

Bachelorgradsoppgave

[Kva test gjer best korrelasjon med prestasjon i distanselangrenn av: VO_{2max} løping, 6km motbakkeløp, 1km staketest og 14km skøyting i rulleskiløype]

[What test makes the best correlation with performance in distance cross country skiing by: VO_{2max} running, 6km fellrunning, 1km doublepoling test og a 14km skate test in a roller ski track]

[Erlend Drivenes]

[KIF 350]

Bachelorgradsoppgave i

[Kroppsøving og idrettsfag, faglærerutdanning og bachelorgrastudium 2013]



Avd. Meråker

Lærerutdanning

Teori

Ein god peikepinn på om treninga gjer resultat er idrettsspesifikke testar. I ein relevant test vil dei beste utøvarane gjera det best på testen, for å gjere det same i konkurransen (13). Moderne testing på uthaldsutøvarar har utvikla seg over dei 5-6 siste tiåra, med byrjinga av etableringa av maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) som ein gyldig og god måleinheit på aerob kapasitet(29). I dag finnes det hundrevis av laboratorium som utførar fysiologiske testar av utøvarar. Fysiologane utførar ofte testane av to grunnar, for å bruke uthaldsutøvarar til å betre forståing av menneskets fysiologi, samt å bruke kunnskapen om menneskets fysiologi til å betre forståelsen av treningsprosessen(29). Gjennom desse to setningane har ein kome fram til ein kapasitetsmodell for uthaldsidrettar som har hausta stor internasjonal omdøme. Denne modellen viser at prestasjonsevna i uthaldsidrettar kan delast opp i tre hovudfaktorar: Aerob uthald, anaerob uthald og utøvarens arbeidsøkonomi(8,18).

Ved langrennskonkurransar på 10 km og oppover vil aerobe energiprosessar stå for over 90-95 % energien(27). Dette vil sei at det aerobe uthaldet er heilt avgjerande for ein langrennsløpar sin prestasjon. Det spesifikke aerobe uthaldet vert bestemt to ting: Kroppens maksimale evne til å ta opp

Sammendrag

Kva test gjer best korrelasjon med prestasjon i distanselangrenn av: VO_{2max} løping, 6km motbakkeløp, 1km staketest i motbakke og 14km skøyting i rullerulleski? Bacheloroppgåve HINT Nord-Trøndelag, avd. Meråker. Hensikt: å finne kva test av ulike testar gjennomført i Meråker hausten 2012 korrelerar best med prestasjonen til vinteren. Metode: Skuleelevar ved Meråker VGS og Grunnfag idrett ved HINT avd. Meråker gjennomførte 4 ulike testar på hausten 2012. 14km testløp rullerulleski skate, 1km staketest motbakke, VO_{2max} løping og 6km motbakkeløp. Desse resultatane vart samanlikna med prestasjonen til vinteren ved å sjå på FIS poenga deira. Resultat: Korrelasjonen på rullerulleski var $R=0,71$, korrelasjonen på staketesten var $R=0,61$, korrelasjonen på VO_{2max} løping var $R=0,59$, korrelasjonen på motbakkeløp var $R=0,58$. Konklusjon: Forsøket viste at det var testløp rullerulleski som korrelerte best med prestasjon til vinteren. Nøkkelord: Korrelasjon, langrenn, testspesifisitet, rullerulleski, VO_{2max} , staking, motbakkeløp.

og forbruke oksygen(VO_{2max})(34), samt den høgaste arbeidsbelastninga ein person kan tåla, og fortsatt ha eit stabilt laktatnivå i blodet (anaerob terskel) (32,33). VO_{2max} har i fleire tiår vorte brukt som indikator på uthaldsnivået(11,19). Enkelte rapportar seier at hastigheita i langrennsløypa avhenger 85-90 % av VO_{2max} (1). Få mannlige langrennsløparar har vunne medaljar i eit stort meisterskap, utan å ha ein VO_{2max} svært nært eller over $6.0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ uansett kroppsvekt, og resultat i området $80-90 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2,28). Den olympiske meistaren Juha Mieto hadde til dømes eit liter opptak på over $7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (16). VO_{2max} vert bestemt av tre forhold: systemets maksimale oksygentransportkapasitet, kroppsvekt og samansetting og skjelettmuskelens evne til å ta opp og forbruke oksygen(33).

Arbeidsøkonomi er saman med VO_{2max} og anaerob terskel, dei viktigaste faktorane i uthaldsidrett(8,18). Med arbeidsøkonomi forstår me energikostnaden ved å flytta kroppen, ski og stavar ein gjeven distanse med ein viss hastighet i løypa(33). Forbetra arbeidsøkonomi vil medføra at utøvaren kan forflytta seg raskare eller lengre med same oksygenopptak. Utøvaens teknikk, ytre forhold samt utstyr vil ha stor innverknad på arbeidsøkonomien og dermed prestasjonen. Ein studie(10) viste at i ei gruppe med svært godt trente løparar

med jamne eigenskaper(VO_{2max} , $VO_{2submax}$), kunne 2/3 av tidsdifferansen i eit 10km løp forklarast med skilnad i arbeidsøkonomi.

Den anaerobe kapasiteten har størst betyding for konkurransar som varar i 2 minuttar eller mindre (36), samt i starten på ein konkurranse, tempovekslingar og spurtoppgjer(34). I sprintlangrenn visar det seg at omlag 26 % av energien kjem frå anaerobe energiprossar(20). Aukar ein distansen så minkar andelen energi som kjem frå anaerobe prossar betrakteleg, faktisk så utgjer anaerobe prossar i langrenn under 5 % av energien på distansar over 50km (28). Saltin har ein oversikt som viser at på distansar på 5-10 km er det anaerobe bidraget 15 %, mellom 15-30 km er bidraget 10 % og ved 50 km 5 %. (28).

Tidlegare forsøk har bestemt avgjerande fysiologiske faktorar i eit utval uthaldsidrettar som sykkel og løping (7,9,12,15). Desse studiane har funne fram til at VO_{2max} , oksygenopptak ved anaerob terskel, fart ved anaerob terskel, submax økonomi, og kor mange prosent langsame muskelfiber er dei fremste teikna på høg prestasjonsevne(7,9,12,15). Grunna bevegelsemønsteret til sykling og løping, har det vore enkelt å få til generelle testar som indikerer prestasjonsbestemmande faktorar. Dette har vist seg å vera vanskelegare i langrenn, der

langrennsspesifikke testar i laboratorium har høyrte til sjeldanheitene. Og dei testane som er gjort greier likevel ikkje å fange opp langrenn sin særegenheit ved alle veksingar i terreng og teknikk, samt alle fysiologiske tilpassingar til dette. Det har ført til at tidlegare forskning på faktorar som er prestasjonsbestemmande i langrenn har tatt i bruk ikkje-spesifikke testar som løping på tredemølle i motbakke (3,17,20,22,25,28). Dette vil seia at det mesteparten av forskinga har funnet ut, er forholdet mellom VO_{2max} og/eller anaerob terskel ved løping og prestasjon i langrenn.

Det er vorte vist at langrennsspesifikke laboratorietestar som rulleski på mølle og overkroppergeometri er ein betre måte å forut sjå prestasjon for langrenn, samanlikna med løping på mølle (14,20,22,24-26,35). Det at meir langrennsspesifikk testing skal ha større korrelasjon med prestasjon, kjem av at overkroppsarbeid som utgjer ein betydeleg del av langrenn(23), spelar heller ein negativ rolle ved løping på tredemølle i motbakke(21,31), ved at overkroppsmuskuløse utøvarar vert undervurdert. Faktisk har laboratorietestar på overkroppens aerobe og anaerobe kapasitet, gjennomført gjennom rulleski på mølle eller overkroppsergeometri, vist seg som eit betre verkty til å forutsjå prestasjon i langrenn enn ved VO_{2max} eller anaerob

terskel ved løping (22,24-26,35). For at ikkje overkroppsmuskuløse utøvarar skal verta undervurderte har ein kome med forskjellige betegnelse for VO_{2max} til forskjellige idrettar. L/min brukast i for eksempel roing og idrettar der ein ikkje bær si eiga kroppsvekt. $MI \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ er ein generell formel, som egner seg til å forutsjå prestasjon i bakkeløp. $MI \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-0,75}$ passar for løp 5000m og oppover. $MI \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-0,67}$ eignar seg for skiløparar, som gjer at tunge utøvarar ikkje undervurderast. Desse har kome fram for at ikkje overkroppsmuskuløse utøvarar skal verta undervurderte.

Det er ikkje gjort så mange forsøk der ein har tatt i bruk både laboratorietestar og testar ute, Mahood(21) testa kva som korrelerte best av VO_{2max} , LT på rulleski og overkroppens VO_{2peak} med testløp rulleski og prestasjonen fylgjande vinter. Der han fann ut at tida på å gjennomføra staketesten korrelerte best med både rulleskitesten og prestasjonen fylgjande vinter. Det som ikkje kom fram var kor godt rulleskirennnet korrelerte med prestasjonen til vinteren, samanlikna med dei andre testane. Sia det har vore langt vanlegare å testa VO_{2max} via løping på mølle, så synes eg det ville ha vore interessant å teste forholdet mellom VO_{2max} ved løping på mølle, samt ulike typar testløp og prestasjon i langrenn. I Meråker har ein fleire ulike typar testar

som vert gjennomført gjennom sommaren og hausten, det hadde difor vore interessant å finna ut kva test, som gjer best korrelasjon til vinteren av desse testane.

Problemstilling

Kva test gjer best korrelasjon med prestasjon i distanselangrenn av: VO_{2max} løping, 6km motbakkeløp, 1km staketest i motbakke og 14km skøyting i rullerløype?

Metdodekapittel

Forsøkspersonane(FP)

I oppgåva vart det brukt godt trent menn i alderen 16-24 år. Der nivået låg mellom 10-200 fis poeng. Alle testpersonane utanom ein person, gjekk på Meråker vidaregåande skule eller grunnfag idrett ved HINT avdeling Meråker. FP deltok frivillig og blei informert om studien sin eigenart og kunne avbryte testen når dei sjølv ønska utan å måtte forklara seg.

Design av studien.

Studien tok stad over ein 4 vekers periode frå slutten av august til slutten av september 2012. Fyrste veka var det motbakkeløp, neste veka var det staketest og den tredje veka var det rullerløp. VO_{2max} testing vart gjennomført spreidd mellom desse vekene for å passa til

utøvaranes og testaranes timeplan. Desse testane bestod av eit 14km langt rullerløp, 6km motbakkeløp med en total stigning på 300 m, 1km lang staketest med en total stigning på 80m og ein VO_{2max} løping.

Utstyr

Under VO_{2max} testing blei det brukt tredemølle av typen Rodby RL2500E (Sverige), med O_2 kalkulator av typen Jäger oxicon pro (Tyskland). Utøvarane sprang i tillegg med naseklype. Puls klokka som vart teken i bruk var ei Polar rs800cx(Finland) med tilhøyrande pulselte(polar electro, OY, Kempele Finland) Under staketest og motbakkeløp, vart det brukt vanleg stoppeklokke. Under rullerløpet var det brukt sekundæringsklokke av typen EMIT regnly. Datamaskina eg brukte til å analyserte data og skriva oppgåva på var ei Asus x53s datamaskin. Av programvare vart Microsoft Excel og Microsoft Word teken i bruk.

Prosedyre

Under VO_{2max} gjennomførte FP ein standard oppvarming på 10 min ved ca. 60-65 % av HF max. For så å springa ein trinnvis økende protokoll med 10%

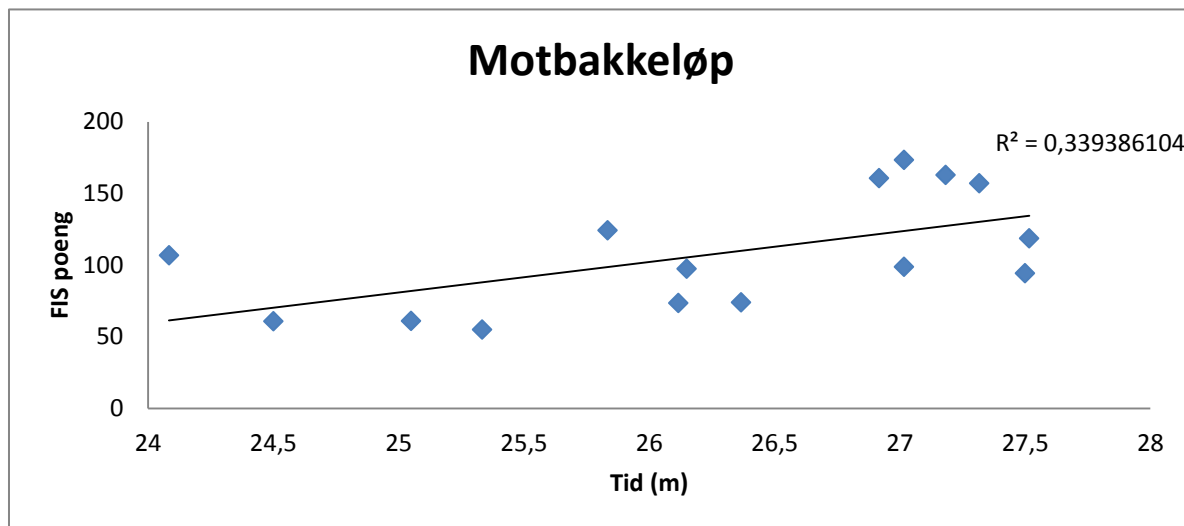
stigning på eit bestemt startfart satt i samarbeid mellom testperson og testar. Deretter auka ein tempoet kvart minutt til testpersonen ga signal om at han ikkje ynskja høgare fart. Ein sprang då til utmatting. VO_{2max} ble nådd etter 3 kriterier, RER verdi over 1.10, HF nær maximal HF og ein utflating nedgang av oksygenopptak til tross for økende belastning. Rulleskitesten vart utført ved å gå 3 rundar i rulleskiløypa i Meråker, der start og mål var på same plass. Distansen var totalt rundt 14km, løparane starta med 15 sekund mellomrom. Motbakkeløpet vart utført ved å springa i ei merka løypa på ca. 6km frå Meråker til skistadion i Grova. Her starta utøvarane med 10 sekund mellomrom. Staketesten vart utført ved å staka ei merka løype i rulleskiløypa i Meråker. Løypa er ca. 1km lang og går utanom dei fyrste 100m, i motbakke. Løparane starta med 15 sekund mellomrom. Oppvarming til prestasjonstestar ble utført individuelt og slik FP ville gjort til en konkurranse. Det ble også informert om at alle FP skulle eta og drikka, samt gjera forbreidingar dagen før som om de skulle konkurrere.

Analyse

Analysen av data gjorde eg ved å henta resultata frå testane frå nettstaden www.Tigerbrigde.org. Resultata limte eg inn i Excel og omgjorde tidene til desimaltall. Eg lagde deretter ein graf for kvar test, der eg la tida frå testen på x-aksen og FIS poenga på y-aksen. FIS poenga henta eg får heimesida til FIS, www.fis-ski.com. Desse FIS poenga var teken ifrå den sjette FIS poenglista 2012/2013 sesongen, som tek resultat i frå FIS renn frå 30 april 2013 og eit kalenderår bakover. På denne tida er det mogleg at forsøkspersonane sin VO_{2max} har endra seg frå VO_{2max} testen på hausten. R-verdiane eg fekk, kutta eg ned til to desimaler. For å bestemma nivå av korrelasjon så brukte eg modellen til Calkins(6). Denne modellen visar at for å ha ein svært høg korrelasjon, så må R-verdien liggje mellom 0,9 til 1.0. Høg korrelasjon ligg mellom 0,7 og 0,9. Moderat korrelasjon ligg mellom 0,5 og 0,7. Lav korrelasjon ligg mellom 0,3 og 0,5 og R- Verdi på under 0,3 tyder på svært lite eller ingen korrelasjon i det heile

Resultat:

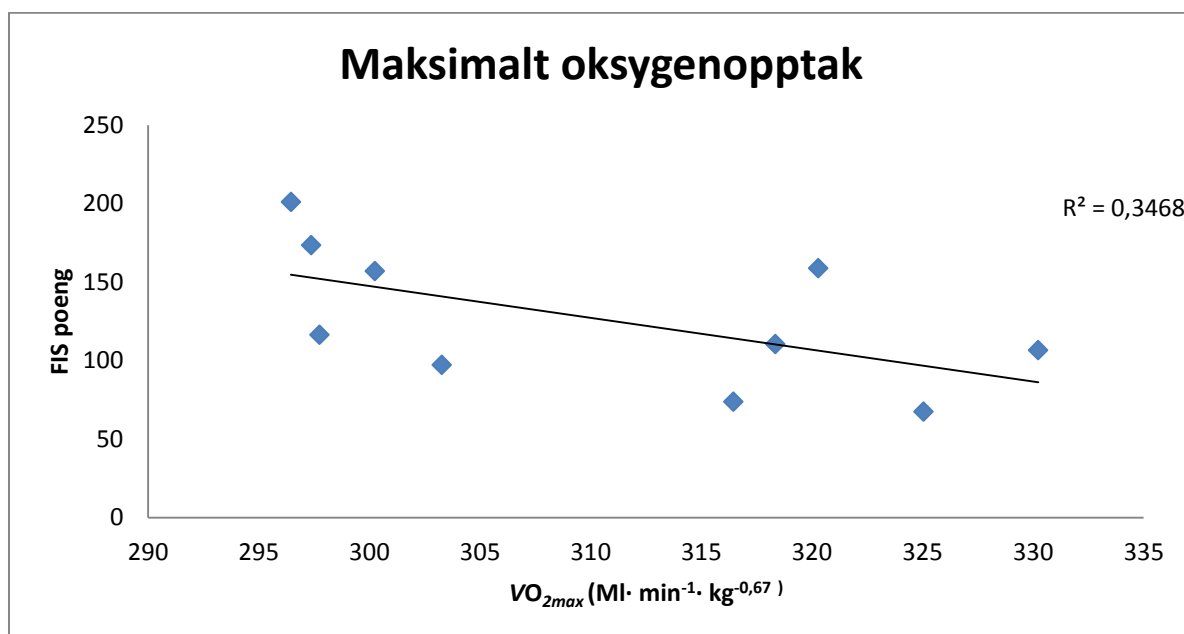
Resultata frå denne studien skal sei noko om korrelasjonen mellom forskjellige testar og prestasjonen til vinteren i form av FIS poeng. Testane er utført i Meråker i løpet av hausten 2012.



Figur 1 viser korrelasjon mellom FIS poeng og resultat i motbakkeløp.

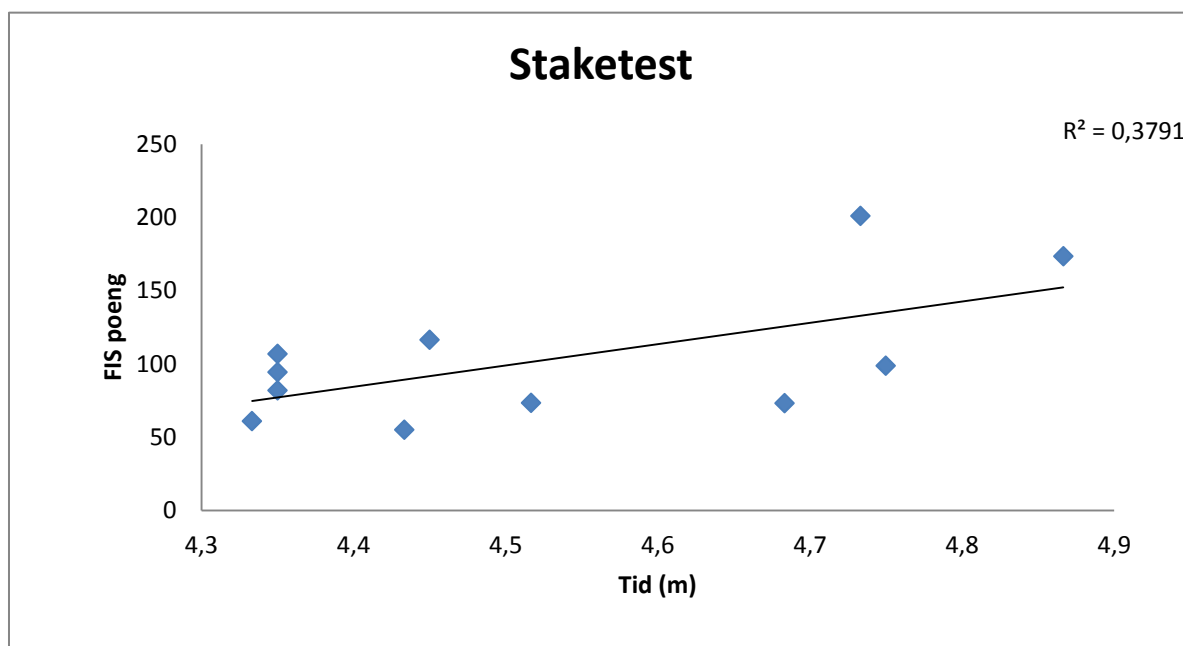
Figur 1 visar at det er ein tendens at når tida ein brukar på motbakkeløpet minkar, så minkar FIS poenga. Dette vil seia at når ein brukar kortare tid, så aukar prestasjonen til vinteren.

Testen viste ein moderat korrelasjon der R-verdien vart $R=0,58$.



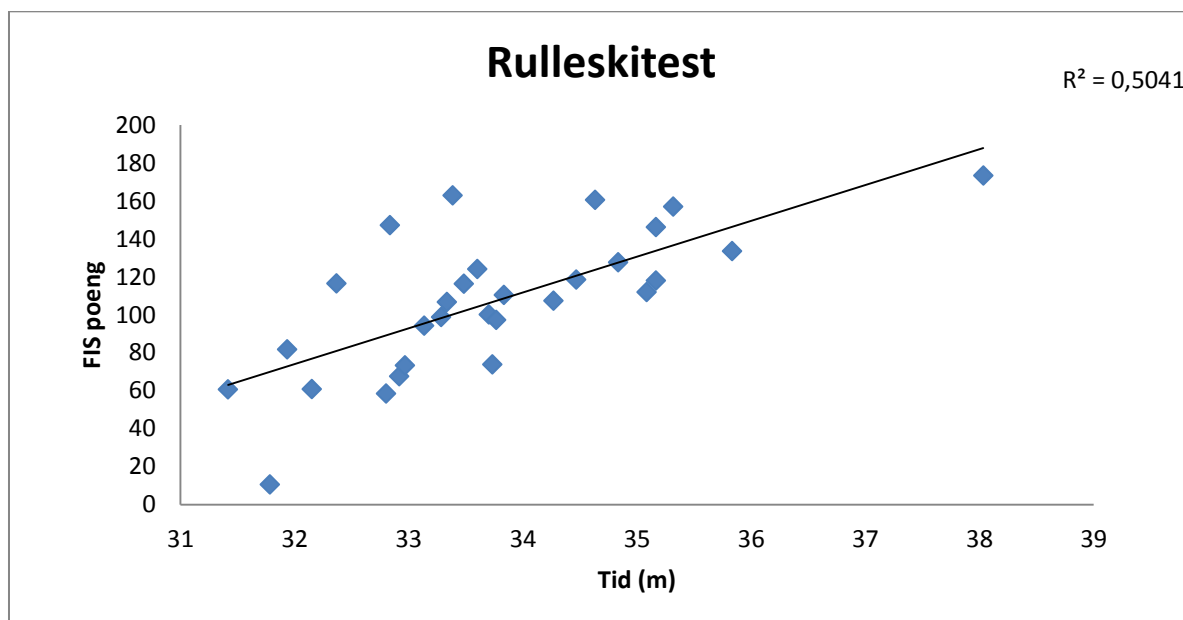
Figur 2 viser korrelasjon mellom maksimalt oksygenopptak og FIS poeng

Figur 2 viser at det er ein tendens at når $VO_{2max} \text{ MI} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-0,67}$ aukar, så minkar FIS poenga. Dette vil seia at ved høgare $VO_{2max} \text{ MI} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-0,67}$, så vil prestasjonen til vinteren auka. Denne testen viste ein moderat korrelasjon ved at $R=0,59$.



Figur 3 viser korrelasjon mellom resultat i staketest og FIS poeng.

Figur 3 viser at det er ein tendens at når tida ein brukar minkar, så minker FIS poenga. Dette vil sei at når ein brukar kortare tid på testen, så vil prestasjonen til vinteren auka. Denne testen viste ein moderat korrelasjon der $R=0,61$.



Figur 4 viser korrelasjon mellom resultat i rulleskitest og FIS poeng.

Figur 4 visar at det er ein tendens at når tida ein brukar på rulleskitesten minkar, så minkar FIS poenga. Noko som vil sei at når ein brukar kortare tid, så aukar prestasjonen til vinteren. Denne testen viste ein høg korrelasjon der $R=0,71$

Diskusjon

Tre av testane i oppgåva korrelerte moderat med resultat til vinteren. Dette var motbakkelop, VO_{2max} løping og staking i motbakke. Rulleskitesten viste derimot høg korrelasjon ($r=0,71$).

Dette har truleg med at rulleski er den bevegelseforma som liknar mest på langrenn. Både overkroppsarbeidet og beinarbeidet er svært likt det ein gjer i langrenn. Løping som to av testane bestod av, tar kun i bruk beina og beinarbeidet liknar mindre på langrenn enn det rulleski gjer. Dette vil seia at teknikken ein har på rulleski kan i større grad overførast til ski. Teknikk spelar ein stor rolle innan arbeidsøkonomien(33), som er ein av dei tre viktigaste faktorane innan uthaldsidrett(8)(18). Så dersom ein har god teknikk på rulleski, så er det kanskje meir sannsynleg at han har god teknikk i langrenn, enn om ein som har ein god teknikk i løping, men dårlig teknikk på rulleski.

Rulleskitesten føregår også i eit meir langrennsspesifikk terreng. Medan rullskitesten føregår i ei kupert

rulleskiløype, så føregår både motbakkelopet, staketesten og VO_{2max} løping nesten konstant i motbakke. Kupert terreng er noko som ein møter på til vinteren, sidan langrennskurransar i dag held seg som oftast i kupert terreng, kanskje med unntak av siste etappen av Tour de Ski. Det vil difor verta stilt store krav til evna til å skifte teknikk, noko som ikkje er særleg viktig i dei andre testane, som føregår i den same teknikken heile tida. Det at langrennsløyper er så kupert gjer at langrennløparar kan gå anaerobt oppover, for å så kvile nedover. Dette er ein eigenskap som ikkje kjem like godt fram i testar går i motbakke heile tida.

Ein anna grunn til at rulleskitesten var den som korrelerte best, kan vera om det fins skilnad mellom utøvarne på kor lang tid dei brukar å kome opp på eit høgt oksygenopptak. I kupert terreng vil det nesten aldri vera bakkar som varer i lengre enn to minuttar. Det vil difor vera ein fordel å evna å koma fort opp i eit høgt oksygenopptak. Det vil seia at dersom to utøvarar som har lik VO_{2max} bruker ulik tid på å koma opp på eit høgt oksygenopptak. Så vil utøvaren som brukar lengre tid på å

koma opp i eit høgt oksygenopptak, måtte jobbe meir anaerobt for å halde same farta enn ein som kjem fort opp på eit høgt oksygenopptak. Dette vil ikkje koma like godt fram i dei andre testane, då dei har motbakkar som varar i minst 4 minuttar og lengre.

Dette resultatet stemmer bra med forskning som har vist at langrennsspesifikke laborietestar som rulleski på mølle og overkropperometri er ein betre måte å forut sjå prestasjon for langrenn, samanlikna med løping på mølle (14,20,22,24-26,35).

Eit anna funn som kom fram av resultatane var at staketesten korrelerte betre med prestasjon til vinteren ($R=0,62$) enn både motbakkøløp ($R=0,58$) og VO_{2max} løping ($R=0,59$). Dette kan koma av at staketesten føregår i ein teknikk som ein bruker på ski, nemlig staking. Dette visar og kor viktig overkroppen er i langrenn. Der beina i skøyting har ein ugunstig kraftretning og i klassisk aukar vanskelegheitsgraden med aukande stigning i motbakke (glepptak), medan stavanes effekt blir betre i motbakke (stavane glepp ikkje og får ein betre angrepsvinkel i forhold til underlaget) Det er viktig å veta at tidsdifferansane i langrenn oppstår i motbakkane og i stigningane mot slutten av løpet. Grunna utvikling av utstyr, teknikk og trening er det dei siste åra vorte

viktigare og viktigare å staka. Spesielt i sprintlangrenn ser ein at fleire og fleire stakar gjennom konkurransen. Det er til og med utøvarar som har vorte topp 5 i birkebeinerrennet kun ved hjelp av staking. Dette vil seia at overkroppen må vera ein svært viktig faktor til framdrift i langrenn og ved løpetestar kjem kanskje ikkje desse stakereigenskapane til syne. Det at staketesten korrelerar betre med prestasjon enn VO_{2max} løping og motbakkøløp kan og forklarast med den auka bruken av overkropp i langrenn. Det er vorte foreslått, avhengig av terreng og teknikk tatt i bruk, at meir enn 50 % av framdrifta er skapt av overkroppen ved skøyting(21). I tillegg er det estimert at energien som må til for å kunne forsera bakkane i konkurransefart, overskrid det som er mogleg å omforma kun ved hjelp av aerobe energiprosessar åleine(21). Det er difor krav om eit høgt nivå på overkroppens aerobe og anaerobe eigenskapar for å oppnå suksess i langrenn(21)(31). Noko som kan koma godt fram på ein test som kun varar ca. 4,5minutt ($4,5\pm 0,2$), som staketesten gjorde

At staketesten korrelerte betre med prestasjon til vinteren enn andre testar som motbakkøløp og VO_{2max} løping stemmer bra med tidlegare forskning, som har vist at laborietestar på overkroppens aerobe

og anaerobe kapasitet, gjennomført gjennom rullski på mølle eller overkroppsergometri, er eit betre verkty til å forutsjå prestasjon i langrenn enn VO_{2max} eller anaerob terskel ved løping (22,24-26,35). Det fins faktisk studiar som har kome fram til at løping gjer eit negativt bilete av overkroppsmuskuløse utøvarar

(21,31). Sjølv om VO_{2max} løping ikkje viste seg som blant dei aller beste testane, skal det seiast at det likevel korrelerar bra med prestasjon i langrenn og at VO_{2max} er ein svært viktig faktor innan langrenn. Men at det tillegg til VO_{2max} finnes andre faktorar som er avgjerande i langrenn.

Konklusjon

Som ein peikepinn på prestasjon til vintern, så visar det seg at 14km testløp rullski skøyting, korrelerar betre enn 1km staketest motbakke, VO_{2max} løping og 6km mobakkelop i denne rekkefølga.

Litteraturliste

1. Bergh U, Forsberg A, Svedenhag J (1995) Cross-Country Ski Racing. Chapter 52 in Endurance in Sport Ed Shephard R.J and Åstrand P-O reprinted in 1995
2. Bergh U & Forsberg A. (1992b). Influence of body mass on cross-country ski racing performance. med Sci Sports Exerc 24, 1033-1039.
3. Bergh, U. Physiology of Cross-Country Ski Racing. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1982, pp. 16–23.
4. Bilodeau, B., B. Roy, and M. R. Boulay. Upper-body testing of cross-country skiers. Med. Sci. Sports Exerc. 27: 1557–1562, 1995. ExternalResolverBasic Bibliographic Links [Context Link]
5. Brooks, G A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research.
6. 37 Calkins, K. Applied Statistics - Lesson 5 Correlation Coefficients

url: <http://www.andrews.edu/~calkins/math/edrm611/edrm05.htm>

7. Coyle, E. F., A. R. Coggan, M. K. Hopper, and T. J. Walters. Determinants of endurance in well trained cyclists. *J. Appl. Physiol.* 64: 2622–2630, 1988. [Context Link]
8. Coyle, E.F. Joyner, M.J. Endurance exercise performance: the physiology of champions 2008
9. Coyle, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 23: 25–64, 1995. ExternalResolverBasic Bibliographic Links [Context Link]
10. Conley DL and Krahenbuhl GS. Running Economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12, 357-360, 1980.
11. di Prampero PE (2003). Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol* 90, 420–429.
12. Farrell, P. A., J. H. Wilmore, E. F. Coyle, J. E. Billing, and D. L. Costill. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 11: 338–344, 1979. [Context Link]
13. Gjerset, Asbjørn; Haugen, Kjell og Holmstad, Per (1995): *Treningslære*, Gyldendal undervisning
14. Gaskill, S. E., R. C. Serfass, and K. W. Rundell. Upper body power comparison between groups of cross-country skiers and runners. *Int. J. Sports Med.* 20: 290–294, 1999. ExternalResolverBasic Bibliographic Links [Context Link]
15. Hagberg, J. M., and E. F. Coyle. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive race walkers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15: 287–289, 1983. ExternalResolverBasic Bibliographic Links [Context Link]
16. Holmberg H.-C. *Physiology of Corsss-Country Skiing - with special emphasis on the role of the upper body*
17. Ingjer, F. Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in women and men elite cross-country skiers. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 1: 25–30, 1991.
18. Jacobs R. A. P. Rasmussen, C. Siebenmann, V. Díaz, M. Gassmann, D. Pesta, E. Gnaiger, N. B. Nordsborg, P. Robach, and C. Lundby. Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes
19. Levine BD. $\dot{V}O_2\max$: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol* 586: 25–34, 2008
20. Losnegaard, T; Myklebust, H; Hallen, J Anaerobic Capacity as a Determinant of Performance in Sprint Skiing
21. Mahood, N. V., R. W. Kenefick, J. Im, and K. W. Rundell. Validity of peak VO_2 field testing for Nordic skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: S335 1999. Ovid Full Text ExternalResolverBasic [Context Link]
22. Mygind, E., B. Larsson, and T. Klausen. Evaluation of a specific test in cross-country skiing. *J. Sports Sci.* 9: 249–257, 1991. ExternalResolverBasic Bibliographic Links
23. Norbø E (1999) Biomekanisk analyse av padleteknikken til mannlige langrennsløpere i bratt motbakke under VM i Trondheim. Hovedfagsoppgave NIH
24. Rundell, K. W. Differences between treadmill running and treadmill roller skiing. *J. Strength Cond. Res.* 10: 167–172, 1996.
25. Rundell, K. W., and D. W. Bacharach. Physiological characteristics and performance of top U.S. biathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 1302–1310, 1995.
26. Rundell, K. W. Treadmill roller ski test predicts biathlon roller ski race results of elite US Biathlon women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 1677–1685, 1995.
27. Rusko H (ed) (2003) *Cross Country Skiing*. Blackwell Science, Malden, MA, USA
28. Saltin 1997 The physiology of compertitive c.c. skiing across a four decade perspective; with a note on training induced adaptations and role of training at medium altitude. in *Science and Skiing*, ed. Müller E. S, H., Kornexl, E. Raschner, C., pp. 435-469. Chapman & Hall, Cambridge

29. Seiler, S. A Brief History of Endurance Testing in Athletes. *Sports Science* 15, 40-86, 2011
30. Smith, G. A., R. C. Nelson, A. Feldman, and J. L. Rankinen. Analysis of V1 skating technique of Olympic cross-country skiers. *Int. J. Sports Biomech.* 5: 185–207, 1989.
31. Staib, J. L., J. Im, Z. Caldwell, and K. W. Rundell. Cross-country ski racing performance predicted by aerobic and anaerobic double poling power. *J. Strength Cond. Res.* 14: 282–288, 2000.
32. Store norske leksikon
33. Torvik, P.Ø. Trenerkurs Langrenn 2004 T3 Langrenn Modulhefte 1 Utholdenhet
34. Tønnesen, et .al Utholdenhet som virker
- 35.. Wisløff, U., and J. Helgerud. Methods for evaluating peak oxygen uptake and anaerobic threshold in upper-body of cross-country skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 963–970,1998.
36. Åstrand, P.O, Rodahl, H.A. Dahl, S.Strømme: Textbook of work physiology. *Physiological Bases of Exercise.* Leeds: Human Knetics 2003.