



Bachelorgradsoppgave

Har längdskidåkarens vikt betydning
för prestationen i sista etappen av Tour
de Ski?

Hanna Slotte

[KIF350]

Bachelorgradsoppgave i [Kroppsøving og
idrettsfag- faglærerutdanning] ₁

[Lærerutdanning]
Høgskolen i Nord-Trøndelag - [2014]



HINT

Sammanfattning

Syfte: Syftet med denna studie var att se om längdskidåkarens vikt hade någon betydning för prestationen i sista etappen av Tour de ski 2012/2013 och 2013/2014.

Metod: 47 manliga längdskidåkare från 2012/2013 och 31 st från 2013/2014, som regelbundet tävlar i världscupen, blev utvalda från resultatlistan från sista klättringen av Tour de ski. Tiden räknades ut från mellantiden 6.2km fram till mål efter 9 km, en sträcka på 2.8 km med en genomsnittlig klättring på 16 %. Korrelationen mellan FP:s vikt och tid räknades ut och framställdes i punktdiagram. Desamma utfördes på 32 kvinnliga längdskidåkare 2012/2013 och 26 st 2013/2014 som regelbundet tävlar i världscupen. Enda skillnaden var att resultatlistan som användes 2012/2013 för kvinnorna var hela etappen, d.v.s. 9 km. Medan 2013/2014 användes resultatlistan från enbart klättringen.

Resultat: Studien visade ett r-värde på 0,443 respektive 0,562 för herrarna, vilket betyder en låg och moderat korrelation, damerna hade ett lägre samband som statistiskt klassas som liten om ens någon korrelation där r-värdet visade 0,180 respektive 0,294. **Konklusion:** Denna studie påvisade att det inte fanns någon signifikant korrelation mellan prestation och vikt i den sista klättringen av Tour de ski. Det fanns inget som styrker föreställningen om att du måste vara lätt för att nå ett toppresultat i Tour de ski. **Nyckelord:** kroppsvikt, prestation, Tour de Ski, längdskidor.

Teori

Fysiologiska krav för längdskidåkare

Det råder allmän enighet om de fysiologiska komponenter som är med på att bestämma individuella skillnader i prestationer inom uthållighetsidrotter såsom längdskidåkning (Åstrand & Rodahl 2003; Saltin 1990; Rusko 2003; Pate & Kriska 1984; Bunc & Heller 1989; Di Prampero et al. 1986 ; Helgerud 1994; Basset & Howley 2000; Hoff et al. 2002; Coyle, 1995; Hawley & Stepto 2001; Holmberg HC et al 2007). Dessa tre huvudkomponenter är:

Maximalt syreupptag ($VO_{2\max}$), Anaerob tröskel (AT), och arbetsekonomi.

$VO_{2\max}$ är troligtvis den enskilt viktigaste faktorn som bestämmer framgång i aeroba uthållighetsidrotter (Holmberg HC et al 2007; Åstrand & Rodahl 2003; Rusko 2003; Saltin 1990 m.fl). Skillnader mellan längdskidåkare på olika nivå förklaras med skillnad i $VO_{2\max}$ (Ingjer, 1991) och VO_{2peak} , som rent överkroppsarbete (Wisløff och Helgerud 1997).

Syretransporten begränsas av två faktorer, det centrala och perifera. De påverkar varandra då hjärtats slagvolym reduceras genom ökat perifert motstånd (Shepard 1977; Sutton 1992). I praktiken blir det därför viktigt med mikropaus, lägre kraftbruk och att undvika statiskt arbete för att inte begränsa perifer syretransport och att undvika reducerad slagvolym (Åstrand & Rodahl 2003).

VO_{2-max}

VO_{2-max} är en av flera faktorer som påverkar prestationsnivån i längdskidåkning (Ingjer 1991).

Maximal syreupptagning ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) är dock en viktig faktor för att kunna förutsäga succé i 5-15 km tävlingar (Forsberg 1985; Niinimaa al. 1979). Frågan om vilken enhet av VO_{2-max} mätningar som bäst återspeglar prestationsförmågan hos skidåkare, är fortfarande omdiskuterad (Ingjer 1991).

Den maximala syreupptagningsförmågan ökar markant när kroppsvikten minskar vid användning av $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Bergh (1987) föredrog att använda sig av $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-2/3}$ hellre än $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, detta gör att man

undgår att övervärdera lätta utövare och undervärdera tunga utövare.

Vikt

I många sporter har kroppens storlek en uppenbar påverkan för prestationen (Bergh & Forsberg 1992). I idrotter som t.ex. boxning, brottning och tyngdlyftning är effekten så evident att man måste dela in utövarna i olika viktklasser (Bergh 1987).

Utövarens kapacitet kan i vissa fall öka, i förhållande till de krav som ställs i den särskilda idrotten, i samband med ökad kroppsvikt t.ex. rodd (Secher 1983) medan i andra situationer kan det betyda det motsatta (Bergh 1987).

I längdskidåkning är inte kroppsviktens betydelse för prestationen uppenbar, åsikterna är dock många om det är fördelaktigt att inneha hög eller låg vikt (Bergh 1987).

Uppgifter som belyser detta område är ej omfattande, och få artiklar har blivit publicerade. Det relativt låga intresset i denna fråga, kan förklaras genom att längdskidåkare inte tillhör någon extremgrupp med avseende på kroppsmassan (Bergh & Forsberg 1992).

Viktens påverkan

Wehlin et al. (1970) såg ingen effekt av kroppsvikten på energikostnaden per enhet av massa och minut. Stattin och Lindahl (1973) utförde tester som visade att energikostnaden inte ökade proportionellt till ökad vikt.

Friktionskraften mellan skidan och snön ökar inte proportionellt till ökningen av den transporterade massan. I korta nedförsbackar har inte kroppsvikten någon effekt på hastigheten, i den platta terrängen efter nedförsbacken är hastigheten högre för de med högre kroppsvikt (Westergren och Nylander 1977).

Vikt, hastighet och terräng

Den hastighet som skidåkaren kan uppnå, bestäms av kraften kroppen kan producera och summan av all kraft som behövs för att övervinna motståndet, såsom friktionskraft, tyngdkraft och förändringar i potentiell energi (Bergh & Forsberg 1992).

Som ett resultat av ökad kroppsmassa, ökar därför kapaciteten för kraftutveckling mer än kraften som behövs för att övervinna motståndet (Bergh & Forsberg 1992).

För att avgöra om det är en fördel eller inte att vara tung eller lätt, kan man då jämföra massexponenten för kapaciteten till att producera kraft med kostnaden för kraft under skidåkning. Genom användning av denna modell visade det sig att tyngre skidåkare hade en fördel. Samtidigt visade modellen att lättare skidåkare hade en fördel vid upphöjning av masscentrum (Bergh 1987).

I uppförsbacke måste skidåkarna betala för nettoförhöjningen av masscentrum, vilket blir påtagligt när backen blir brantare (Bergh & Forsberg 1992).

När uppförsbackens lutning ökar kommer fördelen som de tunga skidåkarna har att minska. Det finns alltså en punkt när fördelen övergår till nackdel. Denna punkt är inte bestämd, utan påverkas av flera faktorer (Bergh 1987). Tunga skidåkare har en fördel i platt, nedförsbacke och i lätt uppförsterräng. Medan lätta skidåkare har en fördel i brantare uppförsbackar (Bergh & Forsberg 1992). Hur stor påverkan kroppsvikten har för prestationen i skidåkning, vill då bestämmas av fördelningen av platt, nedförsbacke och uppförsbacke samt graden av stigning i uppförsbackarna (Bergh & Forsberg 1992).

Överkroppsstyrka, hastighet och stavens påverkan

Bergh (1992) konkluderade att tunga manliga skidåkare åkte snabbast i alla typer terräng, också i de brantaste backarna i en tävling, men inte i enskilda uppførsbackar. För kvinnor var det samma tendens bara att de med lägst prestation också var tyngst, med antagande om att det berodde på större andel fett. Helgerud (1996) undersökte kvinnliga löpare och påvisade att kvinnor hade mer kroppsfett än män. Vilket betyder att ökad kroppsvikt i form av uthållighetstränad muskulatur är en fördel i längdskidåkning.

Arbetsintensiteten är oerhört hög i uppførsbackar, därför måste energikravet kompletteras av anaerob energifrigöring i tillägg till den aeroba. Den aeroba kapaciteten är nära relaterad till muskelmassa, vilket betyder att en utövare med stor muskelmassa vill kunna ha en hög anaerob kapacitet. (Losnegard & Hallén 2014)

Inom längdskidsprint är hastigheten i genomsnitt 20 % högre än i distanslopp, energikravet per tidsenhet är högre och det anaeroba bidraget större. Losnegard och Hallén (2014) såg att skillnaden mellan

sprint och distansskidåkare var att sprintskidåkarna var högre, tyngre och hade en högre BMI än distanslöparna.

Millerhagen (et al 1983) påvisade att längdskidåkning kunde göras mer effektivt om utövaren hade en bättre utvecklad överkropp. Idag är längdskidåkarna signifikant tyngre än de var på 1970- och 1980- talet, det kan förklaras med att man idag har en större muskelmassa i överkroppen. Berg (1987) Uttryckte det följande: ”*the propelling power will increas more than the power expence by transporting the increased bodyweight up in the upphills*”

Styrka har potential att underlätta användningen av nya och olika tekniska strategier för att förbättra kapaciteten för längdskidåkaren. Överkroppsstyrka har visat sig vara en stor faktor till att kunna förutsäga prestationsförmåga hos skidåkare (Stöggel et al 2009).

Hoff et al (1999) konkluderade att maximal styrketräning i överkroppen förbättrade stakningskapaciteten genom en förbättring i arbetsekonomin för kvinnor.

Reaktionskraften som går genom staven är sammansatt av två delar, en horisontell och en vertikal komponent. Tillsammans skapar de den resulterande reaktionskraften. Ju större horisontell komponent, ju större kommer skidåkarens acceleration att bli i riktning framåt, även kallad framdrivande kraft. I uppförsbackar med brantare lutning ger de fysiska och biomekaniska lagarna möjlighet till att utveckla stor kraft med hjälp av staven, då den horisontella komponenten kan bli mycket stor, vilket ger en lika stor framdrivande kraft. I tillägg blir staven viktig med tanke på att den inte ger några tjuvsläpp (Smith 2002). Tillsvarande men motsatt effekt har benarbetet i uppförsbackar, där effekten av normalkraften minskar ju brantare backen blir. Detta resulterar i att det lättare blir tjuvsläpp i uppförsbackar. I friteknik verkar reaktionskraften från frånskjutet i två riktningar sidlänges (i motsättning till stavarna) och framåt i åkriktningen.

Tour de ski 2012/2013 och 2013/2014

För dagens längdskidåkare i världscupen, ligger det stor prestige i att vinna Tour de ski. Med tanke på den avslutande klättringen har diskussionen kring vikt och prestation blivit aktuell.

Som tidigare nämnts har lite data blivit publicerat i detta ämne (Bergh & Forsberg 1992) Samtidigt är debatten het och fått stort fokus i media. Kombinationen av dessa två har bidragit till uttalanden som inte baserats på vetenskaplig fakta. Petter Northug uttalade sig med orden ”*Jag är för fet för att vinna tour de ski*” (<http://www.adressa.no/>) och landslagstränaren Kristiansen uttryckte sig följande ”*Lav vekt og stor motor er også momenter som gjør Johaug til den største favoritten til å bli den første norske Tour de Ski-vinneren*” (<http://www.nrk.no/sport>) Detta är exempel på vilken bild som förmedlas och målas upp av media.

Professor Jorunn Sundgot-Borgen påvisar att var femte elitidrottande kvinna är drabbad av ätstörningar i Norge. På idrotts- och skidgymnasium sliter 13 procent av unga idrottsutövare med de samma problemen. (<http://www.aftenposten.no/>)

Målet med denna studie är att ta reda på om det finns något samband mellan prestation och vikt i den sista klättringen av Tour de ski.

Problemställning

Har längdskidåkarens vikt betydning för prestationen i sista etappen av Tour de ski?

Metod

2013

Studiens försökspersoner (FP) bestod av 32 kvinnliga och 47 manliga längdskidåkare av världsklass där alla regelbundet tävlar i världscupen, FP är från olika länder.

Damer

FP blev valda utifrån resultatlistan från etapp 7 av Tour de ski 2012/2013. På damsidan var det problem med tidtagningen, varpå få åkare fick mellantider. Den resultatlista som användes på damsidan var hela etapp 7 ”the winner of the day”. 32 FP valdes tillfälligt ut från listan med totalt 51 deltagare, d.v.s. 63 % av utövarna användes i studien plockade från hela resultatlistan. Den genomsnittliga vikten låg på 57.5 kg för kvinnorna.

Fördelning av kvinnliga FP utifrån resultatlistan:

Placering 1-18, 14 st FP

Placering 21-51, 18 st FP

Herrar

FP blev valda utifrån resultatlistan från enbart klättringen från etapp 7 av Tour de ski 2012/2013. 47 FP valdes ut från listan med totalt 65 deltagare, d.v.s. 72 % av utövarna användes i studien plockade från hela resultatlistan. Den genomsnittliga vikten låg på 72.9 kg för männen.

Fördelning av manliga FP utifrån resultatlistan:

Placering 1-22, 22 st FP

Placering 25-38, 11 st FP

Placering 41-65, 14 st FP

2014

Studiens försökspersoner (FP) bestod av 26 kvinnliga och 31 manliga längdskidåkare av världsklass där alla regelbundet tävlar i världscupen, FP är från olika länder.

Damer

FP blev tillfälligt valda utifrån resultatlistan från enbart klättringen från den sista etappen av Tour de ski 2013/2014. 26 FP valdes ut från listan med totalt 42 deltagare, d.v.s. 62 % av utövarna användes i studien plockade från hela resultatlistan. Den genomsnittliga vikten låg på 56,6 kg för kvinnorna.

Fördelning av kvinnliga FP utifrån resultatlistan:

Placering 2-11, 7 st FP

Placering 12-24, 11 st FP

Placering 25-42, 8 st FP

Herrar

FP blev tillfälligt valda utifrån resultatlistan från enbart klättringen från den sista etappen av Tour de ski 2013/2014. 31 FP valdes ut från listan med totalt 48 deltagare, d.v.s. 65 % av utövarna användes i studien plockade från hela resultatlistan. Den genomsnittliga vikten låg på 74,3 kg för männen.

Fördelning av manliga FP utifrån resultatlistan:

Placering 1-14, 12 st FP

Placering 15-32, 8 st FP

Placering 33-48, 10 st FP

Arbetsätt

2013

All data som behövdes fanns redan, varav testproceduren handlade om att samla in den information. Uppgifterna om FPs vikt hämtades från hemsidan ([\[ski.com/\]\(http://www.fischersports.com/\)\), \(<http://www.fischersports.com/>\) och ett fåtal blev tillfrågade personligen.](http://www.fis-</p></div><div data-bbox=)

Resultatlistor hämtades från (<http://www.fis-ski.com/>) och kompletterande information om den sista etappen hämtades från (<http://worldofxc.com/>)

2014

Resultatlistorna hämtades från (http://www.fis-ski.com) där tiderna från enbart klättringen användes för att få fram en resultatlista från mellantiden 6,2 km fram till mål, d.v.s. en sträcka på 2,8 km. För att få så riktig data som möjligt blev FP personligen tillfrågade om deras vikt under Tour de Ski.

Tour de ski

Den totala sträckan som herrarna och damerna åkte var 9 km, där höjdskillnaden var 425 m och den totala klättringen var 495 m. De första kilometrarna gick i relativt lätt terräng, medan själva klättringen började efter ca 6 km. Klättringstiden var beräknad från mellantiden 6,2 km fram till mål, dvs. en sträcka på 2.8 km. Den största lutningen var på 28 % och den lägsta på 4 %, detta

medförde en genomsnittslutning på 16 %, beräknat på de sista 2750 m.

Damerna

Den resultatlista som användes för kvinnorna 2012/2013 var hela etappsträckan på 9 km, p.g.a. bristande information om mellantider. Resultatlistan som användes 2013/2014 var enbart klättringen.

Herrarna

Resultatlistan som användes 2012/2013 och 2013/2014 för herrarna var enbart från klättringen.

Analys av data

Tabeller och resultatlistor bearbetades i Excel (Microsoft Excel för Mac 2011, version 14.2.3 120616).

För att kunna se om det fanns ett samband mellan prestation och vikt, användes korrelationskoefficient. Det kan antingen bli en positiv eller negativ korrelation mellan två objekt. Om X och Y ökar blir det en positiv korrelation, det motsatta blir då om X ökar då Y minskar. Det starkaste värdet en positiv korrelation kan ha är 1 och det starkaste en negativ korrelation kan ha är -1. (Calkins 2005)

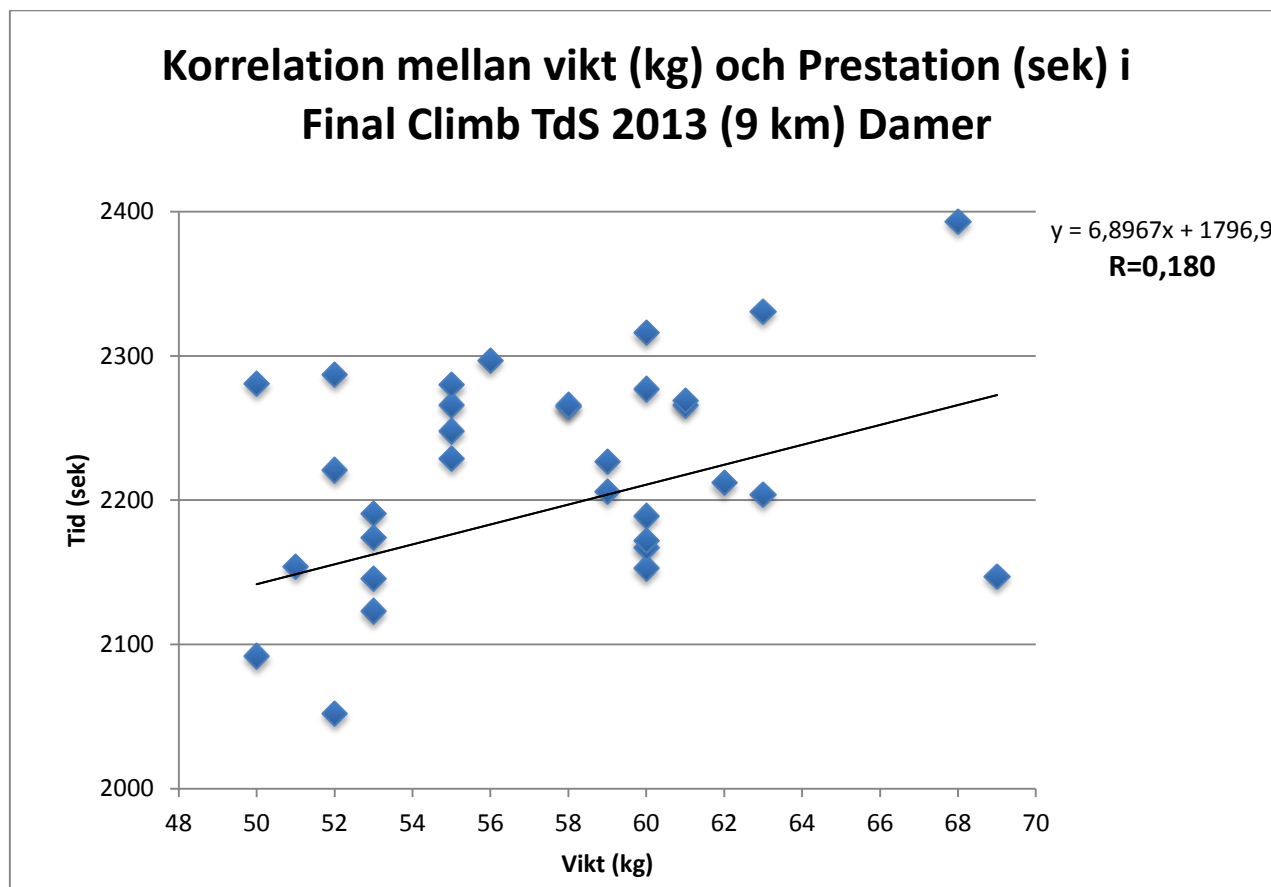
R-värde	Korrelationens styrka
1.0- 0.9	Väldigt hög
0.9-0.7	hög
0.7-0.5	moderat
0.5-0.3	låg
0.3-0.0	Liten, om ens någon

(Calkins 2005)

Resultat

I denna studie skulle man sammanlikna vikt (kg) och prestation (sek) i den sista klättringen av TdS 2013 och 2014. Resultatet visade att vikt inte korrelerade direkt med prestation i den sista etappen av TdS. Korrelationen låg mellan $R=0,180-0,562$ för båda åren (2013, 2014), damer och herrar. Vilket visade att prestation inte var avhängigt av att inneha en låg kroppsvikt.

Figur 1

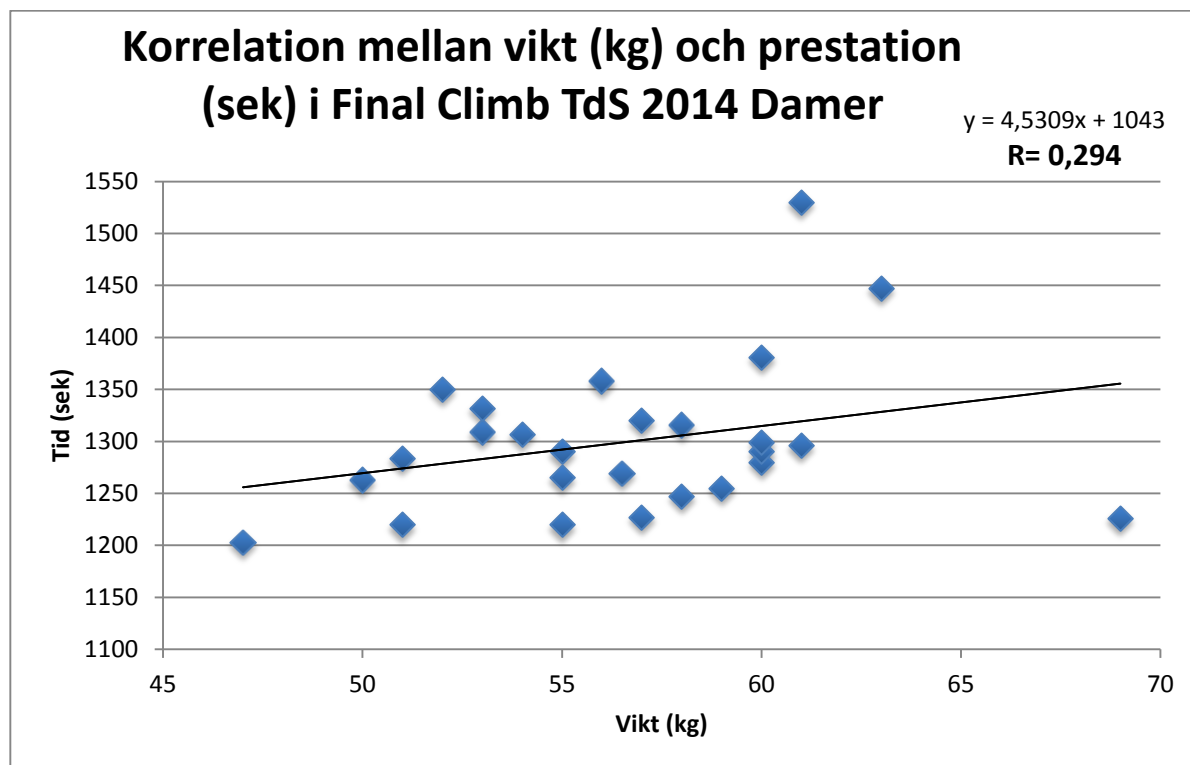


Figur nr 1: Visar sambandet mellan kroppsvikt och prestation från sista etappen (9 km) i TDS 2013 för damer.

SD: 181 sek (d.v.s. 3 min 1 sek)

Figur nr 1 visade att det inte var någon fördel att inneha en låg kroppsvikt i förhållande till att få en snabb åktid i den sista etappen av TdS för damer 2013. Resultatet visade ingen korrelation ($R=0,180$) mellan kroppsvikt och prestation. Vilket betyder statistiskt att det var *en liten om ens något*, samband. Tiderna var beräknade på hela sista etappen av TdS, till skillnad från 2014 som endast visade klättringen. Fig. 1 visade att variationen, främst bland de lättaste, var större än i Fig. 2.

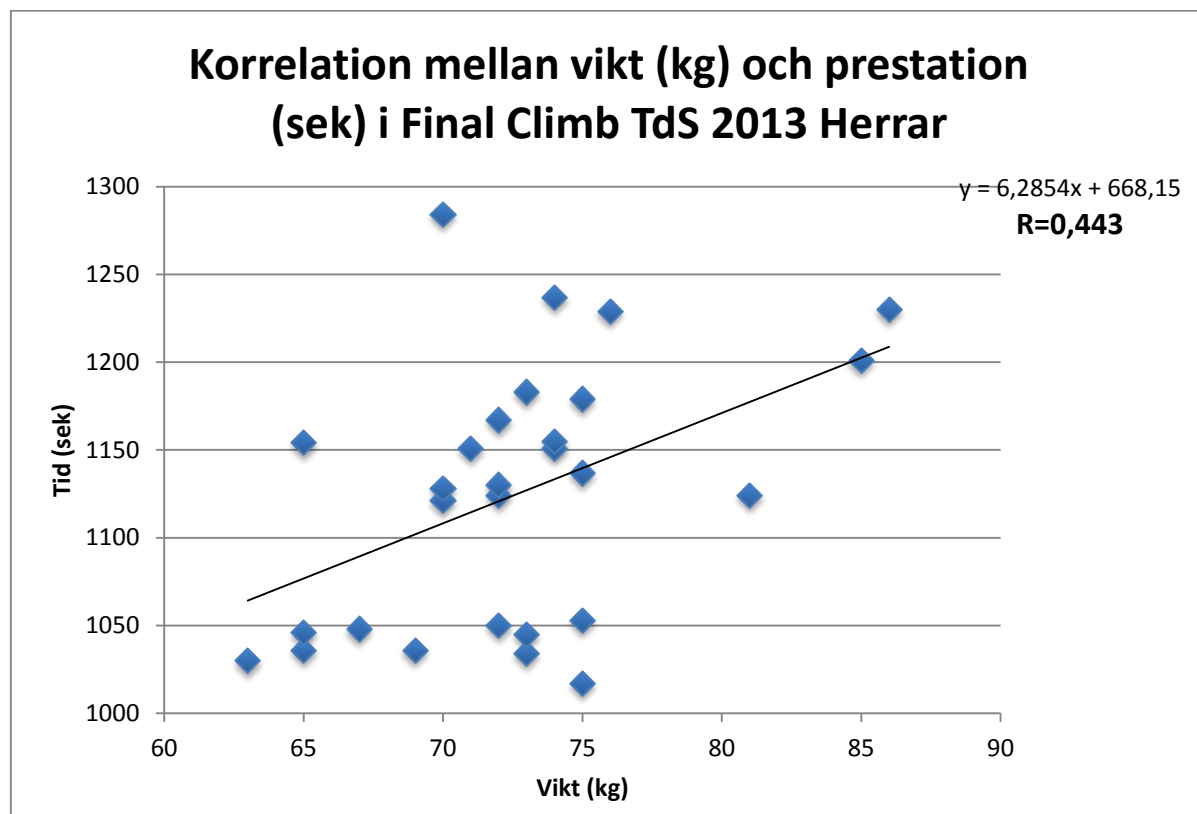
Figur 2



Figur nr 2: Visar sambandet mellan kroppsvikt och prestation i the final climb (2,8km) i TDS 2014 för damer. SD: 70 sek sek (d.v.s. 1 min 10 sek)

Figur nr 2 visade att det inte var någon fördel att inneha en låg kroppsvikt i förhållande till att få en snabb åktid under sista klättringen av TdS för damerna 2014. R-värdet visade 0,294 vilket betyder statistiskt att det var *en liten om ens någon korrelation*. Fig. 2 visade att flera av åkarna hade en likvärdig prestation, men att vikten varierade stort. Skillnaden i åktid mellan den lättaste och tyngsta åkaren var 23 sek, båda hade en god prestation där de placerade sig inom topp 5. Skillnaden i vikt låg på 22 kg, den tyngsta åkaren vägde 47 procent mer än den lättaste och båda hade en likvärdig prestation.

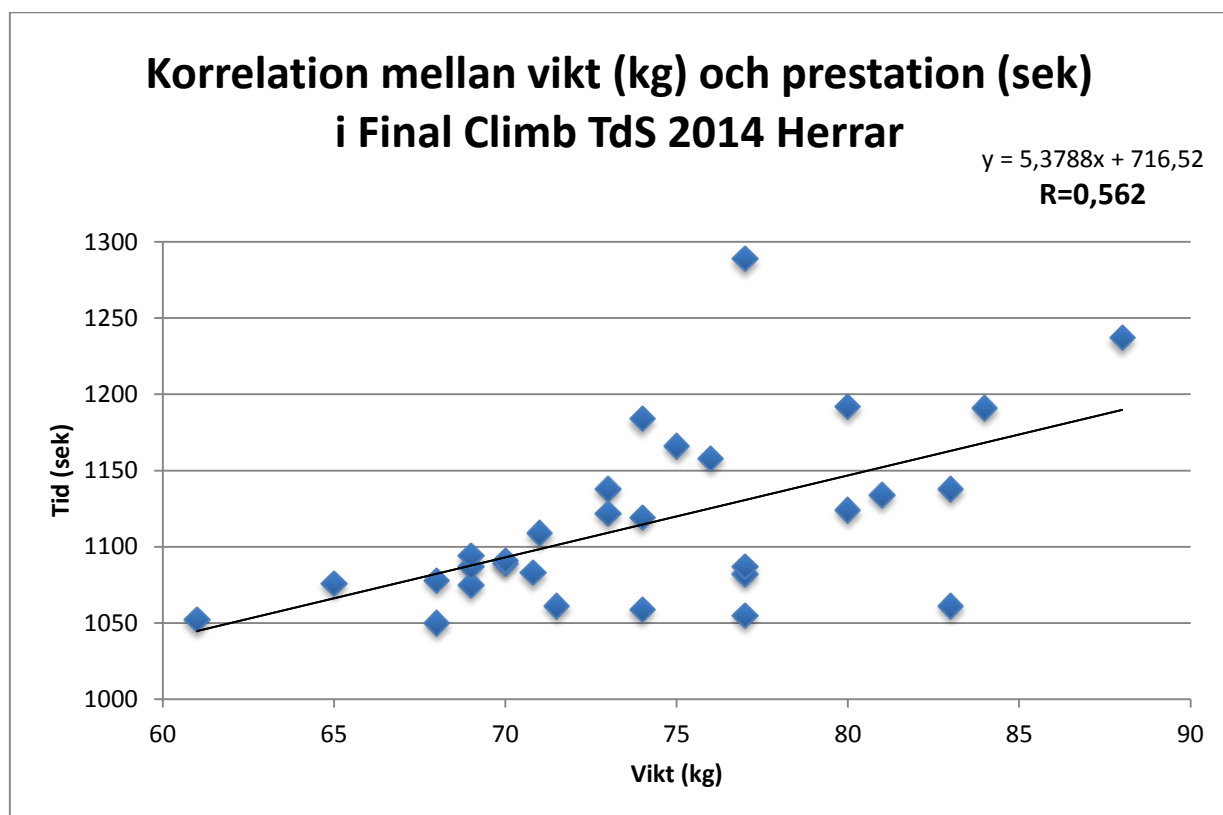
Figur 3



Figur nr 3: Visar sambandet mellan kroppsvikt och prestation i the final climb (2,8km) i TDS 2013 för herrar.
SD: 72 sek (d.v.s. 1 min 12 sek)

Figur 3 visade att det inte var någon fördel att inneha en låg kroppsvikt i förhållande till att få en snabb åktid. Korrelationen ($R = 0,443$) betyder statistiskt att det var ett *lågt* sammanhäng mellan kroppsvikt och prestation. Fig. 3 visade att det var en stor spridning både gällande vikt och åktider, dessutom fanns det en större spridning bland de lättaste utövarna i jämförelse med Fig. 4.

Figur 4



*Figur nr 4: Visar sambandet mellan kroppsvikt och prestation i the final climb (2,8km) i TDS 2014 för herrar.
SD: 57 sek*

Figur 4 visade en moderat korrelation ($R=0,562$) mellan att inneha en låg kroppsvikt och att få en snabb åktid i sista klättringen av TDS för män 2014. Korrelationen ($R= 0,562$) var alltså på gränsen mellan en låg korrelation och moderat. Inom topp 10 fanns data på 8 st åkare där alla hamnade inom ett spektrum på 26 sekunder, en likvärdig prestation där viktskillnaden mellan den tyngsta och lättaste låg på 22 kg d.v.s. 36 procent högre kroppsvikt för den tyngsta kontra lättaste åkaren. Enligt Fig. 4 ökade spridningen mellan åkarna ju mer vikten ökade, flertalet av de tyngre utövarna hade en snabb åktid samtidigt som flertalet av de tyngre också hade en långsam, till skillnad från de lättaste utövarna som endast hade snabba åktider.

Diskussion

Målet för denna studie var att se om det fanns något samband mellan längdskidåkarnas vikt och prestation under den sista och avslutande etappen av TdS 2012/2013 och 2013/2014 för både damer och herrar.

På damsidan var det ingen korrelation ($R=0,180$) mellan vikt (kg) och prestation (sek) på den sista etappen på TdS i 2012/2013 (se figur 1), respektive ingen korrelation ($R=0,294$) i den sista klättringen på TdS 2013/2014 (figur 2). Det betyder statistiskt en *väldigt liten om ens något* sammanhang mellan kroppsvikt och prestation i den sista etappen (Final Climb) på TdS. Datan i denna undersökning ger oss ingen information om en optimal kroppsvikt, det betyder inte att vissa kroppstyper har en fördel i uppförsbackar. FP i denna studie har genomfört en serie tävlingar och resultatlistan sammanlagt i touren bildar startlistan inför den sista etappen. Detta gör att FP startar med olika motivation och olika fysisk form som kan inverka på resultatet i en speciell tävling som denna.

På herrsidan var det en låg korrelation ($R=0,443$) mellan kroppsvikt (kg) och prestation (sek) i 2012/2013 (se figur 3) och en moderat korrelation ($R=0,562$) i 2013/2014 (figur 4). Det var alltså något starkare sammanhang mellan vikt och prestation för herrarna än för damerna.

Att lätta skidåkare inte har någon fördel i sista klättringen av Tour de ski blir studiens viktigaste upptäckt. Den bild som media sänder ut handlar om att man måste ha en låg vikt för att kunna prestera på den sista klättringen. Denna studie indikerar att det inte finns något samband.

Enligt (Bergh & Forsberg 1992) borde tunga skidåkare ha en fördel i all typ av terräng bortsett från branta uppförsbackar. Denna studie visar att även i branta backar går de tyngre skidåkarna lika fort som de med låg kroppsvikt. En förklaring till detta kan vara att de med högre kroppsvikt inte har någon "dömassa", utan istället en större uthållighetstränad muskelmassa som kan skapa framdrift. Detta överensstämmer med (Bergh & Forsberg 1992) om att en ökad kroppsmassa, ökar också kapaciteten för kraftutveckling mer än kraften som behövs för att övervinna motståndet.

Den genomsnittliga vikten på damsidan var 57,5 kg, den med högst vikt hade en vikt på 69 kg och den med lägst 50 kg, det var alltså ett spektrum på 19 kg (2013), respektive genomsnittsvikt på 56,6 kg där den med lägst vikt vägde 47 kg och med högst 69 kg (2014) ett spektrum på 22 kg. Det betyder att det var en stor differens och spridning viktmässigt i gruppen, som hade möjlighet till att ge stort utslag om det hade varit en faktisk fördel för FP att inneha hög eller låg vikt. Att både den lättaste och den tyngsta löparen hamnar topp 6 (2013) är en indikation på att vikten inte är av största vikt för att kunna förutse prestation, när två skidåkare med likvärdig prestation har en viktskillnad på 19 kg. Tidigare studier som gjorts på VO_2 max och vikt, visade att de kvinnliga världscupsåkarna med bäst resultat var också de som vägde mest. (Ingjer 1991)

En annan faktor till varför de lättare skidåkarna inte hade någon fördel i klättringen, kan förklaras genom att svagare skidåkare måste ligga på högre andel av sitt max muskulärt, för att utföra samma arbete som en skidåkare med högre muskelstyrka. I praktiken leder det till att den skidåkaren med högre kapacitet styrkemässigt får bättre förhållanden i

muskeln. Det blir mindre avklämningar av kapillärerna, lägre perifert motstånd och ett bättre utbyte av syre och energi i muskeln. Detta är en begränsande faktor som bestämmer om skidåkaren kommer gå fort på ski eller inte. Det kan vara en förklaring till varför fördelen som de lätta FP har i klättringen, med tanke på kostanden för netto förhöjningen av masscentrum, inte har fått utslag i resultatet. Fördelen som en större muskelmassa ger i form av bättre arbetsförhållanden både i det perifera och centrala systemet väger alltså upp. Som även (Shepard 1977; Sutton 1992) och (Åstrand & Rodahl 2003) nämner.

Andra fördelar som de tyngre skidåkarna får med en högre muskelstyrka är en förbättring i arbetsekonomin, de orkar upprätthålla en effektivare teknik och bättre arbetsekonomi med högre framdrift. De har kapacitet att få en högre kraftinsats i varje tag, i förhållande till de lättare skidåkarna, med samma procentuella användning av muskeln. Detta medför en högre fart i banan, som i sin tur ger möjlighet till en längre sykluslängde som i sin tur ger upphov till längre micropauser och i sin tur bättre förhållanden i muskeln som tidigare nämnts. Detta styrks av (Hoff et al 1999) (Stöggl et al 2009).

Muskelmassa är nära relaterat till den anaeroba kapaciteten, vilket får en viktig funktion när arbetsintensiteten blir väldigt hög (Losnegard 2014), under klättringen där arbetsintensiteten blir extremt hög får de skidåkare med stor muskelmassa en fördel då de antagligen har en mycket god anaerobkapacitet, som blir avgörande speciellt i slutet av klättringen.

I den branta klättringen uppför blir stavens funktion väldigt viktig, då den inte ger upphov till några tjuvsläpp, och rent fysiskt och biomekaniskt ger möjlighet till stor kraftutveckling. Skidåkare med en väl uthållighetstränad överkropp med hög muskelstyrka kan då utnyttja denna möjlighet och skapa god framdrift i den avslutande klättringen på TdS. Tyngre skidåkare har ofta en större muskelmassa i just överkroppen, vilket ger en stor fördel i kraftutveckling med hjälp av stavarna. Detta samstämmer med (Millerhagen et al 1983) (Smith 2002).

$VO_2 \text{ max}$ är troligtvis den enskilt viktigaste faktorn som bestämmer framgång i aeroba uthållighetsidrotter. (Åstrand & Rodahl 2003; Rusko 2003; Saltin 1990 m.fl.) Individier med låga litervärden (l/min)

kompenstrar detta med en låg kroppsvikt vilket ger höga värden i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Att jämföra två åkares kapacitet i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ kan därför bli missvisande, men använder man sig istället av formeln $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-2/3}$ har det visat sig att de mest framgångsrika längdskidåkarna har signifikant högre värden (Ingjer 1991). Det innebär att när du upphöjer massan till $^{2/3}$ får inte vikten samma betydelse, den ger inte samma utslag i beräkningen. Att den formeln korrelerar bättre med de som presterar bäst, visar att kroppsvikten inte har en negativ betydelse för prestationen. Vilket i sin tur förklarar varför inte lättare skidåkare har en fördel.

Bergh och Forsberg (1992) menar att hur stor påverkan kroppsvikten har för prestationen vill bestämmas av fördelningen av terrängtyper i banan. Där tyngre skidåkare har fördel i alla typer terräng förutom i brant uppförsbacke. Detta kan vara en orsak till varför det är en större spridning bland damerna 2013 i jämförelse med året därpå 2014 (se figur 1 och 2). Det ger en förklaring till varför de blir en mindre korrelation 2013 då hela etappsträckan är med i beräkningen jämfört med 2014 då det endast är klättringen. I tillägg till klättringen så omfattar

bansträckningen 6,2 km med relativt lätt terräng, och där borde de tyngre skidåkarna alltså ha en klar fördel. I tillägg är sträckan längre, och oavsett terrängtyper så ger en längre sträcka upphov till större spridning.

På herrsidan var korrelationen högre, men fortfarande låg och på gränsen till moderat. Figur 4 från 2014 visar att spridningen endast sker bland de tyngsta skidåkarna, flertalet av de tyngre utövarna hade bland de snabbaste åktiderna samtidigt som flertalet av de tyngre också hade de långsammaste åktiderna, till skillnad från de lättaste utövarna som endast hade snabba åktider. Detta överensstämmer med Bergh (1992) där han såg samma tendens fast på damsidan, där de med högst kroppsvikt åkte snabbast, bara att de med lägst prestation även var tyngst, han menade att det berodde på en större andel fett. Detta kan vara en förklaring till varför spridningen bland herrarna sker just bland de tyngsta, då de med snabba åktider har en högre kroppsvikt i form av uthållighetstränad muskulatur som ger alla de fördelar som tidigare nämnts. Medan de tyngsta utövarna med långsammast åktider har en högre kroppsvikt kanske i form av fett som inte bidrar till framdrift, eller

muskelmassa som inte är uthållighetstränad.

En annan sak som måste tas i beaktning är motivation, några av de utövarna med anmärkningsvärt sämre åktider hade också en dålig placering inför sista etappen och hade därför en oinspirerande utgångspunkt. Detta kan vara en förklaring till varför några av utövarna sticker ut och får en så pass långsam sluttid gentemot de andra.

Studien visar att korrelationen är högre för herrarna än för damerna, med den bild som målas upp av media blir detta intressant, då det är störst fokus på låg vikt på damsidan. Att de tyngre damerna hade en genomgående större fördel än de tyngre männen styrker förklaringen att en högre vikt i form av uthållighetstränad muskelmassa är av fördel i längdskidor. Eftersom kvinnor i utgångspunkt har en lägre muskelmassa än män, och för att då kunna höja sin kapacitet och gå fortare på skidor, måste de därför bli tyngre i form av muskelmassa för att kunna upprätthålla en bättre arbeteekonomi, få bättre förhållanden i muskeln, kunna hålla en högre hastighet i banan och kunna skapa stor kraft med hjälp av stavarna. Därför blir det en större fördel för kvinnorna att

utveckla sin kapacitet styrkemässigt, eftersom nivån bland kvinnor generellt är lägre än för män i en styrkeaspekt. Manliga skidåkare har generellt en högre kapacitet styrkemässigt varav en manlig skidåkare med hög kapacitet styrkemässigt inte får samma utslag gentemot sina konkurrenter som det blir på damsidan.

Alla figurer (1, 2, 3 & 4) visar en genomgående trend där de flesta av de lättaste utövarna både på dam och herrsidan går fort, till skillnad från de med högre vikt där spridningen är större. De med hög kroppsvikt åker både bra och dåligt, vilket gör att de med hög kroppsvikt och god prestation ”glöms bort”, och att endast de negativa resultaten och aspekterna lyfts fram kring hög kroppsvikt och prestation. I branta uppförsbackar blir formeln *antal kubik/vikt* av betydelse, det förklarar varför de lätta utövarna får goda resultat i uppförsbacken eftersom de inte har någon ”dömassa” att bära på, men samtidigt är det vikten i form av uthållighetstränad muskelmassa som står för framdriften, det intressanta blir ju då hur mycket snabbare skulle de lätta utövarna gå om de hade en högre kroppsvikt i form av uthållighetstränad muskelstyrka, framför allt på damsidan?

Som ett resultat av den bild som oftast visas i media om att du ska ha en låg vikt för att lyckas i längdskidor är det många som har drabbats av ätstörningar, och då framförallt på damsidan. Förebilder blir avstängda p.g.a. att de är för smala och ett osunt fokus kring kosthållning sprids (<http://sport.adressa.no>). Detta är ett resultat av en osund uppfattning om av vad som krävs för att lyckas i längdskidor. Den bild som målas upp handlar ofta om att du måste vara extremt smal för att bli framgångsrik i längdskidor. Resultatet från denna studie blir då extra intressant då den visar att det inte finns något samband mellan låg vikt och snabb åktid i den sista klättringen i TdS 2012/2013 och 2013/2014. Både tidigare studier och denna påvisar att det snarare är tvärtom, de tunga skidåkarna har en fördel i all typ terräng förutom i branta stigningar (Bergh & Forsberg 1992). Men denna studie visar även att i en tävling med onormalt mycket klättring, finns det ingen korrelation mellan en hög prestation och låg vikt.

Konklusion

Resultatet från denna studie visade att det inte fanns någon korrelation ($R=0,180-0,562$) mellan vikt (kg) och prestation (sek) i den avslutande klättringen under sista etappen av TdS 2012/2013 och 2013/2014 för damer och herrar.

Damerna hade den minsta korrelationen ($R=0,180$) 2012/2013 respektive ($R=0,294$) 2013/2014, medan herrarna hade en något högre korrelation ($R=0,443$) 2012/2013 respektive ($R=0,562$) som statistiskt betyder låg och moderat. Det

betyder att det inte var någon fördel att inneha en låg eller hög kroppsvikt i den avslutande klättringen under sista etappen av TdS 2012/2013 och 2013/2014 för damer och herrar.

Denna studie är av högt värde och har intressanta upptäckter inte minst med tanke på den bild som media sprider och resulterar i stor press för många, framförallt kvinnliga längdskidåkare, över att de måste ha en låg vikt för att bli en framgångsrik skidåkare. Denna studie visar att det inte finns någon fördel att inneha låg vikt som längdskidåkare.

Litteratur

Åstrand P-O, Dahl H A, Rodahl K (2003). Textbook of Work Physiology, *MacGraw-Hill, New York*

Bassett D R, Howley E T (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 32:70-84.

Bergh U (1987) The influence of body mass in cross-country skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.* 4:324-31

Bergh U, Forsberg A (1992) Influence of body mass on cross-country ski racing performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*

Bunc V, och Heller J (1989). Energy cost of running in similarity trained men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 59:178-183.

Costill D L (1970) Metabolic responses during distance running. *J. Apply. Physiol* 28:251-5

Ekström H (1981) Force interplay in cross-country skiing. *Scand. J. Sports. Sci.* 3:69-76

Forsberg A (1985) Er vi på rett veg? *Svensk skidsport* 12:12-3

Helgerud J (1996) Central and peripheral limitations of aerobic endurance in distance runners. A study of Physiological gender differences and similarities. *Dr polit thesis, Norwegian univeristy of sience and tecnology* 7-42

Helgerud J, Ingjer och Strømme S. B. (1990) Sex differences in performance-matched marathon runners *Eur J Appl Physiol* 61:433-439

Hoff J, Gran A och Helgerud J (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 12:288-295

Hoff J, Helgerud J och Wisløff U (1999) Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers *American college of sports medicine*

Ingjer F (1991) 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

Losengard T, Hallén J (2014) Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int J Sports Physiol Perform* 1:25-31

Mayhew J L, Andrew J (1975) Assessment of running performance in college males from aerobic capacity percentage utilization coefficients. *J. Sports Med.* 15:342-6

Millerhagen J O, Kelly J M, Murphy R J (1983) A study of combined arm and leg exercise with applications to nordic skiing. *Can J Apply Spt Sci* 8:292-297

Niinimaa V, Doyn M, Shepard R J (1979) Performance and efficiency of intercollegiate cross-country skiers. *Med. Sci. Sports* 19:91-3

Pate R R och Kriska A (1984). Physiological basis of the sex difference in Cardioresperatory endurance. *Sports Med* 1984, 1:87-98

Pollock M L, Jackson A S, Pate R R (1980) Discriminant analysis of physiological differences between good and elite runners. *Res. Q. Exerc. Sport* 51:521-32

Rusko H (2003). Cross country skiing. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd.

Saltin, B (1990). Maximal oxygen uptake: limitations and malleability. In: International Perspectives in Exercise Physiology, Nazar K and Terjung R L (eds.). Champaign, IL: *Human Kinetics Publishers*, pp. 26-40.

Secher N H (1983) The physiology of rowing. *J. Sports Sci.* 1:23-53

Shaver L G (1975) Maximal aerobic power and anaerobic work capacity prediction from various running performance of untrained *College men*. *J. Sports Med.* 15:147-50

Shepherd R J (1977). Endurance fitness, 2 nd. University of Toronto Press, Toronto

Smith A G (2002) Biomechanics of cross country *skiing Norwegian university for sport and physical education*

Stattin B, Lindahl M (1973) Effect of increasing mass on oxygen consumption during running and skiing (English summary by Bergh, 1982, vol. 6, p. 53) *Internal report Stockholm, Sweden: College of Physical Education.* 1-15

Stöggl T, Müller E, Ainegren M och Holmberg H-C (2009) General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scand J Med Sci Sports*

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

Vodak P, Wilmore J H (1975) Validity of the 6-minute jog-walk and 600-yard run-walk in estimating endurance capacity in boys, 9-12 years of age. *Res. Q. Exerc. Sport* 46:230-4

Wehlin S, Agnevik G, Hedman R, Karlsson J, Sjödin B och Saltin B (1970) Physiological investigations during the Engelbrekt ski race. *Svensk Idrott* 15,16:1-6

Westergren T, Nylander P (1977) Influence of camber stiffness on starting and gliding friction and on energy cost for different skiing techniques. *Internal report. Stockholm, Sweden: College of Physical Education (GIH)* pp. 1-18

Wisløff U och Helgerud J (1997). Methods for evaluating peak oxygen uptake and anaerobic threshold in upper body of cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*

Internet

<http://sport.adressa.no/> (05-02-14)

<http://www.adressa.no/100Sport/langrenn/article411217.snd> (22-05-14)

http://www.aftenposten.no/100Sport/Stadig-flere-rammes-av-spiseforstyrrelser-196007_1.snd#.U3tMfKmRPZh (21-05-14)

<http://www.andrews.edu/~calkins/math/edrm611/edrm05.htm> (21-05-14)

<http://www.fischersports.com/> (05-02-14)

<http://www.fis-ski.com> (05-02-14)

<http://www.nrk.no/sport/teknikken-favoriserer-johaug-1.11450248> (22-05-14)

<http://worldofxc.com> (14-05-13)

<http://worldofxc.com/blog/2013/01/06/analysis-final-climb-2013-men/> (14-05-13)