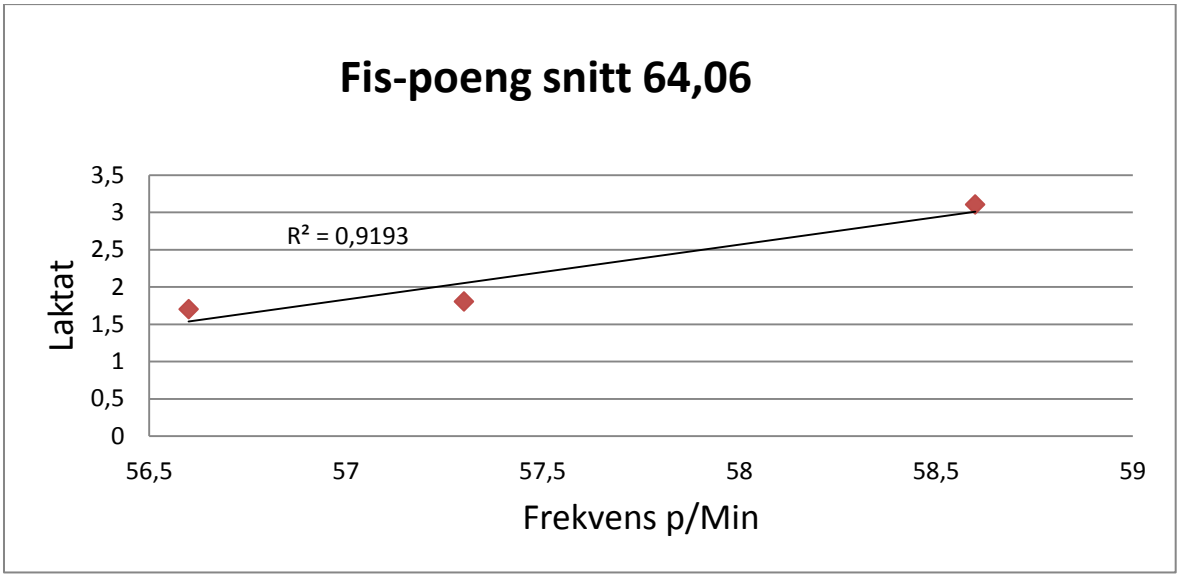
Figur4: Viser sammenhengen mellom vinkel på stavisettet (x-aksen) til hver enkelt forsøksperson og den laktat (y-aksen) FP har etter 5min på 12km/t. (R^2 = 0,3726) = (R =0,6104)



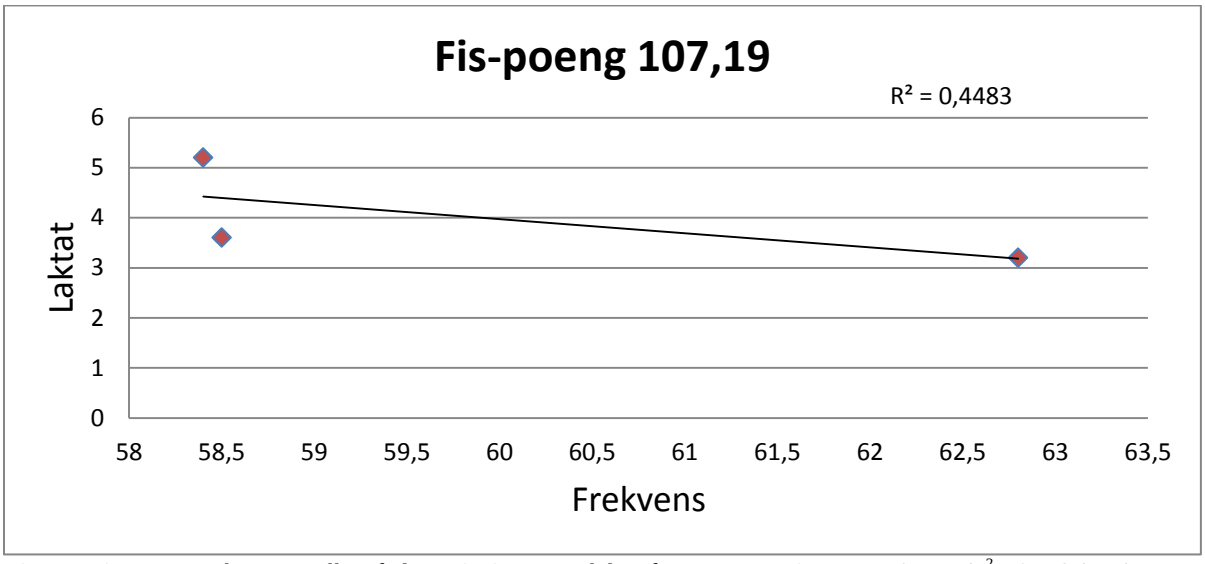
Figur 5:Viser sammenhengen mellom vinkel på frasparket til hver enkelt av forsøkspersonene (x-aksen) og den laktat (y-aksen) FP har etter 5min på 12km/t. (R^2 = 0,0466) = (R =0,2158)

Deles gruppen i 2 etter Fis-poeng

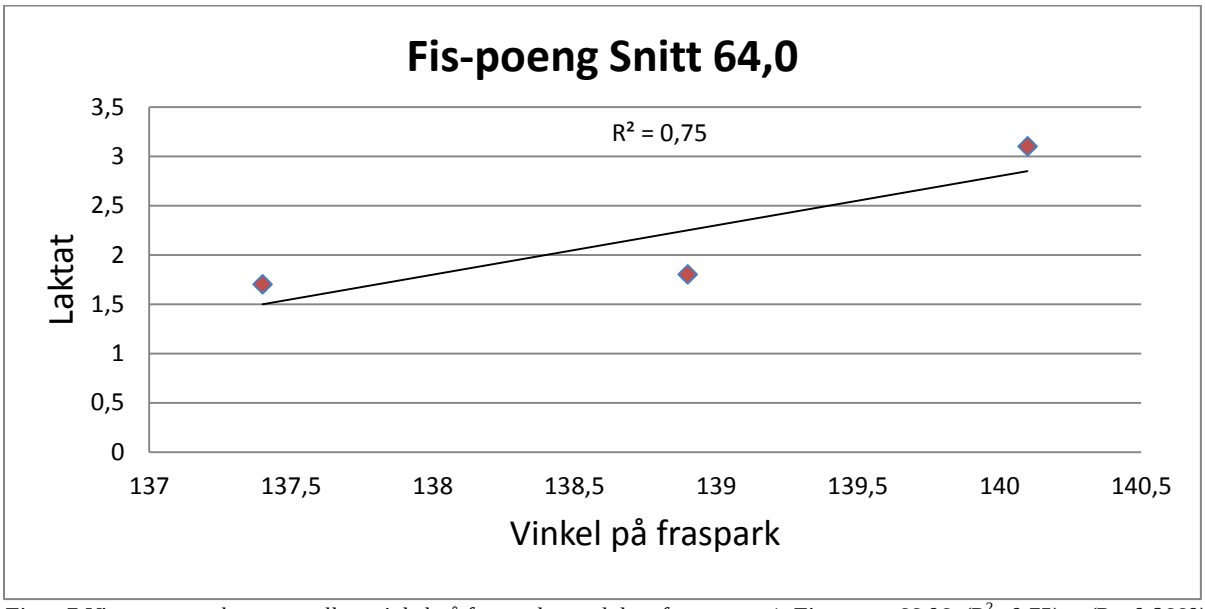
- Gruppe 1: Snitt Fis-poeng – 64,06
- Gruppe 2: Snitt Fis-poeng – 107,19



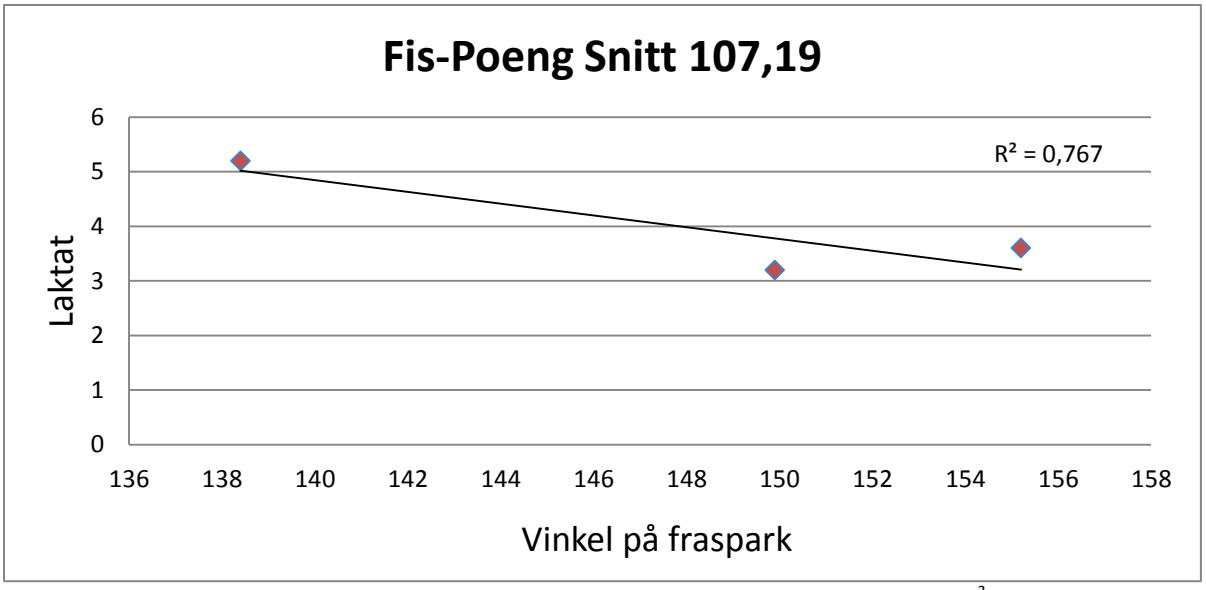
Figur 5: Viser sammenhengen mellom frekvens i minuttet og laktat for gruppe 1, Fis-Poeng 64,06, (R^2 = 0,9193) = (R =0,9588)



Figur 6: viser sammenhengen mellom frekvens i minuttet og laktat for gruppe 2, Fis-poeng 107,19, (R^2 =0,4483) = (R =0,6695)



Figur 7:Viser sammenhengen mellom vinkel på frasparket og laktat for gruppe 1, Fis-poeng 66,06, (R^2=0,75) = (R =0,8660)



Figur 8: Viser sammenhengen mellom vinkel på fraspark og laktat for gruppe 2, Fis-poeng 107,19. (R^2 =0,767) = (R =0,8757)

Diskusjon:

Hovedfunnet i dette studiet viste at det ikke er noen signifikant korrelasjon mellom fis-poeng, tekniske løsninger og laktatverdier. Det ble funnet liten forskjell mellom laktatverdier og tre variabler av tekniske løsninger.

Tekniske Løsninger og Laktatverdier:

Korrelasjonen mellom tekniske løsninger, fis-poeng og laktatverdier i slakmotbakke samsvarer lite med tidligere studier gjort på området. Av figurene er korrelasjonen så lav som 0,2. Det er svært lavt. Sandbakk sa «de beste løperne har en tendens til å komme lengre for hver syklus, altså lengden de flytter tyngdepunktet for hvert steg. Dette sier noe om kraftpotensialet og effektiviteten fra frasparket til løperne». Sandbakk hevder at mekanisk effektivitet på rulleskimølle gir valid informasjon og er sterkt relatert til prestasjonsnivå (Sandbakk, 2011). En grunn til dette kan være at antall forsøkspersoner i denne undersøkelsen var for lavt, at enkelte forsøkspersoner kan gi store utslag. Selv om det samlede VO_{2maks} er så høyt som 78, er det en tendens til at den spesifikke kapasiteten er sprikende (64,06 vs. 107,19 i Fis-poeng mellom de 3 beste og 3 dårligste).

Mitt nest viktigste funn var at det var stor forskjell mellom de ulike utøverne i forhold til laktatproduksjon. De beste løperne, de med lavest Fis-poeng, hadde også lavest laktatverdier. Dette samsvarer med tidligere forskning og også resultater

disse utøverne har vist ved nasjonale konkurranser. Hallèn sa at i forbindelse med arbeid hvor energien utelukkende blir frigjort ved hjelp av de aerobe prosessene er O2 forbruket per meter et mål på utøverens arbeidsøkonomi

Mitt 3 viktigste funn er ved å skille de 3 beste fra de 3andre. I og med at korrelasjonen mellom $VO_{2maks,}$ Fis-poeng og Laktat er høy var det interessant å se forskjellen på de beste og nest beste. Forsøkspersonene med lavest Fis-poeng har høyest VO_{2maks} og også lavest laktatverdier. Det gir bedre samsvar med tidligere studier. De beste løperne har en tendens til å komme lengre for hver syklus, altså lengden de flytter tyngdepunktet for hvert steg. Dette sier noe om kraftpotensialet og effektiviteten fra frasparket til løperne. Hvorfor det er slik kan ha en sammenheng med at bedre arbeidsøkonomi gir lavere energiforbruk og antyde en bedre teknikk, teoretisk sett. I praksis vil man helst anvende bedre arbeidsøkonomi til å skape høyere fart eller holde ut lenger. Det vil si å bedre den fremdriften utøveren har. Hvorfor er det så at de beste har den mest spesifikke kapasiteten og den beste teknikken og fremdriften er et vanskeligere spørsmål. Men en viktig del er å redusere perifer motstand, dvs. kapasiteten til kapillærer, oksidative enzymer, mitokondrier, og deres evne til å transportere, motta og å forbruke oksygen. Dette kan gjøres gjennom mikropauser som gjør at blodet flyter fritt og øker avgivelse av $O_{2,}$ dvs. å unngå statiske posisjoner, mindre kraftforbruk ved høyere posisjoner (eks. Northug og Johan Olsson), fullføre akselererte fraspark og deretter pendle opp. Hillkurven viser sammenhengen mellom muskelkontraksjoner/ frekvens og kraftpotensiale, det betyr at bruk av mye kraft og muskelfibertype 2 gir økt laktatopphopning i musklene. Det betyr igjen at riktig utgangsfart kan være en avgjørende faktor for å prestere optimalt.

Deles gruppene opp i 2 gjennom fis-poeng blir korrelasjon mellom teknikk og laktat mye høyere slik tidligere studier også har bevist (selv om det her gjerne skulle vært flere forsøkspersoner per gruppe). Korrelasjonen er over 0,80 for begge grupper som er høyt. Sandbakk har tidligere linket bruk av dobbeldans som avgjørende faktor i en sprintprolog. Dette viser at de beste har lavest laktat og dermed en bedre spesifikk kapasitet og arbeidsøkonomi. Snittet mellom de to ulike gruppene viser forskjeller: gruppe 1 har en frekvens på 57,5/min, mens gruppe 2 har 60/min. Det er 100 tak mindre på en 15km med sluttid på 40minutter. Dette er en grunn til at de beste utøverne er gode, nemlig at de har mer kraft i hvert tak.

Botnan viser til at de beste utøverne i dobbeldans, under VM på ski 1997, har lavere syklusfrekvens enn de nest beste (Botnan, 2001).

Konklusjon:

Data fra denne undersøkelsen indikerer at det er en mindre sammenheng mellom fis-poeng, laktat og tekniske løsninger mellom løpere med relativt lik VO_{2maks} ved løp. Men her trengs det mer forskning. Det trengs et større antall forsøkspersoner, flere variabler i forhold til teknikk og kanskje å sammenligne i forhold til den spesifikke kapasiteten. Samtidig viser også det at korrelasjonen er høyere når man samler data fra relativt like løper i henhold til Fis-poeng, men også her skulle det helst vært flere forsøkspersoner.

Praktiske konsekvenser og videre forskning:

Data fra denne undersøkelsen viser en sammenheng mellom fis-poeng, teknikk og laktat opphopning. Det betyr at fremtidig langrennstrening og dagens trening skal fortsette arbeidet med å utnytte kapasiteten og forbedre teknikken. Det må også forskes mer på bl.a. større antall på forsøkspersoner over lengre tid.

Litteratur:

Andersen I., Nymoen P. (1991), Langrenn: trening, teknikk, taktikk

Bassett DR Jr & Howley ET (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med Sci Sports Exercise **32**,70–84.

Costill DL, Thomason H & Roberts E (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. Med Sci Sports **5**, 248–252.

Conley DL, Krahenbuhl GS. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. Med Sci Sports Exerc. 1980;12(5):357-60

Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF & Beltz JD (1992). Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. Med Sci Sports Exerc **24**,782–788.

Hallèn J. (2002) Hva bestemmer prestasjonene i utholdenhetsaktiviteter

Helgerud J., Høydal K., Wang E., Karlsen T., Berg P., Bjerkaas M., Simonsen T., Helgesen C., Hjorth N., Bach R., og Hoff J. Aerobic High-intensity intervals improve VO2max more than moderate training. Medicine & science in sports & exercise. Apr; 39(4):665-71.2007.

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 May;37(5):807-18

Joyner MJ (1993). Physiologic limiting factors and distance running: Influence of gender and age on record performances. Exerc Sport Sci Rev **21**, 103–133.

Joyner MJ & Coyle E.F (2008). Endurance exercise performance: the physiologi of champions. Journal physiologi. 586, 34 – 55.

Losnegard, Thomas (2009, 09. Jan.).*Styrketrening i Langrenn* [Online], tilgjengelig: http://www.nih.no/forskningsprosjekter-ved-nih/ftp/vare-funn-/styrketrening-i-langrenn/ [2013, 23. Mai].

Kent M. Oxford dictionary of sports science and medicine. Oxford University press, Oxford UK, 2006

Klausen K, Andersen LB, Pelle I.Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining. Acta Physiol Scand. 1981 Sep;113(1):9-16.

Mahood NV, Kenefick RW, Kertzer R, Quinn TJ. Physiological determinants of cross-country ski racing performance. Med Sci Sports Exerc. 2001 Aug;33(8):1379-84.

Mikkola J. m.fl. (2010) Determinants of simulated cross-country skiing sprint competition using V2 skating technique on roller skis

Ottesen & Torvik (2001) Utvikling av skiteknikk, modulhefte 6

Rusko H.(2003) Handbook of Sports Medicine and Science, Cross Country Skiing

Saltin B, Larsen H, Terrados N, Bangsbo J, Bak T, Kim CK, Svedenhag J, Rolf CJ. Aerobic
exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. Scand J Med Sci Sports. 5: 209-21, 1995

Sandbakk Ø, Holmberg HC, Leirdal S, Ettema G. (2010): Metabolic rate and gross efficiency at high work rates in world class and national level sprint skiers.

Sandbakk Ø (2011) Physiological and Biomechanical Aspects of Sprint Skiing

Stöggl T, Lindinger S, Müller E. Reliability and validity of test concepts for the cross-country skiing sprint. Med Sci Sports Exerc. 2006 Mar;38(3):586-91.

Saunder, P.U., Pyne, D.B., Telford, R.D & Hawley, J.A (2004). Reability and variability of running economy in elite distance runners. Medicine of science in sports and exercise 36, 1972 – 1976

Svartdal A (2010) Best i løypa 2010

Svedenhag J. (2000) Endurance Conditioning. In: Shepard R.J. & Åstrand P.O endurance in sport (2nd edt).

Torvik PØ (2007/2008) trener 3 kurs langrenn, modulhefte7

Urdal P, Brun A, Åsberg A (red.). Brukerhåndbok i medisinsk biokjemi. ALP isoenzymer, serum. Sist oppdatert 26.11.2008.

Åstrand P.O, Rodahl K.P, Dahl H.A. & Strømme S.B (2003). Textbook of work physiologi: Physiologi bases of exercise (4th edt)