



Skillnad i effektutveckling mellan sprintsimmare och sprintlöpare

Användandet av ett maximalt treminuterstest för
att ta reda på maxeffekt, kritisk effekt och
arbetskapacitet över den kritiska effekten

Gustav Frödeberg & Jonas Tollefors

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Självständigt arbete grundnivå 57: 2019

Tränarprogrammet 2017-2020

Handledare: Lasse ten Siethoff

Examinator: Pia Lundqvist Wanneberg

Sammanfattning

Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie var att undersöka critical power (CP) och om andelen av det totala arbetet som utförs över CP (W') skiljer sig mellan sprintsimmare och sprintlöpare. Dvs förhållandet mellan den effekt som kan bibehållas under lång tid och den som maximalt kan produceras under de 150 första sekunderna vid ett tre minuters maxtest. Vidare syftar studien till att undersöka om CP , W' och maxeffekten (P_{max}) kan förutsäga prestationen på 100 meter frisim och 400 meter löpning.

Frågeställningarna som använts under studien är som följer: (i) Finns det en skillnad i andelen arbete som kan utföras ovanför CP (W') mellan sprintsimmare och sprintlöpare? och (ii) Går det att via CP , W' och P_{max} förutsäga prestationer på 100 m frisim och 400 m löpning?

Hypotesen som användes under denna studie var att sprintlöpare har en större W'/W -kvot än sprintsimmare. Hypotesen bygger på tidigare forskning angående den totala energikostnaden vid sprintlöpning och sprintsimning (Duffield, Dawson & Goodman, 2005; Figueiredo, Zamparo, Sousa, Vilas-Boas & Fernandes, 2011)

Metod

För att beräkna CP , P_{max} och W' använde vi oss av ett test där deltagarna, åtta löpare och åtta simmare, under tre minuter höll maximal intensitet vid varje given tidpunkt. Vid löpningen användes direkt effektmätning medan simtestet använde sig av kraftmätning som sedan omvandlas till effekt.

Resultat

Resultaten visar att simmarna hade en signifikant ($p < 0,001$) högre förmåga att utföra arbete över CP ($ES=2,7$) än löparna. Vår regressionmodell kan förklara 85% av årsbästat hos simmarna och P_{max} verkar vara en mycket bra prediktor för resultat hos både simmar och löpare. Modellen bör dock tolkas med försiktighet då studien hade mycket få deltagare ($n=8$).

Slutsats

I och med att detta understryks det anaeroba energisystemets avgörande betydelse för prestation, inte bara för sprintlöpare, utan även sprintsimmare, vilket öppnar för nya diskussioner av och modifieringar av träningsupplägg för dessa. Vidare kan testet med fördel användas vid testning av simmare och löpare på sprintdistanser och troligen även på såväl längre distanser som inom andra lokomotiva, kontinuerliga idrotter.

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Idrottens natur och krav	1
1.2	Energiomsättning	2
1.2.1	Anaerob effekt	3
1.2.2	Anaerob kapacitet	3
1.2.3	Laktat	4
1.2.4	Aerob effekt	4
1.2.5	Aerob kapacitet	4
1.2.6	Laktatträsklar	5
1.3	Kritisk kraft – critical power	6
1.3.1	Kategorisering av arbetsintensitet	8
1.3.2	Mätning av CP och W'	8
1.3.3	Praktisk applicering	9
1.4	Likheter och skillnader i träningsupplägg	10
2	Syfte och frågeställning	11
3	Metod och material	11
3.1	Material	12
3.2	Urval	12
3.3	Tester	13
3.4	Yttre förutsättningar	13
3.5	Utförande	14
3.6	Analys	17
3.7	Etik	17
3.8	Kalibrering	17
4	Resultat	18
5	Diskussion	22
6	Slutsats	26
7	Käll- och litteraturförteckning	28
	Bilaga 1: Käll- och litteratursökning	32
	Bilaga 2: Personuppgifter, Hälsodeklaration & Testinformation	34

Tabell-/ figurförteckning

Tabell 1 – Fördelning av försökspersoner

Tabell 2 – Modellsummering för den multipla linjära regressionen för simmare och löpare.

Tabell 3 – Korrelationer mellan de oberoende variablerna och den beroende variabeln för simmare och löpare, och signifikans för dessa.

Figur 1 – Bestämning av den individuella laktattröskeln (D_{max}) via den traditionella och modifierade metoden.

Figur 2 – Förhållandet mellan effekt och tid för högintensiv träning

Figur 3 – Visualisering av effektkurvan vid tre minuters fastspänd simning.

Figur 4a – Mätutrustning och material, 4b–d - Inledande gång resp. acceleration.

Figur 5a – Mätutrustning, 5b – Kraftgivare monterad på startpall.

Figur 6 – Stapeldiagram över medelvärde och standardavvikelse för kvoten W'/W för 100m-frisimare och 400m-löpare.

Figur 7 – Blodlaktatkoncentration i mmol/L för de två grupperna, tre minuter efter avslutat maxtest.

1 Introduktion

Ända sedan människor började tävla mot varandra har frågor om hur man kan öka sin prestationsförmåga ställts. Omkring förra sekelskiftet gick svaren på dessa frågor inte sällan i renlevnadens och sundhetens tecken (Yttergren, 2012) och de byggde inte alltid på empiri. I takt med att idrotten har professionaliserats, kommersialiserats och utvecklats har också träningsvetenskapen gått framåt (Lindroth, 2011). Denna utveckling drivs framåt genom utbytet av beprövade erfarenheter och vetenskapliga studier.

1.1 Idrottens natur och krav

Målet med dessa studier är många gånger att undersöka vad det är som begränsar den idrottsliga prestationen. För att förstå detta krävs god kunskap om idrotten samt dess underliggande idrottsfysiologiska krav. Simning och löpning är två kontinuerliga, lokomotiva idrotter. Detta betyder att idrotterna utförs som ett oavbrutet arbete. Fler exempel på kontinuerliga idrotter är längdskidåkning, rodd och cykling. Lokomotion kommer från de latinska orden *locus* (plats) och *motio* (rörelse) och handlar om djurs sätt att förflytta sig. Lokomotion kan delas in i olika kategorier beroende på vad det är för rörelse som utförs. Två av dessa grupper är: (i) förflyttning på ett fast underlag med hjälp av extremiteter (löpning) och (ii) förflyttning i vatten med hjälp av extremiteter (simning). Detta innebär att en idrottares rörelseekonomi och antropometri skulle kunna påverka vilken nivå denne kan nå inom sin idrott. Rörelseekonomi handlar om energiåtgången för förflyttning av en kropp. Genom att höja rörelseekonomin vid en given hastighet kommer energikravet för att förflytta kroppen i denna hastighet att minska. Alternativt kan kroppen förflyttas i en högre fart med samma energikrav. Antropometri handlar om kroppens mått och proportioner, muskulära hävarmar över skelettets leder, vikt och längd på ben m.m. Antropometri kan kopplas till rörelseekonomi bl.a. genom de tidigare nämnda muskulära hävarmarna. Längden på dessa påverkar hur mycket kraft som kan produceras runt lederna och hur ”stum” en led kan vara. Att kunna producera mycket kraft runt en led utan ett stort energikrav borde leda till en högre effektivitetsgrad/rörelseekonomi. I löpning är det bra att vara lång och ha långa ben för att komma så långt som möjligt på varje steg, färre steg tagna på en distans borde teoretiskt sett betyda mindre energi förbrukad. Samma sak gäller för simning men här är det bra att ha en lång rygga och långa armar istället (Tam, Santos-Concejero, Tucker & Lamberts, 2017;

Knechtle, Wirth, Alexander Rüst & Rosemann, 2011; Strumbelj, Usaj, Kapus & Bednarik, 2010).

1.2 Energiomsättning

Även den maximala mängden energi som kan frisättas (från det anaeroba och aeroba energisystemet) och den maximala energi som kan frisättas över lång tid har en inverkan på prestationen (Strumbel et al., 2010).

Den totala energikostnaden definieras som summan av energin från de olika systemen och beskrivs genom funktionen $E_{tot} = Aer$ (aerob) + AnL (anaerob laktacid) + $AnAl$ (anaerob alaktacid). Anaerob energifrigöring kan antingen ske med laktatproduktion (anaerob laktacid, AnL) eller utan (anaerob alaktacid, $AnAl$) (Michalsik & Bangsbo, 2004). Ett idrottsutövande är aldrig helt laktacid eller alaktacid utan alltid en kombination av de två processerna. Formeln för att beräkna E_{tot} via Aer , AnL och $AnAl$ kan förenklas genom att AnL och $AnAl$ adderas och bildar en kategori, anaeroba energisystemet (An) vilket leder till formeln $E_{tot} = Aer + An$.

Vid 200m frisim kommer $65.9 \pm 1.6\%$ från Aer och $34 \pm 1.2\%$ från An (Figueiredo, Zampari, Sousa, Vilas-Boas & Fernandes, 2011). Vid jämförelse av 200m frisim (ibid.) med 800m löpning ($60.3 \pm 9.0\%$ Aer och $39.7 \pm 9.0\%$ An) syns det att dessa grenar är relativt lika (Duffield, Dawson & Goodman, 2005)

Från de data som samlades in vid analysen av 200m frisim (Figueiredo et al., 2011) går det även att räkna ut E_{tot} vid 100m frisim då denna angivits för de enskilda 50m-längderna. Av E_{tot} vid 100m frisim kommer 58.9% från Aer och 41.0% från An (ibid.). Problematiken med detta sätt att beräkna E_{tot} för 100m frisim är att det inte är ett 100m-lopp utan halva sträckan vid 200m frisim. Däremot är majoriteten av 100m-tiderna vid 200m frisim inom tre sekunder från personbästa (PB) på 100m frisim, vilket motsvarar $< 6\%$ (vid jämförelse av resultaten från de svenska mästerskapen 2019).

Vid en jämförelse av dessa data (ibid.) med E_{tot} för 800m löpning (Duffield et al., 2005) verkar 100m frisim vara mer likt 800m löpning än 400m löpning, trots arbetstidernas likhet (100m frisim resp. 400m löpning). Det simlopp som är mest likt 400m löpning i energifördelning (41.3% Aer och 58.7% An) (ibid.) är 50m frisim (44.6% Aer och 55.3% An)

(Figueiredo et al., 2011) trots att tävlingstiden enbart är omkring 60% av den för 400m löpning.

Med tanke på att användningen av energisystemen skiljer sig åt mellan 100m frisim och 400m löpning borde även de faktorer (eller förhållandet mellan dessa) som begränsar prestationerna göra det. Vid 200m frisim, som är relativt likt 100m frisim (ibid.), verkar de faktorer som begränsande prestationen mest vara simmarens maximala metabola energiproduktion (speciellt energifrisättning via *Aer* och *AnL*) samt rörelseekonomi (Strumbelj et al., 2010). Däremot verkar även begränsningar i lungventilation, syreupptag och hjärtfrekvens kunna vara begränsande faktorer (Strumbelj et al., 2010; Rodríguez et al., 2015). Slutligen borde även metabola biprodukter (H^+ , värme, CO_2 och oorganiskt fosfat) leda till en minskad prestationsförmåga (Michalsik & Bangsbo, 2004). I förhållande till 100m frisim är 400m löpning en väldigt anaerobt präglad gren (Duffield et al., 2005). Då mer energi kommer från det anaeroba energisystemet än det aeroba energisystemet borde den huvudsakligen begränsande faktorn inte vara densamma som för 100m frisim (Figueiredo et al., 2011).

1.2.1 Anaerob effekt

Den anaeroba effekten är ett mått på muskulaturens förmåga att producera energi utan förbrukning av syre. Med maximal anaerob effekt avses den högsta hastigheten det anaeroba energisystemet kan frigöra energi med (Michalsik & Bangsbo, 2004). Denna förmåga kan höjas genom att öka den maximala hastigheten för den anaeroba laktacida energiprocessen. Rent praktiskt sägs den anaeroba effekten vara viktig vid sprintlöpning då arbetstiden oftast är under en minut. För att mäta denna förmåga används oftast ett wingate-test. Utifrån de erhållna testvärdena erhålls information om den anaeroba effekten (maxeffekten), anaeroba kapaciteten (medeleffekten) och fatigue index (kvoten mellan sluteffekt och maxeffekt) (ibid.).

1.2.2 Anaerob kapacitet

Den anaeroba kapaciteten syftar på maximal anaerob energifrigörelse (laktacid energifrisättning) och kan enbart uppnås vid arbete till utmattning. En av de viktigaste förmågorna i många idrotter är att kunna tolerera ansamlingen av stora mängder restprodukter (H^+ , värme, CO_2 och oorganiskt fosfat) och ändå hålla en hög intensitet. Då en ökad ansamling av dessa restprodukter troligen leder till en minskad energifrisättning handlar den

anaeroba kapaciteten främst om att kunna hantera dessa ansamlingar. Denna förmåga går att träna upp så att idrottaren klarar av den ökande ansamlingen av restprodukter i muskulaturen (ibid.). Den anaeroba kapaciteten har störst betydelse för grenar med en arbetstid på runt två minuter (ibid.).

1.2.3 Laktat

Under anaerobt arbete bildas laktat. Laktatproduktionen i sig är inget negativt då laktat kan användas som energisubstrat, men vid produktionen av laktat bildas även fria vätejoner (H^+). De fria vätejonerna leder till en försurning av muskelcellerna och blodet, vilket i sin tur sänker prestationsförmågan (Michalsik & Bangsbo, 2004). Mängden laktat som producerats går att mäta genom ett blodlaktatprov. Vid detta test tas ett litet blodprov som analyseras, antingen med en portabel eller stationär mätutrustning. Resultatet från dessa tester är blodlaktatkoncentrationen mätt i *mmol/L* blod. Högre blodlaktatkoncentration betyder högre halter av H^+ i blodet och således surare blod.

1.2.4 Aerob effekt

För idrottsgrenar med arbetstid runt två minuter (såsom 200m frisim och 800m löpning) och uppåt är förmågan att producera energi med hjälp av syre avgörande för prestationsförmågan (Figueiredo et al., 2011; Duffield et al., 2005). Denna förmåga kallas för aerob effekt. Med maximal aerob effekt syftas det på den högsta syreupptagningen en person kan ha. Ett annat ord för detta är maximal syreupptagningsförmåga (VO_2max) och den mäts antingen i liter O_2/min eller i förhållande till kroppsvikten. Det maximala syreupptaget hos en frisk människa är mellan 2 och 4 liter O_2/min (ungefär 40 ml $O_2/min/kg$) men kan variera beroende på kön, vikt, längd, ålder och träningsstatus (Michalsik & Bangsbo, 2004 s.56).

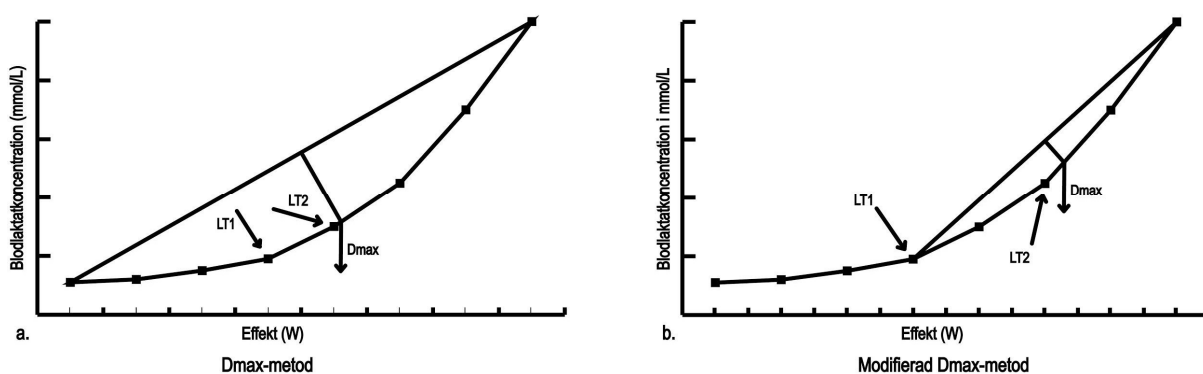
1.2.5 Aerob kapacitet

Den aeroba kapaciteten är förmågan att med hjälp av syre utveckla energi under långa tidsperioder. Med andra ord är den aeroba kapaciteten ett sätt att kvantifiera en idrottares uthållighet (Michalsik & Bangsbo, 2004 s.64). Till skillnad mot den aeroba effekten som avgörs av den centrala delen av syreförsörjningen (hjärta och lungor) (Bassett, 2000), är den aeroba kapaciteten väldigt lokal. Detta då den bestäms av olika förhållanden i den arbetande muskulaturen (ibid.). Exempel på sådana förhållanden är antalet kapillärer i muskulaturen, de oxidativa enzymerna samt antalet och storleken på mitokondrierna i varje muskelcell (Bassett, 2000). Funktionen för de två sistnämnda är att maximera nyttjandegraden av

näringsämnesvalet (Michalsik & Bangsbo, 2004 s.64). Vid jämförelse av två identiska individer, en med högre aerob kapacitet än den andra, kan individen med den högre aeroba kapaciteten arbeta på en högre procentuell belastning av VO_2max (ibid.). Detta borde, teoretiskt sett, leda till att individen med en högre aerob kapacitet skulle prestera bättre vid t.ex. ett marathon (Jones & Vanhatalo, 2017).

1.2.6 Laktattrösklar

Det bör även tilläggas att laktattröskeln är en viktig faktor när det kommer till en idrottares prestationsförmåga och uthållighet (Bassett, 2000). Laktattröskeln är den högsta arbetsintensiteten som kan bibehållas med stabila laktatvärden över en längre tid utan att blodlaktatkoncentrationen stiger okontrollerbart. Två fasta nivåer som brukar användas vid testning av blodlaktatkoncentrationer är 2 mmol/L (LT_1) samt 4 mmol/L (LT_2) som brukar kallas för Onset of Blood Lactate Accumulation (*OBLA*) (Coombes & Skinner, 2015 s. 237). Problematiken med dessa fasta nivåer är just att de är fasta och därmed ej individanpassade. Genom att genomföra ett maximal lactate steady state (*MLSS*)-test går det att bestämma de individuella laktattrösklarna (D_{max}) (se fig. 1a–b). Vid genomförandet av ett *MLSS*-test börjar försökspersonen arbeta med en låg intensitet (oftast 6 km/h vid löpning och 50 watt vid cykling) som trappas upp var tredje minut. Vid löpning avbryts arbetet efter tre minuter i en minut och blodprov tas, medan blodprov vid cykling tas under de sista 30 sekunderna innan intensiteten ökar. Testet fortsätter tills försökspersonen inte längre orkar arbeta på den givna intensiteten (Coombes & Skinner, 2015).



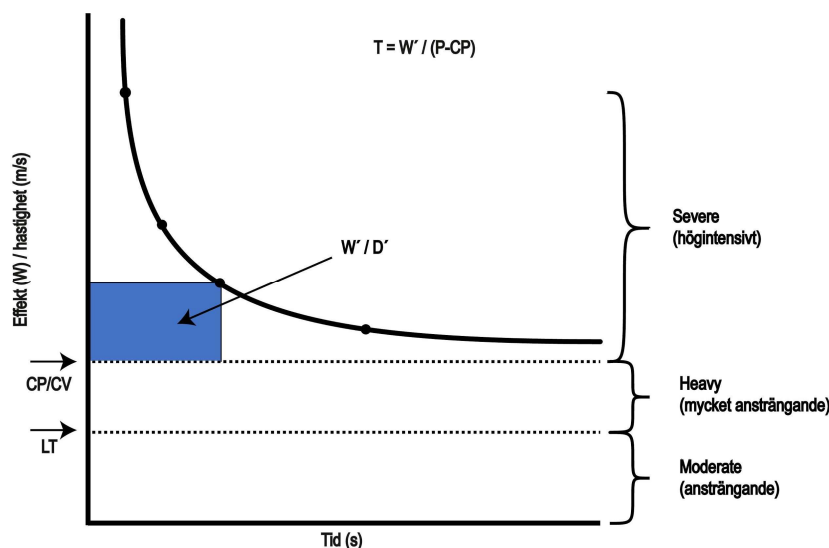
Figur 1. a). Bestämning av den individuella laktattröskeln (D_{max}) utifrån ett maximal lactate steady state (*MLSS*) test. Här dras en linje genom det första och det högsta uppmätta laktatvärdet. Ett normal dras sedan i 90° vinkel från denna linje mot kurvan. Skärningspunkten mellan normalen och kurvan är den individuella laktattröskeln.

b). Bestämning av den individuella laktattröskeln (D_{max}) utifrån en modifierad metod. Här dras linjen från LT_1 genom det högsta uppmätta laktatvärdet. Resten av metod är samma som vid den icke-modifierade metoden.

Nackdelen med ett *MLSS*-test är att det tar lång tid att genomföra och att det är dyrt. Det *MLSS*-test som nämns ovan, (Coombes & Skinner, 2015) är ett förenklat test. För att hitta den verkliga steady statenivån krävs flertalet 30-minuterstester, utförda på separata dagar, där samma intensitet måste hålls under hela testet. För att testet ska vara valitt får laktatnivåerna inte stiga med mer än 1 *mmol/L* mellan den 10:e och 30:e minuten (Wahl et al., 2017). Genom att istället genomföra ett tre minuters maxtest och beräkna critical power (Vanhatalo, Doust & Burnley, 2007) går det att uppskatta den neuromuskulära utmattningen (Monod & Scherrer, 1965). Fördelen med att mäta neuromuskulär uttröttningsnivå istället för laktatnivåerna är att det är ett mått som går att applicera direkt i träningen, utan dyr testutrustning. Istället för att arbeta i tre minuter och därefter ta laktatprov för att se om intensiteten ligger på rätt nivå går det att kontinuerligt monitorera utmattningen och intensiteten. Exempel på detta är cyklisten som vet hur många watt hen kan producera utan att gå över critical power.

1.3 Kritisk kraft – critical power

Vid de flesta idrotter finns ett förhållande mellan arbetsintensitet och tiden som denna intensitet kan hållas. Förhållandet är framförallt närvarande i kontinuerliga idrotter men förekommer även i intermittenta idrotter (idrotter där arbetets intensitet varierar t.ex. fotboll). Detta förhållande är av hyperbolisk natur vilket betyder att ju högre intensiteten är, desto kortare tid kan intensiteten hållas. Detta fenomen klargjordes av Monod och Scherrer (1965) där ett nytt koncept presenterades för testningen av dynamiskt och statiskt muskelarbete i synergistiska muskler. Konceptet fick namnet critical power (*CP*) och handlar om hur länge det går att arbeta på en given intensitet (se *fig. 2*). För att göra detta används den maximala effekten som muskeln kan generera samt den maximala tiden som muskeln kan arbeta vid en serie av olika belastningar. Utifrån dessa parametrar går det att beräkna sambandet mellan arbete och tid (se *fig. 2*) och därmed definiera den maximala mängden arbete som kan utföras under en given tid.



Figur 2 - Förhållandet mellan effekt (y-axel) och tid (x-axel) för högintensiv träning, där critical power representeras av den övre streckade linjen och W' av arean för den blå rektangeln. Även laktattröskelns (LT) position i förhållande till CP för friska, fysiskt aktiva unga män illustreras.

Monod och Scherrers (1965) koncept för CP i synergistiska muskler användes sedan i Devries et al.s (1982) studie för att definiera förhållandet mellan CP och fatigue threshold (FT). Fatigue threshold liknar laktattröskeln men beror istället på de neuromuskulära trösklar som delar upp träningsintensiteter i olika kategorier (moderate, heavy och severe). Inom de olika kategorierna kan kreatinfosfat, blodlaktat, och syreupptag antingen stabiliseras (under FT) eller inte (över FT) (Poole, Burnley, Vanhatalo, Rossiter & Jones, 2016). Forskarna kom fram till att det finns en stark korrelation mellan CP och FT (Monod & Scherrer, 1965). Detta betyder att CP kan betraktas som en form av tröskel för oxidativ metabolism (Poole et al., 2016). Framförallt visar denna studie att CP-konceptet inte enbart fungerar för synergistiska muskler (Monod & Scherrer, 1965), utan även för antagonistiska muskler. Alltså visar Devries et al. (1982) att CP kan användas för mätning av helkroppsarbete.

För att ta reda på CP utförs mellan tre och fem högintensiva cykeltester där försökspersonerna ombeds att arbeta på en bestämd belastning så länge de kan. Belastningen väljs oftast med målet att försökspersonerna ska nå muskulär utmattning inom två till femton minuter. Försökspersonernas effektutveckling under hela testet registreras kontinuerligt och kan sedan sättas i förhållande till tiden. Detta leder till en kurva där det går att se arbetstidens påverkan på effektutvecklingen och hur effektutvecklingen sjunker till en steady state, CP (se fig. 2). CP är den effekt (mätt i watt, W) som kan upprätthållas under lång tid (mellan 30 och

60 minuter, (Hill, 1993)) med stabila värden av kreatinfosfat, blodlaktat, samt syreupptag. Arbetet som utförs ovanför *CP* beskrivs av effekt-kurvans area ovanför *CP*. Detta arbete har fått namnet W' och mäts i kilojoule (*kJ*) (se *fig. 2*) (Jones & Vanhatalo, 2017). Storleken på W' är konstant, vilket betyder att arbetet som kan utföras över *CP* alltid är lika stort. Energin kan användas antingen genom att utveckla hög effekt under kort tid eller lägre effekt över längre tid (*ibid.*).

1.3.1 Kategorisering av arbetsintensitet

Utifrån *CP*-konceptet går det att kategorisera arbetsintensitet i tre olika kategorier. Den lägsta arbetsintensiteten kallas i denna kontext för moderat och håller sig under laktatröskeln (se *fig. 2*) (Jones et al., 2010). Nästa kategori för arbetsintensiteten är heavy och här nås stabila nivåer av muskelkreatin, oorganiskt fosfat (*Pi*), blodlaktat och syreupptag (se *fig. 2*) (*ibid.*; Poole et al., 2016). Den högsta och sista kategorin är severe och i denna kategori går det inte att hålla de tidigare nämnda fysiologiska värdena på en stabil nivå (Jones & Vanhatalo, 2017). Det är i denna kategori som testerna för att beräkna *CP* utförs. Arbete i denna kategori leder till att muskelkreatinnivåerna når som lägst, koncentrationerna av oorganiskt fosfat och blodlaktat når sina högsta nivåer samt syreupptaget når sitt maximala värde vid tidpunkten för utmattning (se *fig. 2*) (Jones et al., 2010).

1.3.2 Mätning av *CP* och W'

För att mäta *CP* och W' utförs traditionellt sett flera arbeten (tre till fem arbeten som varar mellan två och femton minuter) till muskulär utmattning med olika intensitet vid separata tillfällen (se *fig. 2*) (Clark, Murray & Pettitt, 2013; Jones et al., 2010; Jones & Vanhatalo, 2017; Kalva-Filho et al., 2015; Vanhatalo et al., 2007). Nackdelen med den traditionella metoden för att beräkna *CP* och W' är att det tar lång tid och kostar mycket pengar. En ny metod för att beräkna *CP* och W' utifrån ett treminuters maxtest togs fram av Vanhatalo et al. (2007). Hypotesen var att kraftproduktionen vid slutet av testet (end power, *EP*) skulle överensstämma med *CP* samt att arbetet som kan genomföras över *EP* (work end power, *WEP*) skulle överensstämma med W' (Vanhatalo et al., 2007)

Genom att jämföra *EP* och *WEP* från ett treminuters maxtest med *CP* och W' från den traditionella metoden konstaterades att både *EP* och *WEP* har en stark korrelation med *CP* respektive W' (*EP* - *CP* $r = 0,99 / r^2 = 0,98 / SEE = 6,4W$) (*WEP* - W' , $r = 0,84 / r^2 = 0,70 / SEE = 2,76 kJ$) (Vanhatalo et al., 2007).

1.3.3 Praktisk applicering

CP har visat sig användbart både för att förutsäga prestation och individualisera träning (Courtright, Williams, Clark, Pettitt & Dicks, 2016; Nicolò, Bazzucchi & Sacchetti, 2017). Användningen har dock begränsats av att det är mycket svårt och dyrt med direkt effektmätning i många sporter. Det finns därför ett behov av förenklade mätmetoder och nya tester. Pettitt, Jamnick och Clark (2012) utvecklade därför ett treminuters maxtest för löpning där fart (speed) används istället för effekt (power). Därmed går det att få fram den kritiska farten (critical speed, *CS*) istället för *CP*. När *CP* och medeleffekten under de 150 första sekunderna (*P*_{150s}) är kända går det att beräkna *W'*. Detta görs genom användningen av formeln:

$$W' = \frac{t(P_{150s} - CP)}{1000}$$

Där maximalt arbete över *CP* (*W'*) mäts i kJ, tiden (*t*) är 150s, *P*_{150s} (*W*) är medeleffekten under de första 150s. *CP* är medeleffekten mellan 150s och 180s (Pettitt, Jamnick och Clark, 2012).

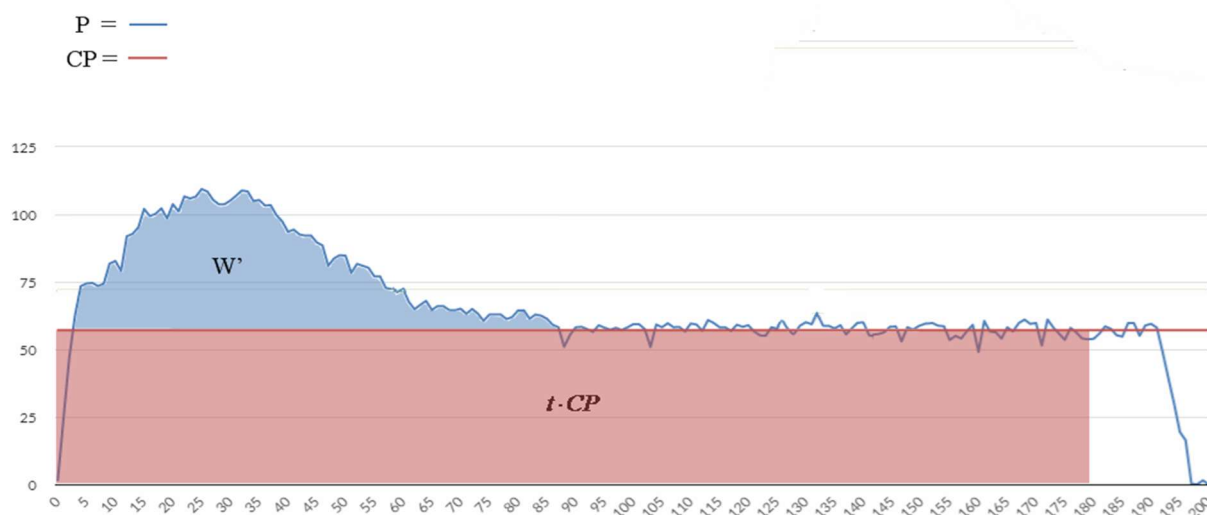
Den insamlade datan från ett treminuters maxtest plottas i en graf där effekten sätts som beroende variabel (y-axeln) och tiden som oberoende variabel (x-axeln) (se *fig. 3*). Från dessa samband kan ytterligare tre formler formuleras (Jones et al., 2010).

$$1. \quad P = \frac{W'}{t} + CP$$

$$2. \quad t = \frac{W'}{P - CP}$$

$$3. \quad t = \frac{W - W'}{CP} \Leftrightarrow W = t \cdot CP + W'$$

Där *P* är genomsnittlig effekt som kan hållas med givna förutsättningar mätt i watt (*W*), *t* är total tid för arbetets längd, mätt i sekunder (*s*), *CP* mäts i watt (*W*), *W'* är det arbete som kan utföras över *CP* mätt i Joule (*J*) och *W* är totalt utfört arbete mätt i Joule (*J*).



Figur 3 – Visualisering av en teoretisk effektkurva vid tre minuters fastspänd simning.

1.4 Likheter och skillnader i träningsupplägg

För att lägga upp ett träningsprogram i kontinuerliga idrotter används ibland fördelningen mellan aeroba och anaeroba energiprocesser (beroende på tid) som en riktlinje (Michalsik & Bangsbo, 2004 s.75).

Detta antyder att träningen för 100m frisim och 400m löpning borde ha en liknande utformning eftersom tävlingstiden är mycket lika. Enligt studieförfattarnas erfarenhet genom många års egen träning, samtal med idrottare på hög nivå och tränare skiljer sig däremot träningen markant i det avseendet.

Simmare tränar mer likt medel-/långdistanslöpare med avseende på vilan mellan varje intervall. För en 400m-löpare är vila på 6–10 minuter mellan intervaller inget ovanligt, och det är ytterst sällan arbetstiden i intervallerna är lika långa eller längre än tävlingstiden. Anledningen till detta upplägg för löparna är att fokus oftast ligger på snabbhets-/produktionsträning (där målet är att höja den anaeroba effekten) (Itoh & Ohkuwa, 1991). En 100m-frisimmare däremot har mycket kortare vila, oftast mellan 10 och 15 sekunder. Detta beror till stor del på att målet med träningen är att träna det aeroba energisystemet. Alltså lite lägre intensitet, större volym och mindre vila. Träningen varierar mycket och ibland simmar sprinters intervaller som varar i upp mot 10 minuter. Träningsuppläggen tyder alltså på att det är viktigare för en simmare att ha en hög aerob effekt än det är för en sprintlöpare, och vice versa. Dessa teorier styrks av studier som studerat energibidragen från anaeroba och aeroba källor (Strumbelj et al., 2010; Figueiredo et al., 2011; Duffield et al., 2005)

Direkta jämförelser mellan dessa idrottare har dock varit mycket svåra att genomföra och det är oklart hur användbara dessa resultat är för de individuella idrottarna.

2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie var att undersöka om andelen av det totala arbetet som utförs över $CP (W')$ skiljer sig mellan sprintsimmare och sprintlöpare. Dvs förhållandet mellan den effekt som kan bibehållas under lång tid och den som maximalt kan produceras under de 150 första sekunderna vid ett tre minuters maxtest. Vidare syftar studien till att undersöka om CP , W' och P_{max} kan förutsäga prestationen på 100 meter frisim och 400 meter löpning.

Frågeställningarna som använts under studien är som följer: (i) Finns det en skillnad i andelen arbete som kan utföras ovanför $CP (W')$ mellan sprintsimmare och sprintlöpare? och (ii) Går det att via CP , W' och P_{max} förutsäga prestationer på 100m frisim och 400m löpning?

Hypotesen som användes under denna studie var att sprintlöpare har en större W'/W -kvot än sprintsimmare. Hypotesen bygger på tidigare forskning angående den totala energikostnaden vid sprintlöpning och sprintsimning (Duffield et al., 2005; Figueiredo et al., 2011)

3 Metod och material

För att svara på studiens frågeställningar valdes en experimentell forskningsmetod då det som ämnades undersökas i högsta grad är kvantifierbart. Ett tre minuters maxtest användes för att ta reda på CP (Vanhatalo et al., 2007) för både löpare och simmare. Rekryteringen av deltagare baserades på tider från listan över de 25 bästa 400m-löparna i Sverige under utomhussäsongen 2019. Detta motsvarar tidsbegränsningar på 51 sekunder för herrar och 58 sekunder för damer på 400m löpning. Dock kunde dessa exakta kriterier inte hållas då det var svårt att rekrytera försökspersoner. För rekrytering av simmare sattes tidsbegränsningar på 52 sekunder på 100-m frisim för herrar och 58 sekunder på 100-m frisim för damer.

Tidsbegränsningarna för simmarna sattes för att efterlikna tiderna på 400m löpning så mycket som möjligt. Fem individer från varje kön och grupp försöktes även rekryteras (fem kvinnliga löpare/simmare och fem manliga löpare/simmare, d.v.s. totalt 20 personer). Deltagarnas ålder bortsågs det från i denna studie då ingen av frågeställningarna tar hänsyn till detta.

Rekryteringen skedde främst genom mailkonversation med de potentiella deltagarna, men även via deras föreningars kanslier, deras tränare, telefon, Facebook messenger och personlig kontakt. Sammanlagt skickades förfrågningar till ett sjuttiofem löpare och ett hundratal simmare.

3.1 Material

Vid genomförandet av löptesterna mättes följande parametrar: hastighet, effekt, puls och blodlaktat. För effekt- och hastighetsmätning användes en skomonterad sensor utrustad med accelerometer (V2, Stryd, USA). För att registrera puls användes en EKG-baserad pulssensor (H10, Polar, Finland) och en träningsklocka (Vantage V, Polar, Finland).

Blodlaktatmätningar utfördes med en lactate pro v2 (LT-1730, Arkray, Japan) och för tidtagning från 0,5 till 20,5 respektive 30,5 meter i samband med kalibrering av sensorn (V2, Stryd, USA) användes utöver nämnda utrustning även Bosöns fotoceller. För insamling av data från träningsklockan användes även en smartphone (iPhone 6s, Apple, USA) och Polars molntjänst (Polar Flow, Polar, Finland).

Vid genomförandet av simtesterna mättes följande parametrar: kraft, puls och blodlaktat. För insamling av kraftdata användes en analog kraftgivare (BKI-5, Nobel Elektronik, Sweden) som kopplats in i en analog till digital omvandlare (Micro1401 mkII, Cambridge Electronic Design Limited, England). Den digitala omvandlaren kopplades in i en dator (Thinkpad x121e, Lenovo, Kina) för registrering av kraftdata. För att spänna fast simmarna i kraftgivaren användes en elastisk lina med fjäderkonstanten $5,83 \text{ N/m}$ (S11875, NZ Manufacturing, USA). För pulsinsamling användes en optiskt baserad pulssensor (OH1, Polar, Finland) och för blodlaktat en lactate pro v2 (LT-1730, Arkray, Japan). För insamling av data från träningsklockan användes även en smartphone (iPhone 6s, Apple, USA) och Polars molntjänst (Polar Flow, Polar, Finland). En radiomottagare (Aquatalk, Olander, Sweden) placerades under simmarnas badmössor för direktkommunikation under testet.

3.2 Urval

Sexton försökspersoner deltog i denna studie under hösten 2019 (se *tabell 1*), fyra veckor efter de svenska mästerskapen i simning. Alla deltagarna avstod från träning senare än 24 timmar före testningen. Tidsåtgången för varje test (bestående av information om testet, uppvärmning, montering av testutrustning, testet, laktatmätning och avslutningsvis

nedvarvning) försökte minimeras och hållas under 50 minuter per person för att minska inverkan på övrig träning.

Tabell 1 - Fördelning och beskrivning av försökspersoner. $M \pm SD$.

Idrott	Kön	Antal	Ålder (år)	Längd (cm)	Vikt (kg)	Träningserfarenhet (år)	Årsbästa (s)	
							400m	100m fr
Löpning	Män	5	35,2 ± 12,7	179,8 ± 6,6	76,4 ± 4,5	26,2 ± 12,5	53,82 ± 2,73	–
	Kvinnor	3	43,0 ± 2,0	170,3 ± 6,2	63,0 ± 5,4	21,0 ± 14,0	67,66 ± 2,05	–
Simning	Män	5	20,4 ± 1,0	182,8 ± 6,3	82,8 ± 3,4	8,0 ± 2,5	–	52,16 ± 0,60
	Kvinnor	3	21,3 ± 3,3	171,3 ± 4,6	65,0 ± 0,0	12,7 ± 3,8	–	57,04 ± 1,87

3.3 Tester

Modellen för löptestet bygger på ett test för att mäta critical speed (*CS*) (Pettitt, Jamnick & Clark, 2012), ett koncept med samma bakomliggande teorier som *CP*. För att mäta *CS* via ett treminuters maxtest förutsätts att idrottaren förbrukar sin D' (motsvarigheten till W') inom 150s från testets start. *CS* beräknas sedan som medelfarten mellan 150s och 180s. Då denna studie kommer använda sig av direkt effektmätning vid löpning används *CP*-konceptet istället för det för critical speed. Samma bakomliggande teori gäller som i Pettitt, Jamnick & Clark (2012) men hänvisas här istället till Vanhatalo, Doust and Burnley (2007). Ett exempel för uträkningen av W' från ett treminuters maxtest följer nedan:

Exempel: $W' = t (P_{150s} - CP)$

$$W' = 150s (650 \text{ W} - 500 \text{ W})$$

$$W' = 150s \times 150 \text{ W}$$

$$W' = 22\,500 \text{ Ws}$$

$$W' = 22,5 \text{ kJ}$$

3.4 Yttre förutsättningar

Testerna för löparna genomfördes inomhus, på Bosöns 200m-bana då detta medförde större kontroll över yttre faktorer såsom vind, temperatur och underlag. Banan utgjordes av tre Mondo-belagda löparbanor om 100 cm plus ytterligare 45 cm, med kurvradien 38,50 meter och en maximal dosering på 10,0°.

Modellen för testning av simmarna togs från Kalva-Filho et al., (2015) men med ett par tillägg. Testerna för simmarna genomfördes i Eriksdalsbadets 25m-bassäng (se. bild 8a).

Vattentemperaturen i bassängen under testningen var 27 °C, banans bredd var 2,5 meter och bassängdjupet 4,0 meter.

3.5 Utförande

Löptesterna genomfördes med följande upplägg:

1. Individuell uppvärmning och förberedelser (löpskolning, ”foam roller” o.d.) med instruktion att värma upp som inför ett vanligt sprintträningsspass, på och omkring löparbanorna. Vanligtvis omkring 20 minuter.
2. Laktatmätning och montering av utrustning.
3. 3 minuter ”all-out”-löpning på löparbanorna. Testet inleddes med lugn gång för säkerställa att all mätutrustning triggats igång inför löpningen, se *figur 4b*. I samband med att en markering nåddes inleddes de tre minuterna löpning med maximal acceleration. Under den inledande accelerationsfasen passerades tre fotoceller monterade på ytterbanan (placerade 0,5, 20,5 och 30,5 meter från starmarkeringen, se *fig. 4c-d*). Under löpningen på raksträckan efter utgången av kurvan förflyttades löpningen gradvis till bana 1, vilken hölls resterande tid.
4. För att säkerställa att tillräckligt med data samlats in avvaktades ytterligare ett fåtal sekunder innan signal om att avbryta löpningen gavs efter 3 minuter.
5. Efter stoppsignal instruerades försökspersonen att i möjligaste mån sitta/ligga stilla för att ge ett så rättvisande värde som möjligt vid laktatmätningen som utfördes 3 minuter efter avslutat test.

Simtesterna genomfördes med motsvarande upplägg, med undantag från följande punkter:

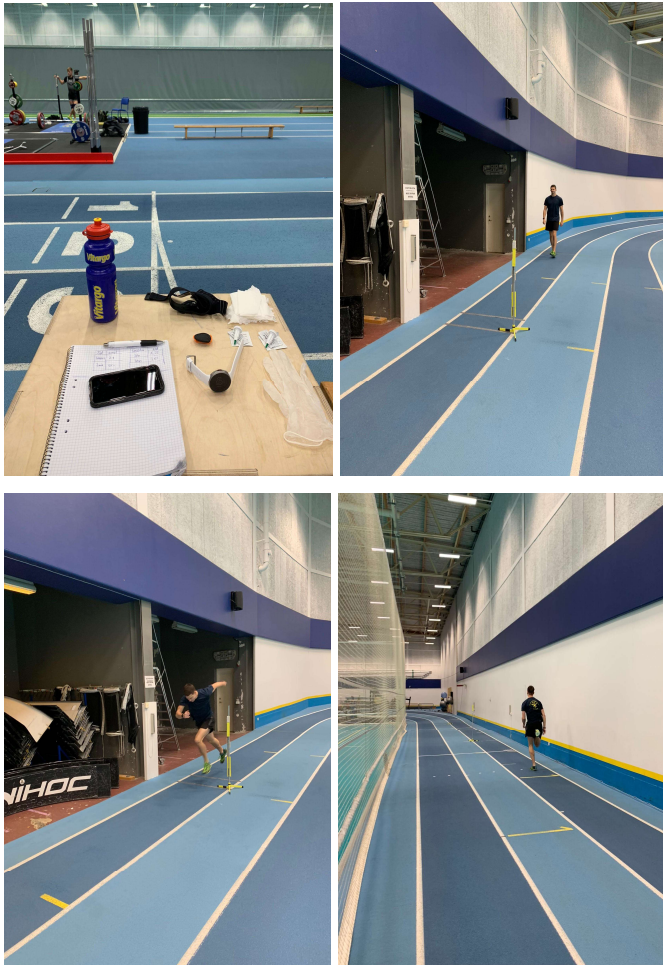
1. Uppvärmning utfördes huvudsakligen i bassäng och varade generellt omkring 10 minuter längre.
2. –
3. Efter utrustningsmontering gavs försökspersonen 10 sekunder med lugn simning för att eliminera slack i den elastiska lina varmed denne förbundits med kraftgivaren, se *fig. 5b*.
4. –
5. –

Punkt 2, 4 och 5 är desamma för simning som för löpning.

Efter ankomst till Eriksdalsbadet/Bosön fick försökspersonerna tillgång till ett schema över när de skulle testas. De blev instruerade att från början av testet ta i så mycket de kunde och att försöka hålla en så hög intensitet som möjligt vid varje given tidpunkt genom hela testet ("all out"). Detta då målet var att göra slut på W' , och därmed närma sig intensiteten för CP , så snabbt som möjligt. Detta gäller även för syreupptaget som vid CP ska nå 80–90% av VO_{2max} (Poole et al., 2016). Om dessa kriterier inte följs förlorar testet sin validitet då det inte går att räkna ut W' samt att CP inte stämmer överens med verkligheten.

Utöver att användas för kalibrering av sensorn användes fotocellerna som incitament för att undvika "pacing" (d.v.s. att springa i ett jämnare tempo och därmed riskera att inte tömma W' tillräckligt fort) genom att försökspersonerna kunde se tiden som dessa registrerade på en display (monterad på väggen bredvid löparbanorna) omedelbart efter att den sista av dem passerats.

Under testet fick deltagarna hejarop och uppmuntran (simmarna via radiomottagare) men ingen information om tidsaspekterna (avverkad eller kvarvarande tid) gavs. Detta för att minska möjligheten för pacing under testet. Under testningen av löparna befann sig testledarna på var sin långsida för att kunna mana på löparna så kontinuerligt som möjligt, kunna ingripa så fort som möjligt vid eventuella skador, samt säkerställa att de efterföljande laktatproven kunde tas som planerat.



Figur 4a. Mätutrustning och material, 4b–d. Inledande gång resp. acceleration.



Figur 5a. Mätutrustning, 5b. Kraftgivare monterad på startpall.

3.6 Analys

För analys av den insamlade datan användes Excel (Microsoft Office 2016, Microsoft, USA) och SPSS (SPSS v.26, IBM, USA). De parametrar som undersöks är CP , W' och P_{max} samt deras påverkan på prestationen för 100m-frisimmare och 400m-löpare.

Ett Mann-Whitney u-test genomfördes för att undersöka om kvoten W'/W skilde sig signifikant mellan löparna och simmarna. För att ta reda på hur de oberoende variablerna (CP , W' och P_{max}) påverkar den beroende variabeln (årsbästa/säsongsbästa på 100m frisim och 400m löpning) utfördes en multipel linjär regression.

3.7 Etik

Alla deltagarna i studien fick full information om vad som undersöktes och vad som gjordes med den insamlade datan. Undersökningen gjordes konfidentiellt och det går inte att härleda enskilda testresultat till enskilda deltagare. Anonymitet gällde även under studien. Varje testperson fick skriva under ett godkänt samtycke där hen fick just denna information skriftligt, såväl som information om att hen fick avbryta testet när som helst utan att behöva motivera varför. Efter ankomst till Eriksdalsbadet/Bosön fick försökspersonerna även information om testdagen och när de skulle testas.

3.8 Kalibrering

För att mäta effekt i löpningen användes en sensor som fästes på löparens sko och som enligt tillverkaren kan beräkna en mängd parametrar, däribland effekt (power) och hastighet. För att säkerställa tillräcklig mätnoggrannhet för denna kalibrerades den genom flertalet löpningar med varierande hastighet och längd innan några tester genomfördes. Efter justering stämde den av sensorn uppmätta sträckan överens med den som ges av banmarkeringarna i sådan utsträckning att det skiljde under en meter per kilometer. Samma sak gäller även hastigheten då sensorns uppmätta medelhastighet för testet hade en differens på under 0,5 km/h jämfört med medelhastigheten mellan fotocellerna. I och med detta anses därmed sensorn vara tillförlitlig.

Eftersom simmaren vid fastspänd simning kommer ha en försumbar hastighet (och totalt sett rent av en negativ sådan om sim-riktningen sätts som positiv) kommer även den mekaniska effekten vara i det närmaste obefintlig. Däremot kan kraften som simmaren producerar

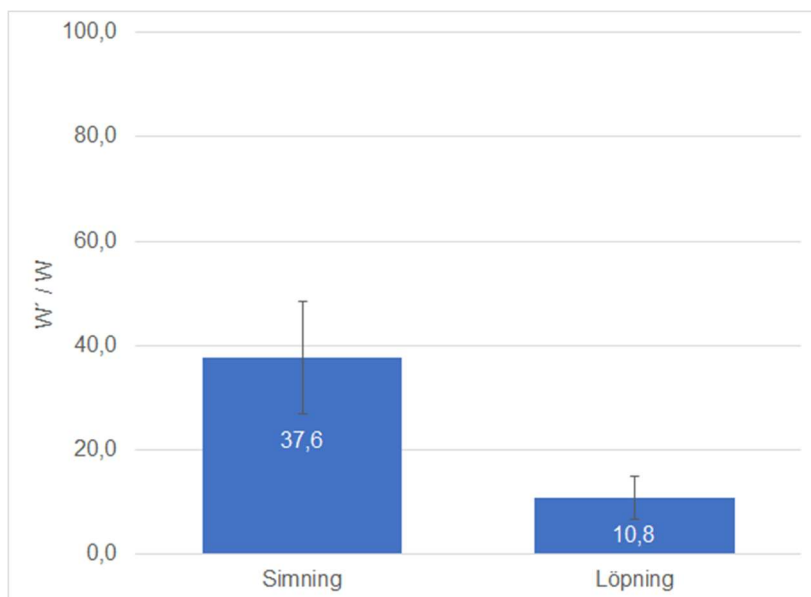
användas. Genom att vi vet att $F = ma$ kan vi via $a = F/m$ räkna ut accelerationen denna skulle motsvara om vattenmotståndet bortses från. Då accelerationen nu är känd går det att använda $P = ma^2t = m(F/m)^2t = (F^2)t/m$ för att ta reda på vilken effekt kraftutvecklingen hade motsvarat vid simning.

Då ingen möjlighet för egen reliabilitetskontroll och kalibrering av Lactate Pro v2 fanns användes Bonaventura et al.'s artikel (2015) som jämförde reliabiliteten och mätnoggrannheten för sex portabla blodlaktatmätare. Laktatkoncentrationerna som testades var i intervallet 1-23 mM . Det finns bättre mätare för låga och måttligt höga laktatkoncentrationer (0,5-4 mM resp. 4,1-8 mM) än Lactate Pro2. Däremot kom Bonaventura et al. (2015) fram till att Lactate Pro2 var den bästa portabla mätaren (av de som testades) för höga laktatkoncentrationer ($> 15 mM$). Standardavvikelsen för mätaren, i jämförelse med en blodgasanalysator (Radiometer ABL90, Copenhagen, Denmark), var $<0,001 mM$.

4 Resultat

För att jämföra andelen av det totala arbetet (W) som utfördes över CP (W') för 100m-frisimmare och 400m-löpare utfördes ett Mann-Whitney u-test för kvoten W'/W . Vid detta test sågs en signifikant skillnad i kvoten W'/W mellan de två grupperna ($p = 0,002$).

Simmarna utförde 37,6% av sitt totala arbete över CP medan det för löparna endast stod för 18,4%. Simmarna hade däremot en större variation i andelen av arbetet som utfördes över CP ($37,6 \pm 10,8 \%$) i jämförelse med löparna ($18,4 \pm 4,2 \%$), som var mycket jämnare. Genom att dividera simmarnas kvot med löparnas kvot syns det att den faktiska medelvärdeskillnaden för simmarna är lite mer än två gånger så stor som för löparna. Detta gör det möjligt att säga att det finns en skillnad i kvoten W'/W mellan 100m-frisimmare och 400m-löpare (se *fig. 6*).



Figur 6 - Medelvärde och standardavvikelse för kvoten W'/W mellan 100m-frisimmare och 400m-löpare.

Utöver det Mann-Whitney u-test som genomfördes gjordes även en multipel linjär regression för både simning och löpning. Då deltagarna i de båda grupperna var så pass få presenteras enbart modellsummeringen samt korrelationerna mellan de oberoende variablerna (P_{max} , CP , W') och den beroende variabeln (årsbästa/säsongsbästa på 100-m frisim och 400-m löpning). Utifrån den modellsummering som presenteras nedan (se. tabell. 2) syns det att både modellen för simning och löpning har en stark korrelation med årsbästa/säsongsbästa. Dock är modellen för simningen inte signifikant ($p = 0,131$). Utifrån de oberoende variabler som valts att analyseras syns det däremot att löpning har den starkaste korrelationen. Det syns även att determinationskoefficienten för löpningen, 0.871, är avsevärt mycket högre än för simningen, 0.514.

Tabell 2 - Modellsummering för den multipla linjära regressionen för simmare och löpare.

Modell 1 är här simning och Modell 2 är löpning.

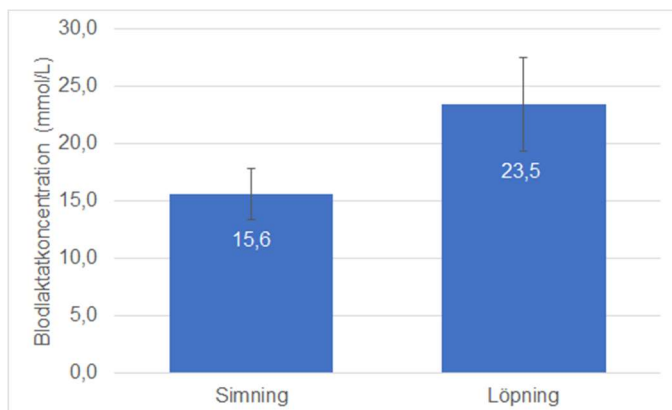
Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Sig. F Change
1	,850 ^{a1}	0,722	0,514	0,131
2	,963 ^{a2*}	0,927	0,871	0,010
a. Predictors: (Constant), W' , CP , P_{max}				
Model 1 = simning				
Model 2 = löpning				

Trots att modellerna som helhet för de två grenarna hade en stark korrelation med den beroende variabeln (årsbästa/säsongsbästa) var flera av de individuella korrelationerna mellan de oberoende variablerna (P_{max} , CP , W') inte signifikanta. För simmarna var P_{max} starkt negativt korrelerad med den beroende variabeln och enbart P_{max} var signifikant ($p < 0,005$) (se tabell. 3). För löparna var två variabler, P_{max} och CP , starkt negativt korrelerade med den beroende variabeln. Båda korrelationerna var signifikanta ($p = 0,021$), ($p < 0,02$). Utöver detta uppvisade P_{max} och CP en stark och signifikant korrelation med varandra ($p < 0,02$).

Tabell 3 - Korrelationer mellan de oberoende variablerna och den beroende variabeln för simmare och löpare, och signifikans för dessa.

Correlations					
		PB	P_{max}	CP	W'
Pearson Correlation ¹	PB		-0,841	-0,222	-0,457
	P_{max}	-0,841*		0,206	0,495
	CP	-0,222	0,206		-0,489
	W'	-0,457	0,495	-0,489	
Sig. (1-tailed) ¹	PB		0,004	0,298	0,128
	P_{max}	0,004*		0,312	0,106
	CP	0,298	0,312		0,110
	W'	0,128	0,106	0,110	
Pearson Correlation ²	PB		-0,724	-0,753	-0,368
	P_{max}	-0,724*		0,753*	0,165
	CP	-0,753*	0,753		-0,264
	W'	-0,368	0,165	-0,264	
Sig. (1-tailed) ²	PB		0,021	0,016	0,185
	P_{max}	0,021*		0,016*	0,348
	CP	0,016*	0,016		0,264
	W'	0,185	0,348	0,264	
¹ = simning ² = löpning					

Blodlaktat mättes både före och tre minuter efter avslutat test. En stor skillnad mellan de två grupperna kunde ses där löparna, som grupp, producerade 50% högre laktatkoncentrationer än simmarna (se *fig. 7*). För laktatkoncentrationer genomfördes ett Mann-Whitney u-test. Skillnaden i laktatproduktion var signifikant ($p < 0,01$).



Figur 7 - Blodlaktatkoncentration i mmol/L, tre minuter efter avslutat 3 min maxtest. Mean difference = 50%, $p < 0,01$.

5 Diskussion

Utifrån det Mann-Whitney u-test som genomfördes syns det tydligt att sprintsimmare har en större förmåga att arbeta över *CP* än vad sprintlöpare har. Detta är något som går rakt emot hypotesen för denna studie, då vi trodde att löparna skulle ha en större förmåga att arbeta över *CP*. En möjlig förklaring till detta är att simmarens framåt drivning blir effektivare – tack vare exempelvis bättre vattenläge och större motstånd från vattnet (för framåt drivning) – ju högre hastighet som kan hållas (till en viss gräns). Om så är fallet skulle den uppmätta effekten över *CP* vara större än den verkliga. Ytterligare en bidragande faktor till resultatet från Mann-Whitney u-testet skulle kunna vara laktatkoncentrationerna för de två grupperna. Laktatkoncentrationen hos löparna var avsevärt mycket högre än koncentrationerna för simmarena (se *fig. 7*). Då höga laktatkoncentrationer innebär höga halter av restprodukter skulle detta kunna leda till att löparens intensitet/effektproduktion sjunker till *CP* och produktionen av W' upphör. Detta leder i sin tur att kvoten W'/W blir mindre.

Att löparna i studien skulle utföra ett så pass mycket större arbete (knappt sex gånger större) än simmarena beroende på fysisk förmåga verkar högst orimligt. Sannolikt kommer det sig av de fysiska faktorer som hänger samman med skillnaden i lokomotionens (framåt drivningens) natur mellan simning och löpning. I simning används den producerade kraften i (minst) lika stor utsträckning till att sätta det omgivande vattnet i rörelse som att driva simmarens framåt. Till detta kan det tilläggas att bensparken dessutom inte sker i simriktningen (horisontellt) utan vertikalt, vilket minskar effektiviteten ytterligare.

Även om fastspänd simning medför att testet blir mindre idrottsspecifikt än fri simning medför det stora fördelar. Dels innebär detta, som nämnts av Kalva-Filho et al., (2015), att vändningsmomenten elimineras, men framförallt att det med relativt enkla medel går att ta reda på vilken kraft simmarens producerar, så länge fjäderkonstanten för den elastiska lina som använts är känd.

Den elastiska lina som förband simmarena med kraftgivaren fungerade som en ”utjämnande faktor”. Lina möjliggjorde ett avsevärt mindre ryckigt bromsande av simmarens, och därmed en simning som mer liknar obromsad sådan. Denna utjämning syns även i kraftdatan då en tillfällig, plötslig kraftökning skulle öka den potentiella energi som lagras i lina. Detta medför att de högsta uppmätta värdena för den producerade kraften sannolikt är aningen lägre

än de faktiska. Analogt skulle den uppmätta kraften inte sjunka lika lågt vid en likartad kraftminskning som den faktiska. Totalt sett uppväger dessa effekter varandra, och då linans fjäderkonstant var relativt hög och skillnaden i kraftproduktion per tidsenhet relativt liten får detta försumbara konsekvenser för effekten, möjligen bortsett från tidigare nämnda toppvärde.

Då kraften står i direkt proportion till linans förlängning är det möjligt att avgöra hur stor den är såväl i realtid som i efterhand. Med tillgång till en videokamera kan datan registreras och om så önskas behandlas med ett datahanteringsprogram (Microsoft excel eller liknande). Kraften kan sedan omvandlas till motsvarande effekt. Möjlighet finns även att utforma enklare tester, såsom att mäta hur lång tid simmaren klarar av att hålla sig över en viss kraft/effekt.

Så länge det går att garantera att löparen ”tömmar sitt D ”, och inte går under CS (för att återhämta sig) när det väl är gjort, kan testet till viss del genomföras utan sensor, då genomsnittshastigheten under den sista 30 sekunderna ger CS . Något som inte enbart kan vara av intresse som testvärde utan också kan användas vid träningsutformning. När CS är känt går det att beräkna D' utifrån detta.

Att omvandla såväl löparnas som simmarnas resultat till Watt medför inte nödvändigtvis att resultaten kan jämföras rakt av men skulle kunna ses som ett steg mot att bättre kunna jämföra utövare av olika kontinuerliga, lokomotiva idrotter med varandra.

Då studien genomfördes på flera olika platser vid flera olika tillfällen användes en portabel laktatmätare för alla laktattester. Nackdelen med detta är att intervallet som mätaren kan mäta, även om värdena inom det är korrekta, är begränsat – vid flertalet tillfällen uppmättes laktatnivåer som översteg laktatmätarens omfång ($0,3\text{--}25\text{ mmol/L}$) efter löpningen. Över 25 mmol/L visar mätaren HI (för ”high”). För försökspersonerna med laktatkoncentration över 25 mmol/L var det alltså inte möjligt att avgöra hur hög koncentrationen faktiskt var. Om en liknande studie skulle genomföras i framtiden skulle en biosen/blodgasanalysator behövas för att få noggrannare mätningar.

Den andra av studiens frågeställningar var om det gick att förutse prestation med hjälp av datan som tagits fram i dessa tester. För att svara på detta skapades en multipel linjär

regression för att undersöka olika variabelers påverkan på resultatet (tid på 100m frisim/400m löpning). Från denna regression finns det dessvärre inte så mycket data som kan presenteras då det enbart var åtta försökspersoner i varje grupp som deltog. Det enda som kan presenteras är modellen för samt korrelationen mellan de variabler som undersöktes och deras korrelation med resultatet (tid på 100m frisim/400m löpning). Från korrelationerna kunde det ses att P_{max} var en väldigt bra prediktor för årsbästa/säsongsbästa för båda idrotterna. Korrelationen mellan P_{max} och simning var både stark och signifikant, $r = -0,841$, $p < 0,005$. Detsamma gäller även för korrelationen mellan P_{max} och löpning, $r = -0,724$, $p < 0,05$. För att kunna presentera mer data från den multipel linjär regression såsom koefficientens B-värden samt konstant (för att förutsäga prestation utifrån de variabler som inkluderats), koefficientens korrelationer och residual statistik skulle det behövas minst fem försökspersoner för varje prediktor (variabel) och ungefär 60 försökspersoner totalt för en tillräckligt hög power.

Även om det test som genomförts i denna studie främst har använts för att göra en direkt jämförelse mellan simning och löpning går det även att använda som grund för träningsupplägg (Courtright, Williams, Clark, Pettitt & Dicks, 2016). Vid denna studie deltog ett andradivisionssimlag i det amerikanska förbundet för idrott på college- och universitetsnivå; National Collegiate Athletic Association (NCAA). Simmarna genomför ett treminuters simmandes maxtest för att bestämma CS (m/s), D (m) och D' (m).

$$CS = D_{180s} - D_{150s}$$

$$D' = 150s (D_{150s} / 150s) - CS$$

Utifrån dessa data skapades två HIIT program, 2 pass/vecka i fyra veckors tid, som simmarna delades in i utifrån specialsträcka. Varje simmare fick individuellt baserade intervaller utifrån CS och D' med en intensitet motsvarande 60–80% av D' . Efter avslutat träningsprogram hade gruppen i genomsnitt ökat sin CS med 3%, V_{150s} (hastigheten de första 150 sekunderna av ett treminuters maxtest) med 2%, simmade i genomsnitt längre 4% men minskade sin D' med 16% (ej signifikant) (Courtright, Williams, Clark, Pettitt & Dicks, 2016). Samma sorts träningsupplägg har även genomförts på kvinnliga fotbollsspelare och där sågs en ökning av CS med 6%, vVO_{2max} (hastighet vid VO_{2max}) med + 4% men en minskning av D' med 24 m 13% (Clark, West, Reynolds, Murray & Pettitt, 2013). En potentiell anledning till att D' sjunker i studierna efter träningsupplägget är för att CS höjs och den totala sträckan över CS minskar. Detta skulle även kunna bero på de HIIT-intervaller som genomfördes. Intervaller

på 2–5 minuter med en submaximal intensitet (av vVO_{2max}) är inte tillräckligt ansträngande för att framkalla någon effekt på D' . För att framkalla en effekt på D' föreslås intervaller med en arbetstid under två minuter och med en intensitet på 130% av vVO_{2max} Clark et al., (2013).

Utifrån detta verkar HIIT grundat i CP -konceptet vara ett väldigt effektivt och bra sätt att höja CP , W , $P150s$, och W' och pVO_{2max} (effekt vid VO_{2max}) då både tidsåtgången och volymen är relativt liten. En annan fördel denna träningsform skulle kunna medföra, utöver en höjd fysisk kapacitet, är att den tillåter en tränare att träna stora grupper på ett individuellt sätt. Tidsåtgången och intervallvilan på passet kan vara densamma för hela gruppen men hastigheten kan vara individuellt beräknad utifrån CP och W' .

Då det visades i denna studie att P_{max} var en stark indikator för prestation på 100m frisim och 400m löpning borde det vara av stor vikt att förbättra denna förmåga så mycket som möjligt. En individs förmåga till P_{max} påverkas av individens styrka och för att på lång sikt öka P_{max} behöver individen förbättra den styrka som redan finns (Cormie, McGuigan & Newtons, 2011). För detta är det fördelaktigt att använda sig av tyngre belastning (> 80% av 1RM) (Cormie et al., 2011; Schoenfeld, Grgic, Ogborn, & Krieger, 2017; González-Badillo, Gorostiaga, Arellano, & Izquierdo, 2005). För att få en maximal överföring av den maximala styrka och kraften behöver atleter träna så idrottsspecifikt som möjligt. Detta betyder att övningarna som används behöver vara dynamiska och flerledade. Alltså är plyometrisk- och tyngdlyftningsträning bra att använda vid träning för P_{max} . Plyometriska övningar bör genomföras i så idrottsspecifika vinklar som möjligt och utan yttre belastning. Denna sorts träning bör även genomföras i idrottsspecifika hastigheter vilket leder till att stretch shortening cykeln används på bästa sätt. Medan plyometrisk träning inte bör belastas skall tyngdlyftningsövningar belastas på mellan 50 och 90% av en repetition maximum ($1RM$) (Cormie et al., 2011; Balsalobre-Fernández, Tejero-González, Campo-Vecino, & Alonso-Curiel, 2013).

Vid en påbyggnad av denna studie skulle fler försökspersoner behöva rekryteras. Det vore intressant att jämföra simmare och löpare på andra distanser, dels för att se vilka grenar som liknar varandra i störst utsträckning och dels för att se hur exempelvis kvoten W'/W korrelerar med träningsupplägg. Det hade även varit väldigt intressant att låta ett flertal försökspersoner som genomför båda idrotterna (löpning och simning) att utgöra båda testerna för att se hur väl

kvoten W'/W stämmer mellan testen. Inte minst för att undersöka de potentiella anledningarna till att vår hypotes i denna studie (att sprintlöpare har en större W'/W -kvot än sprintsimmare) inte stämde. Ett sätt att lösa detta på skulle vara att testa triathleter. Detta skulle möjliggöra användandet av det ursprungliga treminuterstestet på cykel (Vanhatalo et al., 2007), utöver de för simning och löpning. I och med de utökade möjligheterna att jämföra värdena från de olika testen med varandra ökar troligen också sannolikheten för relevanta resultat.

En möjlig utveckling skulle också kunna bestå av utvecklandet av en ”effektivitetsfaktor” (här kallat EF), ett värde på hur effektivt en idrottare utnyttjar den förbrukade energin, enligt principen $CP = EF \times VO_{2max} \Leftrightarrow EF = CP/VO_{2max}$. Detta skulle inte bara göra det möjligt att i större utsträckning kvantifiera effektivitet i utförandet av enskilda idrotter utan också i förlängningen leda till en större möjlighet att jämföra olika (lokomotiva, kontinuerliga) idrotter/grenar (med en arbetstid över två minuter, där CP och W' korrelerar med prestation). Möjligen genom att data från idrottare med lika EF och kända VO_{2max} och CP analyseras. Detta skulle resultera i omvandlingskonstanter/-formler för de olika idrotterna med resultat på följande form: 500 W i löpning motsvarar: x W i simning, y W i kanot, z W i rodd, o.s.v. Detta skulle underlätta kunskapsutbytet idrotterna emellan.

6 Slutsats

Utifrån den data som samlats in under studiens gång går med relativ starka evidens att säga att P_{max} är en god indikator för prestation i sprintgrenar inom minst två olika idrotter. I och med detta borde det alltså vara gynnsamt för sprintidrottare att försöka förbättra sin P_{max} . Det finns en potential för att förutsäga prestation på sprint- och medeldistansdiscipliner med en arbetstid under två minuter med hjälp av detta test – något som inte visats tidigare. För att kunna möjliggöra för denna förutsägelse behöver studien upprepas med fler försökspersoner, för att kunna få en signifikant modell för både sprintlöpning och sprintsimning.

Eftersom kvoten mellan W' och W höjs av förbättrad förmåga att arbeta med en intensitet över CP men sänks av en förbättring av CP (och därmed kan förbli oförändrad trots höjning av både W' och CP), lämpar den sig inte för förutsägelse av resultat. Däremot möjliggör den en jämförelse av andelen av det totala arbetet som utförs över CP mellan idrottare från olika grenar och/eller idrotter.

Kunskapen för att kunna bestämma CP , W' och W utifrån ett treminuters maxtestet har funnits sedan mitten av 2000-talet. Trots detta och det faktum att man med relativt enkla medel på kort tid kan få information som i vanliga fall kräver flera olika test används det sparsamt. Studieförfattarnas förhoppning är att detta kan komma att ändras något i och med denna studie.

7 Käll- och litteraturförteckning

Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C., Campo-Vecino, J. and Alonso-Curiel, D. (2013). The Effects of a Maximal Power Training Cycle on the Strength, Maximum Power, Vertical Jump Height and Acceleration of High-Level 400-Meter Hurdlers. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), pp.119–126.

Bassett, D. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 70. doi: 10.1097/00005768-200001000-00012

Bonaventura, J., Sharpe, K., Knight, E., Fuller, K., Tanner, R., & Gore, C. (2015). Reliability and Accuracy of Six Hand-Held Blood Lactate Analysers. *Journal Of Sports Science And Medicine*, (14), 203 - 214.

Courtright, S., Williams, J., Clark, I., Pettitt, R., & Dicks, N. (2016). Monitoring Interval-training Responses for Swimming using the 3-min All-out Exercise Test. *International Journal Of Exercise Science*, 9(5), 545–553.

Coombes, J., & Skinner, T. (2015). *ESSA's student manual for health, exercise and sport assessment* (pp. 236 - 257). Chatswood, NSW: Mosby.

Cormie, P., McGuigan, M. and Newton, R. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), pp.125-146.

Coyle, E., Coggan, A., Hemmert, M., & Walters, T. (1984). GLYCOGEN USAGE AND PERFORMANCE RELATIVE TO LACTATE THRESHOLD. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 16(2), 120. doi: 10.1249/00005768-198404000-00080

Clark, I., Murray, S., & Pettitt, R. (2013). Alternative Procedures for the Three-Minute All-Out Exercise Test. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 27(8), 2104-2112. doi: 10.1519/jsc.0b013e3182785041

Clark, I., West, B., Reynolds, S., Murray, S., & Pettitt, R. (2013). Applying the Critical Velocity Model for an Off-Season Interval Training Program. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 27(12), 3335-3341. doi: 10.1519/jsc.0b013e31828f9d87

Devries, H., Moritani, T., Nagata, A., & Magnussen, K. (1982). The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyographic data. *Ergonomics*, 25(9), 783–791. doi: 10.1080/00140138208925034

Duffield, R., Dawson, B. and Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), pp.299–307.

Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. and Fernandes, R. (2010). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), pp.767–7.

González-Badillo, J., Gorostiaga, E., Arellano, R. and Izquierdo, M. (2005). Moderate Resistance Training Volume Produces More Favorable Strength Gains Than High or Low Volumes During a Short-Term Training Cycle. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), p.689.77.

Harris, R., Edwards, R., Hultman, E., Nordesj, L., Ny Lind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv European Journal Of Physiology*, 367(2), 137–142. doi: 10.1007/bf00585149

Itoh, H., & Ohkuwa, T. (1991). Ammonia and lactate in the blood after short-term sprint exercise. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 62(1), 22–25. doi: 10.1007/bf00635628

Johnson, D., & Bahamonde, R. (1996). Power Output Estimate in University Athletes. *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 10(3), 161 - 166. doi: 10.1519/1533-4287(1996)010<0161: poeiu>2.3.co;2

Jones, A., & Vanhatalo, A. (2017). The ‘Critical Power’ Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. *Sports Medicine*, 47(S1), 65–78. doi: 10.1007/s40279-017-0688-0

Jones, A., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R., & Poole, D. (2010). Critical Power: Implications for Determination of VO₂max and Exercise Tolerance. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 42(10), 1876–1890. doi: 10.1249/mss.0b013e3181d9cf7f

Kalva-Filho, C., Zagatto, A., Araújo, M., Santiago, P., da Silva, A., Gobatto, C., & Papoti, M. (2015). Relationship Between Aerobic and Anaerobic Parameters From 3-Minute All-Out Tethered Swimming and 400-m Maximal Front Crawl Effort. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 29(1), 238–245. doi: 10.1519/jsc.0000000000000592

Knechtle, B., Wirth, A., Alexander Rüst, C., & Rosemann, T. (2011). The Relationship between Anthropometry and Split Performance in Recreational Male Ironman Triathletes. *Asian Journal Of Sports Medicine*, 2(1). doi: 10.5812/asjasm.34823

Lindroth, J. (2011). *Idrott under 5000 år*. Stockholm: SISU Idrottsböcker.

Michalsik, L., & Bangsbo, J. (2004). *Aerob och anaerob träning*. Stockholm: SISU idrottsböcker.

Monod, H., & Scherrer, J. (1965). THE WORK CAPACITY OF A SYNERGIC MUSCULAR GROUP. *Ergonomics*, 8(3), 329–338. doi: 10.1080/00140136508930810

Nicolò, A., Bazzucchi, I., & Sacchetti, M. (2017). Parameters of the 3-Minute All-Out Test: Overestimation of Competitive-Cyclist Time-Trial Performance in the Severe-Intensity Domain. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 12(5), 655-661. doi: 10.1123/ijsp.2016-0111

Pettitt, R., Jamnick, N., & Clark, I. (2012). 3-min All-out Exercise Test for Running. *International Journal Of Sports Medicine*, 33(06), 426–431. doi: 10.1055/s-0031-1299749

Poole, D., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H., & Jones, A. (2016). Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 48(11), 2320-2334. doi: 10.1249/mss.0000000000000939

Rodríguez, F., Lätt, E., Jürimäe, J., Maestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K. and Jürimäe, T. (2015). VO₂ Kinetics in All-out Arm Stroke, Leg Kick and Whole Stroke Front Crawl 100m Swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 37(03), pp.191–196.

Sahlin, K., & Harris, R. (2011). The creatine kinase reaction: a simple reaction with functional complexity. *Amino Acids*, 40(5), 1363–1367. doi: 10.1007/s00726-011-085

- Schoenfeld, B., Grgic, J., Ogborn, D. and Krieger, J. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), pp.3508–3523.
- Strumbelj, B., Usaj, A., Kapus, J., & Bednarik, J. (2010). Some Factors Limiting Energy Supply in 200m Front Crawl Swimming. *XIth International Symposium for Biomechanics & Medicine in Swimming*, (11), 228–230.
- Tam, N., Santos-Concejero, J., Tucker, R., & Lamberts, R. (2017). The quest to optimize running performance: Running economy and its biomechanical and neuromuscular considerations. *Journal Of Science And Medicine In Sport*, 20, 85. doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.365
- Vanhatalo, A., Doust, J. and Burnley, M. (2007). Determination of Critical Power Using a 3-min All-out Cycling Test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), pp.548–555.
- Wahl, P., Manunzio, C., Vogt, F., Strütt, S., Volmary, P., Bloch, W., & Mester, J. (2017). Accuracy of a Modified Lactate Minimum Test and Reverse Lactate Threshold Test to Determine Maximal Lactate Steady State. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 31(12), 3489-3496. doi: 10.1519/jsc.0000000000001770
- Yttergren, L. (2012). *Träna är livet: träning, utbildning och vetenskap i svensk friidrott, 1880–1995*. Malmö: Idrottsforum.org.

Bilaga 1: Käll- och litteratursökning

Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie var att undersöka om andelen av det totala arbetet som utförs över $CP (W')$ skiljer sig mellan sprintsimmare och sprintlöpare. Dvs förhållandet mellan den effekt som kan bibehållas under lång tid och den som maximalt kan produceras under de 150 första sekunderna vid ett tre minuters maxtest. Vidare syftar studien till att undersöka om CP , W' och P_{max} kan förutsäga prestationen på 100 meter frisim och 400 meter löpning.

Frågeställningarna som använts under studien är som följer: (i) Finns det en skillnad i andelen arbete som kan utföras ovanför $CP (W')$ mellan sprintsimmare och sprintlöpare? och (ii) Går det att via CP , W' och P_{max} förutsäga prestationer på 100m frisim och 400m löpning?

Hypotesen som användes under denna studie var att sprintlöpare har en större W'/W -kvot än sprintsimmare. Hypotesen bygger på tidigare forskning angående den totala energikostnaden vid sprintlöpning och sprintsimning (Duffield et al., 2005; Figueiredo et al., 2011)

Vilka sökord har du använt?

Sprint swimming and vo2max
 Sprint running and vo2max
 Sprint running performance
 Sprint running performance and vo2max
 Sprint swimming and lactate
 Sprint running and lactate
 Anaerobic power OR anaerobic capacity OR wingate AND swim* OR crawl
 Critical power
 Critical power concept
 Critical power and cycling
 Critical power and running
 Critical power and swimming
 3min all-out test
 Muscle fatigue
 Energy system contribution and swimming
 Energy system contribution and running
 Performance and limiting factors and swimming
 Performance and limiting factors and running
 VO2max and performance
 VO2max and limiting factors
 Limiting factors and swimming
 Limiting factors and running

Metabolic contributions and swimming
Metabolic contributions and running
Creatine
Lactate Pro LT-1730 and reliability

Var har du sökt?

Google Scholar
Ebsco
SPORTDiscus

Sökningar som gav relevant resultat

Google Scholar: Sprint swimming and vo2max
Google Scholar: Sprint swimming and lactate
Google Scholar: Sprint running performance and vo2max
Google Scholar: Sprint running and lactate
SPORTDiscus: Anaerobic power OR anaerobic capacity OR wingate AND swim* OR crawl
Critical power concept
Critical power and running
Critical power and swimming
Muscle fatigue
Energy system contribution and swimming
Energy system contribution and running
Performance and limiting factors and swimming
Performance and limiting factors and running
Creatine
Lactate Pro LT-1730 and reliability

Kommentarer

Det var ganska lätt att via google scholar hitta material för både simning och löpning. Tyvärr så gick det inte att komma åt artiklarna direkt via google scholar då man kommer till tidskriftens hemsidan där artikeln är publicerad. Detta kunde kringgås genom att söka på artikelnamnet direkt i Ebsco.

Bilaga 2: Personuppgifter, Hälsodeklaration & Testinformation

PERSONUPPGIFTER, HÄLSODEKLARATION & TESTINFORMATION

Personuppgifter

Namn:

Längd:

Personnr:

Vikt:

Testdatum:

Medicinering och hälsostatus

Använder du mediciner regelbundet? ringa in svaret

Nej, jag använder inga mediciner

Ja, jag använder följande mediciner:

.....

Är Du allergisk mot något?

Ja Nej

Om Ja, ange mot vad:

.....

Hat du undvikit eller avbrutit träning de senaste dagarna p.g.a. skada eller av hälsoskäl?

Ja Nej

Om Ja, ange orsak:

.....

Förutsättningar för deltagande i test och hälsodeklaration

Vid olycksfall som drabbar student i utbildningssituation gäller försäkring tecknad hos Kammarkollegiet. Vid olycksfall som drabbar testperson som tillhör idrottsförening ansluten till Specialidrottsförbund i Riksidrottsförbundet gäller försäkring i försäkringsbolaget Folksam. Andra testpersoner som ej är berörda av försäkringarna ovan informeras om att de deltar i test på egen risk. Ungdom under 18 år måste ha målsmans godkännande för deltagande i test.

Undertecknad testperson har erhållit information om test/er och deltar frivilligt i dessa och på egen risk med vetskap om möjligheten till avbrytande av test när som helst och utan krav på förklaring till detta. Undertecknad testperson uppfattar sig som fullt frisk och ser inga medicinska hinder för deltagande i test/er.

Stockholm den / År20

.....

Testpersonens namnteckning

Underskrift testledare

PERSONUPPGIFTER, HÄLSODEKLARATION & TESTINFORMATION fort.

Hur många år har du hållit på med idrott?

.....

Hur många av dessa år har du varit elitaktiv? Elitaktiv = nationellt mästerskap

.....

Hur många idrotter/grenar har du hållit på med?

.....

Vilken/vilka idrott(-er)/gren(-ar) har du haft störst fokus på det senaste året?

.....

Vilken/vilka idrott(-er)/gren(-ar) har du haft störst fokus på de senaste fem åren?

.....

Personbästa på gren?

.....

Årsbästa på gren?

.....